



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JULIANA OLIVEIRA DA SILVA

**DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS DE
UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: estudo de caso em uma universidade
no semiárido do Rio Grande do Norte**

ANGICOS

2019

JULIANA OLIVEIRA DA SILVA

**DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS DE
UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: estudo de caso em uma universidade
no semiárido do Rio Grande do Norte**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Josicleide Felipe
Guedes

ANGICOS

2019

© 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.

O48d Oliveira, Juliana Oliveira da.
DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM
LABORATÓRIOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR: estudo de caso em uma
universidade no semiárido do Rio Grande do Norte
/ Juliana Oliveira da Oliveira. - 2019.
117 f. : il.

Orientador: Maria Josicleide Felipe
Guedes .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Engenharia Civil, 2019.

1. Uso racional da água. 2. Aparelhos
laboratoriais de alto consumo de água. 3.
Bebedouros. 4. Aparelhos hidrossanitários. 5.
Universidades. 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.

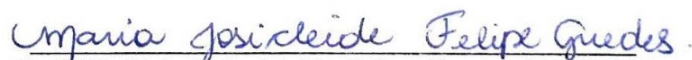
JULIANA OLIVEIRA DA SILVA

**DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS DE
UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: estudo de caso em uma universidade
no semiárido do Rio Grande do Norte**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 13/08/2019

BANCA EXAMINADORA



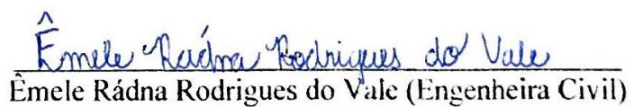
Prof.^a Dr.^a Maria Josicleide Felipe Guedes (UFERSA)

Presidente



Prof. Dr. Alisson Gadelha de Medeiros (UFERSA)

Membro Examinador



Êmele Rádna Rodrigues do Vale (Engenheira Civil)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro momento, agradeço a Deus por tamanha conquista, onde me concedeu coragem, sabedoria e discernimento para enfrentar os percalços que surgiram nessa longa caminhada.

Agradecer aos meus pais, Raimundo Nonato da Silva e Josetânia Ferreira de Oliveira Silva, que sonharam comigo essa conquista, que acreditaram que seria possível chegar até aqui, me incentivando desde a minha primeira decisão em seguir um novo caminho.

Aos meus irmãos, Renan Oliveira Silva e Renato Oliveira da Silva, pois sempre acreditaram em mim e me influenciaram a correr atrás dos meus objetivos.

A minha professora orientadora, Maria Josicleide Felipe Guedes, por todo conhecimento repassado, pela paciência e dedicação no decorrer do trabalho, como também nas disciplinas dadas em sala de aula, toda ajuda foi primordial para a conclusão deste trabalho.

A todos os professores desses longos cinco anos, que nesse percurso, além de repassadores de conhecimentos, foram amigos e companheiros. Quero agradecer especialmente aos professores do curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia do campus Angicos.

As minhas tias, Maria das Candeias da Silva e Maria Serli, que sempre se fizeram presente em toda a minha vida, e nesses três anos de graduação, demonstraram maior preocupação e ao mesmo tempo orgulho por cada conquista. São olhos que meus avós Celsinha Avelino de Oliveira (*in memorian*) e Cícero Ferreira de Oliveira (*in memorian*) deixaram aqui na Terra para tomar de conta de todos.

Aos meus avós maternos, José Dário e Judith Ferreira de Oliveira, que mesmo distante, sempre se preocuparam comigo, principalmente com a minha educação. Hoje sei que sou o maior orgulho deles.

Agradeço a Rita de Cássia Soares Santos por me adotar como sua filha, cuidando, aconselhando, se preocupando. Como também a Theresa Rachel Soares Santos, que me abraçou como irmã, cuidando, zelando, aconselhando. Como a todos da família Soares Santos. Sou muito grata por tudo.

Aos meus amigos de jornada, foram cinco anos de muito sufoco, mas de alegria em dobro. Cada qual com sua forma de vivenciar cada momento, mas tornando-os especial. Agradeço aos amigos feitos em Angicos, cidade que levarei para sempre em minha memória.

Aos componentes do Diretrizes para elaboração de um plano racional da água na Universidade Federal do Semi-Árido (DEPURA), sem eles não teria conseguido concluir este trabalho. Eles foram fundamentais.

Você não sabe a força que tem, até que
sua única alternativa é ser forte.

Johnny Depp

RESUMO

Sendo a água de fundamental importância para a preservação da vida humana na Terra e desenvolvimento de todas as atividades econômicas, percebe-se a necessidade de pesquisar e investir em atividades que envolvam o uso racional de água. Nessa perspectiva, a implantação de um programa de uso racional de água demanda, entre outras coisas, o conhecimento dos agentes consumidores de água e respectivos consumos, ampliando assim a possibilidade de definir ações para uma melhor gestão deste recurso. Nessa ótica, por meio da realização deste trabalho objetivou-se fornecer diretrizes para racionalização do uso da água em laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA): estudo de caso em uma universidade no semiárido do Rio Grande do Norte, visando contribuir para formulação de um programa de uso racional da água futuramente na universidade. Para isso, a pesquisa foi desenvolvida em duas partes principais: (i) quantificação dos agentes consumidores de água nos Laboratórios de Engenharia I e II, (ii) estimativa dos respectivos consumos de água. Além disso, para melhor organização das atividades, foi utilizado o método 5W2H, que se trata de uma ferramenta de gestão que facilita a detecção de dados e rotinas de um projeto. O método utilizado foi baseado nas fases de levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água, bebedouros e aparelhos hidrossanitários instalados em edificações estudadas, na consulta a funcionários da Superintendência de Infraestrutura (SIN), na verificação dos custos para implantação das ações sugeridas e na matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) de priorização de ações. Por último, foi analisada a viabilidade ambiental das ações propostas através da estimativa do índice de redução no consumo de água. Os resultados apontaram uma redução no consumo de água 48,87% (economia de 74,87 m³.mês⁻¹) proporcionada pela reutilização da água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água e bebedouros, substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por economizadores de água e correção de vazamentos.

Palavras-chave: Uso racional da água. Aparelhos laboratoriais de alto consumo de água. Bebedouros. Aparelhos hidrossanitários. Universidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Regiões hidrográficas do Brasil	17
Figura 2: Vazão média do Brasil em 2017	18
Figura 3: Usos da água nas regiões hidrográficas no Brasil.....	20
Figura 4: Níveis sistêmicos de conservação da água baseado em Oliveira (1999)	22
Figura 5: Destilador de água.....	24
Figura 6: Válvula de descarga	27
Figura 7: Bacia sanitária com caixa acoplada	27
Figura 8: Ilustração de acionamento duplo de descarga de água	28
Figura 9: Torneira hidromecânica	29
Figura 10: Torneira acionada por sensor de presença	29
Figura 11: Torneira acionada por pedal.....	29
Figura 12: Aparelhos economizadores: (a) torneira de acionamento fotoelétrico, (b) torneira de fechamento automático e (c) arejador	30
Figura 13: Mictório individual	31
Figura 14: Mictório coletivo.....	31
Figura 15: Válvula de mictório de acionamento com sensor	33
Figura 16: Bebedouro de pressão	34
Figura 17: Bebedouro de pressão de uso industrial.....	34
Figura 18: Ilustração do teste da válvula ou caixa de descarga para investigação de vazamentos	36
Figura 19: Teste da caneta para investigação de vazamentos em bacias sanitárias	37
Figura 20: Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo	40
Figura 21: Série histórica do consumo mensal de água na Universidade Federal da Bahia (UFBA).....	42
Figura 22: Fluxograma da pesquisa.....	44
Figura 23: Localização do município de Mossoró entre as capitais Natal (RN) e Fortaleza (CE)	45
Figura 24: Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus leste	46
Figura 25: Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus oeste	46
Figura 26: Laboratório de Engenharia I	48
Figura 27: Laboratório de Engenharia II	48
Figura 28: Quantificação do volume de água descartado dos destiladores	49

Figura 29: Quantificação do volume descartado dos bebedouros	50
Figura 30: Distribuição dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró	64
Figura 31: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários nos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró	66
Figura 32: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários nos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró	67
Figura 33: Condições de operação das bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	68
Figura 34: Vazamentos não visíveis identificados no Laboratório de Engenharia I. por meio do teste da caneta	68
Figura 35: Condições de operação das torneiras identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	69
Figura 36: Condições de operação das duchas sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	69
Figura 37: Pontos de utilização de água identificados no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	70
Figura 38: Distribuição dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água dos Laboratórios de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró	71
Figura 39: Condições de operação bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	71
Figura 40: Vazamento das bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	72
Figura 41: Vazamento não-visível identificado no Laboratório de Engenharia II	72
Figura 42: Condições de operação dos mictórios identificadas no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	73
Figura 43: Pontos de utilização de água identificados no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	73
Figura 44: Torneiras em uso no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	74
Figura 45: Custos para implantação de diretrizes de gerenciamento da demanda de água nos laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Usuários do Laboratório de Engenharia I.....	51
Quadro 2: Usuários do Laboratório de Engenharia II	52
Quadro 3: Método 5W2H.....	53
Quadro 4: Método de elaboração do checklist 5W2H.....	54
Quadro 5: Pontuação utilizada na matriz GUT	55
Quadro 6: Estabelecimento de prioridades na matriz GUT.....	55
Quadro 7: Prazo para implantação das ações, conforme classificação da matriz GUT	55
Quadro 8: Valores adotados de consumos por uso dos aparelhos hidrossanitários.....	58
Quadro 9: Cenários do gerenciamento da água	61
Quadro 10: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água nos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continua)	75
Quadro 11: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo de água por destiladores disponíveis no mercado.	24
Tabela 2: Consumo de água por destiladores de nitrogênio em uma instituição de ensino em Caxias do Sul - RS.....	25
Tabela 3: Consumo de água por aparelhos de osmose reversa existentes no mercado.	26
Tabela 4: Equipamentos economizadores de água e suas vazões	30
Tabela 5: Mapeamento dos equipamentos de destilação de água	65
Tabela 6: Consumo de água diário do bebedouro do Laboratório de Engenharia I.....	70
Tabela 7: Consumo de água diário do bebedouro do Laboratório de Engenharia II.....	74
Tabela 8: Priorização das ações do plano de gerenciamento da demanda de água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT.....	77
Tabela 9: Consumo médio de água por uso dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros do Laboratório de Engenharia I.....	82
Tabela 10: Consumo médio de água por uso dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros do Laboratório de Engenharia II.....	83
Tabela 11: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia I.....	84
Tabela 12: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia II	85
Tabela 13: Consumo total de água decorrente de vazamentos no Laboratório de Engenharia I	86
Tabela 14: Consumo total de água decorrente de vazamentos no Laboratório de Engenharia II	86
Tabela 15: Consumo de água das torneiras existentes nas salas do Laboratório de Engenharia I	86
Tabela 16: Consumo de água das torneiras existentes nas salas do Laboratório de Engenharia II	87
Tabela 17: Consumo total de água nos banheiros do Laboratório de Engenharia I.....	88
Tabela 18: Consumo total de água nos banheiros do Laboratório de Engenharia II.....	89
Tabela 19: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos nos banheiros do Laboratório de Engenharia I	90

Tabela 20: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos nos banheiros do Laboratório de Engenharia II	90
Tabela 21: Distribuição do consumo de água nos Laboratórios de Engenharia I e II.....	91
Tabela 22: Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água (continua)	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

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

CE – Ceará

EPUSP – Escola Politécnica da USP

ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência

IES – Instituição de Ensino Superior

IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

PLS – Plano de Logística Sustentável

PURA – Programa de Uso Racional da Água

RN – Rio Grande do Norte

SAAE – Serviço Autônomo de Águas e Esgoto

SIN – Superintendência de Infraestrutura

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

UERN – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

UnB – Universidade de Brasília

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 ASPECTOS GERAIS DA DISPONIBILIDADE E GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	17
2.2 USO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DO USO DA ÁGUA	20
2.2.1 Agentes consumidores de água.....	23
2.2.2 Identificação e correção de vazamentos em sistemas prediais	35
2.3 GESTÃO DE ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR	37
2.3.1 Programas de uso racional da água em universidades	38
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	45
3.1.1 Caracterização do abastecimento e do consumo de água da universidade.....	47
3.2 ETAPAS DO TRABALHO	47
3.2.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água	48
3.2.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários.....	49
3.2.3 Levantamento e caracterização dos bebedouros	50
3.2.4 Levantamento da população.....	50
3.2.5 Método 5W2H.....	52
3.2.6 Método de análise da viabilidade ambiental	56
4 RESULTADOS	64
4.1 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS LABORATORIAIS DE ALTO CONSUMO DE ÁGUA	64
4.2 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS	66
4.2.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia I.....	67
4.2.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia II.....	71

4.3 DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS	74
4.3.1 Análise da viabilidade ambiental das ações propostas.....	82
4.3.2 Alternativas para reduzir o desperdício de água nos Laboratórios de Engenharia I e II	94
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
6 REFERÊNCIAS	101
APÊNDICES	109
ANEXOS	115

1 INTRODUÇÃO

Vários são os problemas ambientais que a humanidade vem enfrentando, tais como alterações climáticas, poluição do ar e do solo, além da degradação dos recursos hídricos. Este último processo está diretamente relacionado a limitação da quantidade e qualidade de água doce para os seus múltiplos usos (OLIVEIRA, 2013).

Sendo a água uma substância essencial para a manutenção da vida no planeta Terra, algumas das preocupações fundamentais do contexto atual devem ser com relação à forma como este recurso tem sido utilizado e à sua conservação em condições adequadas de uso para as gerações futuras (OLIVEIRA, 2013).

A gestão das águas, na ótica da oferta, dá-se no sentido de aumentar as disponibilidades hídricas através da ativação das potencialidades (GOMES, 2009). Já a gestão da demanda abrange diversas ações, que podem ser aplicadas em diferentes níveis de atuação: bacias hidrográficas (nível macro), sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário (nível meso) e sistemas prediais (nível micro) (OLIVEIRA, 1999). Gonçalves e Jordão (2006) definem dois tipos de ações que podem ser aplicadas no nível micro: uso racional e conservação da água.

O uso racional da água diz respeito as mais diversas atividades antrópicas e por isso possui caráter interdisciplinar. Pensar no uso da água significa identificar a oferta deste recurso, e então delimitar as prioridades e formas do seu uso e aplicação, garantindo a quantidade e qualidade deste bem na “devolução à natureza”, com vista a possibilitar a manutenção do seu ciclo e, conseqüentemente, a conservação da sua oferta (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2013).

Edifícios públicos normalmente apresentam índices elevados de desperdício de água quando comparados a espaços administrativos privados. Essa diferença é dada por uma associação de aspectos: i) a infraestrutura é muitas vezes inferior; ii) incentivos para manutenção dos equipamentos hidrossanitários praticamente inexistem; iii) os usuários não são diretamente responsáveis pelo pagamento das taxas de água; e iv) apesar de consistirem em locais de elevado fluxo de pessoas, eles detêm alta burocracia para funcionamento (KALBUSCH *et al.*, 2018; NUNES, 2000).

Para atingir o uso racional da água, faz-se necessário estudar as condições de operação dos aparelhos hidrossanitários, assim como a viabilidade de adoção de dispositivos economizadores de água (KALBUSCH *et al.*, 2018) e reúso de águas descartadas. A substituição de componentes convencionais por economizadores resulta na redução do consumo de água independentemente da vontade do usuário (MARINHO, 2007). Morais *et al.*

(2017) citam a necessidade do desenvolvimento e da implantação de tecnologias e medidas que visem o reúso e aproveitamento de água descartada dos destiladores para fins não potáveis.

Diante o exposto, nesta pesquisa são fornecidas diretrizes para racionalização do uso da água em laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, campus Mossoró-RN.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Fornecer diretrizes para racionalização do uso da água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN.

1.1.2 Objetivos específicos

- Fomentar diretrizes para o Plano de Logística Sustentável - PLS, quanto à gestão das águas na universidade;
- Indicar alternativas para reduzir o desperdício de água nas edificações;
- Despertar a importância do uso racional da água pelos gestores da UFERSA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA DISPONIBILIDADE E GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS

A sociedade tem várias necessidades para sua própria sobrevivência e desenvolvimento de suas atividades. A importância da água como pressuposto da vida, no rol destas necessidades, tem se ampliado, adquirindo novas dimensões e provocado a mudança de conceitos. Segundo Rossa (2006), mais de 1.500 milhões de habitantes do planeta não têm acesso à água de qualidade ou em quantidade suficiente para o seu uso.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), em 2017, vinte anos após a publicação da Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/1997), estavam em funcionamento no país 233 comitês de bacias hidrográficas, distribuídas em 12 regiões hidrográficas (Figura 1). Já haviam sido desenvolvidos 202 planos de bacias e arrecadados R\$ 2,37 bilhões com a cobrança pelo uso da água bruta (ANA, 2018).

Figura 1: Regiões hidrográficas do Brasil



Fonte: ANA (2018)

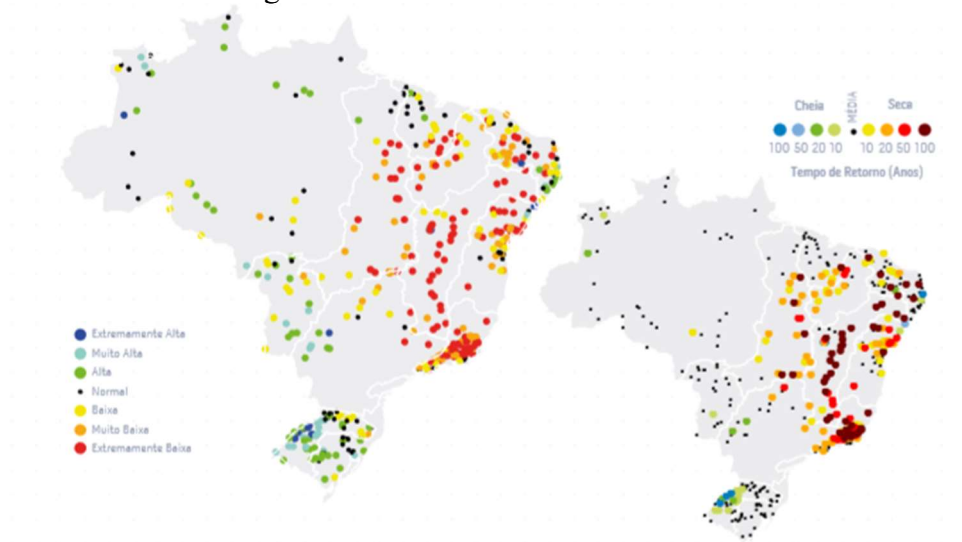
O Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Vale salientar que a distribuição natural desse recurso não possui equilíbrio. Um exemplo disto é a região Norte, na qual acumula em média 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico, como o Nordeste, por exemplo, possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país (ANA, 2018).

Em média, cerca de 260 mil $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de água escoam pelo território brasileiro. Apesar da grande quantidade de água, cerca de 80% desse total encontra-se na região Amazônica, onde é localizada a menor parte da população e a demanda de água é bem inferior comparada as demais

regiões. Uma parcela desse escoamento é destinada para os diversos usos da água. Dados mais atuais estimam que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil é em torno de $78.600 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ ou 30% da vazão média, sendo que $65.617 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ correspondem à contribuição da Bacia Amazônica ao total do país (ANA, 2018).

Além disto, estima-se que a disponibilidade de água subterrânea no Brasil seja em torno de $14.650 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Similar a distribuição das águas superficiais, a sua distribuição pelo território nacional não é uniforme, e as características hidrogeológicas e produtividade dos aquíferos variam, ocorrendo regiões de escassez e outras com relativa abundância (ANA, 2018). Na Figura 2 é apresentada classificação quanto a vazão média em 2017.

Figura 2: Vazão média do Brasil em 2017



Fonte: ANA (2018)

A disponibilidade hídrica pode ser então entendida como uma vazão de alta garantia no tempo, ou seja, uma vazão que estará acessível na grande maioria do tempo, mesmo em períodos secos. No semiárido, por exemplo, na maioria dos rios só é possível garantir uma oferta contínua de água com o uso de açudes/reservatórios, uma vez que esses rios naturalmente secam durante os meses de estiagem. Em outras regiões, os reservatórios são utilizados para aumentar a garantia de atendimento a demandas contínuas, como, por exemplo, o abastecimento humano (ANA, 2015).

É possível a ocorrência de conflitos relacionados ao uso da água está diretamente ligada à disponibilidade de recursos hídricos e ao modelo de gerenciamento hídrico adotado. Por este motivo é importante o conhecimento da disponibilidade dos recursos hídricos existentes em uma região específica, como também da demanda de água, atual e próspera desta mesma região,

com o intuito de identificar a possibilidade de ocorrência de conflitos associados à utilização destes recursos, podendo, em tempo hábil, desenvolver programas ou adotar estratégias que tenham como objetivo eliminar a possibilidade de ocorrência de conflitos potenciais, ou então, minimizá-los (MIERZWA, 2002).

A gestão dos recursos hídricos nacionais tem sido objeto de discussão política-institucional, pautada por conflitos, obstáculos e peculiaridades. Nesse sentido, o primeiro marco normativo de gestão das águas se deu por meio da publicação do Código das Águas, em 1934. Já em 1988, com a aprovação da Constituição Federal, todas as águas localizadas em território nacional foram consideradas de domínio público, passando a ser bens da União os rios que banham mais de um Estado, e bens do estado todos os outros. Em 1995, foi criada uma competência institucional para os recursos hídricos no âmbito do Ministério do Meio Ambiente e, em 1997, foi promulgada a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu, entre seus fundamentos, que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (PERES; SILVA, 2013; BRASIL, 1997).

No Brasil, no âmbito do planejamento dos recursos hídricos e abastecimento de água da população, a ANA (2011) afirmou a importância do abastecimento para todos os centros urbanos. A garantia da oferta de água para todos os centros urbanos brasileiros deve ser garantida, pois se refere ao atendimento à necessidade básica da população, com consequente relação com o desenvolvimento do país.

A demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas. A previsão é de que, até 2030, a retirada aumente 24%. O histórico da evolução dos usos da água está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país (ANA, 2018). A Figura 3 apresentada a finalidade de uso da água de cada região hidrográfica do país.

As dificuldades de abastecimento enfrentadas pelo Brasil podem ser caracterizadas pelos seguintes aspectos (ANA, 2011):

- oferta de água insuficiente para atender a demanda, graças a distribuição irregular dos recursos hídricos, pequena produção hídrica dos mananciais usados em período de seca e baixos investimentos em novos mananciais;
- falta de continuidade no abastecimento, devido a produção inferior a demanda, causada pela precariedade dos sistemas de captação, adução e tratamento sucateado, além de elevados índices de perdas;
- águas poluídas que ocorrem pela falta e ineficácia de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e outras medidas de proteção de mananciais, causando um

déficit no atendimento a demanda de água para diversos usos, em particular o abastecimento humano;

- conflitos existentes e potenciais pelo uso de água, associados a mananciais e sistemas responsáveis por atender a mais de um município ou setor de usuário e que, comumente, abrange transferências hídricas entre bacias hidrográficas, no qual os processos de planejamento e tomadas de decisões necessitam de métodos diferenciados e ações coordenadas para a realização de empreendimentos e recursos.

Figura 3: Usos da água nas regiões hidrográficas no Brasil



Fonte: ANA (2018)

2.2 USO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DO USO DA ÁGUA

Segundo Gonçalves *et al.* (2009), uso de água é o emprego deste recurso natural para realizar algum evento promovido por ação humana, ou pode ser também o envolvimento da

água em um fenômeno natural alterado pela atuação do homem. Vale salientar que esta definição não leva em consideração o volume de água utilizado nas atividades, ou seja, não leva em consideração a racionalização.

Conforme Oliveira (1999), o uso racional de água é entendido como a otimização da utilização deste recurso, e duas ações consideradas são: i) a atuação, que afeta de alguma forma a diminuição do consumo de água como, por exemplo, a instalação de componente economizador; ii) o controle, que ajuda a manter o consumo de água nos níveis mais baixos que se pode alcançar, a exemplo da monitoração sistemática do consumo de água no sistema.

