



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

ÊMELE RÁDNA RODRIGUES DO VALE

**SUBSÍDIOS PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA
DEMANDA DE ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

MOSSORÓ

2019

ÊMELE RÁDNA RODRIGUES DO VALE

**SUBSÍDIOS PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA
DEMANDA DE ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (Centro de Engenharias), em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Josicleide Felipe Guedes – UFERSA (Centro de Engenharias).

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade da autora, sendo a mesma, 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 sua respectiva autora sejam devidamente citadas e mencionados os seus créditos bibliográficos.

V149s Vale, Êmele Rádna Rodrigues do.
 Subsídios para elaboração de um plano de
 gerenciamento da demanda de água em campus
 universitário / Êmele Rádna Rodrigues do Vale. -
 2019.
 116 f.: il.

 Orientadora: Profa. Dra. Maria Josicleide
 Felipe Guedes.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-Árido, Curso de Engenharia Civil,
 2019.

 1. Uso racional da água. 2. Aparelhos
 hidrossanitários poupadores. 3. Universidades.
 I. Guedes, Maria Josicleide Felipe, orient. II.
 Título.

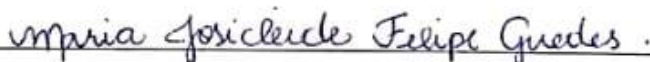
ÊMELE RÁDNA RODRIGUES DO VALE

**SUBSÍDIOS PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA
DEMANDA DE ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
(Centro de Engenharias), em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

APROVADO EM: 20/03/19

BANCA EXAMINADORA



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

Orientadora



Prof.^a Dr.^a Diana Gonçalves Lunardi (UFERSA)

Examinadora



Prof.^a Dr.^a Solange Aparecida Goularte Dombroski (UFERSA)

Examinadora

MOSSORÓ

2019

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por me permitir viver este momento. Ele me sustentou nas adversidades e me deu sabedoria para enfrentar os desafios da graduação.

Aos meus pais, Raimunda Rodrigues e José Geraldo, pelo zelo em prol da minha educação. Por me apoiarem e estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

Ao meu irmão, Ênio Germano, pela parceria diária.

Ao meu namorado, Leonardo Menezes, por me incentivar, acreditar no meu potencial e proporcionar momentos descontraídos diante de todo estresse da graduação.

À minha orientadora, Profa. Josicleide Guedes, pela oportunidade, profissionalismo, contribuição científica e horas dedicadas para ajudar-me a concretizar este estudo.

Aos docentes efetivos e substitutos do curso de Engenharia Civil da UFERSA, em especial Prof. Eric Mateus, Prof. John Eloi e Prof. Thales Costa, pelos conhecimentos compartilhados.

Às examinadoras deste estudo, Profa. Diana Lunardi e Profa. Solange Dombroski, pela disponibilidade e valiosas contribuições.

RESUMO

Sendo a água vital para preservação da vida na Terra e manutenção de todas as atividades econômicas existentes, faz-se indispensável a sua conservação de modo a garantir que as gerações presentes e futuras a usufrua. Sendo que, o processo de urbanização está submetendo os recursos hídricos a graves pressões, e uma atenção especial deve ser dada às regiões áridas e semiáridas. À vista disso, enseja-se, principalmente dos órgãos públicos, a efetivação de ações que busquem a utilização dos recursos hídricos de modo estratégico. Nesse sentido, as Instituições de Ensino Superior (IES), devem ser precursoras na difusão de reflexões e práticas acerca do uso racional da água, cumprindo suas funções social e ambiental. Assim sendo, por meio da realização deste estudo, objetivou-se fornecer subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, mas a metodologia utilizada neste pode servir de referência para aplicação nas demais edificações do campus, demais *campi* da UFERSA e outras IES. As contribuições para elaboração do plano foram organizadas com o auxílio de uma ferramenta de gestão que facilita a detecção de dados e rotinas de um projeto: o método 5W2H. Esse método foi alicerçado nas etapas de levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários instalados nos locais estudados, na consulta a funcionários da Superintendência de Infraestrutura (SIN), na verificação dos custos para implantação das ações sugeridas e na matriz GUT de priorização de ações. Por fim, foi analisada a viabilidade ambiental das ações propostas através da estimativa do índice de redução no consumo de água. Por meio dos resultados, foi apontada uma redução no consumo de água de até 31,84% (economia de 755,04 m³.mês⁻¹), proporcionada pela substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção de vazamentos.

Palavras-chave: Uso racional da água. Aparelhos hidrossanitários poupadores. Universidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis sistêmicos de conservação da água baseado em Oliveira (1999).....	18
Figura 2 - Ilustração do teste da caixa d'água para investigação de vazamentos	26
Figura 3 - Ilustração do teste da válvula ou caixa de descarga para investigação de vazamentos	26
Figura 4 - Teste da caneta para investigação de vazamentos em bacias sanitárias	27
Figura 5 - Haste de escuta mecânica usada para investigação de vazamentos não visíveis.....	29
Figura 6 - Geofone mecânico usado para investigação de vazamentos não visíveis	29
Figura 7 - Distribuição do consumo de água em bacias sanitárias e demais componentes hidráulicos de universidades.....	31
Figura 8 - Modelos de acionamento de bacias sanitárias	31
Figura 9 - Dispositivos de acionamento duplo para bacias sanitárias com caixa acoplada ou válvula de descarga.....	33
Figura 10 - Reparo ou <i>kit</i> universal de duplo acionamento para bacias sanitárias com caixa acoplada.....	33
Figura 11- Distribuição do consumo de água em mictórios e demais componentes hidráulicos de universidades	34
Figura 12 - Tipos de mictório quanto ao uso.....	35
Figura 13 - Válvula para mictório com acionamento por sensor	35
Figura 14 - Mictório com sistema desodorizador de descarga que não necessita de água.....	36
Figura 15 - Esquema do funcionamento do sistema desodorizador de mictório que não necessita de água.....	36
Figura 16 - Distribuição do consumo de água em torneiras e demais componentes hidráulicos de universidades	37
Figura 17 - Ilustração de torneira de bancada com fechamento automático	38
Figura 18 - Torneira metálica de parede com funcionamento por sensor óptico de presença .	39
Figura 19 - Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo	45
Figura 20 - Série histórica do consumo mensal de água na Universidade Federal da Bahia ...	47
Figura 21 - Variação do consumo de água, antes e após as intervenções de gerenciamento da demanda de água, no prédio da reitoria da Universidade Federal de Goiás.....	48
Figura 22 - Fluxograma da pesquisa	49
Figura 23 - Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque Mossoró e Natal	50

Figura 24 - Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Leste.....	52
Figura 25 - Planta baixa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Oeste	53
Figura 26 - Rota da Universidade Federal Rural do Semi-Árido ao poço	55
Figura 27 - Locais investigados neste estudo	56
Figura 28 - Distribuição dos aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró.....	69
Figura 29 - Condições de operação das bacias sanitárias identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	70
Figura 30 - Bacias sanitárias quebradas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	70
Figura 31 - Condições de operação das torneiras de lavatório identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	71
Figura 32 - Torneiras com vazamento nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	71
Figura 33 - Condições de operação das duchas higiênicas identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	72
Figura 34 - Condições de operação dos chuveiros identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	72
Figura 35 - Condições de operação dos aparelhos hidrossanitários: Universidade Federal Rural do Semi-Árido x Universidade Estadual da Paraíba	73
Figura 36 - Tipos de acionamento das bacias sanitárias identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	74
Figura 37 - Tipos de torneiras identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	74
Figura 38 - Tipos de mictórios identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	75
Figura 39 - Relação quantitativa de aparelhos poupadores de água: centrais de aulas x diversas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	75
Figura 40 - Aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores de água identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.....	76
Figura 41 - Equipamentos poupadores de água instalados em edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró	77
Figura 42 - Semana do Dia Mundial da Água: divulgação de ação de implantação de garrafas pet nas caixas acopladas das bacias sanitárias.....	77

Figura 43 - Sistema de aproveitamento da água descartada de condicionadores de ar na Universidade Federal Rural do Semi-Árido	78
Figura 44 - Custos para implantação de plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	83
Figura 45 - Distribuição do consumo de água em universidades no Nordeste do Brasil	90
Figura 46 - O que daria para fazer com a água economizada?	93
Figura 47 - Investimento x ganho ambiental: plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de ações que promovem o uso racional da água	20
Quadro 2 - Resultados do emprego de ações tecnológicas e educacionais voltadas ao uso racional da água em prédios públicos e privados	21
Quadro 3 - Valores adotados para a estimativa do volume perdido nos vazamentos nos pontos de consumo de água.....	28
Quadro 4 - Método 5W2H.....	59
Quadro 5 - Método de elaboração do <i>checklist</i> 5W2H.....	60
Quadro 6 - Pontuação utilizada na matriz GUT	61
Quadro 7 - Estabelecimento de prioridades na matriz GUT	61
Quadro 8 - Prazo para implantação das ações, conforme classificação da matriz GUT	61
Quadro 9 - Valores adotados de consumos por uso dos aparelhos hidrossanitários	63
Quadro 10 - Cenários de gestão da demanda de água	66
Quadro 11 - Principais obstáculos com relação à gestão da água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido	76
Quadro 12 - Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	80
Quadro 13 - Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H.....	84
Quadro 14 - Simulações de cenários de gestão da demanda de água.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do consumo de água em universidades.....	41
Tabela 2 - Alunos ativos por curso de graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	57
Tabela 3 - Priorização das ações do plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT	81
Tabela 4 - Consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários	86
Tabela 5 - Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários	87
Tabela 6 - Consumo total de água decorrente de vazamentos.....	88
Tabela 7 - Consumo total de água nos banheiros das centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	88
Tabela 8 - Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas
BDI – Benefícios e Despesas Indiretas
CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DTA – Documento Técnico de Apoio
ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró
GDA – Gerenciamento da Demanda de Água
GUT – Gravidade, Urgência e Tendência
PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Área Habitacional
PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PURA – Programa de Uso Racional da Água
RN – Rio Grande do Norte
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIN – Superintendência de Infraestrutura
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
UEPB – Universidade Estadual da Paraíba
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFG – Universidade Federal de Goiás
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A GESTÃO DAS ÁGUAS EM ÁREAS URBANAS.....	16
2.1.1 Gerenciamento da demanda de água.....	18
2.2 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	22
2.2.1 Medição individualizada do consumo de água	23
2.2.2 Identificação e correção de vazamentos em sistemas prediais	24
2.2.3 Aparelhos hidrossanitários poupadores de água.....	29
2.2.3.1 Bacia sanitária.....	30
2.2.3.2 Mictório	33
2.2.3.3 Torneira	37
2.2.3.4 Chuveiro	40
2.3 USOS FINAIS DA ÁGUA EM UNIVERSIDADES.....	40
2.4 PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA (PNCDA)	41
2.5 PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	42
2.5.1 Universidade de São Paulo (PURA-USP).....	43
2.5.2 Universidade Estadual de Campinas (Pró-Água Unicamp, Plano de Contingência e Programa Caça Vazamentos).....	45
2.5.3 Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA).....	46
2.5.4 Universidade Federal de Goiás (estudo de caso no edifício da reitoria da UFG)	47
3 METODOLOGIA.....	49
3.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	50
3.1.1 Caracterização do abastecimento e do consumo de água da universidade	54
3.1.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários.....	55
3.1.3 Levantamento da população.....	56
3.2 MÉTODO 5W2H	58
3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL	62

3.3.1 Cálculo da distribuição do consumo de água.....	62
3.3.2 Análise da viabilidade ambiental	65
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS	69
4.2 OBSTÁCULOS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA UFERSA.....	76
4.3 SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA.....	79
4.3.1 Análise da viabilidade ambiental das ações propostas.....	86
4.3.2 Análise do investimento <i>versus</i> ganho ambiental	94
5 CONCLUSÃO.....	96
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A – Formulário para caracterização dos aparelhos hidrossanitários.....	106
APÊNDICE B – Questionário aplicado aos alunos que frequentam as centrais de aulas	107
APÊNDICE C – Formulário utilizado para pontuação das ações da matriz GUT	108
APÊNDICE D – Composições de custos unitários	110
ANEXO A – Termo de Cooperação nº 02/2009	113

1 INTRODUÇÃO

A água, indispensável a preservação da vida na Terra, encontra-se distribuída de maneira desigual no Planeta. O Brasil possui cerca de 14% das disponibilidades hídricas mundiais, estando em uma vantagem comparativa em relação aos demais países. Assim, se esse recurso for utilizado de maneira racional, com eficiência econômica, equidade social e sustentabilidade ambiental, a longo prazo, colaborará com a ascensão dos índices de desenvolvimento humano do país (LANNA, 2008).

Quanto a disponibilidade de água, em termos globais, o Brasil ocupa uma posição privilegiada. Esse fato traz um conforto ilusório, porque, a nível regional, os recursos hídricos estão distribuídos de forma desigual no território, espacial e temporalmente.