A conservação do uso da água pressupõe o seu uso eficiente e o uso de fontes alternativas de água. O reaproveitamento é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. A utilização de fontes alternativas de água é uma importante medida de racionalização, por evitar a utilização das fontes convencionais de suprimento (mananciais subterrâneos ou superficiais) (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

Dentro desta perspectiva, existem ações que buscam viabilizar o uso racional da água, nas quais podem ser divididas nos seguintes tipos: ações tecnológicas, educacionais, econômicas e regulatórias (ou institucionais), conforme descreve Albuquerque, Ribeiro e Vieira (2008):

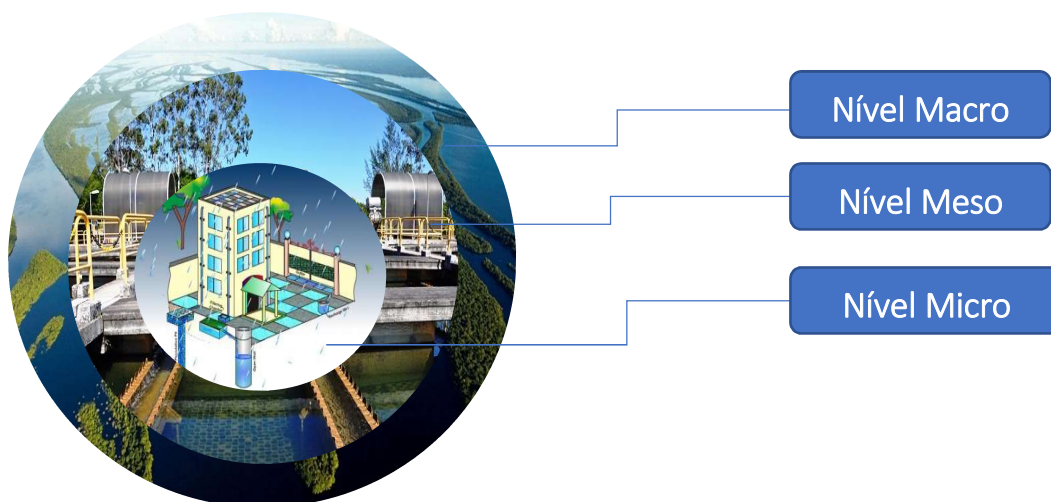
- ações tecnológicas: busca a medição individualizada do consumo de água, a correção de vazamentos, o uso aparelhos hidrossanitários poupadores de água, a utilização de sistemas de captação de água da chuva, reúso de água e automatização da rede de distribuição;
- ações educacionais: propõe a implantação de programas e campanhas de educação ambiental e adequação dos currículos das escolas e universidades;
- ações econômicas: sugere incentivos econômicos e desincentivos econômicos como subsídios para aquisição de aparelhos poupadores de água, redução de tarifas de consumo, penalização financeira que induza o aumento da eficiência da concessionária de água, cobrança pelo uso da água bruta;
- ações regulatórias: indica uma legislação que induza o uso racional da água, como também regulamentação do uso da água, criação de comitês de bacias hidrográficas e outorga pelo uso da água.

Conservação de água é definida como qualquer ação que reduz a captação de água dos mananciais, o consumo de água, as perdas e desperdícios de água, aumenta a eficiência do uso de água, amplia a reciclagem e reúso de água, ou previne a poluição de água (WUCB, 1999).

Wan Alwi *et al.* (2008) destacam que a maximização dos resultados de ações de conservação da água é obtida pelo seu ordenamento, priorizando o uso racional da água (eliminação e redução na fonte) e posteriormente seu reúso (reúso de efluente bruto, reúso de efluente tratado e uso de água de fontes alternativas, a exemplo das águas de chuva).

Oliveira (1999) evidencia que a conservação da água deve ser avaliada em três níveis sistêmicos, sendo esses: i) macro, de responsabilidade da ANA e dos órgãos estaduais gestores dos recursos hídricos, o qual contempla políticas e ações para a proteção dos mananciais; ii) meso, de responsabilidade das concessionárias de água, envolvendo, por exemplo, ações de controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água; iii) micro, de responsabilidade dos usuários finais do sistema (Figura 4).

Figura 4: Níveis sistêmicos de conservação da água baseado em Oliveira (1999)



Fonte: Autoria própria (2019)

Como ações no nível macro (bacia hidrográfica), destacam-se: inclusão de recursos hídricos na pauta de discussão entre países, aprimoramento do arcabouço político-institucional e jurídico-legal e da fiscalização de seu cumprimento, participação mais ampla de setores privados e da população nas discussões sobre a água, proteção de águas subterrâneas, entre outras. No nível meso, especificamente no caso das companhias de águas/esgoto, as perdas por vazamentos e por falhas na medição da água consumida nas redes de distribuição representam uma fonte de desperdícios. Já no nível micro das edificações, têm-se: uso racional (ênfase na demanda) e conservação da água (ênfase na demanda e na oferta) (SILVA, 2004).

Neste contexto sobre o uso racional, existem inúmeros benefícios ao se economizar água, destacando-se (OLIVEIRA, 1999):

- ampliação do número de usuários atendidos, possibilitada pelo menor volume de água utilizada e menores desperdícios;
- manutenção da disponibilidade de água em períodos de estiagem, através da extinção de racionamentos;
- redução de custos em função de menores volumes de água bombeados e tratados, considerando-se as menores quantidades de insumos para tratamento de águas para o consumo de água servidas e, ainda, de menor demanda de energia elétrica;
- redução de volume de água e esgoto a serem tratados, postergando a necessidade de ampliação e sistemas de tratamento de água e esgoto.

2.2.1 Agentes consumidores de água

Agente consumidor pode ser caracterizado como a variável mais representativa do consumo de água em um sistema, a qual depende não só da tipologia do edifício, mas também, das características funcionais do sistema. Pode-se definir o agente de acordo com a tipologia da edificação (OLIVEIRA, 1999), como por exemplo: edifícios residenciais (moradores), escritórios (ocupantes), instituições de ensino (alunos), hospital (pacientes e ocupantes da edificação), restaurantes e cozinhas industriais (refeições preparadas), lavanderia (massa de roupa a ser lavada).

No caso, em função da pesquisa realizada, a preferência se deu na apresentação de características gerais de agente consumidor por tipo de equipamento laboratorial, focando naqueles com um consumo elevado de água, como também nos aparelhos hidrossanitários e hidráulicos existentes nas copas e banheiros existentes nos blocos de laboratório.

2.2.1.1 Equipamentos laboratoriais

Um dos ambientes que pode ser responsáveis por elevados índices de consumo de água em instituições de ensino superior são os laboratórios, visto que boa parte desse consumo é devido ao resfriamento das unidades de destilação (CARLI *et al.*, 2013).

Diversos equipamentos utilizados nos laboratórios necessitam de entrada de água contínua no decorrer do seu funcionamento, são eles: destilador de água, destilador de nitrogênio, extrator *soxhlet*, sistema de osmose reversa e outros. Desta forma, reflete em um consumo elevado nos ambientes que os possuem.

Destilador de água

Em laboratórios químicos, a água é o solvente mais utilizado, levando em consideração que a utilização de água deionizada de alta pureza é de suma importância nos trabalhos de pesquisa, principalmente no preparo de padrões analíticos e carregadores para análise em fluxo (TAVARES *et al.*, 2004).

Segundo Silva (2014), no destilador tipo Pilsen (Figura 5), o processo se dá primeiramente com a entrada da água no aparelho. Logo em seguida a água é passada por uma resistência, localizada na caldeira, com o objetivo de aquecê-la até uma temperatura de 100°C e transformada em vapor. Esse vapor sobe e é condensado por meio de um fluxo de água fria que passa de forma constante pelo aparelho.

Figura 5: Destilador de água



Fonte: Quimis (2014)

Na Tabela 1 são apresentadas informações de consumo de água para alguns destiladores existentes no mercado.

Tabela 1: Consumo de água por destiladores disponíveis no mercado.

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 255/1	54	Adaptado de Marconi (2016)

Morais *et al.* (2017) identificou que o destilador, dentre os outros aparelhos existentes nos laboratórios do Instituto Federal do Mato Grosso - campus Bambuí é o que tem o maior desperdício devido a frequência de análises. Em média são produzidos 50 L de água destilada

por dia e, toda a água utilizada no 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).

Destilador de nitrogênio

O destilador de nitrogênio é usado para a determinação da quantidade de nitrogênio amoniacal presente na amostra pelo método da destilação preliminar, no qual ocorre a destilação da amônia (FERREIRA *et al.*, 2007). Para o funcionamento do aparelho, entre outras coisas, é necessária uma entrada de água de refrigeração, que constitui o principal consumo hídrico.

Em relação a água descartada do uso do resfriamento dos destiladores de nitrogênio, Carli *et al.* (2013) identificou em seus estudos dois equipamentos em funcionamento, que representam 43,20 m³.mês⁻¹ de água de resfriamento descartada. Os dados obtidos no estudo estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Consumo de água por destiladores de nitrogênio em uma instituição de ensino em Caxias do Sul - RS

Modelo	Potência (W)	Tempo de uso (h.dia ⁻¹)	Frequência de uso (dia.semana ⁻¹)	Vazão (m ³ . mês ⁻¹)	Temperatura (°C)
-	-	7,5	3	5,4	-
M7	2300	8	4	37,8	22

Fonte: Adaptado de Carli *et al.* (2013)

Osmose reversa

O aparelho de osmose reversa é uma moderna tecnologia de processo para purificar a água para diversas aplicações, incluindo semicondutores, processamento de alimentos, biotecnologia, produtos farmacêuticos, geração de energia, dessalinização de água do mar e água potável (HYDRANAUTICS, 2001).

O equipamento de osmose reversa pode ser encontrado em diversos modelos diferentes, que divergem em equipamentos adicionais ligados ao complexo ou a sua produção de água purificada por hora. Este equipamento é capaz de produzir 10 a 120 L.h⁻¹ de água purificada (QUIMIS, 2019).

Na Tabela 3 são apresentadas informações de consumo de água para alguns aparelhos de osmose reversa existentes no mercado.

Tabela 3: Consumo de água por aparelhos de osmose reversa existentes no mercado.

Marca	Modelo	Consumo de água (L.h ⁻¹)		Fonte
GEHAKA	OS 10	60	0,017	Adaptado de Gehaka (s.d)
VEXER	Smart	10 -75	0,003 - 0,021	Adaptado de Vexer (2016)

Medeiros, Storck e Volpatto (2017) identificaram nos seus estudos que os destiladores gastam aproximadamente 32 litros de água descartada para cada litro de água destilada produzida, com a temperatura média de 38°C. O volume de água descartada varia de acordo com a temperatura da água para refrigeração do sistema. Aparelhos mais novos e em boas condições de uso são características que implicam maior tempo para iniciar a destilação e, consequentemente, maior volume gasto de água.

A água de descarte pode ser reaproveitada para usos não potáveis, como lavagens das vidrarias nos próprios laboratórios, lavas calçadas, paredes, ou regar áreas verdes, sem necessidade de um tratamento específico, pois em sua pesquisa, a água descartada se mostrou com valores próximos aos da água da torneira, proveniente da rede de abastecimento. Outro meio de economizar seria a instalação de reservatórios para armazenar a água, pois o volume de água potável utilizada no processo de destilação é alto, proporcionando economia e consumo sustentável da água (MEDEIROS; STORCK; VOLPATTO, 2017).

2.2.1.2 Equipamentos hidrossanitários

No Brasil o uso de aparelhos economizadores de água vem crescendo de forma acelerada, com destaque para prédios de uso público, como *shopping centers*, teatros, cinemas, escolas, universidades, entre outros. O uso desses aparelhos é implementado por reduzir as despesas com água e esgoto, além de ganhar caráter ambiental, algo que cresce no país. Tais tendências também ocorrem nas edificações residenciais, principalmente nas populares, mas em menor escala (MENDONÇA, 2009).

Nesse sentido, Fasola *et al.* (2011) destacam economia de 48% através da substituição de torneiras automáticas por torneiras acionadas por sensor de presença em estudo realizado em duas escolas de Florianópolis-SC. No caso da substituição de torneira comum por torneira acionada por sensor, os autores relatam economia da ordem de 77%.

Alguns tipos de aparelhos hidrossanitários poupadores, tais como: bacias sanitárias com caixa acoplada *dual-flush*, torneiras com funcionamento hidromecânico e por sensor de

presença, mictório com válvula de acionamento hidromecânico e por sensor de presença, chuveiro com restritor de vazão, entre outros, serão descritos nos itens que seguem.

Bacias sanitárias

O sistema de descarga é composto pela bacia sanitária e pelo aparelho hidráulico de descarga, que é utilizado para liberação da água para a limpeza dos dejetos na bacia. Pode ser uma válvula de descarga (Figura 6) ou caixa acoplada (Figura 7). A bacia com válvula de descarga apresenta como principal característica a obtenção da vazão instantânea necessária para a limpeza da bacia sanitária, sendo que o tempo de uso é determinado pelo período que o usuário aciona a válvula. A bacia com caixa acoplada apresenta como principal característica a simplicidade de instalação e a utilização de tubos de diâmetros menores, sendo que o tempo de uso é dado pelo preenchimento da caixa acoplada, dependendo diretamente da pressão de instalação, pois quanto menor a pressão, maior será o tempo de enchimento da caixa. Pode ser encontrada também a caixa acoplada com dois tipos de acionamento: um para dejetos líquidos e outro, com maior volume de água, para sólidos (FIGUEIREDO, 2007).

Figura 6: Válvula de descarga



Fonte: Docol (2019)

Figura 7: Bacia sanitária com caixa acoplada



Fonte: Deca (2019)

As bacias sanitárias e as válvulas de descarga são, por excelência, os focos de projetos de racionalização de consumo, visto que uma válvula de descarga possui uma vazão da ordem de $1,7 \text{ L.s}^{-1}$ (vazão de projeto da NBR 5626) (ABNT, 1998), já uma caixa de descarga possui, 6,0 L de água reservada. Se a duração do acionamento da válvula ultrapassar três segundos, que é um tempo extremamente curto, o consumo de água será maior do que o da caixa de descarga.

Dentre as bacias sanitárias mais econômicas e acessíveis no mercado encontra-se o de acionamento duplo, na qual para o acionamento da descarga de água existem dois botões, um com volume de 6 L por acionamento, utilizado para remoção de sólidos, e o outro com 3 L, para remoção de líquido, como mostrado na Figura 8.

Figura 8: Ilustração de acionamento duplo de descarga de água



Fonte: Foxlux (2017)

Oliveira (2007) relata que em um realizado em um edifício residencial, durante 6 meses, o impacto da redução no consumo de água da bacia bicomando (6/3 L) em relação à da bacia sanitária de 6 L foi de 18%, apresentando um melhor desempenho quanto a sua capacidade de economizar água e sobre outros requisitos de desempenho.

Torneiras

As torneiras são dispositivos de controle de fluxo que, quando acionadas, liberam um determinado volume de água por tempo, podendo ser controlada para uma determinada utilidade, apresentando dois aspectos para economia de água: controle de acionamento e controle de vazão (SCHMIDT, 2004).

Os modelos econômicos disponíveis no mercado se baseiam no sistema hidromecânico (Figura 9), por sensor de presença (Figura 10), por válvula de pé, por pedal (Figura 11), entre outras. Existem elementos que são adicionados a torneira que funcionam como redutores de água, os conhecidos arejadores (PNCDA, 2003).

Nas torneiras hidromecânicas, o controle de vazão é realizado pela regulação de um registro de vazão. Desta forma os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão no ponto. Já as torneiras com temporização de ciclo funcionam pressionando a válvula para liberação da água e a partir daí o fechamento é automático. Este tempo deve ser bem estabelecido para não ser curto demais e prejudicar a lavagem, tendo que ser acionando novamente, causando desconforto e excesso de água (SOARES, 2012).

Figura 9: Torneira hidromecânica



Fonte: Docol (2019)

Figura 10: Torneira acionada por sensor de presença



Fonte: Deca (2019)

Figura 11: Torneira acionada por pedal



Fonte: Biovis (2019)

De acordo com Lombardi (2012), a utilização de arejadores pode reduzir o consumo em até 50%. Este dispositivo é instalado na saída da bica e é composto por uma tela fina que reduz a área de saída e possibilita a entrada de ar pelas laterais. A NBR 10.281 (ABNT, 2013) afirma que a vazão de uma torneira com arejador não pode ser inferior a $0,05 \text{ L.s}^{-1}$. Desta forma, garantindo esse valor, não há perda de satisfação ao usuário durante o uso do aparelho. Os pulverizadores atuam por dois mecanismos: eles dividem a saída de água em diversos jatos e reduzem a vazão para $0,13 \text{ L.s}^{-1}$, o que resulta em até 70% de redução do consumo.

Segundo Carvalho Júnior (2007), as torneiras com fechamento automático e acionamento fotoelétrico promovem uma redução do consumo de água de 55 e 70%, respectivamente. Por terem um custo mais elevado, são indicadas para locais com alto fluxo de pessoas, de modo que o retorno do investimento ocorre em um curto período.

Assim, para as torneiras, conforme Gonçalves e Jordão (2006), os principais tipos de equipamentos, as porcentagens de redução e suas vazões são representadas na Tabela 4.

Tabela 4: Equipamentos economizadores de água e suas vazões

Equipamento economizador	Vazão (L.s^{-1})	Redução de consumo (%)
Torneira com arejador	0,05	50
Torneira com pulverizador	0,03	70
Torneira de fechamento automático	0,07	55
Torneira com acionamento fotoelétrico	0,05	70

Fonte: Gonçalves e Jordão (2006)

É recomendado por Mendes (2006) que, em banheiros com grande rotatividade de utilização, sejam instaladas torneiras de fechamento automático, em que não se dependa da vontade do usuário de economizar água.

Os aparelhos economizadores mais utilizados para substituir torneiras convencionais, são ilustrados na Figura 12. Carvalho Júnior (2007) afirma que estas torneiras já possuem o arejador incorporado, o que contribui ainda mais para a economia de água.

Figura 12: Aparelhos economizadores: (a) torneira de acionamento fotoelétrico, (b) torneira de fechamento automático e (c) arejador



Fonte: Deca (2019)

Mictórios

Mictórios são equipamentos instalados nos banheiros masculinos destinados a receber a urina em substituição do uso da bacia sanitária. Podem ser coletivos, atendendo a mais de um usuário simultaneamente, ou individuais. Os individuais (Figura 13) são fabricados em geral em louça cerâmica. Têm a vantagem de serem mais econômicos e higiênicos que os coletivos, pois o acionamento de água é individual.

Figura 13: Mictório individual



Fonte: Deca (2019)

Os mictórios coletivos (Figura 14) têm a vantagem de propiciar o atendimento de mais usuários por metro linear de sanitário, podendo receber um número maior de pessoas em curtos períodos de pico. Contudo, as principais desvantagens, frente aos individuais, são a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema eficiente de limpeza econômica (SOARES, 2012).

Figura 14: Mictório coletivo



Fonte: Fabrinox (2019)

Segundo Gonçalves e Jordão (2006), é comprovado em diversas circunstâncias que o uso mais frequente das bacias sanitárias é o de remover apenas urina. Por esses motivos coloca-se a importância de mictórios em banheiros públicos e estudos incentivam até mesmo o uso em banheiros residenciais.

Mendes (2006) relata que o controle do suprimento de água destinada à limpeza dos mictórios geralmente se dá por meio de registro de pressão, instalado na tubulação de alimentação de água, válvula de descarga de ciclo variável, válvula de descarga de acionamento por infravermelho e caixa de descarga com funcionamento periódico e automático.

De acordo com a Deca (2019), mictórios antigos com registro gastam de 10 a 15 L.min⁻¹ e aplicando dispositivos poupadores de água pode-se obter 6 L.min⁻¹. Para mictórios com acionamento eletrônico, o volume estimado por acionamento se reduz de 1 a 0,7 L.min⁻¹, economia estimada de 70%.

Outra opção para economia de água são os mictórios projetados para não utilizar água na limpeza, utilizando um líquido menos denso que a urina, líquido selante. Estes mictórios são conectados diretamente a instalação predial de esgoto sanitário para a coleta da urina e o líquido selante, de cor predominante azul, não permite a saída de odores desagradáveis para o ambiente (GONÇALVES, 2004).

Estudos realizados em prédios com um número alto de usuários, no caso Instituição de Ensino Superior (IES), foram observados resultados relevantes em relação ao consumo de água nos mictórios. Na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Araújo (2018) chegou à conclusão que o consumo de água nos mictórios representava 4,42% do consumo total na universidade. Já na UFCG, Gomes (2013), chegou a que o consumo nesses aparelhos representava 4,27% do consumo total.

Para reduzir o consumo de água nos mictórios, sugere-se a substituição do sistema convencional com registro de pressão para a utilização de válvula de descarga hidromecânica, já que o usuário substitui as operações de abrir e fechar o registro pela ação de apertar a válvula (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999). Outra forma de redução é utilizando o acionamento do tipo eletrônico. Em contrapartida, esse tipo de mictório exige um maior investimento inicial e gastos com a manutenção do aparelho. O acionamento eletrônico (Figura 15) se dá por um sensor que detecta a ausência do usuário, diminuindo o desperdício de água.

Figura 15: Válvula de mictório de acionamento com sensor



Fonte: Deca (2019)

Chuveiros

Há no mercado uma gama de tipo e modelos de duchas ou chuveiros, com diversas vazões. Uma solução para reduzir vazões excessivas, frequentemente existente em condições de alta pressão, é a introdução de um registro regulador de vazão em ambientes sanitários públicos, como em residências. A utilização destes dispositivos possibilita a regulagem da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários. Outro procedimento também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Existem restritores com os mais diferentes valores de vazão: 6, 8, 10, 12 e 14 L.min⁻¹ (BRASIL, 2005).

Em um exemplo apresentado pela Deca (2019), a substituição de um chuveiro convencional, com vazão de 20 L.min⁻¹, por um com restritor de vazão, de 14 L.min⁻¹, proporciona a economia de 30%, tanto no consumo, como nos gastos com tarifas de água.

Encontra-se também no mercado chuveiros com fechamento hidromecânico, os quais encerram automaticamente após 30 s, possibilitando economia de água, mas exigindo adaptações progressivas do usuário. Segundo a NBR 13713, o tempo de ciclo mínimo nesses chuveiros deve ser de 18 s e máximo de 50 s, a vazão mínima deve ser de 0,10 L.s⁻¹ e o volume máximo de água por ciclo de 12,5 L (ABNT, 2009).

Bebedouros

Os bebedouros são aparelhos que possuem um reservatório de água e fornecem-na filtrada, pura, limpa, cristalina, natural ou gelada. São aparelhos essenciais tanto para ambientes

residenciais quanto corporativos. São fáceis de manusear, fáceis de limpar e são produzidos com materiais resistentes e duradouros (FRIGELAR, 2019).

No mercado existem bebedouros sem reservatório de água, onde a água que alimenta o sistema vem de um reservatório externo. Um exemplo disto são os bebedouros de pressão (Figura 16) e os bebedouros industriais (Figura 17) que geram uma grande economia em locais em que circula bastante pessoas.

Figura 16: Bebedouro de pressão



Fonte: Frigelar (2019)

Figura 17: Bebedouro de pressão de uso industrial



Fonte: Frigelar (2019)

Para serem abastecidos, os bebedouros usam a água direto do encanamento e já vêm com um sistema próprio de filtragem e serpentina, para ela sair filtrada e gelada. Esses tipos de bebedouros usam compressores a gás ecológico e fazem a filtragem da água com carvão ativado, o que deixa ela livre de impurezas e bactérias.

2.2.2 Identificação e correção de vazamentos em sistemas prediais

Oliveira (1999) denomina como perda de água aquela que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade determinada. Em geral, as perdas ocorrem devido aos seguintes fatores:

- vazamento – fuga de água de um sistema hidráulico, quer seja em tubulações – tubos e conexões, componentes de utilização, reservatórios e, ainda, em equipamentos – conjunto motor bomba e outros;
- mau desempenho do sistema – por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando inadequadamente, ou seja, com o tempo de espera longo e, portanto, gerando perda de água antes de ser utilizada pelo usuário;
- negligência do usuário – torneira deixada mal fechada após o uso por displicência ou porque o usuário não quer tocar a torneira.

Os vazamentos são as perdas de água ocorridas nos sistemas prediais hidráulicos dos edifícios, assim, não há prejuízos para a concessionária, que receberá suas tarifas normalmente (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999).

Acréscimo significativo no consumo de água em sistemas prediais podem ser provenientes de vazamentos. DeOreo *et al.* (2016) chegaram à conclusão em seus estudos que os vazamentos representavam em média 12% do consumo de água em 1.000 residências analisadas.

Desperdício de água abrange essencialmente aquelas perdas que poderiam ser evitadas, ou seja, trata-se de negligência por parte dos usuários que não são conscientes quanto ao campo ambiental (GONÇALVES *et al.*, 2009). Em sistemas prediais, ele pode ocorrer devido a vazamentos ou maus hábitos dos usuários.

Oliveira (1999) denomina vazamentos em dois grupos, são eles:

- vazamentos visíveis: aqueles que se manifestam de forma direta, ou seja, através de gotejamento ou escoamento de água, e devido a isto são facilmente identificados pelos usuários. Ocorrem principalmente em componentes de utilização;

- vazamentos não-visíveis: aqueles que se manifestam de forma indireta, cuja identificação pode ocorrer através de manchas de umidade ou com aspecto ou descolorido nos revestimentos de paredes ou de piso, som de escoamento de água quando nenhum ponto de utilização está aberto, entre outros.

Existem concessionárias de água que trabalham com a divulgação de folhetos informativos para que seus usuários verifiquem se existem vazamentos nos sistemas prediais. Um desses exemplos é citado pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgoto (SAAE), do município de Santa Catarina, que sugere o teste de vazamento na válvula ou caixa de descarga (Figura 18). Para a execução desse teste, deve-se jogar borra de café na bacia sanitária. O normal é a cinza ficar depositada no fundo da bacia. Caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou caixa de descarga.

Figura 18: Ilustração do teste da válvula ou caixa de descarga para investigação de vazamentos



Fonte: SAAE (2019)

Alguns testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias foram analisados por Fujimoto, Nunes e Ilha (2002), no qual confirmaram as vantagens e desvantagens de cada um deles em diferentes aplicações. Os testes analisados foram: o teste do pó de giz, o do corante e o da caneta (Figura 19). Após as avaliações dos testes, chegaram à conclusão que o teste da caneta apresentou um resultado satisfatório. Para a realização do teste, primeiramente, deve secar as paredes da bacia sanitária, e em seguida traçar uma linha com caneta com tinta solúvel em água, cerca de 3 cm abaixo da borda do vaso. Após 5 min, verificar se ocorreu interrupções na linha traçada, caso exista, é sinal da existência de vazamentos.

Figura 19: Teste da caneta para investigação de vazamentos em bacias sanitárias



Fonte: Kalbusch *et al.* (2018)

O teste da caneta foi denominado como de baixo custo por Fujimoto, Nunes e Ilha (2002), no qual pode ser aplicado em ambientes com um número significativo de bacias, tais como em escolas, creches, faculdades, entre outros, visto que sua realização demanda em média 5 min.

Silva, Tamaki e Gonçalves (2002) relatam que a economia de água advinda do conserto de vazamentos e da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira foi de 36%.

2.3 GESTÃO DE ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

A gestão da água em edificações deve estar baseada em ações previamente planejadas e em estudos de viabilidade técnica (VELAZQUEZ; MUNGUÍA; OJEDA, 2013). Nesse sentido, as instituições de ensino superior são ambientes propícios que podem apresentar um consumo de água consideravelmente elevado, dependendo das atividades desenvolvidas, por possuírem salas de aula, laboratórios, oficinas e escritórios (SILVA JÚNIOR; DOMBROSKI, 2016). Assim sendo, é possível constatar uma mobilização por partes de universidades brasileiras para criação de alternativas de redução de consumo em suas instituições (MENDES, 2006). Essas causas podem ocorrer de forma isolada ou associada, dificultando a identificação da variação do consumo num sistema tão complexo.

Um ambiente bastante favorável para variação do uso de água são os laboratórios de uma IES, uma vez que eles podem apresentar um elevado consumo de água devido ao uso de equipamentos que necessitam de uma grande quantidade desse recurso, dependendo do uso

final. Muitas vezes esse uso pode gerar um número alto de descarte, como por exemplo os destiladores de água.

Dentro deste contexto, surge então a preocupação em criar programas que possibilitem o uso racional da água, visto que a mesma é um imprescindível para a sobrevivência humana. Com isso, muitas estratégias têm surgido para poder utilizar melhor esse recurso, em especial métodos que reduzam desperdício e que gerem na população hábitos sustentáveis.

Muitas instituições de ensino superior, no Brasil e no mundo, estão aderindo à implantação de programas de uso racional de água. Os motivos para isto são diversos, tais como a necessidade de redução de custos com o consumo de água, redução da demanda de água para que sejam aprovadas expansões nos seus *campi*, a necessidade de reservas quantitativas e qualitativas de água em período de secas e, devido a preocupações com a escassez de água. (MENDES, 2006).

2.3.1 Programas de uso racional da água em universidades

Para que os impactos da implantação de programas de uso racional e conservação sejam significativos, faz-se necessário no primeiro momento o monitoramento do consumo de água. Quanto mais detalhado o sistema de medição adotado, melhor a qualidade e a quantidade dos dados obtidos.

De acordo com Mendes (2006), no Brasil existem universidades em diversos tipos de estágios na implantação dos programas de uso racional de água, que vão desde a monitoração dos resultados até as etapas completas de implantação.

2.3.1.1 Universidade de São Paulo (PURA-SP)

O Programa de Uso Racional da Água - PURA foi criado em 1995, através de um convênio entre a SABESP com a Escola Politécnica da USP - EPUSP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

O programa tem como objetivo reduzir o consumo observado pela SABESP, por meio de etapas de uma metodologia criada para sua aplicação, a qual abrange como meta principal a redução do consumo por ações tecnológicas, através de quatro etapas (NAKAGAWA, 2009):

- etapa 1: levantamento do sistema hidráulico predial, pontos de vazamentos visíveis e não visíveis, sistemas hidráulicos especiais e por último fazer uma descrição do comportamento do usuário de cada edificação;

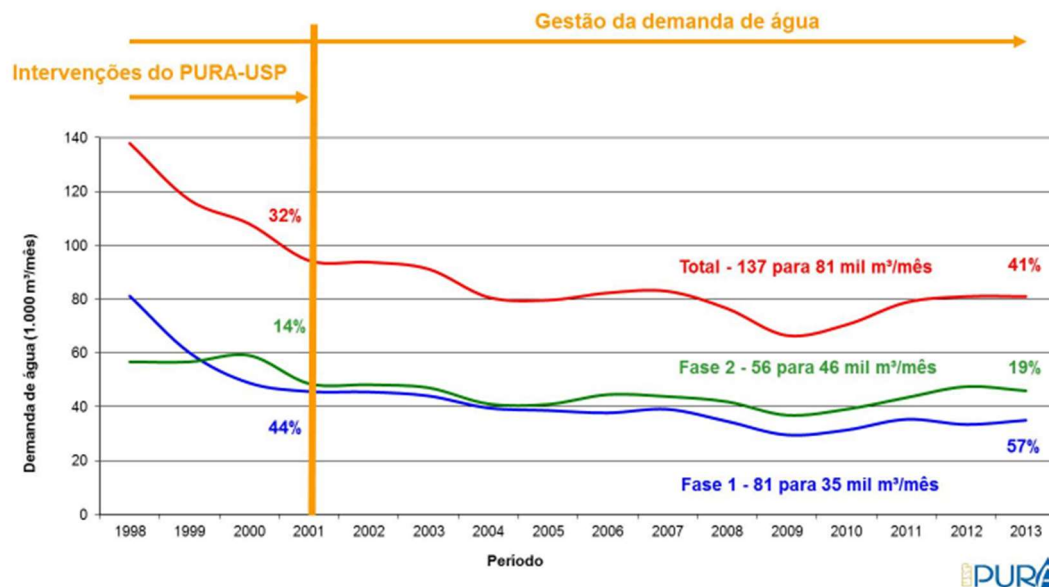
- etapa 2: diagnóstico do consumo de água do edifício, a partir dos dados da primeira etapa, elaborar um plano de atuação específico para cada tipo de edificação, levando em consideração as características próprias de cada sistema;
- etapa 3: plano de intervenção, tendo como foco a correção de pontos críticos do sistema, por meio de campanhas de conscientização, correção de vazamentos e substituição de componentes convencionais por economizadores. O acompanhamento deve ser feito por meio de uma medição setorizada do consumo de água. Foi prevista também a avaliação dos resultados das intervenções no intervalo de quinze dias;
- etapa 4: avaliação do impacto de redução do consumo de água, feita a partir do percentual de redução de consumo, devendo ser passada para o usuário das edificações por meio de campanhas de conscientização.

Segundo Mendes (2006) os resultados mais importantes com a implantação do programa foram:

- redução expressiva do consumo nas unidades que sofreram ações de economia de água;
- utilização de um sistema de gerenciamento de dados de consumo, com o uso de telemedição e controle de todas as ligações de água;
- revisão do sistema hidráulico predial de água fria dos edifícios do campus e a recuperação de parte do sistema;
- adoção de equipamentos sanitários mais econômicos, novos e que atendam aos atuais níveis de desempenho;
- conscientização da comunidade da USP sobre a questão da água e seu uso racional;
- criação de uma estrutura permanente e de referência na universidade para as questões relativas ao uso da água de abastecimento sob o prisma da economia do recurso.

Na Figura 20 é ilustrada a redução da demanda de água após a instalação do programa no período de 1998-2013:

Figura 20: Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo



Fonte: PURA (2019)

2.3.1.2 Universidade Estadual de Campinas (Pró-Água)

Criado em 1999 pela Faculdade de Engenharia Civil, com objetivo de implantar medidas para redução do consumo de água e conscientização dos usuários para a importância de conservação da mesma, o programa implantado foi dividido em duas fases (NAKAGAWA, 2009):

- fase 1: teve como objetivo a coleta de dados do sistema hidráulico, consertos de vazamentos, realizações de telemedições, instalações de equipamentos economizadores e análise de desempenho feita pelos usuários;
- fase 2: analisou a utilização de equipamentos economizadores para fins determinados e criação de sistemas de gestão prediais no campus.

O programa tem como principal ferramenta a telemedição feita nos hidrômetros eletrônicos. A partir da leitura realizada por uma rede interligada é possível criar um armazenamento de dados, onde neles é possível observar um histórico de consumo do volume de água do campus (NAKAGAWA, 2009).

O consumo médio mensal do campus como um todo, no ano de 1998, foi de cerca de 98.000 m³. Em 2001, este número foi reduzido para cerca de 80.000 m³. No âmbito do Pró-Água foram investigados 11.483 pontos de consumo do campus, tendo sido observado que os aparelhos com mais vazamentos foram as bacias sanitárias, cerca de 26% das bacias sanitárias com válvula e 29,3% das com caixa de descarga. (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

2.3.1.3 Universidade Federal da Bahia (Águapura)

Criado em 2001 com o objetivo de manutenção e cadastro de todas as unidades da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e, após, foi criado o ÁGUAPURA Via Net, onde as informações de leituras de hidrômetros começaram a ser inseridas (NAKAGAWA, 2009).

O programa tem como objetivo uma redução do consumo de água e do seu desperdício, tomando como base o conceito de água limpa, que tem atuação por meio de “manutenção preventiva, troca de equipamentos, conscientização e participação de representantes das unidades de ensino, entre outras ações” (NAKAGAWA, 2009).

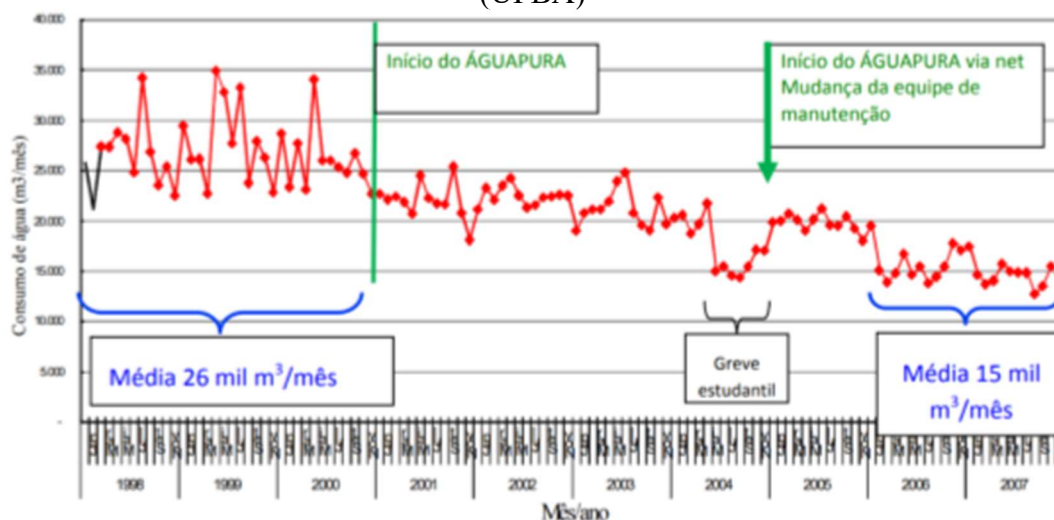
A implementação do ÁGUAPURA teve como motivo as despesas com o consumo de água e energia elétrica da UFBA, que em 1998 atingiu o montante de R\$ 5.300.000,00, comprometendo o orçamento da instituição. Deste valor, cerca de 69% foi a despesa com o pagamento da conta de água nos diversos órgãos e unidades da universidade, correspondendo a R\$ 3.526.153,00 para 465.850 m³ (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

O projeto prevê a realização de cinco atividades (NAKAGAWA, 2009):

- levantamento do sistema hidráulico das edificações pela pesquisa de todos os componentes do sistema hidráulico e dos componentes de abastecimento, e a condição dos mesmos;
- análise e acompanhamento do consumo de água das unidades, inserção e acompanhamento dos consumos informados pelos hidrômetros instalados. A partir desses dados é possível a criação de gráficos para o acompanhamento diário e mensal das unidades participantes do programa;
- detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis sendo que, a partir dos dados de acompanhamento dos hidrômetros, é possível identificar mudanças nas curvas de consumo fornecidas pelos gráficos de consumo diário e mensal, possibilitando a identificação de unidades com possíveis vazamento e realizada a manutenção devida;
- levantamento dos hábitos dos usuários, realizado por meio da aplicação de questionário e observação do comportamento dos usuários, para assim poder se determinar o consumo da edificação;
- utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo, que consiste em medidas tecnológicas para a redução do consumo, o que o autor definiu em termo de ações voltadas para modificações nos sistemas prediais (tecnologias de processo), como de ações no ponto de utilização do sistema (tecnologias de produto).

O consumo médio mensal de água da UFBA era de aproximadamente 26.000 m³ em 1998 até 2000. Alguns anos após o início do ÁGUAPURA, entre 2006 e 2007, o consumo médio foi de 15.000 m³, apresentando uma redução de 42% do consumo inicial (Figura 21) (ÁGUAPURA, 2018).

Figura 21: Série histórica do consumo mensal de água na Universidade Federal da Bahia (UFBA)



Fonte: Nakagawa (2009)

2.3.1.4 Universidade de Brasília (Programa de Uso Inteligente)

Devido à extinção de um benefício que isentava a Universidade de Brasília-UnB de pagar contas de água e de energia elétrica, a instituição implantou um programa de redução do consumo desses bens, denominado como Programa de Consumo Inteligente. Isso foi motivado, principalmente, devido ao alto valor da conta de água da universidade: R\$ 2,9 milhões em seis meses (MENDES, 2006).

De acordo com Mendes (2006), segundo a Assessoria de Comunicação da instituição, a universidade criou uma comissão com a tarefa principal de racionalizar o uso de água no campus da UnB. Para isso, a comissão teve a função de preparar uma avaliação técnica e fazer o levantamento dos custos de implantação de um programa de uso racional de água. A avaliação técnica abrangeu três etapas:

- avaliação técnica para determinar necessidades e possibilidades de redução do uso da água;

- levantamento do custo de instalação de hidrômetros em todos os prédios da Universidade, de instalação de torneiras com temporizador, troca de bacias sanitárias e de troca da canalização existente de ferro fundido por canalização de PVC;
- desenvolvimento de campanhas educativas junto aos professores, servidores e estudantes, para a conscientização para o uso racional de água.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é realizada uma breve descrição do município de Mossoró-RN. São apresentados, também, os espaços que delinearão o foco desta pesquisa: Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró. Em seguida, é abrangido a descrição das ferramentas que contribuíram para elaboração desta pesquisa: método 5W2H e método de análise da viabilidade ambiental (Figura 22).

Figura 22: Fluxograma da pesquisa



¹GUT (Gravidade x Urgência x Tendência)

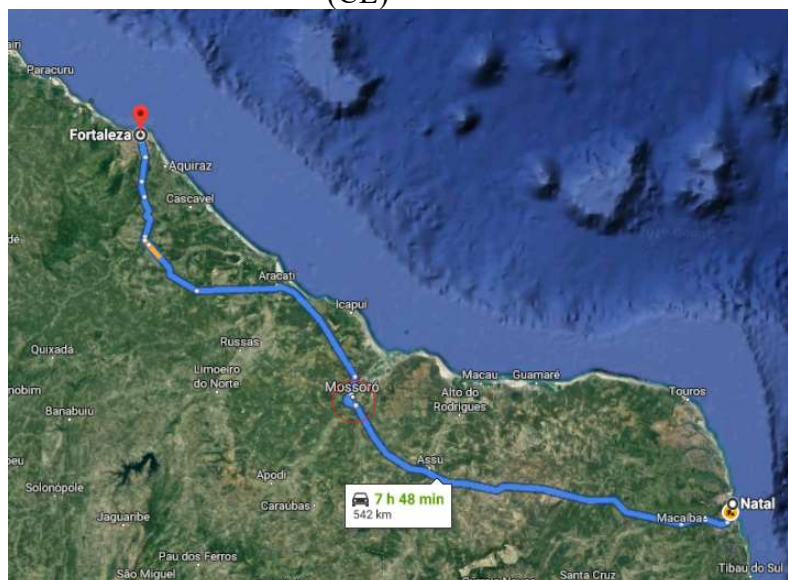
Fonte: Autoria Própria (2019)

Este estudo faz parte do projeto intitulado Diretrizes para elaboração de um plano de uso racional da água (DEPURA) na Universidade Federal do Semi-Árido, que fomentará diretrizes para o Plano de Logística Sustentável (PLS) da instituição, por meio da indicação de alternativas para reduzir o desperdício de água nos Laboratórios de Engenharias I e II.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A universidade em estudo fica localizada no município de Mossoró, situado no interior do estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil. O município fica entre as capitais Natal (RN) e Fortaleza (CE) (Figura 23), distante 278 e 245 km, respectivamente, sendo privilegiado por estar entre duas capitais importantes da região Nordeste. Contava com uma população, em 2010, de 259.815 habitantes, tendo área total de 2.099,33 km² e densidade demográfica 123,76 hab.m² (IBGE, 2010).

Figura 23: Localização do município de Mossoró entre as capitais Natal (RN) e Fortaleza (CE)



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Google Earth (2019)

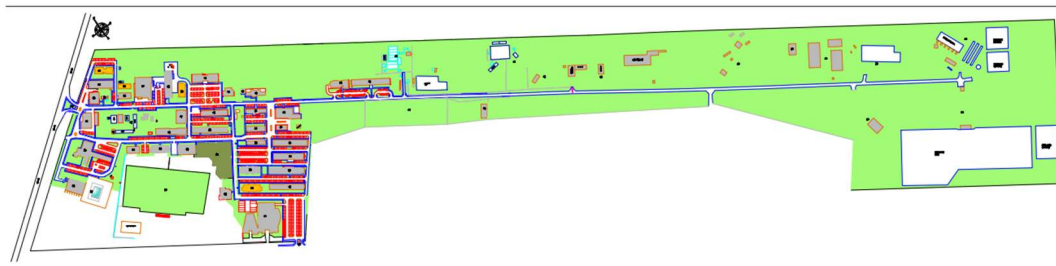
Na cidade funciona um dos *campi* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), o campus central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), o campus central da UFERSA e diversas universidades particulares, assim se destacando como polo estudantil do Oeste Potiguar.

A UFERSA foi fundada a partir da transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), em 18 de abril de 1967. Em 29 de julho de 2005, a Lei Federal nº 11.155

transformou a ESAM em UFERSA (UFERSA, 2017). A instituição conta com outros *campi* no estado, sendo estes nos municípios de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros.

Atualmente, possui 21 cursos de graduação, os quais são: Administração, Agronomia, Biotecnologia, Ciência da Computação, Ciência e Tecnologia, Ciências Contábeis, Direito, Ecologia, Educação no Campo, Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Florestal, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia de Energia, Engenharia de Pesca, Engenharia de Petróleo, Engenharia de Produção, Medicina, Medicina Veterinária e Zootecnia (SIGAA, 2019), como também cursos de pós-graduação. As edificações do campus estão dispostas dos dois lados da Rua Francisco Mota no Bairro Presidente Costa e Silva, chamados de campus leste (Figura 24) e campus oeste (Figura 25).

Figura 24: Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus leste



Fonte: UFERSA (2016)

Figura 25: Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus oeste



Fonte: UFERSA (2016)

3.1.1 Caracterização do abastecimento e do consumo de água da universidade

O atual sistema de abastecimento de água de Mossoró conta com duas fontes de obtenção de água, uma subterrânea e outra superficial, sendo a subterrânea a de maior utilização devido à maior abundância e maior qualidade da água. As águas de manancial superficial chegam até o município, de Mossoró através da adutora Jerônimo Rosado que tem a tomada de água na Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, pertencente à bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (SOUZA; ROCHA; ARAÚJO, 2011).

Com relação ao abastecimento de água na UFERSA, campus Mossoró, o mesmo é feito pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), por meio de um termo de Cooperação nº 2/2009, no qual a CAERN tem obrigação de garantir durante o período de vinte anos, a partir de 03 de agosto de 2009, uma vazão contínua de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (LUNARDI *et al.*, 2013). A água que abastece a universidade não é oriunda do poço existente, a concessionária libera a vazão acordada, mas não especifica sua origem. Antes do atual acordo entre as partes, a universidade era abastecida parte por um poço próprio da instituição e parte pela concessionária de água.

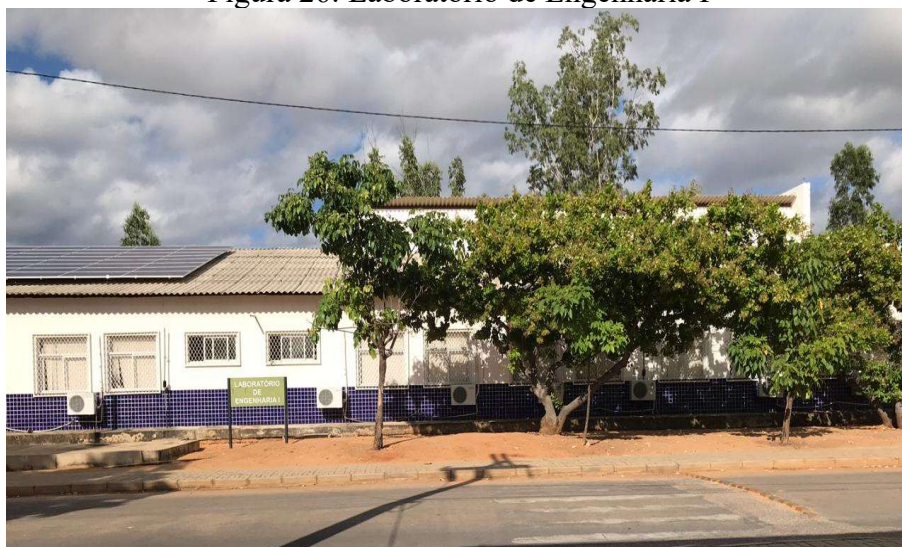
De acordo com o diretor da Superintendência de Infraestrutura da UFERSA, estão sendo implantados hidrômetros no campus leste através do contrato nº 37/2018 (Execução dos serviços remanescentes da construção nova rede de abastecimento de água do campus da UFERSA em Mossoró-RN). Até o momento, estão sendo inseridas as tubulações da nova rede de abastecimento, para em seguida implantar os hidrômetros.

No Plano de Logística Sustentável (PLS) da universidade é apresentada uma estimativa do consumo potencial para irrigação, uso animal, laboratórios de ensino e pesquisa e uso humano da instituição no final do 2º semestre de 2012, sendo essa estimativa de $17.306 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$ (LUNARDI *et al.*, 2013). Sobre a PLS, foi informado por um dos membros da comissão que algumas sugestões não foram executadas e uma nova atualização deste documento está pronta, só esperando a homologação.

3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Os ambientes investigados para este estudo foram: Laboratório de Engenharia I (Figura 26) e Laboratório de Engenharia II (Figura 27). Após a investigação, foram realizadas simulações de cenários relacionados à adoção de medidas tecnológicas de gerenciamento da demanda e oferta de água nesses locais.

Figura 26: Laboratório de Engenharia I



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 27: Laboratório de Engenharia II



Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água

Nesta etapa do trabalho foi realizado o levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água. Para isto, foi utilizado o formulário apresentado no Apêndice A, no qual constam informações de marca, modelo, tempo e frequência de utilização dos aparelhos, como também dados técnicos informados pelos fabricantes. Os equipamentos de alto consumo hídrico em funcionamento nos laboratórios estudados compreendem apenas os destiladores de água, desta forma, a quantificação na prática foi para essa tipologia de aparelho.

Com isso, foi quantificado o volume de água descartado, assim como o volume destilado e temperatura, visto que a água descartada do aparelho é oriunda do resfriamento do próprio equipamento. O volume de água foi quantificado utilizando baldes volumétricos com capacidade 18 L (Figura 28) e cronômetro.

Figura 28: Quantificação do volume de água descartado dos destiladores



Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários

Nesta fase da pesquisa foram levantados e caracterizados os aparelhos hidrossanitários instalados nas edificações estudadas e, em seguida, realizada a avaliação das condições de operações dos mesmos. As ações tecnológicas de uso racional da água a serem analisadas foram a substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção de vazamentos existentes nesses locais.

Para obtenção dos dados do estudo foi preenchido o formulário contendo os aparelhos hidrossanitários existentes e a frequência de uso dos mesmos, exposto no Anexo A. No ato da aplicação do formulário, na parcela que refere à apuração da existência de vazamentos, foi realizada a inspeção visual nas bacias sanitárias, torneiras, chuveiros, mictórios e duchas. E no que se refere a vazamentos não visíveis nas bacias sanitárias, foi realizado o teste da caneta, mencionado no item 2.3.2 deste trabalho, devido a sua facilidade de realização e baixo custo.