O Nordeste brasileiro desponta como uma região que, pela própria natureza, necessita de atenção especial referente à oferta de água, particularmente o Nordeste Setentrional (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), que possui 87,8% do seu território no semiárido. Nessa região, na maioria dos rios, para a possível garantia de oferta contínua de água, são utilizados açudes e reservatórios, já que os cursos d'água secam durante o período de estiagem. Em outras regiões, os reservatórios são utilizados para aumentar a garantia de atendimento a demandas contínuas, como o abastecimento humano (ANA, 2017).

Diante da escassez hídrica, a política de importar água de bacias cada vez mais distantes, para satisfazer o crescimento da demanda, provém a mais de dois mil anos, desde o Império Romano. A sistemática atual é, portanto, a mesma adotada há dois milênios. Resolvendo, de modo inconsistente, o problema de abastecimento de água em uma região, em detrimento daquela que a fornece, com a construção de grandes obras hidráulicas. À vista disso, existe a necessidade da adoção de um novo paradigma que substitua a versão romana de transportar, sistematicamente, grandes volumes de água de bacias cada vez mais remotas, uma vez que esse modelo obsoleto demanda elevados custos econômicos, ambientais e sociais (HESPANHOL, 2008).

Surge então, a necessidade de um modelo de gestão hídrica, que seja pautado no desenvolvimento e implementação de estratégias que influenciem a demanda, de modo a obter o uso eficiente e sustentável de um recurso escasso, promovendo a equidade social e preservação ambiental: o gerenciamento da demanda urbana de água (SAVENIJE; VAN DER ZAAG, 2002) aliado ao gerenciamento da oferta.

Em especial, para o semiárido brasileiro, que possui elevada predominância de rios temporários, é necessária a adoção de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos,

visando atender a demanda da população de forma contínua. Assim, enseja-se, principalmente dos órgãos públicos, a efetivação de ações que busquem a utilização dos recursos hídricos de modo estratégico, por meio do gerenciamento da demanda de água, através de medidas tecnológicas, econômicas e sociais.

As Instituições de Ensino Superior (IES), em particular, por serem ambientes que difundem o conhecimento, e muitas por serem gratuitas e públicas, devem direcionar seus recursos de modo a atender suas responsabilidades social e ambiental, buscando a preservação dos recursos hídricos, seja por meio de campanhas socioeducativas ou através de intervenções nas instalações hidráulicas. Nesta conjuntura, por meio deste estudo, foram fornecidos subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água em um campus universitário. Embora esta pesquisa tenha sido desenvolvida em uma universidade em Mossoró-RN, as diretrizes propostas poderão ser aplicadas a outras IES.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Fornecer subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró-RN.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o padrão de uso da água nas centrais de aulas da UFERSA;
- Propor medidas visando a redução do consumo de água na universidade;
- Orçar os custos para a implantação das ações tecnológicas sugeridas;
- Estimar os ganhos ambientais decorrentes da adoção de aparelhos hidrossanitários poupadores de água e correção de vazamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A GESTÃO DAS ÁGUAS EM ÁREAS URBANAS

A Revolução Industrial impulsionou, de modo significativo, o crescimento da urbanização. E até hoje, o processo de industrialização, e consequente expansão rápida da população urbana, está submetendo os recursos hídricos a graves pressões. Então, é preciso dedicar atenção especial aos efeitos crescentes da urbanização sobre a demanda de água e ao papel decisivo desempenhado pelas autoridades no gerenciamento desse recurso (BRASIL, 1996).

Neste contexto, a crescente consciência da água como recurso limitado e a preocupação com os problemas resultantes da rápida urbanização, como a escassez hídrica, conduziram a uma reformulação do modelo tradicional de gestão de recursos hídricos (VIEIRA; RIBEIRO, 2005).

No Brasil, o Código de Águas de 1934 foi a primeira legislação relevante direcionada para o gerenciamento dos recursos hídricos. Classificado como um modelo burocrático centralizado de gestão das águas, com características de racionalidade e concentração gradual de autoridade e poder nas mãos de entidades públicas (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Já em janeiro de 1992, a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente, ocorrida em Dublin, Irlanda (ICWE, 1992), estabeleceu, por meio da Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável, quatro princípios orientadores para reverter as tendências de consumo excessivo da água, poluição e ameaças crescentes de secas e inundações:

- Princípio nº 1: “A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para preservação da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente”;
- Princípio nº 2: “A gestão dos recursos hídricos deve pautar-se numa abordagem participativa, envolvendo usuários e gestores em todos os níveis”;
- Princípio nº 3: “As mulheres desempenham um papel central na gestão e preservação das águas”;
- Princípio nº 4: “A água possui um valor econômico e deve ser considerada como um bem econômico”.

Os princípios nº 1 e nº 4 modelaram as subseqüentes tomadas de decisão em gestão de recursos hídricos, estimulando o uso parcimonioso da água e atribuindo a ela a conotação de

“*commodity*”¹ (HESPANHOL, 2008). No Brasil, a resposta veio pela promulgação de uma ampla legislação. Inclusive, legislações que permitiram uma abordagem mais participativa na gestão das águas.

Em janeiro de 1997, o Congresso aprovou a Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Com a PNRH, as decisões sobre os recursos hídricos passaram a ser descentralizadas, compartilhadas entre os usuários e os representantes do poder público (GOMES; BARBIERI, 2004). Em julho de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), por meio da Lei Federal nº 9.984, que é responsável, juntamente com os órgãos estaduais, pela disciplina dos recursos hídricos, visando a diminuição da poluição e desperdícios de água. Já em maio de 2001, foi estabelecida a Resolução nº 16 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que estabeleceu critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.

A gestão das águas nos núcleos urbanos está inteiramente ligada à gestão de recursos hídricos (referente às atividades de aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e qualidade adequadas aos usos exigidos) e a gestão dos serviços de saneamento ambiental (referente aos serviços de abastecimento de água para consumo humano, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais e coleta e disposição final adequada de resíduos sólidos), com ambos os sistemas apresentando aspectos legais, políticos e institucionais distintos, sendo a Lei nº 9.433/97 responsável pela gestão de recursos hídricos e a Lei nº 11.445/07 responsável pela gestão dos serviços de saneamento ambiental. Assim, compreende-se que o caminho para a sustentabilidade da gestão das águas urbanas é pautado na simultaneidade entre a conservação dos recursos hídricos e a melhoria dos serviços de saneamento ambiental (GUEDES; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

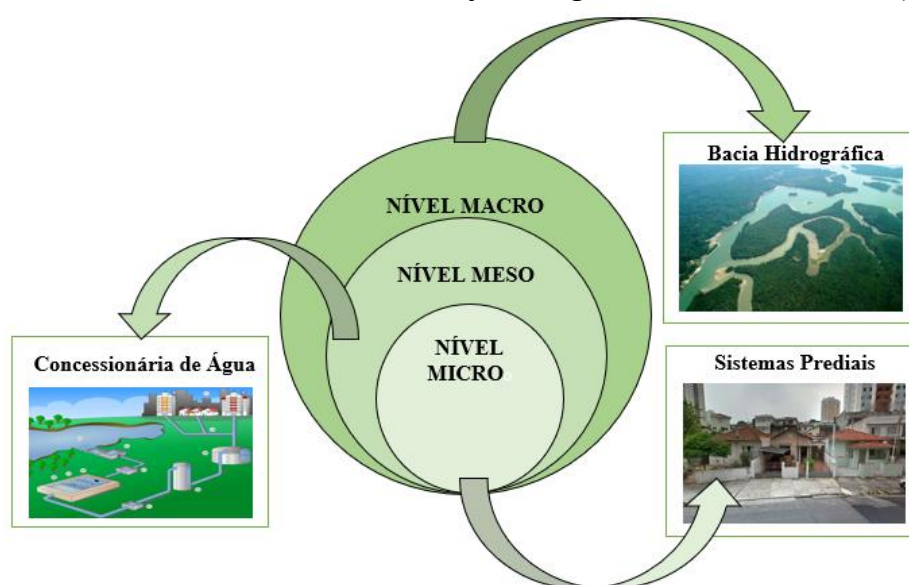
A gestão dos recursos hídricos é pautada em duas linhas estratégicas: oferta e demanda. As gestões da oferta e da demanda de água possuem fundamentos distintos, mas que podem ser englobados numa gestão integrada de recursos hídricos. O modelo sustentável de gestão da oferta pauta-se na identificação da oferta de água e no delineamento das prioridades e formas de seu uso. Já a gestão da demanda é pautada em medidas de uso racional da água.

Nesse sentido, para Oliveira (1999), a conservação da água deve ser avaliada em três níveis sistêmicos: i) nível macro: de responsabilidade da ANA e dos órgãos estaduais gestores dos recursos hídricos. Neste nível estão englobadas políticas e ações voltadas para a proteção

¹ *Commodity*: o termo significa literalmente “mercadoria” em inglês. Nas relações comerciais internacionais, o termo designa um tipo particular de mercadoria em estado bruto ou produto primário de importância comercial (COMMODITY. In: SANDRONI, P., 1999).

dos mananciais, através do controle da poluição e disciplinamento do uso da água; ii) nível meso: de responsabilidade das concessionárias de água. Este nível envolve, principalmente, ações de controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água, buscando o uso desse recurso em quantidade e qualidade adequada a seus usuários; iii) nível micro: de responsabilidade dos usuários finais do sistema (Figura 1). Envolve, essencialmente, o comportamento e interesse destes, e a percepção da água como um recurso finito e de vital importância para a realização das suas atividades.

Figura 1 - Níveis sistêmicos de conservação da água baseado em Oliveira (1999)



Fonte: Autoria própria (2019).

E assim, observando-se a relevância da conservação dos sistemas hidrográficos para a garantia da quantidade e qualidade da água adequadas, são necessárias ações nos três níveis sistêmicos citados para a obtenção de resultados positivos na economia de água. Inclusive, a necessária cooperação entre esses três níveis está presente desde o início do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA).

2.1.1 Gerenciamento da demanda de água

A má gestão e o desperdício de água, aliados ao rápido crescimento populacional, aumentam a demanda por água. Concomitantemente, o custo com a expansão da oferta também aumenta, como verificado, em 2014, com as bacias Piracicaba, Capivari e Jundiaí e Alto Tietê em São Paulo. Com isso, evidencia-se então, a necessidade de investimentos em ações de

redução de perdas e no aumento da eficiência dos equipamentos hidrossanitários (ZUFFO; ZUFFO, 2016). Logo, como solução ao modelo obsoleto de expansão da oferta, surge o conceito de gerenciamento da demanda de água, tendo em vista que a melhor opção para aumentar a disponibilidade de água não é apenas expandir a sua oferta, mas gerenciar a sua demanda eficientemente.

O gerenciamento da demanda de água pode ser compreendido como o desenvolvimento e implementação de estratégias que influenciem a demanda de água, de modo a obter o uso eficiente e sustentável de um recurso escasso, promovendo a equidade social e preservação ambiental (SAVENIJE; VAN DER ZAAG, 2002).

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

As ações que buscam viabilizar o uso racional da água podem ser dos seguintes tipos: ações tecnológicas, ações educacionais, ações econômicas e ações regulatórias ou institucionais. Por meio do Quadro 1, são apresentados alguns exemplos dessas ações.

Quadro 1 - Exemplos de ações que promovem o uso racional da água

Tipos de ações	Alternativas
Tecnológicas	Medição individualizada do consumo de água
	Correção de vazamentos
	Aparelhos hidrossanitários poupadores de água
	Sistemas de captação de água da chuva
	Reuso de água
	Automatização da rede de distribuição
Educacionais	Programas e campanhas de educação ambiental
	Adequação dos currículos das escolas e universidades
Econômicas	Incentivos econômicos: subsídios para aquisição de aparelhos poupadores de água, redução de tarifas
	Desincentivos econômicos: elevação de tarifas de consumo, penalização financeira que induza o aumento da eficiência da concessionária de água, cobrança pelo uso da água bruta
Regulatórias ou institucionais	Legislação que induza o uso racional da água
	Regulamentação do uso da água
	Criação de comitês de bacias hidrográficas
	Outorga pelo uso da água

Fonte: Sharma e Vairavamoorthy (2009); Albuquerque (2004); Oliveira (1999).

Os tipos de ações que promovem o uso racional da água podem ser adotados em conjunto ou isoladamente. Contudo, as ações econômicas e educacionais, se realizadas isoladamente, necessitam de mudanças extremas nos hábitos dos usuários e, por isso, nem sempre trazem os resultados esperados. Como exemplo, Tomaz (2001) cita uma campanha maciça e multas rígidas para o consumo de água em Guarulhos-SP, que resultou em apenas 1% de economia de água. Em contrapartida, no ano de 2014, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) mudou a estratégia de gestão da demanda. Foi adotado o modelo de bonificação aos consumidores que reduzissem o consumo de água e tarifa de contingência que onera aqueles que desperdiçam água. Paralelamente, ao longo de 2014, foram realizadas diversas campanhas publicitárias na TV, rádio, jornais e revistas. O impacto dessas ações teve resposta imediata da população. No segundo mês de vigência, 81% dos clientes reduziram o consumo. No final de 2014, o consumo *per capita* diário na Grande São Paulo era de 126 L, representando uma queda de 22% em relação a janeiro de 2014, no qual o consumo *per capita* diário era de 163 L (SABESP, 2015).