Para o consumo de água das torneiras externas ao banheiro, localizadas nas salas do prédio em estudo, foi realizado um levantamento da quantidade de torneiras, da frequência de uso, tempo de utilização e vazão.

3.2.3 Levantamento e caracterização dos bebedouros

Por fim, nesta fase do trabalho foram levantados e caracterizados os bebedouros. Estes procedimentos se deram através do preenchimento de formulários contendo informações do tempo de acionamento, vazão, número de utilização e marca dos bebedouros, mostrados no Apêndice B. A quantificação do volume de água gerado pelos bebedouros foi obtida utilizando baldes volumétricos com capacidade de 18 L durante uma semana (Figura 29).

Figura 29: Quantificação do volume descartado dos bebedouros



Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.4 Levantamento da população

Nesta fase, a população foi levantada de acordo com a finalidade das edificações em estudo, visto que, no Laboratório de Engenharia II, os usuários são alunos do curso de Engenharia de Produção, Engenharia Civil e os técnicos que compõem os laboratórios. Já o Laboratório de Engenharia I é frequentado pelos alunos do curso de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, membros de projetos de extensão, e técnicos. Para fins de cálculo, levou-se em consideração que as pessoas usuárias dessas edificações a frequentam diariamente.

A caracterização do padrão de uso da água nos banheiros dos laboratórios, ou seja, a distribuição do consumo de água, se deu após levantamento das características dos aparelhos utilizados e a frequência com que eles são utilizados.

Desta forma, as informações foram obtidas após a realização de duas etapas: levantamentos dos aparelhos utilizados (mostrados nos itens 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3) e aplicação de questionário aos usuários destes (Anexo B). O questionário abrangia a frequência e o tempo

médio de uso dos aparelhos hidrossanitários, incluindo: bacia sanitária, torneira, mictório, chuveiro e ducha higiênica.

Para o cálculo do tamanho mínimo da amostra de usuários que deveria responder ao questionário relacionado ao uso dos aparelhos hidrossanitários, foi utilizada a Equação 1, descrita por Barbetta (2003), considerando o número total de 84 pessoas no Laboratório de Engenharia I (Quadro 1) e 241 pessoas no Laboratório de Engenharia II (Quadro 2) e o erro amostral desejado de 10%:

$$n \geq \frac{n_0 N}{n_0 + N} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

$$n_0 \geq \frac{1}{\varepsilon^2_0}$$

N = número total de pessoas;

ε_0 = erro amostral desejado (1 a 20%);

n = tamanho da amostra.

A população considerada para fins de cálculo de aplicação do questionário foram alunos da graduação do curso de Engenharia de Produção, uma parcela dos alunos do curso Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e técnicos dos laboratórios em estudo. No prédio de Laboratório de Engenharia I o tamanho da amostra foi 46 usuários e no prédio de Laboratório de Engenharia II o tamanho da amostra foi 71 usuários, incluindo alunos, técnicos e professores.

Quadro 1: Usuários do Laboratório de Engenharia I

Descrição	População
Alunos de Engenharia Elétrica	17
Alunos de Engenharia Mecânica	44
Membros do projeto de extensão	20
Técnicos	3
Total	84

Fonte: Autoria própria (2019)

Quadro 2: Usuários do Laboratório de Engenharia II

Descrição	População
Alunos de Engenharia de Produção	124
Alunos de Engenharia Civil	65
Alunos de Engenharia Mecânica	34
Técnicos	4
Coordenação de curso Engenharia de Produção	14
Total	241

Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.5 Método 5W2H

Nesta fase da pesquisa são propostas as ações necessárias para melhoria do uso da água, levando em consideração todas as especificidades dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água, dos equipamentos hidrossanitários e dos bebedouros instalados nas edificações, verificadas na fase de levantamento em campo. Para isto, foram assinaladas ações a serem tomadas a curto, médio e longo prazo.

Nesta pesquisa foi utilizada a ferramenta 5W2H, a qual foi introduzida por profissionais do ramo automobilístico do Japão, com o intuito de auxiliar a utilização da ferramenta de qualidade PDCA (*play, do, check e action*), principalmente em seu planejamento (SILVA *et al.*, 2013). De acordo com Franklin (2006), a ferramenta 5W2H é entendida como um plano de ação, ou seja, resultado de um planejamento como forma de orientação de ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo uma forma de acompanhamento do desenvolvimento na etapa de planejamento. Um bom plano de ação deve deixar claro tudo o que deverá ser realizado e, assim, desenvolver um pequeno *check list*, apontando os principais pontos de ação (MESQUITA; VASCONCELOS, 2009).

A terminologia 5W2H é uma abreviatura de 7 termos da língua inglesa que embasam o método, conforme o Quadro 3. Esta ferramenta descreve um plano de ação com as atividades que precisam ser desenvolvidas com a maior clareza possível para obter o entendimento de quem irá executá-la. O objetivo da ferramenta 5W2H é responder as sete questões básicas e assim planejá-las de forma eficiente (MEIRA, 2003).

Quadro 3: Método 5W2H

	Indagações		Interpretações
5W	What?	O que?	O que deve ser implantado?
	Why?	Por quê?	Por que deve ser implantado?
	Who?	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where?	Onde?	Onde irá executar a ação?
	When?	Quando?	Quando a ação será executada?
2H	How?	Como?	Como será executada a ação?
	How much?	Quanto custa?	Quanto custa para ser implantado?

Fonte: Adaptado de Nakagawa (2014)

As ações sugeridas (*Whats?*) nesta pesquisa foram determinadas após o diagnóstico dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água, dos equipamentos hidrossanitários e bebedouros existentes nas edificações visitadas e revisão da literatura. As ações foram definidas considerando os critérios ambientais (redução do consumo de água e reúso da água) e técnico (instalação e manutenção dos equipamentos poupadores e disponibilidade de mercado). As motivações (*Why?*) das implantações foram determinadas com base em revisão literária. Os responsáveis pelas ações (*Who?*) foram definidos através de consulta à Superintendência de Infraestrutura (SIN) da UFERSA. Os locais onde as ações devem ser executadas (*Where?*) foram definidos de acordo com as visitas às edificações. Os prazos (*When?*) foram estipulados com o auxílio da matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência), que será descrita. Os métodos de implementação (*How?*) foram definidos segundo consulta à SIN da UFERSA. Os custos (*How much?*) foram estimados com o auxílio de uma planilha orçamentária baseada no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), já que a planilha é a fonte oficial de referência de preços de insumos e de custos para elaboração do orçamento de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União. Para serviços que não constavam nessas bases de dados, foram feitas composições de custos unitários, através de pesquisas de mercado na cidade de Mossoró.

As ações resultantes do plano do método 5W2H e as referências utilizadas em sua percepção são mostrados no Quadro 4.

Quadro 4: Método de elaboração do checklist 5W2H

	Ação	Circunstâncias	Resultados
5W	What?	Ação	Determinadas através de revisão bibliográfica consulta de funcionários da universidade e visita às edificações.
	Why?	Motivo	
	Who?	Responsável	
	Where?	Local	
	When?	Metodologia	
2H	How?	Prazo	Matriz GUT
	How much?	Valor	Planilha orçamentária

Fonte: Autoria própria (2019)

Como mencionado, a matriz GUT foi utilizada para estipular os prazos das ações. Segundo Fáveri e Silva (2016) o método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 1980, com o intuito de se escalonar as prioridades a partir da necessidade de resolução de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas. De acordo com Gomes (2006), a matriz GUT é uma forma de tratar problemas com o objetivo de priorizá-los, levando em consideração:

- a gravidade, que é o impacto que o problema causaria a longo prazo sobre pessoas, coisas, organizações ou processos, na hipótese de o mesmo não ser resolvido;
- a urgência que seria a relação com o tempo necessário ou disponível para resolver o problema;
- a tendência que é a avaliação do crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

A classificação dos problemas está relacionada a pontuação dada aos problemas. Essa pontuação varia de 1 a 5 para a gravidade, urgência e tendência de cada ação (Quadro 5), os valores devem ser multiplicados ($G \times U \times T$) e organizados em ordem decrescente (Quadro 6), estabelecendo as ações prioritárias. Conforme a multiplicação das pontuações atribuídas, as metas para implantação das ações assinaladas foram definidas em curto, médio e longo prazo, a partir de estudos realizados na IES, mostrado o Quadro 7.

Quadro 5: Pontuação utilizada na matriz GUT

Pontos	Gravidade – G	Urgência – U	Emergência – E
	<i>Consequência da não realização da ação</i>	<i>Urgência de realização da ação</i>	<i>Agravamento do problema caso não realize a ação</i>
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar
2	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
4	Muito grave	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Ação imediata	Tende a piorar de imediato

Fonte: Adaptação de Gomes (2006)

Quadro 6: Estabelecimento de prioridades na matriz GUT

Problema	G	U	T	GUT	Priorização
1	G1	U1	T1	Ordem decrescente ↓	Ordem crescente ↑
2	G2	U2	T2		
N	Gn	Um	Tn		

Fonte: Adaptação de Gomes (2006)

Quadro 7: Prazo para implantação das ações, conforme classificação da matriz GUT

G x U x T	Prazo
61 - 125	Curto prazo - 1 a 3 meses
21 - 60	Médio prazo - 3 meses a 1 ano
1 - 20	Longo prazo - 1 a 2 anos

Fonte: Adaptação de Vale (2019)

De acordo com Ferreira *et al.* (2018), a partir da multiplicação dos valores obtidos na matriz, obtém os valores para cada problema ou fator de risco analisado e, quanto maior for o resultado dos valores dos fatores de risco ($\text{Fator de Risco} = G \times U \times T$), mais prioritária será a busca para a solução do problema.

A atribuição de pontuações aos problemas ou ações, classificando-os de acordo com sua gravidade, urgência e tendência é algo subjetivo. Assim sendo, a análise varia de acordo com quem a faça. Desta forma, neste trabalho seguiu a mesma orientação realizada no trabalho de Vale (2019), visto que a mesma utilizou os dados na mesma instituição de ensino e a metodologia será utilizada no projeto de pesquisa existente na universidade. Neste estudo foi levado em consideração o ponto de vista de funcionários da SIN da UFERSA. O formulário aplicado aos funcionários para obter as pontuações na matriz GUT encontra-se no Apêndice C. Para o cálculo do produto $G \times U \times T$ foi utilizado a média das pontuações sugeridas pelos funcionários.

3.2.6 Método de análise da viabilidade ambiental

Esta última etapa foi constituída em verificar a viabilidade ambiental das ações tecnológicas sugeridas, por meio da estimativa de redução do consumo de água proporcionada pela adoção das ações mensuradas. Para isto, foi reformulada a metodologia utilizada por Guedes (2009) e adaptada por Vale (2019), com pequenos ajustes para este caso de estudo.

O pressuposto para estimar a viabilidade ambiental é conhecer a distribuição do consumo de água do local pesquisado. Para isso, primeiramente, foi utilizado o método para o cálculo da distribuição do consumo de água nos laboratórios, visto que, nos prédios em estudo não existem hidrômetros para informar o consumo real e, posteriormente, feita a análise da viabilidade ambiental.

3.2.6.1. Consumo de água nos aparelhos laboratoriais de alto consumo

É necessário fazer o levantamento do consumo de água dos instrumentos laboratoriais, visto que os mesmos podem consumir muita água para o seu manuseio, como é o caso de destiladores de água, aparelho de osmose reversa, entre outros. Para isto, foi verificado na etapa de levantamento (item 3.2.1) os aparelhos existentes nas edificações em estudo, como também seu funcionamento. Foram identificados 3 tipos de aparelhos de alto consumo de água, sendo estes: destilador de água, destilador de nitrogênio e osmose reversa. Ressalta-se, portanto que apenas os destiladores de água encontram-se em funcionamento. Com isso, para o cálculo do consumo do destilador de água, foi levado em consideração o tempo e a frequência de utilização, visto que, os aparelhos em estudo descartam um valor significativo de água. Para cálculo do consumo dos destiladores, utilizou-se a Equação 2.

$$C_{tot_{altoconsumo}} = T_{uti} \cdot (Q_{água_{desc}} + Q_{água_{dest}}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

$C_{tot_{altoconsumo}}$ = consumo diário de água do aparelho laboratorial de alto consumo [L.dia⁻¹];

T_{uti} = tempo de utilização do aparelho laboratorial de alto consumo [h.dia⁻¹];

$Q_{água_{desc}}$ = vazão da água descartada do aparelho laboratorial de alto consumo [L.h⁻¹];

$Q_{água_{dest}}$ = vazão da água destilada no aparelho laboratorial de alto consumo [L.h⁻¹].

3.2.6.2 Consumo de água nos bebedouros

Para estimar a distribuição do consumo de água nos bebedouros, foi levado em consideração a quantidade de pessoas que frequentam as edificações em estudo, a vazão dos bebedouros de cada prédio e o tempo de acionamento do bebedouro pelo usuário. Em relação ao tempo de permanência dos usuários nos bebedouros, foi levando em consideração os dados apresentados nos estudos de Brasileiro *et al.* (2011), visto que, o ambiente analisado por eles se trata de uma IES com as mesmas características da instituição em estudo. Com isto, para o cálculo do consumo diário dos bebedouros, foi utilizado a Equação 3.

$$C_{tot_{bebedouro}} = Q_{beb} \cdot T \cdot P \cdot N_{usos} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

$C_{tot_{bebedouro}}$ = consumo diário de água do bebedouro [L.dia⁻¹];

T = tempo de acionamento do bebedouro por pressão [s.usuários⁻¹.uso⁻¹];

Q_{beb} = vazão do bebedouro [L.s⁻¹];

N_{usos} = número de utilizações do bebedouro [uso.dia⁻¹];

P = usuários do bebedouro [usuário].

3.2.6.3 Cálculo da distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários

Etapa 1: cálculo do consumo médio de água por uso dos aparelhos hidrossanitários

É necessário fazer o cálculo do consumo médio da água por uso de um aparelho hidrossanitário porque em um dos banheiros dos laboratórios em estudo existem variados tipos de aparelhos, no qual implica em diversos consumos por utilização dos aparelhos. Desta forma, como não é possível estimar a porcentagem de usuários que utilizarão as bacias sanitárias com válvula de descarga e daqueles utilizarão as bacias sanitárias com caixa acoplada, por exemplo, foi realizado uma média ponderada dos consumos por uso de cada tipo de aparelho, levando em consideração o número de aparelhos existentes de cada tipo. Dessa forma, para o cálculo do consumo médio por uso do aparelho hidrossanitário i foi utilizada a Equação 4:

$$CMU_i = \frac{\sum_{k=1}^i (n_k \cdot C_{uso\ k})}{\sum_{k=1}^i n_k} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

CMU_i = consumo médio de água por uso do aparelho hidrossanitário i [L.uso^{-1}];

n_k = número de aparelhos hidrossanitários i do tipo k [adimensional];

$C_{uso\ k}$ = consumo de água por uso do aparelho hidrossanitário i do tipo k [L.uso^{-1}].

A quantidade de aparelhos hidrossanitários i do tipo k (n_k) foi obtido na fase de levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários. Os consumos de água por uso do aparelho hidrossanitário i do tipo k ($C_{uso\ k}$), usados neste estudo, e as devidas apreciações, são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Valores adotados de consumos por uso dos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos hidrossanitários i	Tipos k de aparelhos hidrossanitários	Consumo por uso ($C_{uso\ k}$) [L.uso^{-1}]
Bacia Sanitária	Válvula de descarga	10,2 ¹
	Caixa acoplada - acionamento de 6 L	6 ²
Torneira	Convencional	1,04 ³
Mictório	Convencional	1,58 ⁴
	Hidromecânico	1,06 ⁵

¹Para vazão de 1,7 L.s^{-1} (vazão de projeto da NBR 5626) com a válvula acionada por 6 s (ABNT, 1998). ²Para uma redução média de 60% do consumo de água em relação ao modelo convencional (informação fornecida pelos fabricantes). ³Para um consumo médio de 48% a mais que a torneira hidromecânica (informação fornecida pelos fabricantes). ⁴Para um consumo médio de 50% a mais que o mictório hidromecânico (informação fornecida pelos fabricantes). ⁵Para vazão de 0,05 L.s^{-1} (informação extraída da curva de vazão do fabricante para uma pressão estática de 2 m.c.a) e 14 s.uso^{-1} (considerando 2 acionamentos de 7 s).

Fonte: Vale (2019)

Etapa 2 - cálculo do consumo diário de água dos aparelhos hidrossanitários e decorrente de vazamentos

Após o levantamento da quantidade de usuários que utilizam os aparelhos hidrossanitários existentes nas edificações em estudo, foi possível estimar o consumo diário de água dos aparelhos, uma vez que foi questionada a frequência de utilização dos mesmos. Desta forma, o consumo diário de água do aparelho hidrossanitário i foi obtido por meio da Equação 5.

$$C_{tot_i} = \frac{CMU_i \cdot N_{usu\u00e1rios}}{100} \cdot \sum_{j=1}^5 (P_{ij} \cdot j) \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

C_{tot_i} = consumo di\u00e1rio de \u00e1gua do aparelho hidrossanit\u00e1rio i [L.dia⁻¹];

CMU_i = consumo m\u00e9dio de \u00e1gua por uso do aparelho hidrossanit\u00e1rio i [L.uso⁻¹];

$N_{usu\u00e1rios}$ = n\u00famero total de usu\u00e1rios [adimensional];

P_{ij} = porcentagem de usu\u00e1rios que utilizam j vezes o aparelho hidrossanit\u00e1rio i [%];

j = n\u00famero de usos por dia do aparelho hidrossanit\u00e1rio i [uso.dia⁻¹].

O consumo di\u00e1rio em fun\u00e7\u00e3o dos vazamentos foi estimado por meio das visitas aos laborat\u00f3rios e verifica\u00e7\u00e3o das condi\u00e7\u00f5es de opera\u00e7\u00e3o dos aparelhos hidrossanit\u00e1rios e dos dados referentes aos consumos de \u00e1gua provenientes de v\u00e1rios tipos de vazamentos. Para o c\u00e1lculo dos vazamentos n\u00e3o vis\u00edveis nas bacias sanit\u00e1rias foi utilizada a estimativa de Fujimoto, Nunes e Ilha (2002), no qual estima-se uma perda de \u00e1gua de 60,5 L.dia⁻¹. J\u00e1 para vazamentos vis\u00edveis, utilizou-se a estimativa de Gon\u00e7alves *et al.* (2005), dividido entre filetes vis\u00edveis, vazamento no tubo de alimenta\u00e7\u00e3o da lou\u00e7a e v\u00e1lvula disparada quando acionada, correspondendo os dois primeiros a uma perda de 144 L.dia⁻¹ e o \u00faltimo, a um vazamento de 40,8 L.dia⁻¹ e torneira com vazamento em gotejamento lento uma perda de 8 L.dia⁻¹. Assim sendo, o consumo de \u00e1gua decorrente de todos os vazamentos dos laborat\u00f3rios obtido por meio da Equa\u00e7\u00e3o 6:

$$C_{tot_{vaz}} = \sum_{q=1}^n (N_{vazq} \cdot C_{vazq}) \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

$C_{tot_{vaz}}$ = consumo total decorrente de todos os vazamentos [L.dia⁻¹];

N_{vazq} = n\u00famero de vazamentos do tipo q [adimensional];

C_{vazq} = consumo \u00e1gua por vazamento do tipo q [L.dia⁻¹].

Desta forma, o consumo total de \u00e1gua por dia no banheiro dos laborat\u00f3rios foi calculado por meio da Equa\u00e7\u00e3o 7:

$$C_{TOTAL} = \sum_{q=1}^n C_{tot_i} + C_{tot_{vaz}} + C_{bebedouros} + C_{destiladores} \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde:

C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios [L.dia⁻¹];

C_{tot_i} = consumo total de água dos aparelhos hidrossanitários [L.dia⁻¹];

$C_{tot_{vaz}}$ = consumo total decorrente de todos os vazamentos [L.dia⁻¹];

$C_{bebedouros}$ = consumo total decorrente dos bebedouros [L.dia⁻¹];

$C_{destiladores}$ = consumo total decorrente dos destiladores [L.dia⁻¹].

Etapa 3 - cálculo da distribuição do consumo de água

A distribuição do consumo de água para cada aparelho hidrossanitário, vazamentos, além dos bebedouros e destiladores de água, foi obtida por meio da Equação 8, respectivamente.

$$DCA_i = \frac{C_{tot_i}}{C_{TOTAL}} \quad (\text{Eq. 8})$$

Onde:

DCA_i = distribuição do consumo de água por aparelho hidrossanitário i [adimensional];

C_{tot_i} = consumo total de água por tipo de aparelho hidrossanitário (ou vazamentos, ou bebedouros ou destiladores de água) [L.dia⁻¹];

C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios [L.dia⁻¹].

3.2.6.4 Análise da viabilidade ambiental

Etapa 1 - descrição dos cenários de gerenciamento da demanda de água

Para a estimativa da viabilidade ambiental, ou seja, cálculo dos índices de redução do consumo e possibilidades de reutilização da água desperdiçada nos laboratórios, para implantação das ações propostas neste estudo, foram simulados 10 cenários (Quadro 9) de gerenciamento da demanda de água, sendo o primeiro cenário sugerido apenas para o Laboratório de Engenharia II, e dos demais para os Laboratórios de Engenharia I e II.

Quadro 9: Cenários do gerenciamento da água

n°	Descrição do cenário
1	Instalação de um reservatório para a captação da água de resfriamento descartada nos destiladores de água no Laboratório de Engenharia II
2	Instalação de um sistema para utilização da água descartada dos bebedouros para irrigação das plantas na área externa do prédio
3	Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo
4	Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L
5	Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo + Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L
6	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador
7	Instalação de arejadores nas torneiras convencionais das salas dos laboratórios
8	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático
9	Correção de vazamentos
10	Instalação de um reservatório para a captação da água de resfriamento descartada nos destiladores de água no Laboratório de Engenharia II + Instalação de um sistema para utilização da água descartada dos bebedouros para irrigação das plantas na área externa do prédio + Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo + Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L + Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + Instalação de arejadores nas torneiras convencionais das salas dos laboratórios + Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático + Correção de vazamentos

Fonte: Autoria própria (2019)

Etapa 2 - cálculo do consumo diário de cada aparelho consumidor de água instalado ou vazamentos

O consumo diário de cada aparelho consumidor de água ou resultante de vazamentos foi obtido por meio das Equações 9 e 10, respectivamente.

$$CAA_i = DCA_i \cdot C_{TOTAL} \quad (\text{Eq. 9})$$

Onde:

CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos consumidores de água i instalados atualmente nos laboratórios [$\text{L} \cdot \text{dia}^{-1}$];

DCA_i = distribuição de consumo de água por aparelho instalado i [adimensional];

C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios [$\text{L} \cdot \text{dia}^{-1}$];

$$CD_{vaz} = DCA_{vaz} \cdot C_{TOTAL} \quad (\text{Eq. 10})$$

Onde:

CD_{vaz} = consumo médio diário decorrente dos vazamentos identificados nos laboratórios [L.dia⁻¹];

DCA_{vaz} = distribuição de consumo de água decorrente de vazamentos [adimensional];

C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios [L.dia⁻¹].

Etapa 3 - cálculo da economia de água proporcionada pela adoção do aparelho poupador ou pela correção de vazamentos

A economia diária proporcionada pela adoção do aparelho economizador, pela correção de vazamentos ou reutilização foi obtida por meio das Equações 11 e 12, respectivamente.

$$EDA_i = (1 - Fr) \cdot CAA_i \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde:

EDA_i = economia de água proporcionada pela medida economizadora i [L.dia⁻¹];

Fr = fator de redução de consumo de água por aparelho poupador (Aparelhos hidrossanitários :dado fornecido pelo fabricante, representa a razão entre a vazão ou consumo do aparelho poupador e a vazão ou consumo do aparelho convencional. Para reutilização de água, foi calculado em relação ao volume desperdiçado) [adimensional];

CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos consumidores de água i instalados atualmente nos laboratórios [L.dia⁻¹].

$$EDA_{vaz} = (1 - Fr) \cdot CD_{vaz} \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde:

EDA_{vaz} = economia de água proporcionada pela correção de vazamentos [L.dia⁻¹];

Fr = fator de redução de consumo de água por correção de vazamentos (representa a razão entre o consumo de água decorrente de vazamentos após as correções e o consumo decorrente dos

vazamentos antes das correções. Neste estudo foi considerado a correção total de vazamentos, sendo assim, $Fr = 0$) [adimensional];

CD_{vaz} = consumo médio decorrentes de vazamentos [$L \cdot dia^{-1}$].

Etapa 4 - cálculo do índice de redução de consumo (IR)

O cálculo do índice de redução de consumo (IR), para cada cenário simulado, foi calculado por meio da Equação 13, para cenários de gerenciamento de água (Quadro 9).

$$IR = \frac{EDA_i}{C_{TOTAL}} \cdot 100 \quad (Eq.13)$$

Onde:

IR = índice de redução de consumo de água [%];

EDA_i = economia de água proporcionada pela medida economizadora i [$L \cdot dia^{-1}$];

C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios [$L \cdot dia^{-1}$].

Em situações de haver a adoção de mais de um cenário, o índice de redução final será o somatório dos índices de redução de cada cenário (Equação 14).

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3 \dots + IR_n \quad (Eq. 14)$$

Onde:

IR = índice de redução de consumo de água [%];

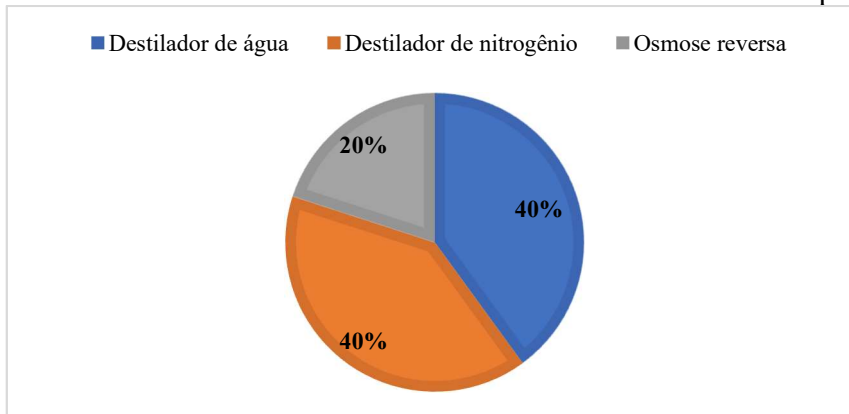
4 RESULTADOS

Neste capítulo são retratados os resultados obtidos neste estudo, com o objetivo de fornecer diretrizes para racionalização do uso da água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN.

4.1 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS LABORATORIAIS DE ALTO CONSUMO DE ÁGUA

As visitas aos Laboratórios de Engenharia I e II da UFERSA possibilitaram o levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água, bem como a verificação das condições de operação dos mesmos. No total, foram levantados 5 aparelhos laboratoriais com alto consumo de água, dentre eles: destilador de água (20%), destilador de nitrogênio (40%) e aparelho de osmose reversa (20%) (Figura 30).

Figura 30: Distribuição dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró



Fonte: Autoria Própria (2019)

No que concerne as condições de conservação dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água, 20% está em funcionamento. Dos destiladores de água, 100% estão em funcionamento em boas condições de uso. Os demais aparelhos laboratoriais de alto consumo não foram utilizados desde a sua aquisição, segundo informou o técnico responsável pelo laboratório.

A UFERSA já teve uma assistência específica para manutenção dos aparelhos laboratoriais. Após acabar o contrato, a universidade se desligou da empresa. Foi relatado pelos funcionários da SIN que era necessário um técnico que tivesse conhecimento de todos os

aparelhos laboratoriais existentes na universidade, e na época não tinha. Dessa forma, passou a ser de responsabilidade de cada centro, mas também não apresentou resultados satisfatórios. Atualmente, caso algum equipamento apresente problema, o mesmo fica inutilizado. Em alguns laboratórios, os técnicos conseguem consertar algum aparelho, devido ao conhecimento de funcionamento dos instrumentos.

A partir das inspeções técnicas nos laboratórios da instituição, foram realizados o mapeamento e a caracterização dos destiladores de água. Apenas no Laboratório de Engenharia II faz uso de destiladores de água, no caso no Laboratório de Saneamento e no Laboratório de Fluidos de Perfuração, Completação e Estimulação de Poços de Petróleo. Os destiladores utilizados nesses locais são de marcas e modelos diferentes. Verificou-se também que a demanda em cada laboratório é bastante distinta, sendo o Laboratório de Fluidos de Perfuração, Completação e Estimulação de Poços de Petróleo o de demanda superior. As informações sobre os destiladores de água mencionados são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5: Mapeamento dos equipamentos de destilação de água

Modelo	Frequência de uso (dias.semana⁻¹)	Tempo de utilização (h.d⁻¹)	Quantidade de água destilada produzida (L.h⁻¹)	Quantidade de descarte (L.h⁻¹)	Estimativa de consumo diário (L.dia⁻¹)	Estimativa de consumo semanal (L.semana⁻¹)
MB 1004 Pilsen	2	1	1	50	51	102
Pilsen SL-71/5	5	2	1	75	152	760
TOTAL					203	862

Fonte: Autoria Própria (2019)

Os destiladores de água apresentaram um consumo total de 862 L. semana⁻¹ de água, sendo 850 L de água descartada e o 12 L de água destilada. A temperatura média da água de descarte foi de 48,3° C. A frequência de uso de cada equipamento varia de 1 a 2 h.dia⁻¹, de acordo com a demanda local, uma vez que muitos desses equipamentos são apenas para a produção de água destilada para usar em aulas práticas, desenvolvimento de atividades de pesquisa e prestação de serviços.

Ressalta-se que este é um valor estimado, pois o volume de efluente gerado depende principalmente do volume de água de entrada no sistema e também das condições de funcionamento do equipamento destilador.

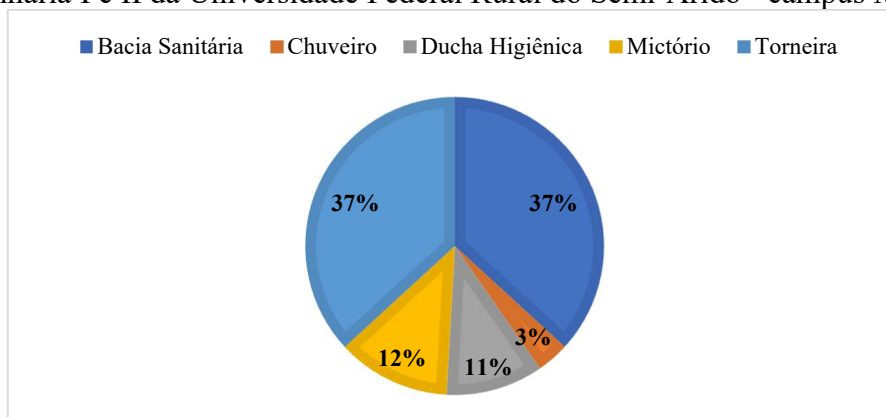
O Laboratório de Fluidos de Perfuração, Completação e Estimulação de Poços de Petróleo apresenta um consumo superior ao de Saneamento, porque requer diariamente a destilação, conforme informações da técnica responsável.

4.2 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS

Em relação aos aparelhos hidrossanitários verificados nas suas condições de operação, no período de visitação dos prédios em estudo, foram levantados 80 pontos hidráulicos, sendo que alguns são inutilizados (8,75%). Para facilitar a compreensão, as informações são descritas por prédio.

Nos banheiros das edificações em estudo, foram identificados 57 pontos de utilização, sendo: 37% bacias sanitárias, 37% torneiras, 12% mictórios, 11% duchas higiênicas e 3% chuveiros (Figura 31). No contexto geral, as condições de uso dos aparelhos hidrossanitários são satisfatórias. Das bacias sanitárias, 24 % apresentaram vazamentos, da mesma forma, 5% torneiras, também apresentaram vazamentos. Com isso, estima-se que o consumo diário decorrente dos vazamentos é de aproximadamente 394 L. dia¹. Das condições de uso das duchas higiênicas 33% estão quebradas, assim como 29% mictórios.

Figura 31: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários nos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró



Fonte: Autoria Própria (2019)

Em relação a tipologia dos aparelhos, numa visão ampla, a maioria (87,5%) é do tipo convencional. A distribuição mais detalhada dos aparelhos hidrossanitários estão dispostas no decorrer do trabalho, para melhor entendimento.

Silva *et al.* (2013), ao analisar um campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localizada na cidade de Pombal – PB, identificaram 400 pontos de

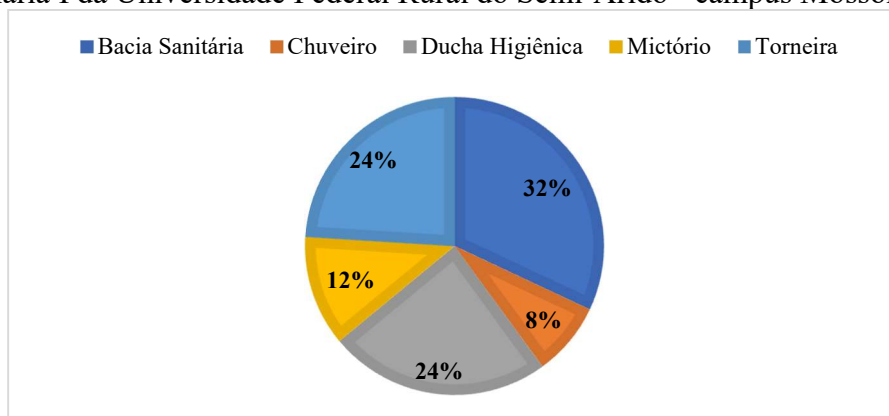
consumo de água internos, destes 215 são torneiras de pias em geral, 112 são bacias sanitárias, 9 mictórios, 31 duchas e 33 chuveiros. A maioria (96,5%) desses pontos são encontrados nos banheiros. Dentro deles, apenas uma torneira apresentou vazamento do tipo gotejamento, considerado rápido (20 e 32 L.dia⁻¹). Após o levantamento da quantidade de 23 bacias sanitárias com vazamentos visíveis no campus, pode-se estimar em média que os mesmos desperdiçam 3.312 L.dia⁻¹. Os autores ainda destacam que diversos fatores contribuem para as perdas nas instalações, como a simples falta no controle do consumo de água nas edificações, a qualidade dos aparelhos e a falta de manutenção. Uma das formas mais adequadas de reduzir os vazamentos consiste na realização de manutenção preventiva dos aparelhos.

4.2.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia I

4.2.1.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros

Foram levantados 25 pontos de utilização nos banheiros do Laboratório de Engenharia I, dentre eles: bacia sanitária (32%), torneiras (24%), mictórios (12%), chuveiros (8%) e duchas higiênicas (24%) (Figura 32).

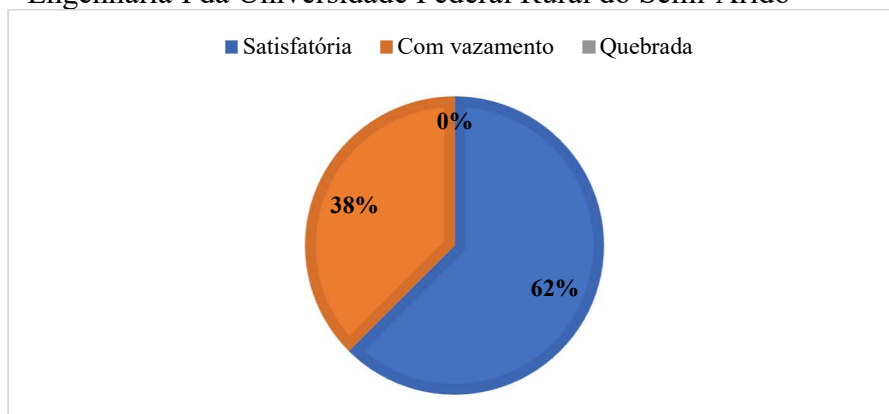
Figura 32: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários nos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró



Fonte: Autoria Própria (2019)

No que se refere às condições de conservação dos aparelhos hidrossanitários, a maioria (88%) apresenta boa condição de uso. Das bacias sanitárias, 62% apresentam condição satisfatória de uso e 38% vazamentos (Figura 33).

Figura 33: Condições de operação das bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Dentro desses, 38% de bacias sanitárias que apresentaram vazamentos, 100% dos vazamentos são não-visíveis (Figura 34), ou seja, não dá para identificar o vazamento facilmente por inspeção visual, nesse caso foi utilizado o teste da caneta, mencionado no item 2.3.2 deste trabalho.

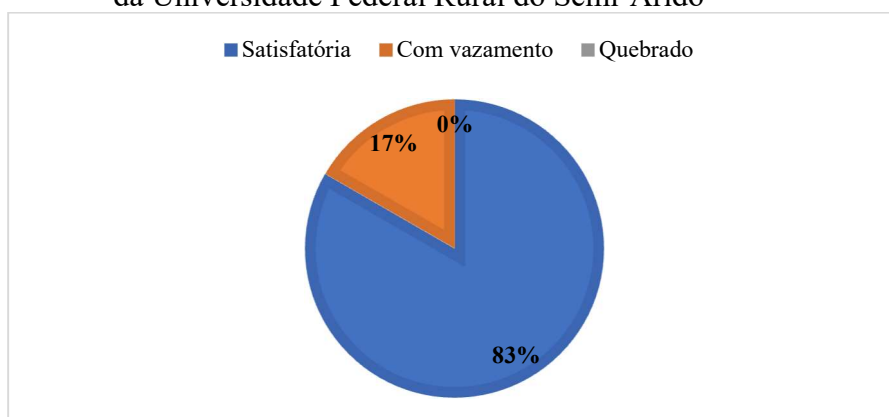
Figura 34: Vazamentos não visíveis identificados no Laboratório de Engenharia I. por meio do teste da caneta



Fonte: Autoria Própria (2019)

Das torneiras, 100% são de acionamento convencional, destas, 100% não possui arejador. Em relação as condições de operação das mesmas (Figura 35), 83% apresentam desempenho satisfatório de uso e os 17% restante apresentam vazamento do tipo gotejamento.

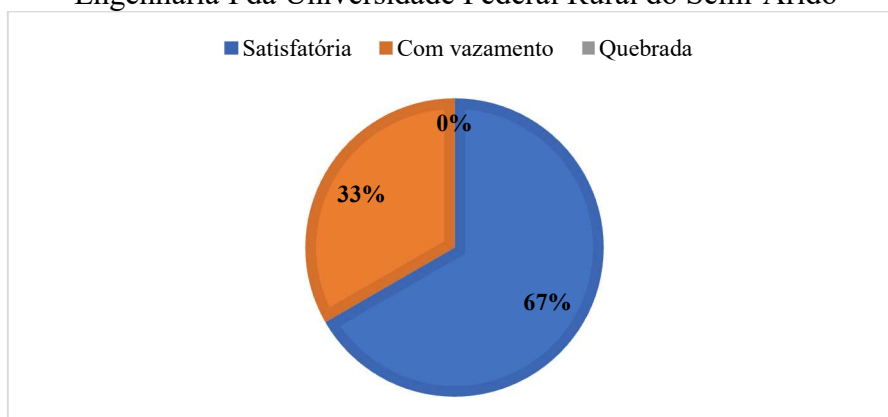
Figura 35: Condições de operação das torneiras identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Das duchas higiênicas, apresentam 67% apresentaram estado satisfatório de uso e os 33% restantes apresentaram vazamento (Figura 36). As duchas consideradas quebradas são aquelas com dispositivos de acionamento inexistentes.

Figura 36: Condições de operação das duchas sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



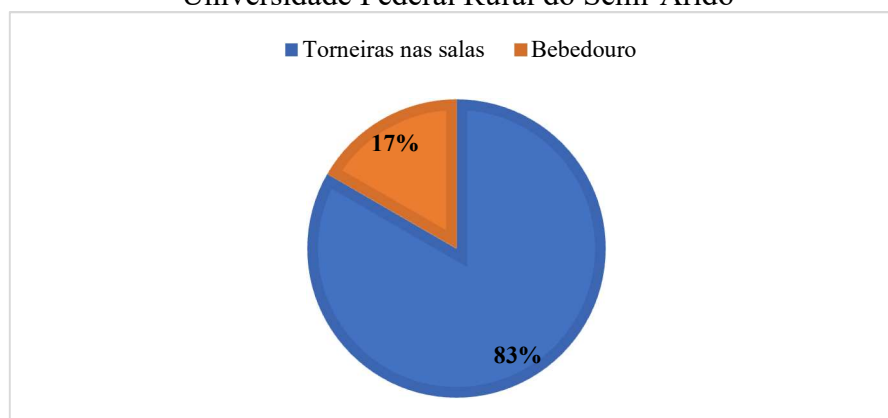
Fonte: Autoria Própria (2019)

Dos mictórios identificados, 100% são de uso individual com acionamento convencional. As descargas dos mictórios, apresentaram 100% de boas condições de uso. Em relação aos chuveiros, 100% apresentam estado satisfatório de uso. Não foi identificado nenhum chuveiro com vazamento e 100% deles não possuem restritor de vazão.

4.2.1.2 Levantamento e caracterização dos bebedouros e das torneiras das salas existentes nos laboratórios

Foram levantados 6 pontos de utilização externo aos banheiros, são eles torneiras (83%) e bebedouro (17%), no qual todas as torneiras estão em condições satisfatórias de uso, assim como o bebedouro (Figura 37).

Figura 37: Pontos de utilização de água identificados no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Em relação ao bebedouro, foi identificado que o consumo total de $18,9 \text{ L.dia}^{-1}$ (Tabela 6), com a vazão $0,0225 \text{ L.s}^{-1}$ medida in loco. Foi observado uma perda de 12,17%. Essa perda parece ser insignificante, mas quando visualizado mensalmente, observa-se que o volume pode ter uma destinação distinta a rede de esgoto, como por exemplo, irrigação de plantas na área externa da edificação, visto que ao seu redor tem algumas árvores frutíferas.

Tabela 6: Consumo de água diário do bebedouro do Laboratório de Engenharia I

$Q_{\text{beb}}^1 \text{ (L.s}^{-1}\text{)}$	$t^2 \text{ (s.uso}^{-1}\text{)}$	$P^3 \text{ (usuário)}$	$n_{\text{usos}}^4 \text{ (uso.dia}^{-1} \cdot \text{usuário}^{-1}\text{)}$	$C_{\text{beb}}^5 \text{ (L.dia}^{-1}\text{)}$	Perda diária (L.dia^{-1})	Percentagem de perda de água diária (%)
0,0225	10	84	1	18,9	2,3	12,17

¹ Q_{beb} = vazão do bebedouro [L.s^{-1}]; ² t = tempo de acionamento do bebedouro por pressão [$\text{s.usuários}^{-1} \cdot \text{uso}^{-1}$]; ³ P = usuários do bebedouro [usuário]. ⁴ n_{usos} = número de utilizações do bebedouro [uso.dia^{-1}].

Fonte: Autoria Própria (2019)

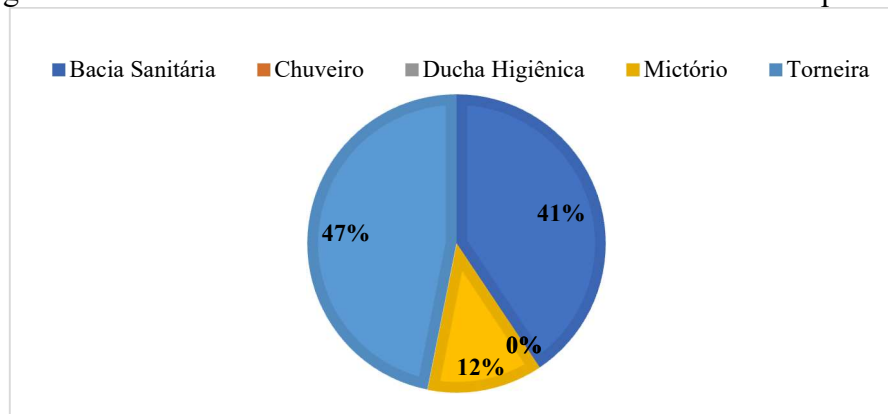
Santos, Silva e Romagnoli (2015) mencionam o reúso da água dos bebedouros para irrigação de jardim, limpeza de calçadas e veículos, visto que, surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e a preservação ambiental.

4.2.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia II

4.2.2.1 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros

Foram levantados 32 pontos de utilização nos banheiros do Laboratório de Engenharia II, dentre eles: bacias sanitárias (41%), torneiras (47%) e mictórios (12%). Neste bloco em estudo não existem pontos hidráulicos de chuveiro e duchas higiênicas (Figura 38).

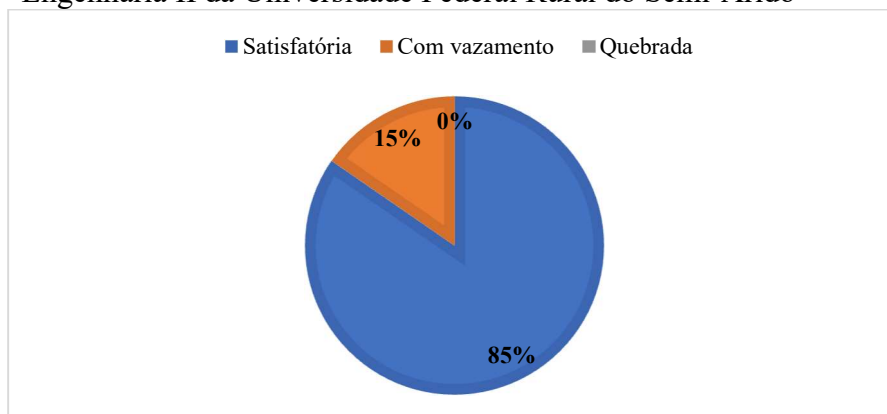
Figura 38: Distribuição dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água dos Laboratórios de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró



Fonte: Autoria Própria (2019)

No que se refere ao estado de conservação dos aparelhos hidrossanitários, a maioria (93,75%) apresenta situações satisfatórias. Das bacias sanitárias, 85% apresentam condições satisfatórias e 15% vazamentos (Figura 39).

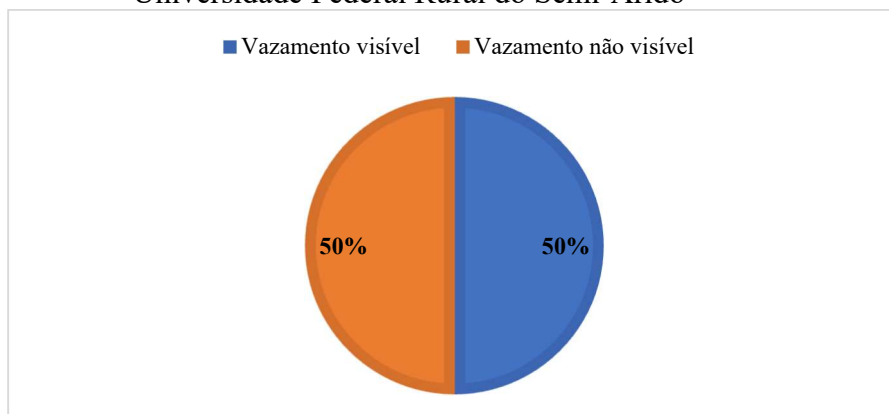
Figura 39: Condições de operação bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Dentro desses 15% de bacias sanitárias que apresentaram vazamentos (Figura 40), 50% dos vazamentos são não-visíveis e 50% visíveis, ou seja, neste caso foi utilizado o teste da caneta, mencionado no item 2.2.2 deste trabalho. O vazamento detectado é apresentado na Figura 41.

Figura 40: Vazamento das bacias sanitárias identificadas no Laboratório de Engenharia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 41: Vazamento não-visível identificado no Laboratório de Engenharia II

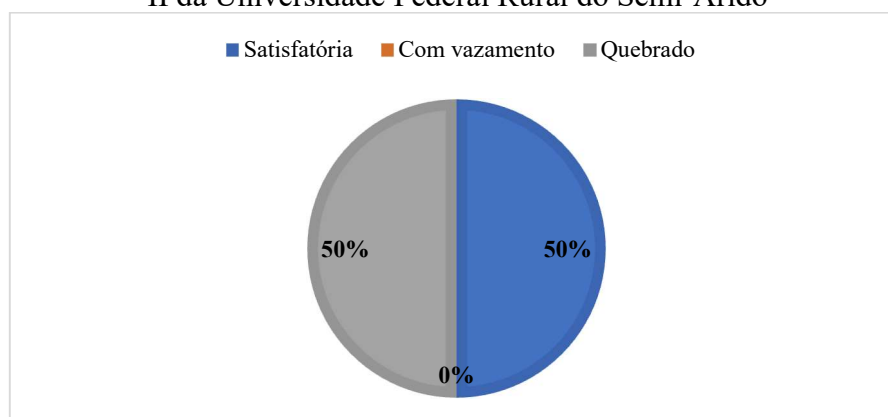


Fonte: Autoria Própria (2019)

Das torneiras, 100% são de acionamento convencional, destas nenhuma possuem arejador. Em relação as condições de operação das mesmas, 100% apresentam desempenho satisfatório de uso.

Em relação aos mictórios identificados, 100% são de uso individual com acionamento convencional. Das condições de operação dos mictórios, 50% apresentam boa condição de uso, e os outros 50% estão quebrados (Figura 42).