No que diz respeito às ações tecnológicas, a redução do consumo é alcançada independentemente da ação do usuário. Assim, acredita-se que ações tecnológicas produzem resultados mais eficazes (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999). Convém ressaltar, que as tecnologias poupadoras de água não necessitam de adaptações estruturais complexas para serem implantadas (CARVALHO et al., 2013) e sua eficiência não depende do comportamento de

conservação dos usuários (WILLIS et al., 2011). Observa-se também, que os equipamentos poupadores de água produzem boa relação custo-benefício e geralmente apresentam resultados a curto prazo (CARVALHO et al., 2013).

No Quadro 2 são descritas algumas experiências de aplicação de ações tecnológicas e educacionais, bem como os resultados obtidos.

Quadro 2 - Resultados do emprego de ações tecnológicas e educacionais voltadas ao uso racional da água em prédios públicos e privados

Local	Ações realizadas	Economia de água (%)
Condomínio São Luiz	Substituição de 434 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e 158 válvulas de mictório	16
Escola Estadual Toufic Joulion – Carapicuíba/SP	Deteção de vazamentos em redes, reservatórios e instalações hidráulicas prediais. Campanha educacional	80
Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo	Conserto nas tubulações, trocas de tubos da tubulação, reparo de registros, troca de registros, conexões e juntas	53
Complexo Hospital das Clínicas – SP	Eliminação de vazamentos e substituição parcial de equipamentos e campanhas educacionais	21
Edifício da Administração do ABV – Unidade de Negócio Sul – SABESP	Substituição de 10 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático, 5 válvulas de fechamento automático e uma torneira de sensor	75
Centro Administrativo da Bahia	Inspeções e ajustes da vazão de aparelhos hidrossanitários, correção de vazamentos e reparo dos <i>layouts</i> dos banheiros (como instalação de divisórias entre mictórios, para garantir a privacidade dos usuários e evitar que os mesmos utilizem a bacia sanitária para urinar)	31
Aeroporto Internacional Fort Lauderdale Hollywood (Flórida, EUA)	Troca dos aparelhos sanitários convencionais por aparelhos poupadores de água	66

Fonte: Silva et al. (2014); Carvalho et al. (2013); Tsutiya (2006).

Os estudos relativos ao gerenciamento da demanda de água podem ser aplicados em diversos setores. Como exemplo no setor industrial, tem-se a aplicação de Weber, Cybis e Beal (2010), em que foram estabelecidas estratégias para a conservação de água em uma indústria de papelão ondulado, resultando na redução de 45% do consumo médio de água. No setor residencial, Guedes, Ribeiro e Vieira (2014) avaliaram alternativas de gerenciamento da demanda de água (GDA) na cidade de Campina Grande-PB, simulando cenários de adoção de medidas tecnológicas de GDA para consumidores residenciais. Por meio dos estudos das autoras, foi indicada viabilidade ambiental da adoção dessas medidas com redução do consumo de água de até 33,64%. Também no setor residencial, Lima et al. (2011) avaliaram o potencial de economia de água potável pelo uso de água pluvial em 40 cidades da Amazônia. Os resultados apresentaram um potencial econômico médio de 76%. No setor público, Alexandre, Kalbusch e Henning (2017) avaliaram o impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores de água em uma universidade e concluíram que a troca foi significativa para a diminuição do consumo de água. A substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas resultou em uma queda do indicador de consumo total de 12,34%. Substituir as válvulas de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo e regularizar a vazão dos bebedouros implicou em uma redução de 18,79% do indicador de consumo de água.

Em todos os casos, o gerenciamento da demanda de água deve ser pautado em ações previamente planejadas e em estudos de viabilidade técnica e ambiental. A nível micro, conforme a tipologia de edificação considerada, verifica-se uma predominância de determinadas ações em programas de uso racional da água. Na tipologia escolar, seja em nível infantil, fundamental, médio ou superior, o destaque tem sido na sensibilização dos usuários em conjunto com o emprego de tecnologias economizadoras (PEDROSO, 2008).

2.2 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Neste trabalho serão discorridas algumas ações tecnológicas de gerenciamento da demanda de água que podem ser aplicadas em sistemas prediais, ou seja, a nível micro: medição individualizada do consumo de água, correção de vazamentos e utilização de aparelhos hidrossanitários poupadores de água.

2.2.1 Medição individualizada do consumo de água

As agências brasileiras reguladoras dos recursos hídricos têm se esforçado no sentido de determinar metas de desempenho para as concessionárias dos serviços de abastecimento de água, com o propósito de reduzir o desperdício dos recursos naturais e alcançar melhor desempenho gerencial (SILVA; PÁDUA; BORGES, 2016).

Uma das alternativas que auxiliam no gerenciamento da demanda de água é a medição individualizada, que consiste na instalação de hidrômetros no ramal de cada unidade habitacional, de modo que seja medido todo o seu consumo, com a finalidade de racionalizar o uso da água e cobrar proporcionalmente ao consumo individual (ILHA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2010).

Nessa perspectiva, um fator que deve ser considerado é no tocante à taxa mínima de tarifação. A regra de tarifação mínima varia entre as concessionárias, e nos casos de consumo de água ser inferior ao volume relativo à taxa mínima, o sistema de medição individualizada terá somente função de propiciar o gerenciamento do consumo (ILHA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2010). Deve-se ressaltar ainda, que o faturamento de um consumo mínimo mascara o índice de perdas de faturamento, reduzindo-o, já que a concessionária recebe do cliente um volume que efetivamente não foi consumido (SILVA; PÁDUA; BORGES, 2016).

Dentre as medidas de uso racional da água, a medição individual do consumo apresenta-se, na categoria residencial, como sendo de grande impacto ambiental. Isso pode ser notado em trabalhos que tiveram o objetivo de avaliar o impacto da redução do consumo de água resultante do gerenciamento possibilitado pelo sistema de medição individualizada, com valores variando de 15 a 30% (YAMADA, 2001; ZEEB, 1998; MALAN; CRABTREE, 1997).

Para Yamada, Prado e Ioshimoto (2001), a medição individualizada em edificações residenciais é uma ação indireta de intervenção em metodologias para economia de água, pois o usuário passa a adquirir maior consciência do uso da água, já que ele está pagando em função de seu consumo. Contudo, Moura (2015) evidencia que em edificações públicas, a medição individualizada pode não gerar uma grande redução do consumo, já que os consumidores não pagam diretamente a fatura de água. Ainda assim, não é motivo para dispensá-la, uma vez que o conhecimento do consumo de água por edificação auxilia na formulação de programas de uso racional da água.

No Brasil, existem vários instrumentos normativos dirigidos à promoção do monitoramento individual do consumo de água, a nível federal, estadual e municipal, voltados a espaços públicos e privados.

A Lei Federal nº 13.312/2016 torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Essa lei entrará em vigor após decorridos cinco anos de sua publicação oficial (BRASIL, 2016). Esse instrumento caracteriza um avanço na gestão dos recursos hídricos, já que em condomínios que possuem o sistema de medição global, a fatura de água é rateada igualmente para todas as unidades habitacionais. No sistema de medição global o usuário é cobrado pelo consumo médio das unidades condominiais e não pelo que foi efetivamente consumido por ele, caracterizando-se como um sistema de cobrança injusto. Neste caso, havendo excesso de consumo por outrem, os desperdiçadores são beneficiados pelo sistema de cobrança global, incentivando o consumo indiscriminado de água. Dessa forma, enfatiza-se a importância de instrumentos normativos que regularizem o método de cobrança do consumo de água, favorecendo a promoção do uso racional dos recursos hídricos.

Também a nível federal, mas voltada a órgãos e entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, por meio da Portaria nº 23 de 12 de fevereiro de 2015, é estabelecido que os órgãos e entidades deverão fornecer informações referentes ao consumo de água, mensalmente, por meio de uma plataforma de monitoramento digital. Além disso, os indicadores de consumo monitorados deverão constar nos Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS) elaborados pelos órgãos ou entidades. As edificações, a fim de monitoramento, serão classificadas em: unidades mais eficientes, com eficiência média e menos eficientes (BRASIL, 2015). Dessa forma, ainda que o estabelecimento dessa portaria não obrigue diretamente a instalação de hidrômetros nas edificações públicas, de forma indireta o faz, uma vez que, para o monitoramento eficiente do consumo de água, é necessária, no mínimo, a medição individualizada nas edificações.

2.2.2 Identificação e correção de vazamentos em sistemas prediais

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).

Os vazamentos podem ser responsáveis por um acréscimo significativo no consumo de água em sistemas prediais. Em estudos de DeOreo et al. (2016), a distribuição média do consumo de água foi avaliada em 1.000 residências. Os autores concluíram que os vazamentos representavam em média 12% do consumo de água das mesmas.

O desperdício pode ser considerado como a água que está disponível para o usuário, mas que é consumida sem um propósito específico ou de forma excessiva. Em sistemas prediais, ele pode ocorrer devido a vazamentos ou maus hábitos dos usuários. Para Kalbusch et al. (2018), os edifícios públicos, normalmente, apresentam índices elevados de desperdícios de água quando comparados a espaços privados, uma vez que incentivos para manutenção dos equipamentos hidrossanitários praticamente inexistem, favorecendo a manifestação de vazamentos.

Nos sistemas prediais, os vazamentos de água são frequentes e muitas vezes são resultado do desgaste natural dos pontos de utilização. Contudo, pode-se verificar a presença de perdas bem elevadas nos alimentadores prediais, pois estes são solicitados diretamente pela pressão da rede pública, que, na maioria dos casos, apresenta valores excessivos em períodos noturnos (OLIVEIRA, 1999).

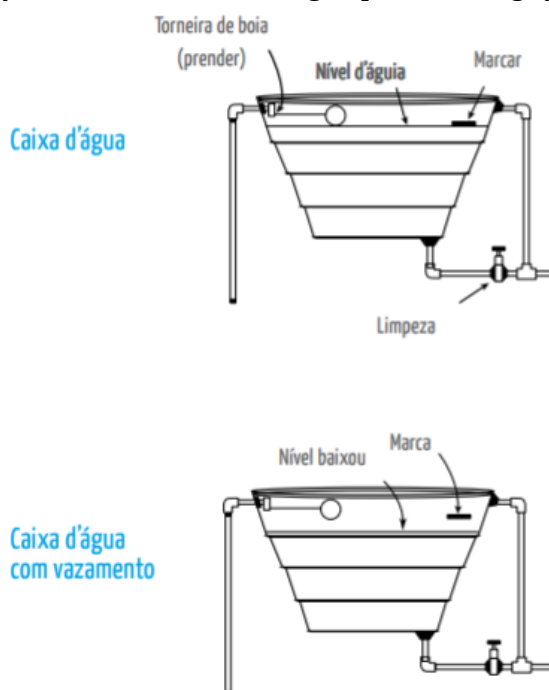
Ressaltam-se dois grupos de vazamentos: visíveis e não visíveis. Os visíveis se manifestam de forma direta, através de escoamento ou gotejamento de água, e por esses motivos são rapidamente detectados pelos usuários. Podem ocorrer nos componentes de utilização, reservatórios, tubulações e acessórios. Já os vazamentos não visíveis, se manifestam de forma indireta, ocorrendo em instalações de difícil vistoria, como alimentador predial, tubulações enterradas ou embutidas em pisos ou paredes e nos reservatórios enterrados (NUNES, 2000).

Os vazamentos não visíveis podem ocorrer por longos períodos. São alguns indícios destes: aumento do consumo de água sem causa justificada, manchas de umidade em paredes, lajes e pisos, acionamento contínuo do sistema de recalque e crescimento de vegetação em juntas de pavimentação (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999).

Com frequência, a SABESP divulga folhetos informativos que explanam testes simples de verificação de vazamentos em sistemas prediais (SABESP, 2018). Alguns exemplos desses testes são descritos a seguir.

- Teste da caixa d'água: neste teste, todas as torneiras da edificação devem ser fechadas e não se deve utilizar os sanitários. Em seguida, deve-se fechar completamente a torneira da boia da caixa, impedindo a entrada de água na mesma. Marca-se o nível da água e, após uma hora, no mínimo, é verificado se o nível baixou. Em caso afirmativo, há vazamento nas instalações ou aparelhos hidrossanitários alimentados pela caixa d'água (Figura 2).

Figura 2 - Ilustração do teste da caixa d'água para investigação de vazamentos



Fonte: SABESP (2018).

- Teste da válvula ou caixa de descarga: o primeiro passo é marcar o nível da água no poço da bacia sanitária. Depois, deve-se retirar de três a quatro copos de água do poço e fazer uma nova marcação do nível e aguardar por um período de no mínimo 1 hora. Se a água voltar ao nível inicial ou ultrapassar o menor nível, há vazamento na válvula ou na caixa de descarga (Figura 3).

Figura 3 - Ilustração do teste da válvula ou caixa de descarga para investigação de vazamentos



Fonte: SABESP (2018).

Fujimoto, Nunes e Ilha (2002) avaliaram alguns testes de detecção de vazamento em bacias sanitárias e evidenciaram as vantagens e desvantagens de cada um deles em diferentes aplicações. Foram avaliados os testes do pó de giz, do corante e da caneta. Após as ponderações

aos testes, concluíram que o teste da caneta apresentou um resultado bastante satisfatório. Os procedimentos do teste da caneta são descritos a seguir.