Figura 42: Condições de operação dos mictórios identificadas no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

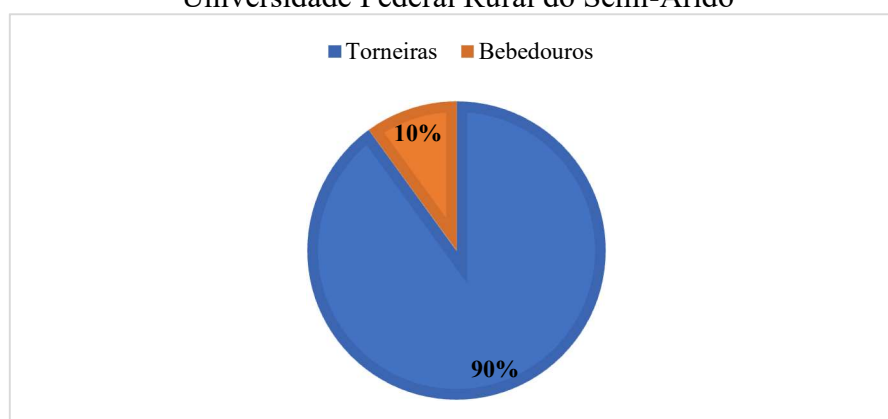


Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.2.2 Levantamento e caracterização dos equipamentos hidráulicos das salas existentes nos laboratórios

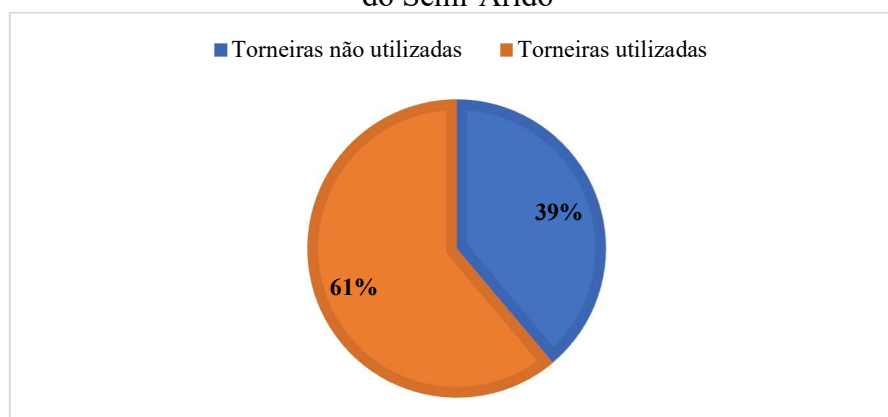
Foram levantados 20 pontos de utilização externo aos banheiros (Figura 43), são eles torneiras (90%) e bebedouro (10%). Quanto às torneiras (Figura 44), 39% não são utilizadas por haver pouca demanda nas salas. Todas elas apresentam condições satisfatórias de uso, assim como os bebedouros.

Figura 43: Pontos de utilização de água identificados no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 44: Torneiras em uso no Laboratório de Engenharia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria Própria (2019)

Em relação aos bebedouros, o consumo total estimado é de 46,75 L.dia⁻¹ (Tabela 7), considerando a vazão 0,0194 L.s⁻¹ medida in loco e que cada aluno utilizará o aparelho 1 vez ao dia. Além disso, foi observada uma perda de 13,69% de água decorrente da utilização do bebedouro.

Tabela 7: Consumo de água diário do bebedouro do Laboratório de Engenharia II

Q_{beb}^1 (L.s ⁻¹)	t^2 (s.uso ⁻¹)	P^3 (usuário)	n_{usos}^4 (uso.dia ⁻¹ .usuário ⁻¹)	C_{beb} diário ⁵ (L.dia ⁻¹)	Perda diária (L.dia ⁻¹)	Percentagem de perda de água diária (%)
0,0194	10,00	241,0000	1,00	46,75	6,40	13,69

¹ Q_{beb} = vazão do bebedouro [L.s⁻¹]; ² t = tempo de acionamento do bebedouro por pressão [s.usuários⁻¹.uso⁻¹]; ³ P = usuários do bebedouro [usuário]; ⁴ n_{usos} = número de utilizações do bebedouro [uso.dia⁻¹];
Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3 DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS

Para determinação das ações recomendadas nesta pesquisa foi realizada uma investigação técnica sobre o uso da água em laboratórios na UFERSA e feito uma revisão bibliográfica relacionada ao assunto.

As ações foram sugeridas de acordo com os problemas existentes nas edificações. Logo, foram sugeridos os responsáveis pela realização dessas ações, os locais de intervenção e o procedimento a ser adotado (Quadro 10). Essas etapas foram formuladas de acordo com o diagnóstico da situação corrente na UFERSA.

Quadro 10: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água nos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continua)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia
What? - O que?	Why? - Por quê?	Who? - Quem?	Where? - Onde?	How? - Como?
Instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo	Equipamento laboratorial que descarta muita água em seu funcionamento	SIN - Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços	Laboratório de Engenharia II	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. A execução e manutenção será realizada pela Diretoria de Manutenção e Serviços Gerais - DMSG.
Instalação de um sistema de reaproveitamento da água descartada dos bebedouros para irrigação de plantas externas aos blocos	Equipamento consumidor de água que descarta o volume considerável de água		Laboratório de Engenharia I e II	
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais que demandam muita água	SIN - Diretoria de Manutenção e Serviços	Laboratório de Engenharia II	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. Em seguida, deverão ser repassados para DMSG, que solicitará a empresa terceirizada contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos (dispensa a licitação). Os insumos serão de responsabilidade da empresa contratada, assim como a instalação dos aparelhos, sendo supervisionada pela DMSG.
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L			Laboratório de Engenharia I e II	
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não o possuem				

Quadro 10: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água nos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continuação)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por quê?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>
Substituição do registro de pressão de mictório individual por válvula de fechamento automático			Laboratório de Engenharia II	
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN - Diretoria de Manutenção e Serviços	Laboratório de Engenharia I e II	A SIN será responsável pelo levantamento, especificações e elaboração do edital de licitação. A empresa que auferir a licitação será responsável pela instalação dos hidrômetros, sob supervisão dos engenheiros da SIN.
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Desperdício de água			A correção dos vazamentos deve ser requisitada. Como nem todos usuários têm acesso a plataforma SI-API, a requisição deve ser encaminhada a quem possui acesso. Então, a correção dos vazamentos será feita pela empresa contratada, assim que possível.
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	Possível desperdício 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.

Fonte: Autoria Própria (2019)

A sugestão dos prazos para que essas ações sejam efetivadas foi definida por intermédio da matriz GUT, assim levando em consideração as ações propostas, foram atribuídas pontuações que variaram de 1 a 5, de acordo com o fator avaliado. Para as três variáveis (G, U, T) foi calculada a média das pontuações sugeridas por 4 funcionários da SIN e, depois, foi calculado o produto das pontuações para cada ação, definindo as prioridades. As pontuações sugeridas e as prioridades obtidas por meio das análises efetuadas são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Priorização das ações do plano de gerenciamento da demanda de água dos Laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT

Ações	G	U	T	G x U x T	Prioridade
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	4,5	4,0	4,5	81,0	1
Instalação de hidrômetros nas edificações	4,5	3,0	4,3	57,4	2
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	4,3	3,5	3,8	55,8	3
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo	3,8	3,0	3,5	39,4	4
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L	3,5	3,0	3,5	36,8	5
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não o possuem	3,8	2,0	3,8	28,1	6
Instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo	3,5	2,5	3,0	26,3	7
Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	4,0	1,5	3,0	18,0	8
Substituição do registro de pressão de mictório individual por válvula de fechamento automático	3,0	1,5	3,3	14,6	9
Instalação de um sistema de reaproveitamento da água descartada dos bebedouros para irrigação de plantas externas aos blocos	2,0	2,0	2,8	11,0	10

Fonte: Autoria Própria (2019)

De acordo com os resultados da matriz GUT, as ações que devem ser realizadas em curto prazo, em ordem de prioridade, é a correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários (81,0 pontos). Os funcionários da Superintendência de Infraestrutura percebem a importância da realização da prioridade 1, visto que, gera um consumo significativo de água na qual poderia ter outro fim.

Conforme os resultados obtidos por meio da matriz GUT, as ações que devem ser realizadas a médio prazo, em ordem de prioridade, são: instalação de hidrômetros nas edificações (57,4 pontos), implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas (55,8 pontos), substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo (39,40 pontos), substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo (36,8 pontos), instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não o possuem (28,1 pontos), instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo (26,3 pontos).

A consumação da ação de prioridade 2 seria de fundamental importância, pois atualmente não conhece o consumo real na instituição. Vale ressaltar que esta ação iria refletir na identificação de vazamentos, uma vez que, caso o existisse, identificaria de acordo com o consumo elevado. Dessa forma, iria contribuir para realização da prioridade 1. Os questionados concordam com a relevância da implantação de programa que abranja o acompanhamento e manutenção de instalações hidráulicas, apesar da escassez de mão de obra na UFERSA para realização da prioridade 3.

A médio prazo são englobadas quase todas ações de substituição de aparelhos convencionais por poupadores de água, como também a instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo.

E por fim, a longo prazo, devem ser realizadas as seguintes ações: substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador (18 pontos), substituição do registro de pressão de mictório individual por válvula de fechamento automático (14,6 pontos), instalação de um sistema de reaproveitamento da água descartada dos bebedouros para irrigação de plantas externas aos blocos (11 pontos).

De acordo com os funcionários da SIN, alguns problemas mencionados já estão sendo solucionados, como por exemplo, a ação de prioridade 2. Ainda foi informado pelos questionados que a partir do momento que um aparelho hidrossanitário dá problema, a troca é realizada por um aparelho poupador de água.

As ações apresentadas na Quadro 10 foram orçadas, conforme a planilha orçamentária apresentada na Figura 45, baseada nas composições de custos unitários contidas no Apêndice F, com exceção da ação de prioridade 1, visto que para a correção é necessária a análise individual de cada vazamento.

Figura 45: Custos para implantação de diretrizes de gerenciamento da demanda de água nos laboratórios de Engenharia I e II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS	OBRA:	Diretrizes para gerenciamento de água		
		CAMPUS:	Mossoró		
		LOCAL:	Laboratório de Engenharia I e II		

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA					
*BDI: 23,05%					
1. Diretrizes para gerenciamento de água					
Item	Descrição dos serviços	Unidade	Quantidade	Preço	
				Unitário (R\$)	Total (R\$)
1.1	Válvula de descarga com acionamento duplo	und	11	R\$299,99	R\$3.299,94
1.2	Bacia sanitária com caixa acoplada com acionamento duplo	und	10	R\$315,90	R\$3.158,99
1.3	Torneira de mesa com fechamento automático hidromecânico	und	21	R\$214,08	R\$4.495,63
1.4	Arejador de metal cromado	und	18	R\$36,95	R\$665,14
1.5	Válvula hidromecânica para mictório	und	3	R\$308,03	R\$924,09
1.6	Reservatório de água capacidade 1000L	und	1	R\$434,86	R\$434,86
1.7	Kit cavalete para medição de água + hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m³ por hora	und	2	R\$204,51	R\$409,02
1.8	Tubulação 32 mm	m	25	R\$36,03	R\$900,76
TOTAL GERAL (R\$)					R\$14.288,43

Fonte: Autoria própria (2019)

O custo total para implantação do plano nos Laboratórios de Engenharia I e II é de R\$ 14.288,43. Entretanto, deve-se destacar a importância de um estudo minucioso quanto a outras ações que se mostrem relevantes durante a aplicação das intervenções descritas, complementando a efetividade do plano de gerenciamento da demanda de água. Outras ações que também podem ser destacadas são as educacionais, como implementação de campanhas de conscientização, que será apresentada no item 4.3.2.

Por fim, considerando as sete indagações apontadas pelo método 5W2H para elaboração de um plano de intervenção, a síntese dos resultados obtidos é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continua)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prazo	Valor
What? - O que?	Why? - Por quê?	Who? - Quem?	Where? - Onde?	How? - Como?	When? – Quando?	How much? – Quanto?
Instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo	Equipamento laboratorial que descarta muita água em seu funcionamento	SIN - Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)	Laboratório de Engenharia II	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. A execução e manutenção será realizada pela Diretoria de Manutenção e Serviços Gerais - DMSG.	Médio prazo - 3 meses a 1 ano	R\$434,86
Instalação de um Sistema de reaproveitamento da água descartada dos bebedouros para irrigação de plantas externas aos blocos	Equipamento consumidor de água que descarta o volume considerável de água	SIN - Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)	Laboratório de Engenharia I e II	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. Em seguida, o deverão ser repassados para DMSG, que solicitará a empresa terceirizada contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos (dispensa a licitação). Os insumos serão de responsabilidade da empresa contratada, assim como a instalação dos aparelhos, sendo supervisionada pela DMSG.	Longo prazo - 1 a 2 anos	R\$900,76
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais que demandam muita água	SIN - Diretoria de Manutenção e Serviços			Médio prazo - 3 meses a 1 ano	R\$3.299,94
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo 6 e 3L						R\$3.158,99
Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador					Longo prazo - 1 a 2 anos	R\$4.495,63
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não o possuem					Médio prazo - 3 meses a 1 ano	R\$665,14
Substituição do registro de pressão de mictório individual por válvula de fechamento automático					Longo prazo - 1 a 2 anos	R\$924,09

Quadro 11: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continuação)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prazo	Valor
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por quê?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>	<i>When? – Quando?</i>	<i>How much? – Quanto?</i>
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN - Diretoria de Manutenção e Serviços	Laboratório de Engenharia I e II	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. Em seguida, o deverão ser repassados para DMSG, que solicitará a empresa terceirizada contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos (dispensa a licitação). Os insumos serão de responsabilidade da empresa contratada, assim como a instalação dos aparelhos, sendo supervisionada pela DMSG.	Médio prazo - 3 meses a 1 ano	R\$434,86
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Desperdício de água	SIN - Diretoria de Manutenção e Serviços			Curto prazo - 1 a 3 meses	-
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	Possível desperdício de água	SIN - Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)			Médio prazo - 3 meses a 1 ano	-

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3.1 Análise da viabilidade ambiental das ações propostas

A análise da viabilidade ambiental das ações tecnológicas sugeridas se deu após as ações propostas neste estudo. Para isso, foi necessário estimar o consumo de água dos mesmos.

O consumo nos destiladores de água foi levantado a partir do seu funcionamento diário, considerando o volume de água descartada e destilada, por meio da Equação 2. Portanto, o consumo diário de água nos destiladores de água presentes no Laboratório de Engenharia II é 203 L.dia⁻¹.

O consumo de água nos bebedouros foi estimado levando em consideração a quantidade de pessoas que frequentam as edificações em estudo, a vazão dos bebedouros de cada prédio e o tempo acionamento do bebedouro pelo usuário e a quantidade de vezes que ele (Equação 3).

Para a análise da viabilidade ambiental das ações sugeridas nos banheiros dos laboratórios foi desconsiderado o chuveiro, visto que a utilização do mesmo era pequena, para o estudo, assim como as duchas higiênicas.

Inicialmente, foi calculado a distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários (DCA_i) e vazamentos (DCA_{vaz}). Primeiramente, foi calculado o consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários (CMU_i) instalados nos banheiros das edificações separadamente, por meio da Equação 4. Os dados obtidos estão descritos na Tabela 9 e 10.

Tabela 9: Consumo médio de água por uso dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros do Laboratório de Engenharia I

Aparelhos hidrossanitários <i>i</i>	Tipos <i>k</i> de aparelhos hidrossanitários	<i>n_k</i>¹	<i>C_{uso k}</i>² [L.uso⁻¹]	CMU³ [L.uso⁻¹]¹
Bacia Sanitária	Válvula de descarga	8	10,2	10,2
Torneira	Convencional	6	1,04	1,04
Mictório	Convencional	3	1,58	1,58

¹*n_k* = número de aparelhos hidrossanitários *i* do tipo *k*. ²*C_{uso k}* = consumo de água por uso do aparelho hidrossanitário *i* do tipo *k*. ³CMU_i = consumo médio de água por uso do aparelho hidrossanitário *i*.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 10: Consumo médio de água por uso dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros do Laboratório de Engenharia II

Aparelhos hidrossanitários i	Tipos k de aparelhos hidrossanitários	n_k¹	$C_{uso\ k}$² [L.uso⁻¹]	CMU³ [L.uso⁻¹]
Bacia Sanitária	Válvula de descarga	3	10,2	6,97
	Caixa acoplada - acionamento de 6 L	10	6	
Torneira	Convencional	15	1,04	1,04
Mictório	Hidromecânico	4	1,05	1,05

¹ n_k = número de aparelhos hidrossanitários i do tipo k . ² $C_{uso\ k}$ = consumo de água por uso do aparelho hidrossanitário i do tipo k . ³ CMU_i = consumo médio de água por uso do aparelho hidrossanitário i .

Fonte: Autoria própria (2019)

Desta forma, cada uso das bacias sanitárias do bloco de Engenharia I e II consome em média 10,2 L de água, as torneiras 1,04 L e os mictórios 1,58 L. Já no bloco de Engenharia II, a cada uso das bacias sanitária irá consumir em média 6,97 L de água, as torneiras 1,04 L e os mictórios 1,05 L.

Para estimar o consumo total de água dos aparelhos hidrossanitários ($c_{tot\ i}$), utilizou a porcentagem de usuários que utilizam os mesmos (P_{ij}), a frequência de utilização (f_j), o consumo médio por uso de cada aparelho hidrossanitário (CMU_i) e o número total de usuários ($n_{usuários}$), sendo, 84 usuários do Laboratório de Engenharia I (representados por 46 usuários que responderam ao questionário) e 241 usuários do Laboratório de Engenharia II (representados por 71 usuários). Com os referidos dados, foi estimado o consumo total de água dos aparelhos hidrossanitários ($c_{tot\ i}$) nos dois laboratórios, apresentado na Tabela 11 e 12.

Tabela 11: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia I

Engenharia 1						
Aparelhos hidrossanitários <i>i</i>	<i>CMU-nusuários</i>		<i>P</i> _{ij} ² (%)	<i>j</i> ³ [usos.dia ⁻¹]	Σ (<i>P</i> _{ij} · <i>j</i>) [usos.dia ⁻¹]	<i>c</i> _{tot i} ⁴ [L.dia ⁻¹]
	100 [L.uso-1]					
Bacia Sanitária	8,57		50	0	91,30	782,30
			21,74	1		
			19,57	2		
			6,52	3		
			0,00	4		
			2,17	5		
Torneira	0,87		15,22	0	219,57	191,81
			21,74	1		
			23,91	2		
			17,39	3		
			10,87	4		
			10,87	5		
Mictório	1,33		34,78	0	123,91	164,46
			28,26	1		
			19,57	2		
			13,04	3		
			4,35	4		
			0,00	5		

¹ CMU_i = consumo médio por uso do aparelho hidrossanitário *i*; $n_{usuários}$ = número total de usuários. ² P_{ij} = porcentagem de usuários que utilizam *j* vezes o aparelho hidrossanitário *i*. ³ j = número de usos por dia do aparelho hidrossanitário *i*. ⁴ $c_{tot\ i}$ = consumo diário de água do aparelho hidrossanitário *i*.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 12: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários do Laboratório de Engenharia II

Aparelhos hidrossanitários <i>i</i>	$\frac{CMU \cdot n_{usuários}}{100}$ [L.uso-1]	P_{ij}^2 (%)	j^3 [usos.dia⁻¹]	$\sum (P_{ij} \cdot j)$ [usos.dia⁻¹]	$c_{tot\ i}^4$ [L.dia⁻¹]
Bacias Sanitária	16,80	23,68	0	138,16	2.320,48
		42,11	1		
		19,74	2		
		6,58	3		
		2,63	4		
		5,26	5		
Torneira	2,51	9,21	0	218,42	547,45
		32,89	1		
		22,37	2		
		13,16	3		
		10,53	4		
		11,84	5		
Mictório	0,88	47,37	0	113,16	99,81
		22,37	1		
		14,47	2		
		6,58	3		
		3,95	4		
		5,26	5		

¹ CMU_i = consumo médio por uso do aparelho hidrossanitário *i*; $n_{usuários}$ = número total de usuários. ² P_{ij} = porcentagem de usuários que utilizam *j* vezes o aparelho hidrossanitário *i*. ³ j = número de usos por dia do aparelho hidrossanitário *i*. ⁴ $c_{tot\ i}$ = consumo diário de água do aparelho hidrossanitário *i*.

Fonte: Autoria própria (2019)

Desta forma, os consumos médios diários decorrentes dos usos dos aparelhos hidrossanitários no Laboratório de Engenharia I, são: 782,303 L para as bacias sanitárias, 191,81 L para as torneiras e 164,46 L para os mictórios. Já os consumos médios diários decorrentes dos usos dos aparelhos hidrossanitários no Laboratório de Engenharia II são: 2.320,48 L para as bacias sanitárias, 547,45 L para as torneiras e 99,81 L para os mictórios. Em relação as duchas higiênicas, os usuários informaram que não utilizam tal aparelho, portanto, é irrelevante para fins de cálculo.

Os consumos foram estimados de acordo com a percepção dos usuários, e para verificar se esses valores estão dentro de um limite aceitável, esses deveriam ser comparados com o consumo real dos laboratórios em estudo, mas isso não é possível, porque esses locais não possuem medição setorizada.

Para verificar o consumo total decorrente de vazamentos ($c_{tot\ vaz}$), foram utilizadas as estimativas médias de consumo para vazamentos do tipo *q* ($c_{vaz\ q}$) sugeridos por Gonçalves *et*

al. (2005) e Fujimoto, Nunes e Ilha (2002) apresentados item 2.2.2. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 13 e 14.

Tabela 13: Consumo total de água decorrente de vazamentos no Laboratório de Engenharia I

Vazamentos do tipo q	$n_{vaz\ q}^1$	$c_{vaz\ q}^2$ [L.dia ⁻¹]	$n_{vaz\ q} \cdot c_{vaz\ q}$ [L.dia ⁻¹]	$c_{tot\ vaz}^3$ [L.dia ⁻¹]
Torneira com vazamento em gotejamento lento	1	8	8	189,5
Bacia sanitária com vazamento não visíveis	3	60,5	181,5	

¹ $n_{vaz\ q}$ = número de vazamentos do tipo q . ² $c_{vaz\ q}$ = consumo de água por vazamento do tipo q . ³ $c_{tot\ vaz}$ = consumo total decorrente de todos os vazamentos.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 14: Consumo total de água decorrente de vazamentos no Laboratório de Engenharia II

Vazamentos do tipo q	$n_{vaz\ q}^1$	$c_{vaz\ q}^2$ [L.dia ⁻¹]	$n_{vaz\ q} \cdot c_{vaz\ q}$ [L.dia ⁻¹]	$c_{tot\ vaz}^3$ [L.dia ⁻¹]
Bacia sanitária com vazamento em filetes visíveis	1	144	144	204,5
Bacia sanitária com vazamento não visíveis	1	60,5	60,5	

¹ $n_{vaz\ q}$ = número de vazamentos do tipo q . ² $c_{vaz\ q}$ = consumo de água por vazamento do tipo q . ³ $c_{tot\ vaz}$ = consumo total decorrente de todos os vazamentos.

Fonte: Autoria própria (2019)

Por tanto, o consumo decorrente de vazamentos nos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I e II é de 189,5 L.dia⁻¹ e 204,5 L.dia⁻¹, nessa ordem.

Os consumos das torneiras das salas do Laboratórios de Engenharia I e II foram estimados de acordo com a quantidade de torneiras, da frequência de uso, tempo de utilização e vazão, apresentados na Tabela 15 e 16.

Tabela 15: Consumo de água das torneiras existentes nas salas do Laboratório de Engenharia I

Frequência de uso [dias.semana ⁻¹]	Tempo de utilização [s.d ⁻¹]	Quantidade de torneiras	Vazão das torneiras [L.s ⁻¹]	Cálculo da estimativa de consumo diário [L.dia ⁻¹]
3	720	1	0,1	72
3	180	1	0,1	18
5	180	1	0,1	18
3	180	1	0,1	18
2	180	1	0,1	18
TOTAL				144

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 16: Consumo de água das torneiras existentes nas salas do Laboratório de Engenharia II

Frequência de uso [dias.semana ⁻¹]	Tempo de utilização [s.d ⁻¹]	Quantidade de torneiras	Vazão das torneiras [L.s ⁻¹]	Cálculo da estimativa de consumo diário [L.dia ⁻¹]
5	3600	2	0,1	720
5	3600	2	0,1	720
5	180	2	0,1	36
2	180	1	0,1	18
5	3600	1	0,1	360
2	180	1	0,1	18
5	180	1	0,1	18
TOTAL				1890

Fonte: Autoria própria (2019)

Não foi identificado vazamentos nas torneiras levantadas nos Laboratórios de Engenharia I e II, desta forma, a parcela de vazamento não é contabilizada nos cálculos, portanto, o consumo total nos laboratórios de Engenharia I e II (C_{TOTAL}) é igual ao consumo total das torneiras $c_{torneira}$, ou seja, 144 L.dia⁻¹ e 1.890 L.dia⁻¹, respectivamente. Com isso, estimou-se que o consumo total nos laboratórios em estudo é 2.034 L.dia⁻¹

Dessa forma, o consumo total nos laboratórios, decorrente dos usos dos aparelhos de alto consumo de água, aparelhos hidrossanitários e vazamentos dos banheiros (C_{TOTAL}) é apresentado na Tabela 17 e 18.

Tabela 17: Consumo total de água nos banheiros do Laboratório de Engenharia I

Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos bebedouros [L.dia⁻¹]
Bebedouros de água	18,90
$\Sigma 1$	18,90
Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários [L.dia⁻¹]
Bacias sanitárias	782,30
Torneiras	191,81
Mictórios	164,46
$\Sigma 2$	1.138,57
Consumo diário decorrente dos vazamentos [L.dia⁻¹]	
Vazamentos	189,50
$\Sigma 3$	189,50
Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos das torneiras nas salas [L.dia⁻¹]
Torneiras	144,00
$\Sigma 4$	144,00
Consumo total nos laboratórios (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	
$\Sigma 1 + \Sigma 2 + \Sigma 3 + \Sigma 4$	1.490,97

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 18: Consumo total de água nos banheiros do Laboratório de Engenharia II

Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos destiladores de água [L.dia⁻¹]
Destiladores de água	203,00
$\Sigma 1$	203,00
Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos bebedouros [L.dia⁻¹]
Bebedouros de água	46,75
$\Sigma 2$	46,75
Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários [L.dia⁻¹]
Bacias sanitárias	2.320,48
Torneiras	547,45
Mictórios	99,81
$\Sigma 3$	2.967,73
Consumo diário decorrente dos vazamentos [L.dia⁻¹]	
Vazamentos	204,50
$\Sigma 4$	204,50
Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos das torneiras nas salas [L.dia⁻¹]
Torneiras -salas	1.890,00
$\Sigma 5$	1.890,00
Consumo total nos laboratórios (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	
$\Sigma 1 + \Sigma 2 + \Sigma 3 + \Sigma 4$	5.311,99

Fonte: Autoria própria (2019)

Assim, o consumo total de água nos Laboratórios de Engenharia I e II é de 1.490,97 e 5.311,99 L.dia⁻¹, respectivamente, totalizando 6.8024,96 L.dia⁻¹ ou 6,80 m³. dia⁻¹. Considerando 22 dias úteis no mês, o consumo é de 149,66 m³. mês⁻¹. A diferença do consumo entre as edificações estudadas se dá devido a finalidade de ambos, uma vez que o Laboratório de Engenharia I é mais específico para aulas laboratoriais, já o Laboratório de Engenharia II funciona como uma central de aula, onde a demanda de aluno é bem superior ao Laboratório de Engenharia I.

Deste modo, com os dados obtidos, é possível calcular a distribuição do consumo de água nos aparelhos laboratoriais de alto consumo, aparelhos hidrossanitários e vazamentos nos banheiros das edificações em estudo, apresentada na Tabela 19 e 20.

Tabela 19: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos nos banheiros do Laboratório de Engenharia I

Componentes consumidores	Consumo nos aparelhos ($c_{tot\ i}$) ou vazamentos ($c_{tot\ vaz}$) [L.dia⁻¹]	Consumo total nos laboratórios (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	DCA [%]
Bacias Sanitárias	782,30	1490,97	52,47
Torneiras	191,81		12,86
Mictórios	164,46		11,03
Vazamentos	189,50		12,71
Torneiras - salas	144,00		9,66
Bebedouro	18,90		1,27

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 20: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos nos banheiros do Laboratório de Engenharia II

Componentes consumidores	Consumo nos aparelhos ($c_{tot\ i}$) ou vazamentos ($c_{tot\ vaz}$) [L.dia⁻¹]	Consumo total nos laboratórios (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	DCA [%]
Destiladores de água	203,00	5311,99	3,82
Bacias Sanitárias	2320,48		43,68
Torneiras	547,45		10,31
Mictórios	99,81		1,88
Vazamentos	204,50		3,85
Torneiras - salas	1890,00		35,58
Bebedouro	46,75		0,88

Fonte: Autoria própria (2019)

Então, do consumo total de água no Laboratório de Engenharia I, 52,47% é decorrente do uso das bacias sanitárias, 12,86% das torneiras dos banheiros, 11,03% dos mictórios, 12,71% dos vazamentos, 9,66% das torneiras das salas e 1,27% dos bebedouros. Já do consumo total de água no Laboratório de Engenharia II, 3,82 % é decorrente do uso dos destiladores de água, 43,68% das bacias sanitárias, 10,31% das torneiras, 1,88% dos mictórios, 3,85 dos vazamentos, 35,58 das torneiras das salas e 0,88% dos bebedouros.

Para obtenção da distribuição de consumo de água envolvendo as duas edificações, é necessário somar o consumo de água nos aparelhos, como também a do consumo total de água dos laboratórios, apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Distribuição do consumo de água nos Laboratórios de Engenharia I e II

Componentes consumidores	Consumo nos aparelhos ($C_{tot\ i}$) ou vazamentos ($C_{tot\ vaz}$) [L.dia⁻¹]	Consumo total nos laboratórios (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	DCA [%]
Destiladores de água	203,00	6802,95	2,98
Bebedouros	65,65		0,97
Bacias Sanitárias	3102,77		45,61
Torneiras	739,26		10,87
Mictórios	264,26		3,88
Vazamentos	394,00		5,79
Torneiras -salas	2034,00		29,90

Fonte: Autoria própria (2019)

Com isto, do consumo médio total têm-se: 2,98% do consumo médio de água é decorrente do uso dos destiladores, 0,97% dos bebedouros, 44,61% das bacias sanitárias, 10,87% das torneiras dos banheiros, 3,88% dos mictórios, 5,79% dos vazamentos e 29,90% as torneiras das salas.

Em geral as bacias sanitárias têm papel significativo no consumo de água nas universidades, em pequeno comparativo a resultados encontrados em algumas IES, como é o caso da UFCG, que de acordo com Gomes (2013), 27,8% do consumo de água na instituição é decorrente do uso das bacias sanitárias. Valor aproximado ao da UFCG foi encontrado por Araújo (2018) em seus estudos, na qual identificou que 27,07% do consumo de água da UEPB é oriundo do uso das bacias sanitárias.

O conhecimento de como é distribuído o consumo de água por aparelho hidrossanitário em edificações é primordial para saber onde se deve priorizar ações de conservação do uso da água. À vista disso, levando em consideração apenas o fator consumo, a prioridade de ações nos aparelhos hidrossanitários dos banheiros dos laboratórios deve ser a seguinte: bacias sanitárias, torneiras e mictórios. Ressaltando-se a importância da correção de vazamentos existentes antes de qualquer intervenção.

Neste contexto, na Tabela 22 são apresentados os resultados dos índices de redução do consumo de água oriundos das simulações dos cenários de gerenciamento da demanda de água apresentados no Quadro 9 (item 3.2.6.2).

Tabela 22: Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água (continua)

n°	Descrição do cenário	DCA ¹ [%]	(C _{TOTAL}) ² [L.dia ⁻¹]	CAA _i ou CD _{vaz} ³ [L.dia ⁻¹]	Fr ⁴	EDA ⁵ [L.dia ⁻¹]	IR ⁶ [%]
1	Instalação de um reservatório para a captação da água de resfriamento descartada nos destiladores de água no Laboratório de Engenharia II	2,98	6802,95	203,00	0,014778	200,00	2,94
2	Instalação de um sistema para utilização da água descartada dos bebedouros para irrigação das plantas na área externa do prédio	0,97		65,65	0,75	16,60	0,24
3	Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo	23,89		1625,26	0,4	975,16	14,33
4	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo	21,72		1477,51	0,6	591,00	8,69
5	Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo + substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo	45,61		3102,77	-	1566,16	23,02
6	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	10,87		739,26	0,67	243,96	3,59
7	Instalação de arejadores nas torneiras convencionais das salas dos laboratórios	29,90		2196,00	0,57	944,28	12,86
8	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático	1,66		113,26	0,66	38,51	0,57
9	Correção de vazamentos	5,79		394,00	0	394,00	5,79

¹ DCA = distribuição do consumo de água. ² C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios. ³ CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados nos laboratórios. ³ CD_{vaz} = consumo médio diário decorrente de vazamentos. ⁴ Fr = fator de redução do consumo de água. ⁵ EDA = economia de água. ⁶ IR = índice de redução do consumo.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 22: Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água (continuação)

n°	Descrição do cenário	DCA ¹ [%]	(C _{TOTAL}) ² [L.dia ⁻¹]	CAA _i ou CD _{vaz} ³ [L.dia ⁻¹]	Fr ⁴	EDA ⁵ [L.dia ⁻¹]	IR ⁶ [%]
10	Instalação de um reservatório para a captação da água de resfriamento descartada nos destiladores de água no Laboratório de Engenharia II + instalação de um sistema para utilização da água descartada dos bebedouros para irrigação das plantas na área externa do prédio + substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo + substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + instalação de arejadores nas torneiras convencionais das salas dos laboratórios + substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático + correção de vazamentos	97,83		6651,95	-	3333,85	49,01

¹ DCA = distribuição do consumo de água. ² C_{TOTAL} = consumo total de água nos laboratórios. ³ CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados nos laboratórios. ³ CD_{vaz} = consumo médio diário decorrente de vazamentos. ⁴ Fr = fator de redução do consumo de água. ⁵ EDA = economia de água. ⁶ IR = índice de redução do consumo.

Fonte: Autoria própria (2019)

Por meio da análise dos resultados das simulações, é indicada a viabilidade ambiental da adoção dessas medidas, com redução do consumo de água de até 49,01%. O cenário 10 é o que proporciona maior economia: 3.333,85 L.dia⁻¹, o mesmo que 3,33 m³.dia⁻¹. E, considerando 22 dias úteis, a economia é de, 73,34 m³. mês⁻¹.

Vale salientar que as simulações foram realizadas em apenas dois laboratórios da instituição, em torno de 8,7% do total de laboratórios. Com isto, se for realizado um estudo propondo a implantação de soluções para redução do consumo de água, o número será bem significativo.

4.3.2 Alternativas para reduzir o desperdício de água nos Laboratórios de Engenharia I e II

Diante do cenário, as soluções para o uso racional da água consistem nas possíveis alternativas de redução do consumo, que contemplem atuações na demanda de água, ou seja, na forma de utilização da água, visando o seu uso racional minimizando perdas e desperdícios. Existem inúmeras alternativas para a redução do consumo de água potável que atuam na oferta e disponibilidade de água, contribuindo, também, e não menos importantes, para a conservação do recurso.

As alternativas compreendem ações como: reutilização da água descartada dos aparelhos de alto consumo de água, reaproveitamento da água descartada dos bebedouros, correção de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por equipamentos poupadores de água, manutenção periódica dos equipamentos hidrossanitários, bem como campanhas de conscientização. Porém, destaca-se que, as ações implementadas isoladamente, podem não caracterizar exatamente estes programas, que, em geral, atuam na demanda e controle. Portanto, a aplicação de um programa do tipo com ações estruturadas é apontada como uma solução ideal.

4.3.2.1 Reutilização da água descartada dos aparelhos de alto consumo de água

Levando-se em consideração a necessidade de sanar o problema do desperdício de água em laboratórios da UFERSA, há diversas possibilidades para implantação de um sistema que possa coletar, armazenar e reinserir a água de descarte dos aparelhos de alto consumo de água, bem como, verificar-se a disponibilidade de reutilização desta água para outras finalidades.

Rondon, Ribeiro Júnior e Silva (2017) concluíram que apesar da água residual sofrer algumas alterações durante o processo de destilação, os resultados apontam que esta água

enquadra-se nos parâmetros de água potável podendo desta forma ser reutilizada para: limpeza de instrumentos, bancadas e equipamentos utilizados em ensaios; aplicação em ensaios que não necessitem de água destilada para sua execução e também para novas destilações.

A água descartada pode ser reutilizada para usos não potáveis, como lavagens das vidrarias nos próprios laboratórios, lavar calçadas, paredes, ou regar áreas verdes, sem necessidade de um tratamento específico, pois em diversos estudos mostrou que sua qualidade é similar à da água da torneira. A instalação de reservatórios para armazenar a água é ideal, pois o volume de água potável utilizada no processo de destilação é alto, proporcionando economia e consumo sustentável da água.

Após a medição dos laboratórios constatou-se que o reservatório teria certas restrições quanto às dimensões, devido ao fato do laboratório ter pouco espaçamento entre o reservatório e a pia, podendo após a sua instalação ocorrer problemas de acessibilidade por parte dos usuários na hora da lavagem dos materiais. Com isso, concluiu-se que a melhor opção de instalar o reservatório seria na parte de externa do laboratório, visto que já existem reservatórios para armazenamento da água oriunda do abastecimento da universidade. E em seguida dimensionado um sistema hidráulico para utilização dessa água nas salas da edificação, banheiro e limpeza.

4.3.2.2 Reaproveitamento da água descartada dos bebedouros

Santos, Silva e Romagnoli (2015) destacaram em seus estudos a importância do reúso da água dos bebedouros na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Ilha Solteira, visto que perda de água que variou de 20 a 25%, de acordo com a média semanal. Observaram que, em média, 250 alunos consomem 250 litros de água por dia e que a perda foi de 40 a 60 L.dia⁻¹, perfazendo uma média de 1.000 L. mês⁻¹. Como o reúso da água em questão é para fins menos nobres (irrigação de jardim), não há necessidade de análises químicas ou bacteriológicas.

Desta forma, seria interessante implantar nos laboratórios da UFERSA um sistema de reaproveitamento de água, tendo em vista a quantidade de água que é desperdiçada. Para isso seria importante antes de tudo um planejamento para verificar a viabilidade e funcionamento do sistema. Uma possibilidade seria um sistema de drenagem que transportasse essa água dos bebedouros até a área externa das unidades para que a mesma fosse aproveitada para irrigação.

4.3.2.3 Correção de vazamentos

A correção de vazamentos é mencionada por diversos autores como a prática mais eficiente para o uso racional da água. Esta ação é sempre o primeiro passo para reduzir os desperdícios de água relacionados às perdas, ou seja, toda água potável disponível e perdida antes de ser utilizada para determinado fim.

Mendes (2006) descreve esta etapa como geralmente o ponto crítico do sistema, a primeira ação, que pode provocar um impacto significativo no consumo de água, além de preparar os sistemas para receber as trocas de equipamentos. A autora também acrescenta que é de fundamental importância que a correção de vazamentos seja feita antes da substituição dos equipamentos convencionais por economizadores, para que se tenha condições de monitorar o impacto das alterações no consumo.

4.3.2.4 Troca de equipamentos convencionais por equipamentos poupadores de água

A substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por economizadores de água, depois da correção de vazamentos, é a prática mais eficiente referente ao uso racional da água. Podem ser substituídos: as bacias sanitárias, os mictórios, as torneiras e ainda os chuveiros.

No levantamento geral das edificações, constatou-se que ainda existe nos laboratórios uma grande quantidade de equipamentos convencionais e com alto consumo de água, comparados com as opções existentes de equipamentos economizadores, assim sendo indicados para substituição. Estes totalizam: 21 torneiras de lavatório de banheiro, 23 torneiras de uso laboratorial, 21 bacias sanitárias (sendo 10 com válvulas de descarga e 11 com caixa acoplada de 6L), 7 mictórios individual (sendo 3 convencionais e 4 hidromecânico), 4 duchas e 2 chuveiros.

Para as torneiras de lavatório dos banheiros, há as seguintes alternativas de equipamentos economizadores existentes no mercado, para a substituição:

- a) torneira de fechamento automático, com vazão entre 0,07 e 0,10 L.s⁻¹;
- b) torneira de acionamento foto elétrico, com vazão de 0,05 L.s⁻¹;
- c) torneira com arejador, com vazão de 0,05 L.s⁻¹.

Outra opção para economia de água nas torneiras existentes é o uso de arejador nas mesmas (DECA, 2019). As torneiras de fechamento automático e foto elétrico já vêm dotadas de arejador, porém este dispositivo, em alguns casos, é adaptável às torneiras comuns

existentes, devendo-se verificar esta possibilidade com os fabricantes. Esta alternativa, se viável para a UFERSA, é mais econômica tendo em vista que não há a troca do equipamento. É a opção mais indicada também para o uso nos laboratórios, visto que neste ambiente há uma necessidade de água corrente.

A economia gerada pelas trocas de torneiras convencionais de água pode chegar até 15% do consumo total estimado neste estudo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da universidade.

Para as bacias sanitárias, entre as possíveis alternativas para a substituição por bacias de caixa acoplada com sistema *dual-flush* ou com válvula de descarga, com sistema *dual-flush*.

Neste caso, recomenda-se, como melhor solução, adotar um padrão para todas as bacias sanitárias e sistemas de descarga das edificações, facilitando e padronizando os serviços de manutenção. Porém, como a edificação tem sanitários para públicos diferentes e consequentes fluxos diferentes, pode-se adotar a alternativa mais adequada para cada ambiente sanitário. Assim, para os banheiros de maior fluxo, recomenda-se o uso de bacias com dispositivos de descarga *dual-flush*, que oferecem duas opções de acionamento de descarga. Uma completa de 6 L, para efluentes sólidos e outra, em torno de 3 L, para efluentes líquidos. Ainda, é importante mencionar que, se o sistema for com válvula de descarga, deve-se adotar a válvula com sistema *dual-flush*. Estima-se que, com a substituição por bacias com sistema economizador, a redução do consumo total de água nos laboratórios seja na ordem de 20,5 %.

No caso dos mictórios propõe-se a instalação de válvula de acionamento automático ou fotoelétrico, por serem estas opções mais indicadas para o uso racional da água. Além disto, indica-se que o ideal seria adotar um padrão para todos os ambientes e o uso de equipamentos antivandalismo nos de maior fluxo.

4.3.2.5 Manutenção periódica dos equipamentos hidrossanitários

Uma vez que se constatou que o serviço de manutenção da parte hidráulica na UFERSA não é realizado periodicamente e sim de acordo com a necessidade e solicitações por meio dos usuários, observa-se, entre as soluções, a importância de se adotar um serviço de manutenção periódico. Assim, após a instalação de equipamentos economizadores é recomendado, segundo diversos autores, que se realizem inspeções periódicas no sistema.

Gonçalves e Jordão (2006) afirma que a medida de operação e manutenção adequada dos aparelhos economizadores está em mesmo nível de importância do uso destes. O autor cita, por exemplo, que a simples limpeza de arejadores é muito importante e deve ser feita

regularmente. Além disso, os fabricantes orientam que as válvulas de descarga devem ter seu reparo trocado com frequência planejada, a fim de manterem a descarga desejada.

Vale salientar que manutenção tende a deixar o sistema mais próximo possível das condições ideais de desempenho, ou seja, com ela o sistema tende a operar satisfatoriamente e com economia.

4.3.2.6 Campanhas de conscientização

As campanhas são uma forma de comunicação importante para estimular a conscientização e sensibilização dos usuários, quanto ao uso da água e sua economia. Principalmente por se tratar de uma instituição localizada no semiárido nordestino, visto que, é um ambiente que na maior parte do ano passa por um período de escassez. As campanhas devem abordar tópicos sobre o porquê do uso racional da água.

As campanhas de conscientização, também conhecidas como de sensibilização, são as mais abrangentes. Vale salientar que estas sejam de fácil entendimento, pois devem abranger todos os usuários da edificação.

As principais formas para as campanhas de conscientização com usuários são: realização de palestras, distribuição de folhetos, alimentação de murais, notícias nas redes sociais e realização de dinâmicas de grupo abordando o tema em questão.

Para os laboratórios observou-se que não há nada que faça referência à conscientização quanto à conservação da água. Além disso, nos sanitários também não foi observado qualquer tipo de cartaz que relacione o uso da água, apenas cartazes conscientizando sobre a limpeza, lixo e higienização dos sanitários. Assim, para sensibilizar os usuários quanto ao uso da água, além das sugestões acima relacionadas, indica, como uma forma mais eficiente de alcançar os objetivos traçados, a colocação de cartazes nos próprios sanitários, próximos aos lavatórios dos laboratórios, principalmente com imagens que relacionem a seca ou lugares que sofrem com a escassez da água.

As campanhas educativas caracterizam ações dirigidas a usuários específicos das edificações, aqueles com maior contato ao uso da água: técnicos dos laboratórios, funcionários de limpeza, por exemplo.

Destaca-se, também, que toda e qualquer campanha deve tentar estimular os usuários a levar os conceitos aprendidos para sua vida fora da universidade, de forma que a campanha realizada no âmbito da edificação alcance resultados mais abrangentes. Entre os principais alertas destas campanhas de conscientização e educativas estão dados que relacionam as

diversas formas de desperdícios de água, seja por vazamentos, uso excessivo e abusivos dos usuários ou mesmo despreocupação e falta de conscientização dos mesmos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Os aparelhos laboratoriais de alto consumo que estão em funcionamento no Laboratório de Engenharia II apresentam volume considerável de desperdício de água, de acordo com os dados obtidos, 98,5% da água que entra no sistema. Essa água poderia ter outra destinação, como por exemplo, limpeza dos banheiros das edificações
2. Os bebedouros de água desperdiçam em média de $8,66 \text{ L.dia}^{-1}$, sendo esta vazão descartada na rede de esgoto. Essa água poderia ter outra destinação, como por exemplo irrigação das plantas na área externa das edificações.
3. Os aparelhos hidrossanitários dos banheiros dos Laboratórios de Engenharia I e II, de modo geral, apresentam boas condições de operação.
4. O consumo diário de água em consequência dos vazamentos é estimado em 394 L.dia^{-1} , oriunda das bacias sanitárias e torneiras. Os funcionários da SIN têm a percepção da necessidade da urgente correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários.
5. Das torneiras existentes nas salas dos laboratórios, 30,43 % não são utilizadas, em função do pouco funcionamento das salas.
6. Os prazos das realizações das ações sugeridas nos cenários deste trabalho foram estabelecidos mediante a utilização da matriz GUT. A priorização se dá através de pontuações. Para isto é fundamental que as pessoas envolvidas tenham conhecimento sobre o assunto em estudo, para tenha êxito na execução das ações.
7. Os funcionários da SIN têm a percepção da necessidade da implantação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas, uma vez que esse tipo de programa pode evitar diversos problemas, como por exemplo, manifestações patológicas.
8. Dos resultados das simulações dos cenários, é indicada a viabilidade ambiental da adoção das medidas mencionadas neste trabalho, com redução do consumo de água de até 49,01%. O cenário 10 é o que proporciona maior economia: $3.333,85 \text{ L.dia}^{-1}$, o mesmo que $3,33 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro. 1998.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13713. **Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 2009.
- ÁGUAPURA-UFBA. Programa de Uso Racional da Água da UFBA. 2019. Disponível em: < <http://aguapura.saeb.ba.gov.br/web/> > . Acesso em: 13 de julho de 2019.
- ALBUQUERQUE, T. M. A.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. de C. L.. **Análise Multicriterial de Alternativas Tecnológicas para Redução do Consumo de Água**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 01-10, 2008.
- 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.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/> > . Acesso em: 10 de junho de 2019.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2010: relatório pleno**. Brasília, 2011. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/> > . Acesso em: 10 de junho de 2019.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2014: relatório pleno. Brasília, 2015**. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/> > . Acesso em: 10 de junho de 2018.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. 340 p.
- BIOVIS. **Torneira Aqua I - torneira 20cm**. 2019 < <https://biovis.com.br/torneiras/aqua-I-torneira-20cm> > . Acesso em: 03 de julho de 2019.
- 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, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DE SÃO PAULO. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo, 2005.
- BRASILEIRO, F. f.; KUWAKINO, I.; J.; C.; NAVES, R.; G.; ZOCCHIO, D. S.. Desperdício de água nos bebedouros da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**. Julho, Volume 7, Número 1. 2011.

CAERN – **Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte**. Dados operacionais. Documento não publicado. 2019.

CARLI, L. N.; De Conto, S. M.; BEAL, Lademir Luiz; PESSIN, Neide. 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.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Leopoldo: BLÜCHER, 2007.

DECA. **Louças e Metais – Uso Público e Acessibilidade**. 2019. Catálogo. Disponível online: <decablob.blob.core.windows.net/staticfiles/site_deca/Catalogo_Uso%20Publico_2018.pdf>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

DEOREO, W. B. et al. **Residential End Uses of Water, Version 2**. In: Water Research Foundation. EUA, Denver, Colorado. 2016.

DOCOL. **Torneira para lavatório de mesa pressmatic compact**. 2019. Disponível on-line: <<https://www.docol.com.br/pt/produto/torneira-para-lavatorio-de-mesa-pressmatic-compact>>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

FABRINOX. **Mictório coletivo**. 2019. Disponível on-line: <www.leroymerlin.com.br/mictorio-coletivo-29x100x36cm-acoinoxcromadofabrinox_89251043>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

FASOLA, G. B. et al. **Potencial de Economia de Água em Duas Escolas em Florianópolis, SC**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p 65-78, out/dez. 2011.

FÁVERI, R. de; SILVA, A. da. Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos. **Revista ordem pública e defesa social**, Santa Catarina, v.9, n.1, jan./jun. 2016.