- Teste da caneta: neste teste, após a secagem das paredes da bacia sanitária, é traçada uma linha com caneta com tinta solúvel em água, cerca de 3 cm abaixo da borda do vaso. Após 5 min, se verificada a ocorrência de interrupções na linha traçada, é sinal da ocorrência de vazamentos (Figura 4).

Figura 4 - Teste da caneta para investigação de vazamentos em bacias sanitárias



Fonte: Kalbusch et al. (2018).

Fujimoto, Nunes e Ilha (2002) classificaram o teste da caneta como de baixo custo e que pode ser aplicado em escolas, creches, faculdades ou locais de alta quantidade de bacias, uma vez que sua realização demanda em média 5 min.

A eliminação dos vazamentos possibilita a redução significativa no consumo de água. Neste sentido, Gonçalves et al. (2005) estudaram aspectos relativos aos vazamentos visíveis em edificações escolares públicas localizadas na cidade de Campinas-SP. Os autores estimaram o volume perdido decorrente de vazamentos nos pontos de consumo (Quadro 3). Por meio do estudo, concluíram que as perdas por vazamento chegaram a 70% em uma das escolas de ensino fundamental e mais de 40% em algumas escolas de educação infantil.

Quadro 3 - Valores adotados para a estimativa do volume perdido nos vazamentos nos pontos de consumo de água

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (lavatório, pia, uso geral)	Gotejamento lento ¹	6 a 10 L.dia ⁻¹
	Gotejamento médio ²	10 a 20 L.dia ⁻¹
	Gotejamento rápido ³	20 a 32 L.dia ⁻¹
	Gotejamento muito rápido ⁴	> 32 L.dia ⁻¹
	Filete ϕ 2mm	> 114 L.dia ⁻¹
	Filete ϕ 4mm	> 333 L.dia ⁻¹
	Vazamento no flexível	0,86 L.dia ⁻¹
Mictório	Filetes visíveis	144 L.dia ⁻¹
	Vazamento no flexível	0,86 L.dia ⁻¹
	Vazamento no registro	0,86 L.dia ⁻¹
Bacia com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 L.dia ⁻¹
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 L.dia ⁻¹
	Válvula disparada quando acionada	40,8 L ⁵
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 L.dia ⁻¹
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 L.dia ⁻¹

¹Até 40 gotas.min⁻¹. ²Entre 40 e 80 gotas.min⁻¹. ³Entre 80 e 120 gotas.min⁻¹. ⁴Acima de 120 gotas.min⁻¹. ⁵Supondo a válvula aberta por um período de 30 s, a uma vazão de 1,6 L.s⁻¹.

Fonte: Gonçalves et al. (2005).

Quanto aos vazamentos não visíveis, existem diversos equipamentos que podem auxiliar na sua localização, através de métodos acústicos de pesquisa. Alguns desses equipamentos foram apresentados por Tsutiya (2006):

- Haste de escuta: um amplificador mecânico ou eletrônico, acoplado a uma barra metálica (Figura 5), capta ruídos de vazamentos em acessórios do sistema (cavaletes, registros, hidrômetros). A haste de escuta não localiza o vazamento, apenas indica a sua existência nas proximidades.

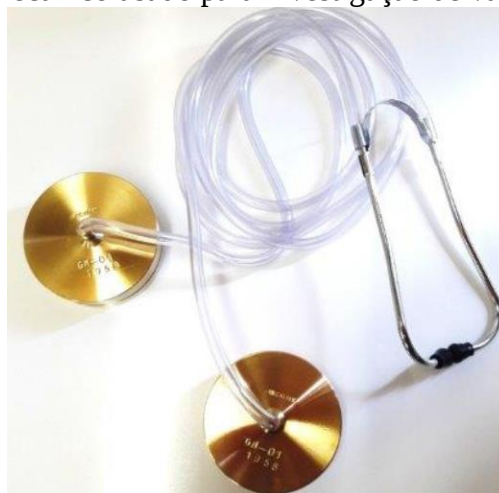
Figura 5 - Haste de escuta mecânica usada para investigação de vazamentos não visíveis



Fonte: Restor (2019).

- Geofone: um detector acústico de vazamento composto por sensor, amplificador, fones de ouvido e filtros de ruídos, identifica os ruídos de vazamentos a partir da superfície do solo (Figura 6). O local onde o ruído apresentar maior intensidade é o ponto abaixo do qual se encontra o vazamento não visível.

Figura 6 - Geofone mecânico usado para investigação de vazamentos não visíveis



Fonte: Mecaltec (2019).

2.2.3 Aparelhos hidrossanitários poupadores de água

O uso de aparelhos hidrossanitários poupadores de água possibilita ganho tanto ambiental (redução do consumo de água) como financeiro (consequente redução das despesas com a fatura de água).

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) possui dois Documentos Técnicos de Apoio (DTA) que tratam especificamente das tecnologias e produtos

poupadores de água em sistemas prediais. Por meio do DTA F1, são abordadas as tecnologias poupadoras de água em sistemas prediais existentes no período em que o documento foi publicado e propostas de ações que auxiliam a racionalização do uso da água, baseadas em experiências científicas (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999). Mediante o DTA F2, publicado em 2003, são explanados produtos economizadores de água nos sistemas prediais, dentre eles: torneiras, mictórios, chuveiros e bacias sanitárias (PNCDA, 2003).

A seguir, serão apresentados 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.

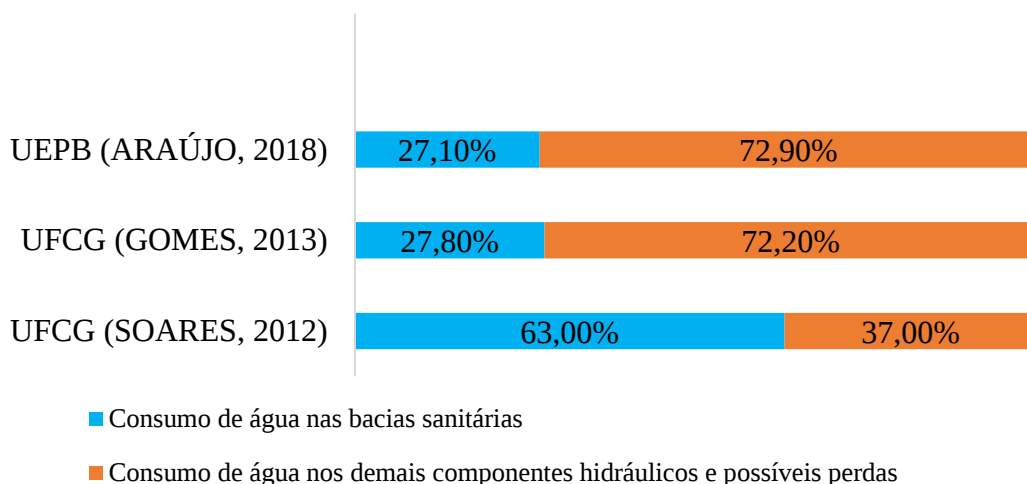
2.2.3.1 Bacia sanitária

As bacias sanitárias caracterizam-se pelo uso de um volume significativo de água nas edificações. Por meio da avaliação de alguns estudos que englobaram a distribuição do consumo de água em instituições públicas, é possível notar que a bacia sanitária é um dos aparelhos com maior prioridade de substituição por modelos poupadores de água.

Em alguns estudos em universidades públicas, a bacia sanitária apresentou-se como um dos aparelhos hidrossanitários que mais consomem água. Neste âmbito, Soares (2012) quantificou a distribuição do consumo de água na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e concluiu que o consumo total de água nas bacias sanitárias representou em torno de 63% do consumo total da universidade, sendo o aparelho hidrossanitário que mais consome água na UFCG. O autor enfatiza que é uma porcentagem elevada em relação às faixas de valores utilizadas em outros estudos, porém, ele ressalta que esse valor foi calculado através da percepção dos usuários, mediante entrevistas. Também na UFCG, Gomes (2013) estimou o consumo de água nas bacias sanitárias utilizando um método de parametrização diferente do método apresentado por Soares (2012). A autora estimou o consumo de água nas bacias sanitárias por meio de valores estabelecidos na literatura, e por meio do resultado obtido, apontou um consumo de 27,8% do consumo total. Já Araújo (2018), ao estimar o consumo de água em bacias sanitárias da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), baseando-se no método apresentado por Gomes (2013), concluiu que os consumos das bacias sanitárias representam 27,1% do consumo total da universidade. Nos estudos de Gomes (2013) e Araújo (2018), a bacia sanitária apresentou-se como o segundo aparelho que mais consome água, ficando atrás apenas das torneiras. Por meio da Figura 7, são apresentados os resultados de distribuição do

consumo de água nas bacias sanitárias e outros componentes das universidades estudadas nos três trabalhos citados.

Figura 7 - Distribuição do consumo de água em bacias sanitárias e demais componentes hidráulicos de universidades



Fonte: Araújo (2018); Gomes (2013); Soares (2012).

As bacias sanitárias possuem diferentes tipos de acionamento, podendo ser por caixa de descarga externa, válvula de descarga embutida, válvula de descarga do tipo alavanca e caixa de descarga acoplada (Figura 8).

Figura 8 - Modelos de acionamento de bacias sanitárias



Fonte: Astra (2019); Docol (2019a); Hydra (2019a); Eternit (2019).

As bacias sanitárias providas de válvulas de descarga antigas são grandes consumidoras de água. O modelo antigo de válvula de descarga na parede, consumia, em média, 18 L de água por acionamento. Atualmente, as válvulas já são fabricadas para um volume médio de 6 L por acionamento. Todavia, esses valores de volume dependem do tempo em que o usuário mantém

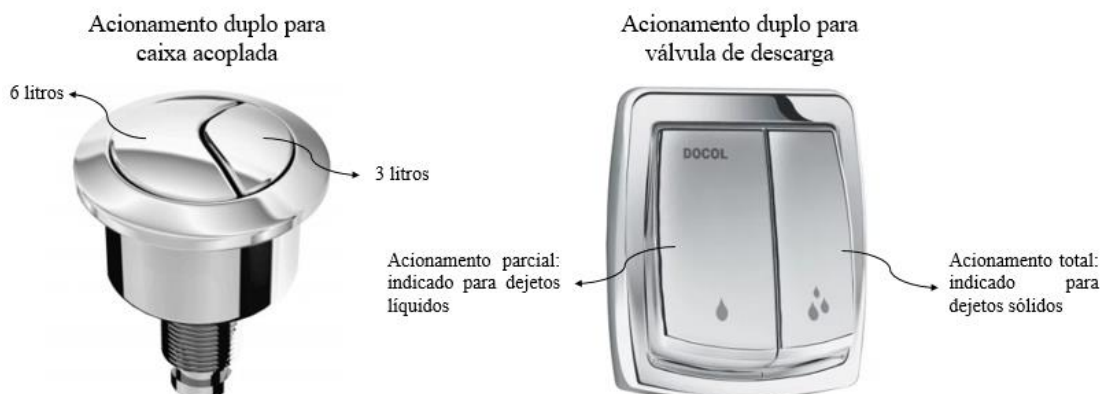
a válvula pressionada. O ideal é utilizar os modelos com caixa acoplada, pois eles não permitem a escolha de volume de água por acionamento (CELITE, 2019a).

O Programa Setorial de Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais, vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), fixou como objetivo a qualidade evolutiva das bacias sanitárias e dispositivos de descarga: até o final de 2002 a produção de bacias sanitárias, caixas de descarga e comandos hidráulicos com os volumes reduzidos. Assim, até o final de 2002, deveria ser atingida a meta de volume máximo de descarga na faixa de 6 L ou valor que implique menor consumo de água (BRASIL, 1998a, 1998b).

Como mencionado, no mercado já é possível encontrar válvulas de descarga que utilizam 6 L por acionamento, são chamadas de válvulas VDR (Volume de Descarga Reduzido). As bacias sanitárias com caixa acoplada também apresentam descarga de 6 L por acionamento, ficam fixadas no piso e são de fácil manipulação.

Um mecanismo poupador de água que pode vir incorporado nas caixas acopladas é o dispositivo de acionamento duplo para bacia sanitária (*dual-flush*), que possibilita dois tipos de acionamento da descarga de água na bacia. Esses dispositivos contêm dois botões: um deles, se acionado, resulta em uma descarga completa de 6 L, indicada para o arraste de dejetos sólidos. O outro resulta em um acionamento de uma meia descarga, geralmente de 3 L, para limpeza de dejetos líquidos (PNCDA, 2003). O mecanismo de acionamento duplo também pode ser aplicado em válvulas de descarga, permitindo o acionamento do fluxo parcial ou total (Figura 9). Também é possível substituir o dispositivo de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por dispositivo de acionamento duplo, através dos chamados reparos ou *kits* universais de duplo acionamento (Figura 10).

Figura 9 - Dispositivos de acionamento duplo para bacias sanitárias com caixa acoplada ou válvula de descarga



Fonte: Hydra (2019b); Docol (2019b).

Figura 10 - Reparo ou *kit* universal de duplo acionamento para bacias sanitárias com caixa acoplada



Fonte: Deca (2019).

Os reparos de duplo acionamento proporcionam economia média de água de 34%, são de baixo custo e encontrados facilmente no mercado.

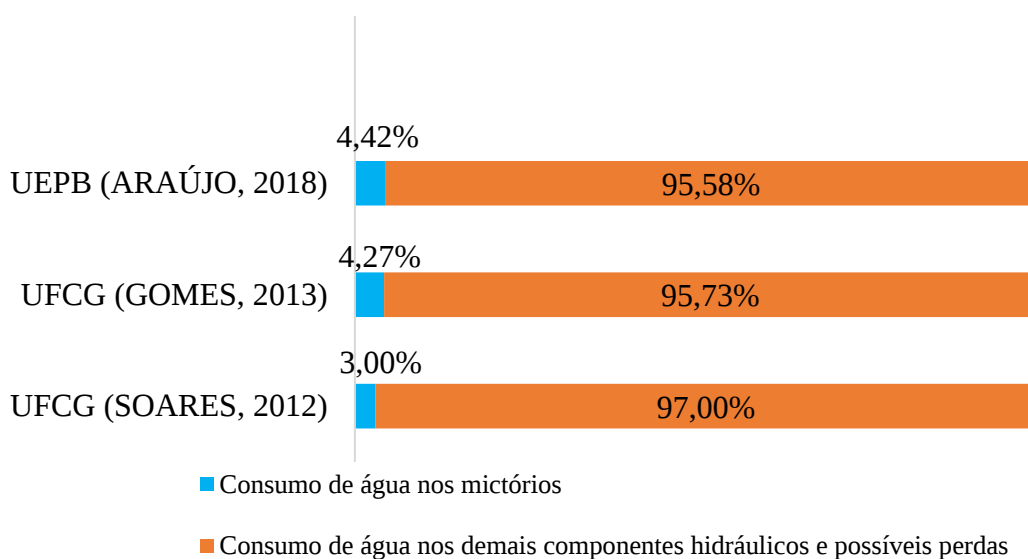
2.2.3.2 Mictório

Os mictórios podem ser um dos equipamentos que mais consomem água em um ambiente sanitário, devido às soluções inadequadas entre os dispositivos de acionamento de descarga e o mictório propriamente dito. O uso de registros de pressão em mictórios faz com que eles sejam responsáveis por um considerável consumo de água (PNCDA, 2003). Como

exemplo, a Tecnologia de Sistemas em Engenharia faz referência à implantação de um programa de uso racional da água em um vestiário de uma cozinha industrial, em que o consumo de água estimado para um único mictório coletivo com acionamento por registro de pressão, representava cerca de 54% do consumo total do vestiário masculino (TESIS, 1998).

Neste contexto, Araújo (2018), Gomes (2013) e Soares (2012) estimaram o consumo de água nos mictórios em universidades, e apresentaram resultados de proporção de consumo relativamente próximos. Na UEPB, Araújo (2018) concluiu que o consumo de água nos mictórios representava 4,42% do consumo total na universidade. Já Gomes (2013), concluiu que o consumo nesses aparelhos representava 4,27% do consumo total da UFCG. Por meio dos estudos de Soares (2012), também na UFCG, foi estimado que o consumo de água nos mictórios representava 3,00% do consumo total da universidade (Figura 11).

Figura 11- Distribuição do consumo de água em mictórios e demais componentes hidráulicos de universidades



Fonte: Araújo (2018); Gomes (2013); Soares (2012).

Quanto ao uso, os mictórios podem ser individuais ou coletivos (Figura 12). Esses aparelhos, por vezes, apresentam grande contribuição para o desperdício de água, porque em alguns edifícios esses aparelhos ficam abertos 24 horas por dia (principalmente os coletivos), já que os usuários não utilizam o registro de abertura e fechamento de água antes e após o uso do mictório. Pois para evitar o mau cheiro, os responsáveis pela manutenção dos aparelhos retiram a manopla dos registros, fazendo com que liberem água durante todo tempo (GONÇALVES et al., 1999).

Figura 12 - Tipos de mictório quanto ao uso



Fonte: Celite (2019b); Fabrinnox (2019).

Em relação à forma de uso dos mictórios, um aspecto que deve ser levado em conta é a privacidade do usuário. Kiperstok et al. (2009) estudaram o uso dos sanitários masculinos na Universidade Federal da Bahia e concluíram que mesmo existindo mictórios, 33% dos homens afirmaram não os utilizar. Das descargas dadas em bacias sanitárias no período analisado, 70% foram para o afastamento da urina, representando um gasto perdulário de água. Os autores afirmaram que a instalação de mictórios com *design* que estimule o seu uso, respeitando a distância necessária entre os aparelhos como também barreiras visuais de tamanho adequado, fazem com que haja um maior uso dos mictórios em detrimento da bacia sanitária para urinar.

Para reduzir o consumo de água nos mictórios, propõe-se a utilização de válvula de descarga hidromecânica, que é melhor que o sistema convencional com registro de pressão, já que o usuário substitui as operações de abrir e fechar o registro pela ação de apertar a válvula (GONÇALVES et al., 1999). Também pode ser utilizado o acionamento do tipo eletrônico, todavia, esse tipo exige um maior investimento inicial e gastos com a manutenção do aparelho. O acionamento eletrônico se dá por um sensor, que detecta a ausência do usuário, diminuindo o desperdício de água (DECA, 2018a) (Figura 13).

Figura 13 - Válvula para mictório com acionamento por sensor



Fonte: Deca (2018a).

No mercado também estão disponíveis os mictórios que não necessitam de água para descarga dos dejetos (Figura 14). Nesse modelo, a evacuação da urina no aparelho se dá por um sistema de membrana desodorizador (Figura 15), dessa forma, a economia de água é de 100%. A membrana desodorizadora necessita ser trocada após, aproximadamente, 7.500 utilizações (DECA, 2018b).

Figura 14 - Mictório com sistema desodorizador de descarga que não necessita de água



Fonte: Deca (2018b).

Figura 15 - Esquema do funcionamento do sistema desodorizador de mictório que não necessita de água



Fonte: Deca (2018b).

O custo de instalação (aparelho e mão de obra) de um mictório que não necessita de água é de aproximadamente R\$ 1.000,00 e a membrana desodorizadora, que necessita ser trocada em períodos oportunos, custa, em média, R\$ 190,00².

Apresentadas as alternativas, a avaliação das diversas possibilidades deve ser feita após a análise conjunta das viabilidades técnica-financeira, econômica, ambiental e social.

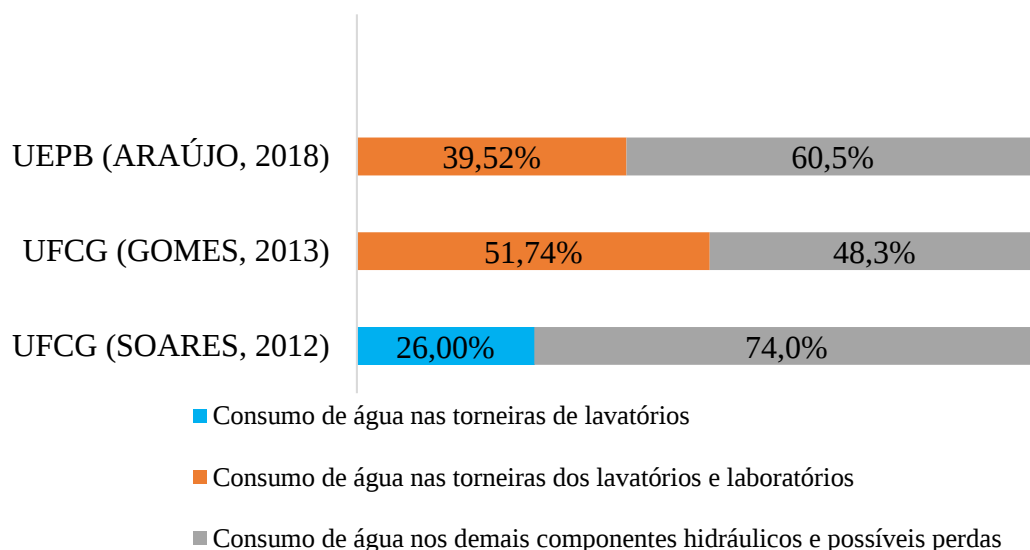
² Valores referentes às pesquisas de mercado realizadas durante a elaboração deste estudo.

2.2.3.3 Torneira

A torneira é um dispositivo de controle de fluxo de água que, quando acionado, libera uma vazão que pode ser controlada para um determinado fim (PNCDA, 2003).

Em relação à distribuição do consumo de água em torneiras de universidades, Soares (2012) estimou a porcentagem do consumo de água nas torneiras de lavatórios da UFCG, e apresentou um resultado de 26,00% do consumo total da universidade. Já Araújo (2018) e Gomes (2013) estimaram porcentagens do consumo de água nas torneiras de lavatórios e laboratórios da UEPB e UFCG, respectivamente. Araújo (2018) indicou que 39,52% do consumo de água da UEPB provém do uso desses aparelhos. Gomes (2013) apontou que 51,74% do consumo de água da UFCG é resultante do uso das torneiras (Figura 16). No estudo de Soares (2012), a torneira de lavatório apresentou-se como o segundo aparelho hidrossanitário que mais consome água, ficando atrás apenas da bacia sanitária. Já nos estudos de Araújo (2018) e Gomes (2013), as torneiras de lavatório e laboratório apresentaram-se como os aparelhos hidrossanitários que mais consomem água.

Figura 16 - Distribuição do consumo de água em torneiras e demais componentes hidráulicos de universidades



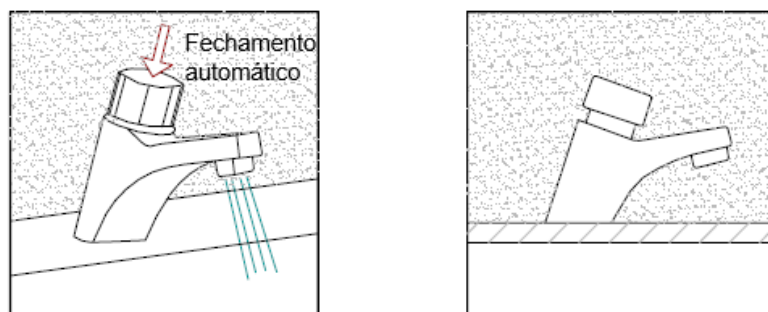
Fonte: Araújo (2018); Gomes (2013); Soares (2012).

As torneiras convencionais não possuem controle automático de fechamento, sendo o usuário o responsável pelo tempo de uso, fazendo com que, em muitos casos, haja desperdício de água. Nessa perspectiva, estão sendo desenvolvidos produtos e dispositivos que reduzam o consumo de água independente da ação do usuário. As torneiras existentes no mercado, que

podem reduzir o consumo de água, possuem fechamento hidromecânico (automático), por sensor de presença (eletrônico), por pedal, hidromecânica adaptada para deficientes físicos, dentre outras. Alguns dispositivos também podem ser acoplados nas torneiras com a função economizadora, como os arejadores, pulverizadores, atomizadores e prolongadores (PNCDA, 2003). Neste trabalho, foi dada ênfase às torneiras com fechamento automático, com sensor de presença e aos arejadores.

As **torneiras com fechamento automático** (Figura 17) possuem a vantagem de suspender o fluxo de água em um certo tempo pré-programado, impossibilitando o desperdício por parte do usuário decorrente do fechamento incorreto ou não fechamento.

Figura 17 - Ilustração de torneira de bancada com fechamento automático



Fonte: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) (2003).

Conforme o DTA F2 do PNCDA, existem dois aspectos a serem observados que determinam a economia de água no uso das torneiras com fechamento automático:

- Controle de vazão: obtido através da incorporação, na torneira, de um redutor de vazão. Assim, o equipamento só permitirá o grau de liberdade de abertura do fluxo de água. Uma vez regulada a pressão do sistema, o fluxo de água que sairá da torneira apresentará uma vazão adequada à função, evitando desperdício de água.
- Tempo de acionamento: o tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acionar a torneira várias vezes em uma única operação de lavagem e nem deve ser muito longo, para evitar que o usuário finalize a sua atividade e o fluxo ainda esteja ocorrendo.

Dentre os modelos disponíveis no mercado existem os que permitem a regulação do tempo de abertura na própria peça, por meio de uma chave adequada e restrita, e os que apresentam tempo de abertura preestabelecido (PNCDA, 2003). Segundo a NBR 13713:2009, os aparelhos automáticos para lavatório devem possuir tempo de ciclo de no mínimo 4 s e no

máximo 10 s, vazão mínima de $0,04 \text{ L.s}^{-1}$ e volume máximo de água por ciclo de 1,2 L (ABNT, 2009).

As **torneiras com funcionamento por sensor de presença** (Figura 18) captam a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. O sensor pode estar incorporado à torneira ou estar em uma unidade separada. O sensor envia sinais elétricos e é alimentado pelo componente eletrônico de comando do sistema. O componente eletrônico emite um sinal de abertura ou fechamento da válvula solenoide, que libera o fluxo de água. A válvula solenoide é uma válvula elétrica que abre ou fecha em função da corrente elétrica. A torneira com sensor exige uma manutenção eficiente e é imprescindível que haja baterias em estoque e a rapidez da troca (PNCDA, 2003). Os modelos com sistema antivandalismo são indicados para locais de uso público e garantem uma economia de água de até 85% (DECA, 2018a).