FERREIRA, I. A.; GOMES, J. P.; MUNIZ, D. D.; SOBRAL, R.A.. **Utilização de ferramentas gerenciais na avaliação de medidas de controles de riscos no trabalho: estudo de caso em canteiro de obras na cidade de João Pessoa/PB**. In: CAVALCANTI, Adriana Costa et al. TÓPICOS EM ADMINISTRAÇÃO. Belo Horizonte: Poisson, 2018. p. 1-247. Disponível em: <https://poisson.com.br/2018/produto/topicos-em-administracao-volume-8/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

FIGUEIREDO, CHENIA ROCHA. **Equipamentos hidráulicos e sanitários**. / Chenia Rocha Figueiredo. – Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

FISATOM. **Destilador de água – 534**. Disponível em: <http://www.fisatom.com.br/produtos_novo/destiladores_de_agua/destilador.html>. Acesso em: 03 julho 2019.

FOXLUX. **Como instalar um vaso sanitário com caixa acoplada 2015**. Disponível em: <<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/como-instalar-um-vaso-sanitario-com-caixa-acoplada/>> Acesso em: 05 jan. 2019.

FRANKLIN, Yuri; NUSS, Luiz Fernando. **Ferramenta de Gerenciamento**. Resende: AEDB, Faculdade de Engenharia de Resende, 2006.

FRIGELAR. **Bebedouro Purificador de Pressão IBBL BAG40C 220v INOX**. Disponível em: <<https://www.frigelar.com.br/bebedouro-purificador-de-pressao-ibbl-bag40c-220v-inox-adulto-infantil-65112001-kit871/p>> Acesso em: 03 de julho de 2019.

FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA, M. S. O. **Análise de testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC. Foz do Iguaçu, Paraná. 2002.

GEHAKA. Catálogo. **Ultrapurificadores de água linha master system MS2000: purificação de água com tecnologia de última geração**. S.d.
Disponível em: <<http://www.gehaka.com.br/sistema/produtos/334/folheto-ms2000.pdf>>. Acesso em: 03 julho 2019

GOMES, L. Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes. **Revista FAE**. [S.I] 2006. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/427/323>. Acessado em: 09 fev. 2019.

GOMES, H. P. **Sistema de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. 3ª ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009.

GOMES, V. L. **Uso Eficiente de Água em Campus Universitário: o Caso da Universidade Federal de Campina Grande**. 2013. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2013.

GONÇALVES, R. F.; CHEUNG, P. B.; KIPERSTOK, A.; COHIN, E.; ALVES, W. C.; PHILIPPI, L. Z.; ZANELLA, L.; ABE, N.; GOMES, H. P.; SILVA, B, C. S.; PERTEL, M.. . **Consumo de Água**. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coordenador). Conservação de água e energia em sistemas prediais e público de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98. Cap.2.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coordenador). **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28. Cap.1.

GONÇALVES, O. M. (Coord.) **Manual de Conservação de Água: Programa de Conservação de Águas**. Manual do Proprietário. São Paulo: Grupo Takaoka, 2004.

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 ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 35-48, v. 5, n. 3, Jul/Set, 2005, Porto Alegre - RS.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. DTA F1: **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. PNCDa – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 1999.

GOOGLE EARTH. 2019. **Google**. Software gratuito. Disponível on-line para download: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

GUEDES, M. J. F. **Gerenciamento da demanda de água: proposta de alternativas na escala de uma cidade**. 2009. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2009.

IBGE, Censo Demográfico. População no último censo. 2010.
< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>> Acesso em: 02 de julho 2019.

KALBUSCH, A.; GONÇALVES, F.; CUREAU, R. J.; DEFAVERI, D.; RAMOS, D. A. **Avaliação das condições de operação de equipamentos hidrossanitários em edificações públicas**. Ambiente Construído, v. 18, n. 1, Porto Alegre. 2018.

LOMBARDI, L. R. **Dispositivos poupadores de água em um sistema predial: análise da viabilidade técnico-econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LUNARDI, D. G.; VARELLA, F. K. de O. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; LUNARDI, V. de O.; CARNEIRO, B. T. S.; ALMEIDA, N. R. A. de. **Plano de gestão de logística sustentável da UFERSA**. Mossoró, 2013. Disponível em:
<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/284/arquivos/PLSdefinitivo_UFERSA2013.pdf>. Acesso em: 30 junho 2019.

MARCONI. **MA255 destilador de água em inox tipo pilsen (5,5l/h) 2016**. Disponível em:
<[http://www.marconi.com.br/capa.asp?idpaginainst=exibeproduto&procodigo=113&depcodigo=984&segcodigo=](http://www.marconi.com.br/capa.asp?idpaginainst=exibeproduto&procodigo=113&depcodigo=984&segcodigo;)>. Acesso em: 03 julho 2019

MARINHO, E. C. A. **Uso Racional da Água em Edificações Públicas**. Monografia (Especialização) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

MARTE. **Destilador de água Pilsen 10l 2014**. Disponível em:
< <http://www.marte.com.br/produto/372/destilador-de-agua-pilsen-10l>> Acesso em: 03 julho 2019

MEDEIROS, R. C.; STORCK, W. R.; VOLPATTO, F.. **Gestão da água de descarte de destiladores de água em laboratórios de uma IES**. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - CONGEA, 2017, Campo Grande. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - CONGEA. Bauru: Ibeas, 2017. v. 8.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. 2. Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2003.

MENDES, C. F. **Estudo exploratório de programas de uso racional de água em instituições de ensino superior e a pré-implantação no anel viário do Campus do Vale da Universidade Federal de Rio Grande do Sul**. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia na modalidade Acadêmico) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MENDONÇA, T. R. **Conservação de água em residências unifamiliares**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

MESQUITA, A. M.; VASCONCELLOS, D. S. S. **Utilização do ciclo PDCA e das Ferramentas da Qualidade na elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP)**. In: XVI Simpósio de Engenharia de Produção. Anais... Bauru (SP), SIMPEP, 2009.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria** – estudo de caso da Kodak Brasileira - São Paulo, 2002. 367f.

MORAIS, B. R.; OLIVEIRA, B. A. S.; OLIVEIRA, P. S.; TEIXEIRA, M. C.; MIRANDA, L. C.; LEITE, S. O.. **Implantação de Sistemas para Reutilização da água descartada pelos destiladores do Instituto Federal de Minas Gerais campus Bambuí: resultados preliminares**. In: X Jornada Científica, 2017, Bambuí. X Jornada Científica, 2017.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA**. 2009. 183f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental – DEA, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2009.

NAKAGAWA, M. 5W2H – **Plano de ação para empreendedores**. In: SEBRAE. 2014. Disponível on-line: www.sebrae.com.br. Acesso em: 18 de junho de 2019.

NUNES, S. S. **Estudo da Conservação de Água em Edifícios no Campus da Universidade Estadual de Campinas**. Campinas, 2000. 145p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional de água em escolas estaduais de Minas Gerais**. 2013. 103f. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2013

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

OLIVEIRA, L. H. Bacias sanitárias com sistema dual de descarga: quanto é possível reduzir o consumo de água. **Revista Hydro**. Março de 2007.

PNCDA. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. DTA F2: Produtos economizadores nos sistemas prediais. Brasília. 2003.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. **Análise das relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão**. Sociedade & Natureza (UFU. Online), v. 25, p. 349-362, 2013.

PURA-USP – **Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2019. Disponível on-line: < www.pura.usp.br/ >. Acesso em: 13 de julho de 2019.

QUIMIS. **Minicatalogo 2013**. Disponível em:

<<http://www.quimis.com.br/files/catalogos/00000010000500/1/0a051a5eb42a6707c6de25afc83ebbb9.pdf>>. Acesso em: 03 julho 2019

QUIMIS. **Destilador de água tipo Pilsen 2014**. Disponível em:

<<http://www.quimis.com.br/files/catalogos/00000010000500/1/0a051a5eb42a6707c6de25afc83ebbb9.pdf>>. Acesso em: 03 julho 2019

RONDON, H. A.; RIBEIRO JUNIOR, I.; SILVA, M. R. da. **Implantação de um sistema de reúso da água residual do aparelho destilador para laboratório de solos do IFMT**. 2017.

ROSSA, S. R. L. G. S. **Contribuições para um uso mais eficiente de água no ciclo urbano: Poupança de água e reutilização de águas cinzentas**. 2006. 177f. Dissertação (Mestrado em engenharia do ambiente) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.

SAAE – **Serviço Autônomo de Água e Esgoto** – 2019. São Paulo. 2019. Disponível on-line: <<http://www.saaesetelagoas.com.br/component/k2/item/114-teste-para-verificacao-de-vazamento>>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARROS JÚNIOR, G.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S. **Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro**. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 263-271, 2013.

SANTOS, L.; SILVA, M.; ROMAGNOLI, M.; CORRÊA, S. (2015). **Reúso da água dos bebedouros como medida sustentável**. *ANAIIS DO FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNIFUNECS*, 5(5). Recuperado de [https://seer.funecsantafe.edu.br/index.php?journal=forum&page=article&op=view&path\[\]=1165](https://seer.funecsantafe.edu.br/index.php?journal=forum&page=article&op=view&path[]=1165)

SCHMIDT, W. Revisão de: GONÇALVES, O. M., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H. **Produtos economizadores de água nos sistemas prediais**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana, 1999. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; F1). Brasília: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2004.

SIGAA – Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas. 2019. Disponível on-line: <sigaa.ufersa.edu.br/sigaa>. Acesso em: 17 de julho de 2019.

SILVA, A. O.; 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**. In: 3ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR. Anais... Horizontina, 2013.

SILVA, D. B. da. **Avaliação do potencial de aproveitamento de água de refrigeração de um destilador de água laboratorial**. 2014. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFRSA, Mossoró, 2014.

SILVA, G. S. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2004. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, K. B.; Oliveira, R. B.; ISMAEL, L. L.; ARRUDA, V. C. M.. Desperdício de água nas instalações prediais do Campus Universitário da UFCG em Pombal - PB: Medidas para conservação, aproveitamento e reúso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, p. 221-228, 2013.

SILVA, G.; TAMAKI, H.; GONÇALVES, O. **Water conservation programs in university campus** - University of São Paulo Case Study. In: CIB-W62 - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 28., 2002, Romênia. Proceedings... Romênia: CIB W62, 2002, 14p.

SILVA JUNIOR, F. N.; DOMBROSKI, S. A. G. **Agentes consumidores e respectivas estimativas de consumo de água na UFRSA-Mossoró: organização de dados e resultados**. 2016.

SOARES, A. L. F. **Gerenciamento da demanda de água em ambientes de uso público: o caso da Universidade Federal de Campina Grande**. 2012. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2012.

SOUSA, I. M.; ROCHA, V. A. G. M.; ARAÚJO, J. K.. **Descrição do sistema de abastecimento de água da cidade de Mossoró - RN**. 2011.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A.; SOUZA, G. de; NOLASCO, F. R. Implantação de uma estação de produção de água deionizada para uso nos laboratórios do CENA/USP empregando resina de troca-iônica. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 10, p. 36-42, abril/maio 2004.

TECNAL. **Destiladores de água tipo pilsen TE-2755 2014**.

Disponível em: <<http://www.tecnal.net.br/produtos/detalhes/destiladores-de-agua-tipo-pilsen-te-2755-tecnal>>. Acesso em: 03 julho 2019.

TECNAL. **Destilador de nitrogênio/proteína TE-0364 2014**.

Disponível em: <<http://www.tecnal.net.br/produtos/detalhes/destilador-de-nitrogenio-proteina-te-0364tecnal>>. Acesso em: 03 julho 2019

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Apresentação**. 2017. Disponível on-line: ufersa.edu.br. Acesso em: 12 de julho de 2019.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Cursos de graduação**. 2014. Disponível on-line: <ufersa.edu.br/cursosgraduacao/>. Acesso em: 12 de julho de 2019.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Mapa da UFERSA**. 2016. Disponível on-line: <prograd.ufersa.edu.br/mapa-daufersa/>. Acesso em: 12 de julho de 2019.

VALE, E.; R.; R do.. **Subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água em campus universitário**. 116 f.: il. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Curso de Engenharia Civil, 2019.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; OJEDA, M. (2013) Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 83-88.

VEXER. **Osmose reversa - linha smart 2016.**

Disponível em: <<http://www.vexer.com.br/produto/osmose-reversa--linha-smart-26>>. Acesso em: 03 julho 201

WAN ALWI, S. R., MANAN, Z. A., SAMINGIN, M. H., MISRAN, N. A. (2008). Holistic framework for design of cost-effective minimum water utilization network. **Journal of Environmental Management**, 88, 219-252.

WATER USE AND CONSERVATION BUREAU (WUCB). **A water conservation guide for commercial, institutional and industrial users. New Mexico Office of the State Engineer.** 1999. 108p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Formulário para caracterização dos equipamentos laboratoriais

Formulário para caracterização dos equipamentos laboratoriais			
Local:			
EQUIPAMENTOS COM ALTO CONSUMO DE ÁGUA			
Equipamento	Destilador de água		
Descrição	1	2	3
Marca			
Modelo			
Frequência de uso (dias/semana):			
Tempo de utilização (h/dia):			
Equipamento	Destilador de nitrogênio		
Descrição	1	2	3
Marca			
Modelo			
Frequência de uso (dias/semana):			
Tempo de utilização (h/dia):			
Equipamento	Osmose Reversa		
Descrição	1	2	3
Marca			
Modelo			
Frequência de uso (dias/semana):			
Tempo de utilização (h/dia):			

APÊNDICE B- Formulário para caracterização dos bebedouros



DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE USO RACIONAL DA ÁGUA NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)

FORMULÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DOS BEBEDOUROS

Local: _____

Aparelho		Bebedouro	
Número de aparelhos		1	2
Dados	Fabricante		
	Modelo		
	Número de torneiras		
	Frequência de uso ¹		
	Tempo de utilização ²		

Local: _____

Aparelho		Bebedouro	
Número de aparelhos		1	2
Dados	Fabricante		
	Modelo		
	Número de torneiras		
	Frequência de uso ¹		
	Tempo de utilização ²		

Local: _____

Aparelho		Bebedouro	
Número de aparelhos		1	2
Dados	Fabricante		
	Modelo		
	Número de torneiras		
	Frequência de uso ¹		
	Tempo de utilização ²		

Local: _____

Aparelho		Bebedouro	
Número de aparelhos		1	2
Dados	Fabricante		
	Modelo		
	Número de torneiras		
	Frequência de uso ¹		
	Tempo de utilização ²		

Observações: ¹Dia/semana²Horas/dia

APÊNDICE C - Formulário utilizado para pontuação das ações da matriz GUT

FORMULÁRIO

DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Solicito, por gentileza, que V. S.^a responda o formulário a seguir. Este formulário faz parte da metodologia utilizada no Trabalho Final de Graduação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da aluna Juliana Oliveira da Silva, matrícula nº 2017005285, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Maria Josicleide Felipe Guedes (UFERSA – Centro de Engenharias).

Neste estudo foram sugeridas ações de gerenciamento da demanda de água para os Laboratórios de Engenharia I e II da UFERSA – campus Mossoró (expostas no Quadro 2), com o objetivo da otimização do uso dos recursos hídricos nesses locais. A não adoção dessas ações implicará em uma consequência (gravidade – G), e então, deverão ser avaliados os prazos para adoção destas ações (urgência – U) e o agravamento futuro dos problemas existentes caso estas ações não sejam adotadas (tendência – T), conforme o Quadro 1. A pontuação sugerida deverá ser inserida no Quadro 2.

Quadro 1 – Pontuação utilizada na matriz GUT.

PONTOS	A não adoção da ação sugerida (Quadro 2) resulta em um acréscimo no consumo de água:	Gravidade – G <i>Consequência da não realização da ação:</i>	Urgência – U <i>Urgência de realização da ação:</i>	Tendência – T <i>Agravamento do problema caso não realize a ação:</i>
1	Irrelevante	sem gravidade	não tem pressa	não será agravado
2	pouco relevante	pouco grave	pode esperar um pouco	agravamento em longo prazo
3	Relevante	Grave	o mais cedo possível	agravamento em médio prazo
4	muito relevante	muito grave	com alguma urgência	agravamento em curto prazo
5	extremamente relevante	extremamente grave	necessária ação imediata	agravamento imediato

Quadro 2 – Ações sugeridas e matriz GUT.

AÇÕES	G	U	T
Instalação de um reservatório para captar a água descartada dos aparelhos laboratoriais de alto consumo			
Instalação de um Sistema de reaproveitamento da água descartada dos bebedouros para irrigação de plantas externas aos blocos			
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo			
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo			
Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador			
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não o possuem			
Substituição do mictório coletivo por mictório individual com válvula de fechamento automático			
Substituição do registro de pressão de mictório individual por válvula de fechamento automático			
Instalação de hidrômetros nas edificações			
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários			
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas			

APÊNDICE D - Composições de custos unitários

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS	OBRA	Diretrizes para gerenciamento de água
		CAMPUS	Mossoró
		LOCAL	Laboratório de Engenharia I e II

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS

*BDI: 23,05%

Válvula de descarga com acionamento duplo					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Válvula de descarga Hydra Duo 1.1/2" Deka	und	1	239,9	239,9
3148/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 50m (LxC)	und	0,019	8,81	0,2
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	13,62	10,7
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,2
				Custo do material	239,9
				Custo da mão de obra	23,90
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	263,80
				TOTAL com BDI	324,60

Bacia sanitária de louça branca com caixa acoplada com acionamento duplo					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Bacia Sanitária com caixa acoplada Deka com acionamento duplo	und	1	199	199,00
37329/SINAPI	Rejunte epóxi branco	kg	0,1469	43,42	6,38
6138/SINAPI	Vedação PVC, 100mm, para saída de vaso sanitário	und	1	1,66	1,66
4384/SINAPI	Parafuso niquelado com acabamento cromado para fixar peça sanitária, incl	und	2	15,27	30,54
88248/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,44	13,62	5,99
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,15
				Custo do material	237,58
				Custo da mão de obra	19,15
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	256,72
				TOTAL com BDI	315,90

Torneira de mesa com fechamento automático hidromecânico					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Torneira de mesa para lavatório Pressmatic Compact Docol	und	1	253,3	253,3
3146/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 10m (LxC)	und	0,0324	2,39	0,1
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	13,62	10,7
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,2
				Custo do material	253,4
				Custo da mão de obra	23,90
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	277,28
				TOTAL com BDI	341,19

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS	OBRA	Diretrizes para gerenciamento de água
		CAMPUS	Mossoró
		LOCAL	Laboratório de Engenharia I e II

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS

*BDI: 23,05%

Arejador de metal cromado					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Arejador de metal cromado Deka	und	1	16,8	16,8
3146/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 10m (LxC)	und	0,0324	2,39	0,1
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,2
				Custo do material	16,9
				Custo da mão de obra	13,15
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	30,03
				TOTAL com BDI	36,95

Válvula hidromecânica para mistério					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Válvula de mistério Pressmatic Compact Docol	und	1	237,1	237,1
3146/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 10m (LxC)	und	0,0324	2,39	0,1
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,2
				Custo do material	237,2
				Custo da mão de obra	13,15
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	250,33
				TOTAL com BDI	308,03

Restritor de vazão para chuveiro					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Redutor de vazão para duchas e chuveiros + adaptador	und	1	26,6	26,6
3146/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 10m (LxC)	und	0,0324	2,39	0,1
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,03	16,67	0,5
				Custo do material	26,7
				Custo da mão de obra	0,50
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	27,18
				TOTAL com BDI	33,44

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS		OBRA	Diretrizes para gerenciamento de água
			CAMPUS	Mossoró
			LOCAL	Laboratório de Engenharia I e II

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS

*BDI: 23,05%

Restritor de vazão para chuveiro					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de Mercado	Redutor de vazão para duchas e chuveiros + adaptador	und	1	26,6	26,6
3146/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 10m (LxC)	und	0,0324	2,39	0,1
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,03	16,67	0,5
				Custo do material	26,7
				Custo da mão de obra	0,50
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	27,18
				TOTAL com BDI	33,44

Reservatório de água capacidade 1000L					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
67/SINAPI	adaptador pvc soldável, com flanges livres, 32 mm x 1, para caixa d'água	und	1	7,46	7,46
68/SINAPI	adaptador pvc soldável, longo, com flange livre, 25 mm x 3/4, para caixa d'água	und	1	12,80	12,80
87/SINAPI	adesivo plástico para pvc, binaça com 75 gr	und	0,04	11,75	0,47
119/SINAPI	fita veda rosca em rolos de 18 mm x 10 m (L x C)	und	0,0324	4,36	0,14
3146/SINAPI	joelho pvc, soldável, 90 graus, 32 mm, para água fria predial	und	1	2,39	2,39
3526/SINAPI	te soldável, pvc, 90 graus, 32 mm, para água fria predial (nbr 5648)	und	1	1,46	1,46
7140/SINAPI	tubo pvc, soldável, dn 25 mm, água fria (nbr-5648)	m	1	2,76	2,76
9868/SINAPI	tubo pvc, soldável, dn 32 mm, água fria (nbr-5648)	m	1	2,48	2,48
9869/SINAPI	registro de esfera, pvc, com volante, vs, soldável, dn 32 mm, com corpo dividido	und	1	5,57	5,57
11675/SINAPI	tomeira de boia convencional para caixa d'água, 1/2, com haste e tomeira metálicas e balaço plástico	und	1	13,66	13,66
11829/SINAPI	caixa d'água em polietileno 1000 litros, com tampa	und	1	281,00	281,00
34636/SINAPI	auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	12,75	10,06
88248/SINAPI	encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,15
				Custo do material	330,19
				Custo da mão de obra	23,21
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	353,40
				TOTAL com BDI	434,86

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS		OBRA	Diretrizes para gerenciamento de água
			CAMPUS	Mossoró
			LOCAL	Laboratório de Engenharia I e II

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS

*BDI: 23,05%

Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm - hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m² por hora					
Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
3729/SINAPI	Kit cavalete, pvc, com registro, para hidrômetro, bitolas 1/2" ou 3/4" - completo	und	1	7,46	7,46
20080/SINAPI	Adesivo plástico para pvc, frasco com 175 gramas	und	0,26	12,80	3,33
20083/SINAPI	Solução limpadora para pvc, frasco com 1000 cm³	und	0,05	11,75	0,59
38383/SINAPI	Lixa d'água em folha, grão 1000	und	0,34	4,36	1,48
34636/SINAPI	auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,47	12,75	18,74
88267/SINAPI	encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,47	16,67	24,50
Hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m² por hora					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
3148/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18mm x 50m (LxC)	und	0,019	8,81	0,2
12769/SINAPI	Hidrômetro unijato, vazão máxima de 1,5 m³ por hora, de 1/2	und	1	86,03	86,0
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	13,62	10,7
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,2
				Custo do material	99,06
				Custo da mão de obra	67,15
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	166,20
				TOTAL com BDI	264,51

Tubulação 32 mm					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
87/SINAPI	adesivo plástico para pvc, binaça com 75 gr	und	0,04	11,75	0,47
119/SINAPI	fita veda rosca em rolos de 18 mm x 10 m (L x C)	und	0,0324	4,36	0,14
3146/SINAPI	joelho pvc, soldável, 90 graus, 32 mm, para água fria predial	und	1	2,39	2,39
9868/SINAPI	tubo pvc, soldável, dn 32 mm, água fria (nbr-5648)	m	1	2,48	2,48
20083/SINAPI	Solução limpadora para pvc, frasco com 1000 cm³	und	0,05	11,75	0,59
34636/SINAPI	auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	12,75	10,06
88248/SINAPI	encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,789	16,67	13,15
				Custo do material	6,07
				Custo da mão de obra	23,21
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	29,28
				TOTAL com BDI	36,03

ANEXOS

ANEXO A – Formulário para caracterização dos aparelhos hidrossanitários

[illegible]

ANEXO B -Questionário aplicado aos alunos que frequentam os Laboratórios de

QUESTIONÁRIO

ATENÇÃO, TODAS AS PERGUNTAS SE REFEREM AO AMBIENTE DOS
LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA I E II!!

1.Sexo

() Masculino () Feminino

2.Quanto ao uso das bacias sanitárias dos laboratórios

2.1Frequência diária de uso das bacias sanitárias dos banheiros dos laboratórios:

() Não utilizo () 1 vez () 2 vezes
() 3 vezes () 4 vezes () 5 vezes ou mais

3.Quanto ao uso das torneiras dos laboratórios

3.1Frequência diária de uso das torneiras dos banheiros dos laboratórios:

() Não utilizo () 1 vez () 2 vezes
() 3 vezes () 4 vezes () 5 vezes ou mais

4.Quanto ao uso dos mictórios dos laboratórios

4.1Frequência diária de uso dos mictórios dos laboratórios:

() Não utilizo () 1 vez () 2 vezes
() 3 vezes () 4 vezes () 5 vezes ou mais

5.Quanto ao uso dos chuveiros dos laboratórios

5.1Frequência semanal de uso dos chuveiros dos laboratórios:

() Não utilizo () 1 vez () 2 vezes
() 3 vezes () 4 vezes () 5 vezes ou mais

5.2Tempo médio de cada uso dos chuveiros:

() 5 minutos () 10 minutos () 15 minutos () 20 minutos ou mais

6.Quanto ao uso das duchas higiênicas dos laboratórios

6.1Frequência semanal de uso das duchas higiênicas dos laboratórios:

() Não utilizo () 1 vez () 2 vezes
() 3 vezes () 4 vezes () 5 vezes ou mais