Figura 18 - Torneira metálica de parede com funcionamento por sensor óptico de presença



Fonte: Deca (2018a).

Os **arejadores** são dispositivos fixados na saída da torneira, que reduzem a seção de passagem da água, com o auxílio de peças perfuradas ou telas finas, e que possuem orifícios na superfície lateral para entrada de ar durante o escoamento de água, diminuindo cerca de 50% o jato das torneiras. A instalação do arejador melhora o desempenho da atividade (redução dos respingos nos usuários) e reduz a vazão e, portanto, o consumo de água (GONÇALVES et al., 1999).

No mercado existem torneiras com o arejador já instalado na peça. Outras, apresentam roscas para o acoplamento do arejador. Portanto, ao adquirir a torneira, cabe ao consumidor a verificação da existência ou não do arejador.

2.2.3.4 Chuveiro

O chuveiro é um dos aparelhos sanitários mais difíceis para os usuários se adequarem no que diz respeito a redução do consumo de água, uma vez que eles têm sensibilidade quanto a alterações de vazão, pois o grau de satisfação do usuário está associado ao volume de água que um chuveiro pode propiciar no decorrer de um banho (PNCDA, 2003).

Com o objetivo de reduzir o consumo de água, recomenda-se a instalação de restritor de vazão, que auxiliará numa redução de consumo representativa, dependendo da intensidade de utilização desse componente. Nos casos em que o restritor de vazão não se adapte ao chuveiro existente, é recomendada a substituição do chuveiro convencional pelo chuveiro com restritor de vazão. Entretanto, reduzir a vazão para valores menores que $0,05 \text{ L.s}^{-1}$ é impraticável, por isso, aconselha-se a utilização de valores de $0,10$ a $0,15 \text{ L.s}^{-1}$ (GONÇALVES et al., 1999).

No mercado também existem chuveiros com fechamento hidromecânico, os quais fecham automaticamente após 30 s, propiciando economia de água, mas exigindo adaptações progressivas do usuário. O indicado é que se acione o chuveiro cinco vezes por banho, sendo uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar (GONÇALVES et al., 1999). Segundo a NBR 13713:2009, o tempo de ciclo mínimo nesses chuveiros deve ser de 18 s e máximo de 50 s, a vazão mínima deve ser de $0,10 \text{ L.s}^{-1}$ e o volume máximo de água por ciclo de 12,5 L (ABNT, 2009).

Em relação ao consumo de água em chuveiros de universidades, Soares (2012) concluiu que a contribuição do consumo dos chuveiros na UFCG é desprezível, porque poucas edificações dentro da universidade possuem o aparelho, sendo o ginásio esportivo o local onde se percebe maior uso do chuveiro.

2.3 USOS FINAIS DA ÁGUA EM UNIVERSIDADES

O conhecimento de como é distribuído o consumo de água por aparelho hidrossanitário em edificações é de fundamental importância para saber onde se deve priorizar ações de conservação do uso da água.

Neste sentido, a distribuição do consumo de água em universidades brasileiras, visando subsidiar a elaboração de planos de gerenciamento da demanda de água nesses locais, foi abordada em alguns estudos. Soares (2012) apresentou a distribuição do consumo de água na UFCG. A parametrização exposta pelo autor foi baseada na percepção dos usuários dos aparelhos hidrossanitários, através de entrevistas. Já Gomes (2013) apresentou também a

distribuição do consumo de água na UFCG, entretanto, a metodologia para quantificação dos consumos por essa autora difere da utilizada por Soares (2012), pois baseou-se em consumos especificados na literatura. Araújo (2018) apresentou a distribuição do consumo de água na UEPB, por método de quantificação semelhante ao de Gomes (2013). Os dados propostos pelos autores dos três estudos citados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição do consumo de água em universidades

Pontos de consumo de água	Distribuição do consumo de água (%)		
	UEPB (ARAÚJO, 2018)	UFCG (GOMES, 2013)	UFCG (SOARES, 2012)
Bacias sanitárias	27,07	27,80	63,00
Torneiras ¹	39,52	51,74	26,00
Mictórios	4,42	4,27	3,00
Outros ²	28,99	16,19	8,00

¹Araújo (2018) e Gomes (2013) consideraram as torneiras dos lavatórios e laboratórios. Já Soares (2012), considerou apenas as torneiras dos lavatórios. ²Estão incluídos demais equipamentos hidráulicos não mencionados e possíveis perdas de água.

Fonte: Araújo (2018); Gomes (2013); Soares (2012).

A distribuição do consumo de água varia de acordo com a unicidade de cada organização. Entretanto, observa-se, em universidades, uma maior tendência de consumo de água em bacias sanitárias e torneiras.

2.4 PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA (PNCDA)

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), criado em 1997, é um programa da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. O objetivo geral do PNCDA é a promoção do uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras. O programa tem como objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, visando a efetiva economia dos volumes de água demandados (SILVA; CONEJO; GONÇALVES, 1999).

O PNCDA é composto por 22 Documentos Técnicos de Apoio (DTAs), emitidos no âmbito das suas três áreas principais de atuação: i) planejamento, gestão e articulação institucional das ações de conservação e uso racional da água; ii) conservação da água nos

sistemas públicos de abastecimento; e iii) conservação da água em sistemas prediais (SILVA; CONEJO; GONÇALVES, 1999).

As ações de combate ao desperdício organizam-se em três esferas: i) dos sistemas de recursos hídricos, no que diz respeito à conservação e ao uso racional da água bruta; ii) dos sistemas públicos de abastecimento de água, relativamente à eficiência no uso da água desde a captação até a entrega ao consumidor final; iii) nos sistemas prediais, no que tange ao uso racional da água entregue no serviço. Na primeira esfera citada, as ações do PNCDa são centradas no máximo aproveitamento das vazões ofertadas para uso urbano. Na segunda, as ações do programa concentram-se nas reduções de perdas físicas e não físicas. E na terceira, as ações dizem respeito tanto à melhoria do conjunto das instalações de água e esgoto, como à componentes chave no consumo predial.

O PNCDa mantém parcerias com entidades participativas do setor de saneamento, organizações não governamentais, entidades de normatização e certificação, indústrias de materiais e equipamentos para saneamento, prestadores de serviços públicos, universidades e órgãos federais que desenvolvem ações voltadas à implantação de medidas que contemplem o uso racional e conservação da água (SANTOS, 2010). Um destaque merece ser dado à articulação entre o PNCDa, o PBQP-H e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais de Saneamento, que criou o ambiente para o desenvolvimento setorial das bacias sanitárias de 6 L, desde a pesquisa tecnológica até a normalização técnica, entre os anos 1999 e 2002, o que foi fundamental para o sucesso dos programas de uso racional da água em sistemas prediais (CNI, 2013).

2.5 PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

As Instituições de Ensino Superior (IES) que desenvolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão requerem uma ampla infraestrutura. Assim, para a execução das atividades que lhes competem, são necessários blocos de salas de aula, laboratórios, salas de pesquisa, prédios administrativos, entre outros. Sendo que, para a manutenção e utilização desses espaços é requerido um volume de água expressivo.

Todos os anos, as IES formam milhões de profissionais para o mercado de trabalho. Alguns desses têm forte possibilidade de gerar impactos ambientais negativos no exercício da sua profissão. Até mesmo essas instituições, no desempenho de suas atividades, podem gerar impactos ambientais negativos (ALSHUWAIKHAT; ABUBAKAR, 2008).

As instituições educacionais que desprezam as questões ambientais, contradizem a sua função social. Tendo em vista que, a incorporação de padrões comportamentais sustentáveis é mais eficaz se desenvolvida em um ambiente onde pratica o que se ensina. Além disso, a adoção de práticas sustentáveis pode incentivar pesquisas em parceria com a indústria e o governo (LEHMANN et al., 2009).

Neste sentido, considerando a importância da conservação do uso da água, algumas universidades no Brasil e no mundo desenvolveram estudos e programas voltados à essa temática. A seguir, serão explanados alguns exemplos nacionais.

2.5.1 Universidade de São Paulo (PURA-USP)

O Programa de Uso Racional da Água (PURA) foi criado em 1996, e desde então, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) tem participado ativamente do seu desenvolvimento metodológico (PURA-USP, 2019).

O PURA foi idealizado em seis macro programas: i) banco de dados; ii) laboratório institucional; iii) avaliação e adequação de tecnologias; iv) caracterização de demanda e impactos da economia de água em edifícios residenciais e habitações unifamiliares; v) programas da qualidade; e vi) programas específicos de economia de água em diferentes tipos de edifícios (PURA-USP, 2019).

No contexto do sexto macro programa, este foi aplicado em um campus universitário. Após a assinatura de um convênio entre a USP e a SABESP, em 1998, deu-se início ao Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP).

As atividades de pré-implantação e as etapas de implantação do PURA são as seguintes:

- Pré-implantação: deve-se realizar um levantamento das edificações que mais consomem água. Assim, em função do consumo de água, da tipologia da atividade desenvolvida e da localização das unidades, define-se em quantas fases o programa deve ser implantado, as unidades contempladas em cada fase e qual o tempo de duração estimado das intervenções;
- Etapa 1 – diagnóstico geral: etapa onde deverá ser feito um levantamento das características da unidade, dos seus sistemas hidrossanitários e do histórico de consumo de água antes das intervenções, definindo-se um plano de intervenção;
- Etapa 2 – redução de perdas físicas: etapa onde está incluída a atualização do cadastro de redes existentes, detecção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios;

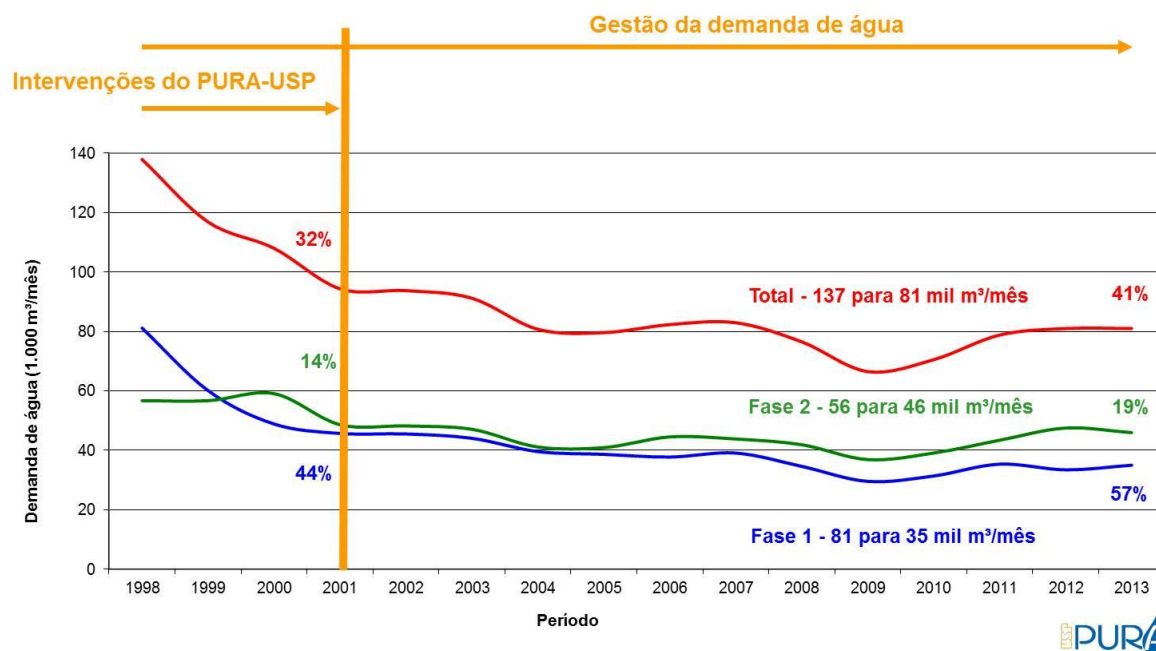
- Etapa 3 – redução de consumo nos pontos de utilização: aqui, estão incluídas a detecção e a eliminação de vazamentos em pontos de utilização e substituição de equipamentos convencionais por modelos economizadores;
- Etapa 4 – caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água: nesta etapa são levantados os hábitos dos usuários nas diversas atividades desenvolvidas e também são fornecidas informações de procedimentos mais eficientes, para que sejam minimizados os desperdícios, mas sem haver perda de qualidade nos processos;
- Etapa 5 – divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos: esta etapa possui dois públicos-alvo: os usuários primários (pessoal da manutenção hidráulica) e os usuários finais (docentes, discentes, funcionários, visitantes). Havendo a distinção, é feita a distribuição de *folders*, adesivos, cartazes, manuais de operação e manutenção dos equipamentos, palestras, entre outros (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2006).

Após a análise do potencial de redução da demanda e das diferentes tipologias de uso da água na USP, o PURA-USP foi implantado nas seguintes fases:

- Fase 1: 7 unidades localizadas na cidade universitária que representavam 50% da demanda de água;
- Fase 2: demais 21 unidades localizadas na cidade universitária;
- Fase 3: unidades externas à cidade universitária, mas ainda localizadas na cidade de São Paulo;
- Fase 4: unidades localizadas no interior e litoral (PURA-USP, 2019).

Por meio do gráfico apresentado na Figura 19, é indicada a variação da demanda de água na cidade universitária no período de 1998 a 2013.

Figura 19 - Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo



Fonte: PURA-USP (2019).

Ao analisar a Figura 19, é possível concluir que as ações promovidas pelo PURA na cidade universitária, no período analisado, apresentaram resultado positivo: redução de 41% da demanda de água.

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

O desperdício de água levou a Unicamp a desenvolver projetos com o propósito de evitar o consumo desnecessário nas suas edificações. Em 1999, a universidade instituiu o Programa Pró-Água, que implementou ações de conscientização e combate às perdas (ALVES FILHO, 2005).

O Pró-Água, iniciado em maio de 1999, abrangeu, em sua primeira fase, o cadastramento, a detecção e o conserto de vazamentos nos pontos de consumo de água da Unicamp. Em seguida, foram instaladas torneiras e válvulas de acionamento hidromecânico nos banheiros. Além disso, foram instalados alguns mictórios individuais com válvulas economizadoras em substituição aos mictórios coletivos. Outra medida prevista no programa foi a implementação de micromedição do consumo de água dos edifícios com leitura remota e

a elaboração de diagnóstico dos pontos de consumo de água classificados como de uso específico (CRUZ, 2001).

O consumo médio mensal do campus como um todo, no ano de 1998, antes do Pró-Água, estava na faixa de 98 mil a 100 mil m³. Em 2001, este número havia reduzido para 80 mil m³ (CRUZ, 2001).

Desde 1999 a Unicamp promove ações de combate ao desperdício de água. Essas ações trouxeram uma significativa redução no consumo de água da universidade. Inicialmente, essa redução chegou a 45% e, no ano de 2014, a universidade registrou o mesmo volume de consumo de 1999, enquanto a área construída no campus alcançou crescimento de 20% no mesmo período (UNICAMP, 2014).

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

2.5.3 Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA)

O Programa ÁGUAPURA surgiu em 2001 com o objetivo de reduzir o consumo de água, por meio da minimização das perdas e dos desperdícios, na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Inicialmente, o programa contava apenas com um encanador e um auxiliar, além do coordenador do projeto. A função dessa equipe era somente a manutenção corretiva e cadastramento de todas as unidades da universidade (NAKAGAWA, 2009).

Após alguns anos, todo o programa foi reestruturado e revisado para inserir novas ações que não estavam previstas a princípio. Em 2005, deu-se início a inserção de dados coletados dos hidrômetros e lançados na plataforma virtual denominada ÁGUAPURA Via Net (NAKAGAWA, 2009).

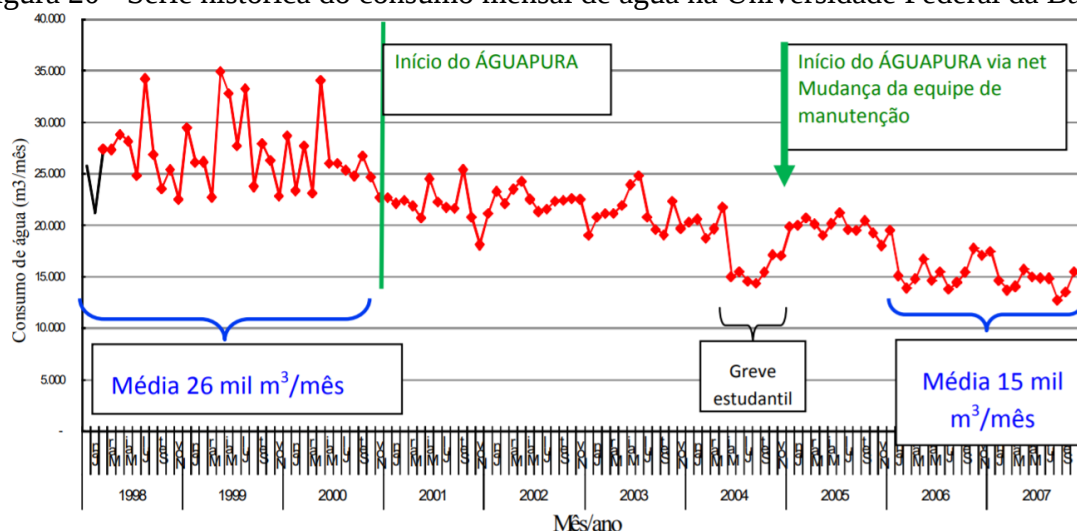
A UFBA, desde 2005, vem buscando atuar, efetivamente, na racionalização do seu consumo e no combate ao desperdício de água, através das etapas que englobam a metodologia do ÁGUAPURA:

- Etapa 1: levantamento do sistema predial;
- Etapa 2: monitoramento e análise do consumo de água das unidades;

- Etapa 3: detecção e correção de vazamentos;
- Etapa 4: levantamento dos hábitos dos usuários;
- Etapa 5: utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo (NAKAGAWA, 2009).

De 1998 até 2000, o consumo médio mensal de água da UFBA era de aproximadamente 26.000 m³. Nos anos de 2006 e 2007, alguns anos após o início do ÁGUAPURA, o consumo médio foi de 15.000 m³, apresentando uma redução de 42% do consumo inicial. Essa redução foi obtida através da eliminação de vazamentos, instalação de equipamentos economizadores e orientação sobre uso racional da água. Por meio do gráfico apresentado na Figura 20, é apontada a variação do consumo de água na universidade no período analisado, notando-se a eficiência das ações adotadas pelo ÁGUAPURA (NAKAGAWA, 2009).

Figura 20 - Série histórica do consumo mensal de água na Universidade Federal da Bahia



Fonte: Nakagawa (2009).

Até então, o ÁGUAPURA continua apresentando resultados satisfatórios. A análise dos dados do monitoramento do programa demonstra que, entre os anos 2000 e 2017, o consumo de água da universidade foi reduzido em mais de 47%. Além disso, entre os anos 1999 e 2016, o consumo *per capita* de água foi reduzido de 44 para 16 L.pessoa⁻¹.dia⁻¹ (UFBA, 2018).

2.5.4 Universidade Federal de Goiás (estudo de caso no edifício da reitoria da UFG)

Gomes (2011) apresentou os resultados da implementação de um programa de uso racional da água no prédio da reitoria da Universidade Federal de Goiás (UFG). A síntese desses será discorrida a seguir.

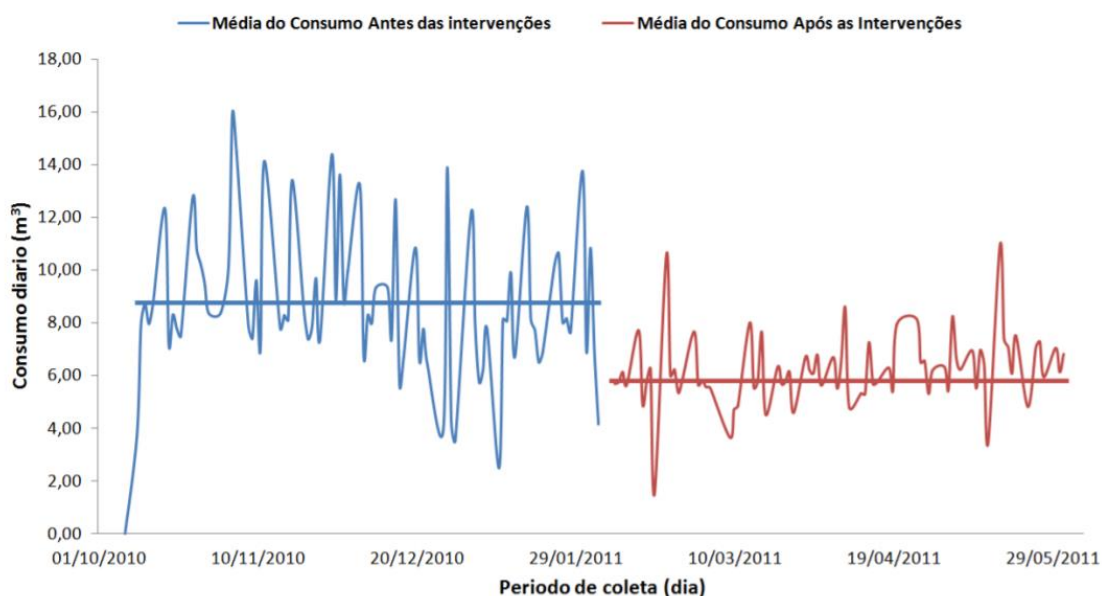
A priori, foi escolhida uma edificação da UFG que permitisse a instalação de hidrômetro, para monitoração do consumo diário, cadastramento de todos os pontos de consumo de água, bem como a classificação dos tipos de usuários.

A metodologia utilizada abrangeu inicialmente uma avaliação e diagnóstico da edificação escolhida. Em seguida, elaborou-se um plano de intervenção e posteriormente foram implantadas medidas que auxiliaram a redução do consumo, como a substituição de torneiras convencionais por hidromecânicas e registros de pressão dos mictórios por válvulas hidromecânicas. Após a troca dos aparelhos, foi realizado um monitoramento diário das ações. Com base nos dados obtidos, foi realizada uma análise econômica para quantificar os benefícios financeiros atingidos.

Os resultados foram os seguintes: redução no consumo mensal de água na ordem de 30% e o valor investido, incluídos equipamentos e mão de obra, seria pago em aproximadamente 20 meses.

Por meio do gráfico apresentado na Figura 21, é exibida a variação do consumo de água na reitoria antes e após as intervenções.

Figura 21 - Variação do consumo de água, antes e após as intervenções de gerenciamento da demanda de água, no prédio da reitoria da Universidade Federal de Goiás



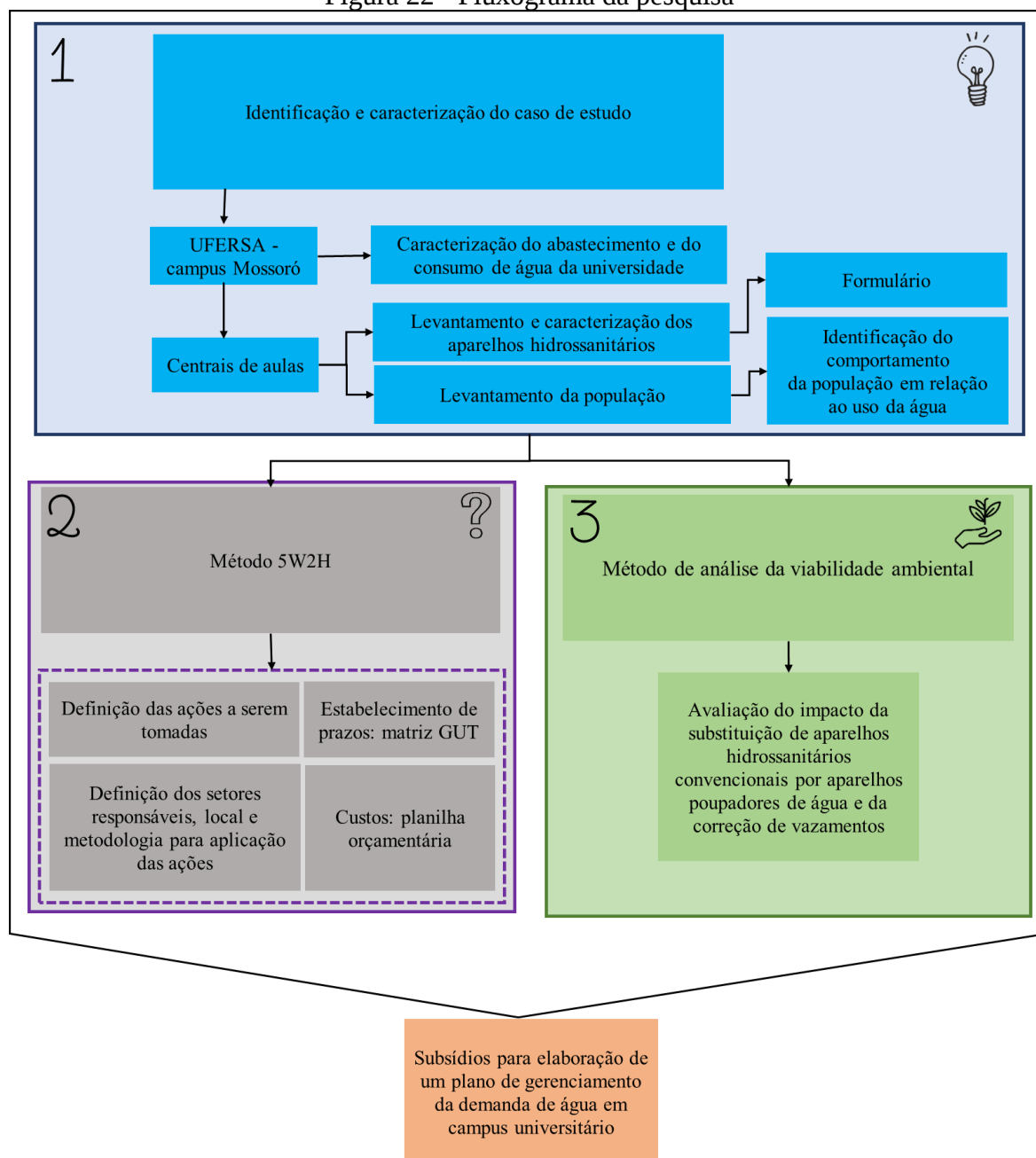
Fonte: Gomes (2011).

É perceptível que houve eficiência nas ações adotadas, uma vez que, o consumo médio de água que antes era de $8,87 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$, reduziu para $6,20 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é realizada uma breve descrição do município de Mossoró-RN. São apresentados, também, os espaços que delinearam o foco desta pesquisa: as centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró. Em seguida, é contemplado o detalhamento das ferramentas que subsidiaram a elaboração desta pesquisa: método 5W2H e método de análise da viabilidade ambiental (Figura 22).

Figura 22 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019).

A realização da etapa 1 objetivou caracterizar o padrão de uso da água nas centrais de aulas da UFERSA. A execução da etapa 2 possibilitou uma melhor forma de organizar as medidas de gerenciamento da demanda de água propostas, assim como seus custos. E por meio da realização da etapa 3 foi possível estimar os ganhos ambientais decorrentes da adoção de aparelhos hidrossanitários poupadores de água e correção de vazamentos.

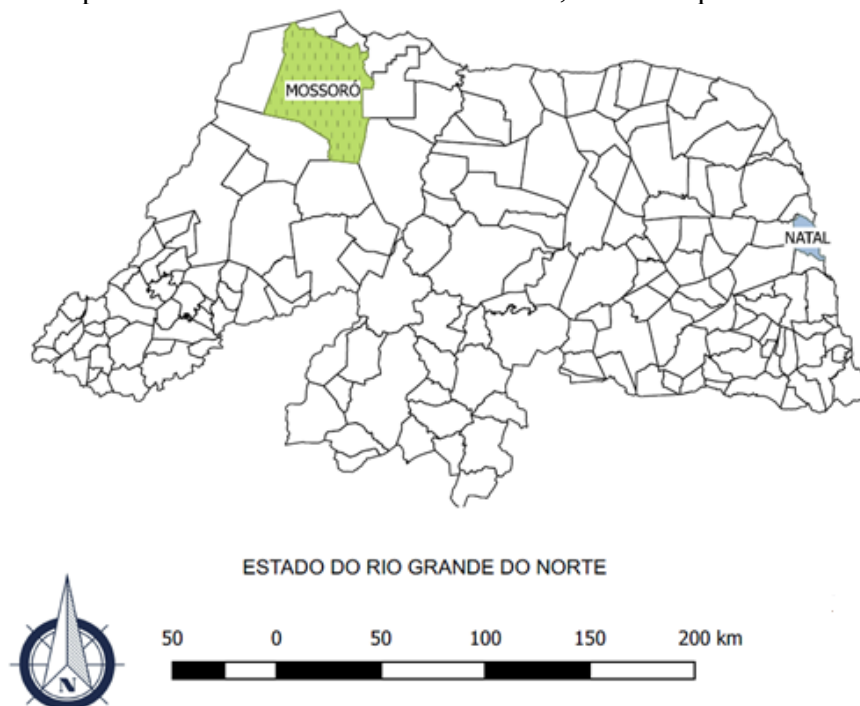
3.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

No Nordeste brasileiro, as secas frequentes, associadas à carência de gestão de recursos hídricos, são elementos determinantes no surgimento de sérios problemas de abastecimento de água da população.

O estado do Rio Grande do Norte (RN), situado na Região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 52.811,107 km² e é dividido em 167 municípios (IBGE, 2017).

A universidade objeto deste estudo situa-se em Mossoró, município do interior do Rio Grande do Norte, pertencente à Mesorregião Oeste Potiguar, distante 278 km da capital do estado, Natal-RN (Figura 23).

Figura 23 - Mapa do estado do Rio Grande do Norte, em destaque Mossoró e Natal



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* QGIS (2019).

Mossoró possui 2.099,3 km², sendo, em termos de extensão territorial, o maior município do estado. Segundo o Censo Demográfico de 2010 – mais recente –, o município possuía nesse ano uma população de 259.815 habitantes, sendo o segundo município mais populoso do RN (IBGE, 2010). O seu clima é muito quente e semiárido, apresentando temperatura mínima, média e máxima anuais de, respectivamente: 21,0°C, 27,4°C e 36°C (IDEMA, 2008). O município está em sua totalidade inserido no Polígono das Secas, região que carece de uma atenção especial referente à oferta de água.

A captação de água para abastecimento humano no município de Mossoró é feita em mananciais superficial e subterrâneos. A captação superficial, responsável por 25% do volume de água produzido, é realizada na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, distante 77 km da cidade de Mossoró e situada no município de Assú-RN. Os mananciais subterrâneos, no total de 17 poços distribuídos em Mossoró, são responsáveis por 75% da água produzida (CAERN, 2018), sendo um deles localizado na instituição objeto deste estudo.

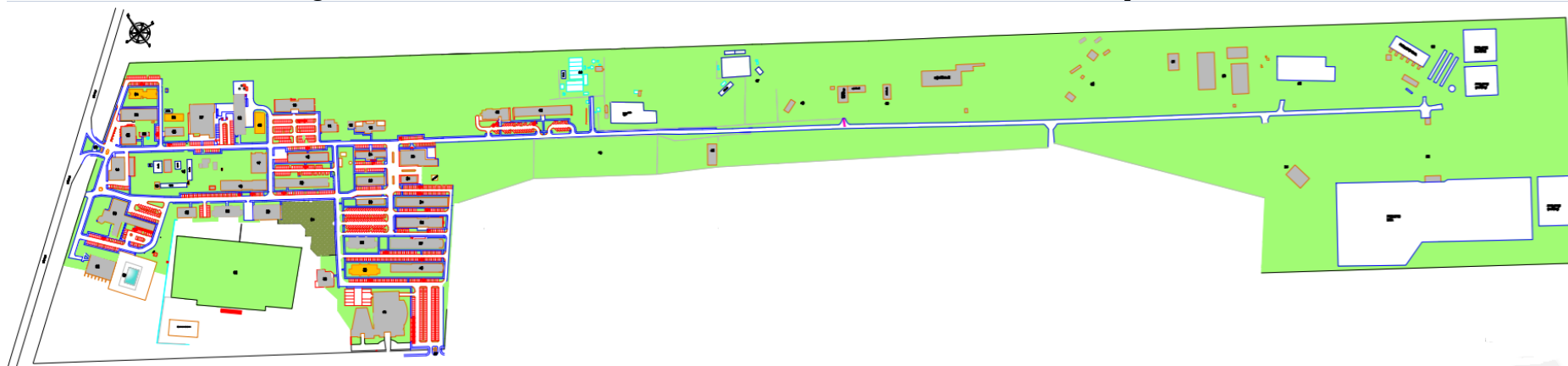
Mossoró destaca-se por ser o polo estudantil do Oeste Potiguar. Na cidade funciona um dos *campi* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), o campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), o campus Central da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA) e diversas universidades particulares.

A UFERSA tem sua sede na cidade de Mossoró. Nasceu a partir da transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), criada 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 nas cidades de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros.

O campus Mossoró, objeto deste estudo, possui atualmente 21 cursos de graduação e 25 cursos de pós-graduação, sendo 10 *latu sensu* e 15 *stricto sensu* (UFERSA, 2018, 2014). As edificações do campus estão dispostas dos dois lados da Rua Francisco Mota no Bairro Presidente Costa e Silva, chamados de campus Leste e campus Oeste (Figuras 24 e 25).

A UFERSA tem como missão principal ministrar o ensino superior, desenvolver pesquisa nas diversas áreas do conhecimento e promover atividades de extensão universitária. Em 2005, a ESAM contava com 4 cursos de graduação, 4 cursos de pós-graduação e aproximadamente 1.212 estudantes (PLS, 2013). No decorrer dos 13 anos seguintes e até então, a universidade cresceu, trazendo consideráveis melhorias para a região do semiárido. Atualmente, no semestre 2018.2, a UFERSA possui 5.921 alunos ativos nos cursos de graduação.

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

No início de 2009, o crescimento de pessoal e da infraestrutura da UFERSA, aliados ao rebaixamento do nível da água do poço que abastecia a universidade, resultou em colapso total de seu abastecimento de água, deixando-a submetida ao desabastecimento completo, situação esta que foi provisoriamente contornada por meio de uma ligação do sistema de abastecimento de água da universidade com o sistema público de abastecimento de água de Mossoró.

Atualmente, a água utilizada na UFERSA, campus Mossoró, provém do sistema público de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), cujo abastecimento tem uma relação direta com o Termo de Cooperação nº 02/2009 (Anexo A) celebrado entre as duas instituições.

No referido termo de cooperação, constitui-se como uma das obrigações da universidade, a contratação e o pagamento de despesas com a perfuração de um poço, no valor inicialmente estimado de R\$ 1.300.000,00. Mas, posteriormente, com o adicional de serviço de R\$ 144.000,00, o valor total investido pela instituição foi de R\$ 1.444.000,00. Esse poço é utilizado para prover água para universidade e parte da população de Mossoró.

Ainda segundo as informações contidas no termo, a CAERN tem como obrigação a garantia de abastecimento de água com vazão contínua de $30 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ para a UFERSA durante um período de 20 anos, contado a partir de 03 de agosto de 2009. A CAERN também tem a responsabilidade da operação e manutenção do referido poço. A vazão excedente desse é aproveitada para atender às necessidades de abastecimento público da prestadora de serviços. O poço, localizado em terreno da universidade, a aproximadamente 5,1 km da guarita 1 do campus Leste³ (Figura 26), em agosto de 2015 apresentava uma vazão de aproximadamente $170 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ (CAERN, 2018), então, subtraindo a vazão destinada à universidade ($30 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$), resultava em um excedente de $140 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, destinado ao abastecimento de água da população mossoroense.

No que concerne ao consumo de água da universidade, as informações existentes são apenas estimativas, uma vez que a UFERSA não conta com medição total ou individualizada de consumo de água. Por meio do Plano de Gestão 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 $17.306 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ (PLS, 2013).

³ Coordenadas UTM: 689.633 m E; 9.421.964 m N – Datum WGS84.

Figura 26 - Rota da Universidade Federal Rural do Semi-Árido ao poço



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

3.1.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários

Neste estudo foram realizadas simulações de cenários referentes à adoção de medidas tecnológicas de gestão da demanda de água nas centrais de aulas da UFERSA – campus Mossoró. Os seguintes locais foram estudados: Prédio Central⁴, Central de Aulas 1, Central de Aulas 2, Central de Aulas 3, Central de Aulas 4, Central de Aulas 5, Central de Aulas 6 e Central de Aulas 7 (Figura 27).

As medidas tecnológicas de uso racional da água a serem avaliadas foram a substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção de vazamentos existentes nesses locais. Para isso, inicialmente, foi necessário levantar e caracterizar os aparelhos hidrossanitários instalados e avaliar a condição de operação dos mesmos. Dessa forma, para a realização desses procedimentos, foi preenchido o formulário apresentado no Apêndice A. Ao aplicar o formulário, na parte que se refere à verificação da existência de vazamentos, foi realizada a inspeção visual dos aparelhos. Todavia, vale ressaltar, que para uma melhor checagem de vazamentos em bacias sanitárias, o ideal seria utilizar testes como o da

⁴ Embora o Prédio Central não seja oficialmente nomeado de Central de Aulas, o prédio possui várias salas de aulas em que são lecionadas disciplinas dos cursos de graduação.

caneta, apresentado no item 2.2.2. Dessa forma, a inspeção de vazamentos em bacias sanitárias das centrais de aulas mencionadas, por meio de testes, está sendo viabilizada em outro trabalho de conclusão de curso da UFERSA.

Figura 27 - Locais investigados neste estudo



Fonte: Autoria própria (2019).

3.1.3 Levantamento da população

A população que frequenta as centrais de aulas é composta, principalmente, por alunos dos cursos de graduação. Nos locais estudados são lecionadas as disciplinas de 21 cursos de

graduação da universidade. Os dados apresentados na Tabela 2 foram extraídos do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da UFRSA e são referentes ao número de alunos ativos no semestre 2018.2 dos 21 cursos de graduação.

Tabela 2 - Alunos ativos por curso de graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Curso	Alunos ativos
Administração	428
Agronomia	438
Biotecnologia	152
Ciência da Computação	197
Ciência e Tecnologia	1.822
Ciências Contábeis	383
Direito	433
Ecologia	129
Engenharia Agrícola e Ambiental	133
Engenharia Civil	126
Engenharia Elétrica	136
Engenharia Florestal	171
Engenharia Mecânica	128
Engenharia Química	121
Engenharia de Pesca	142
Engenharia de Petróleo	19
Engenharia de Produção	136
Educação do Campo	272
Medicina	107
Medicina Veterinária	292
Zootecnia	156
TOTAL	5.921

Fonte: SIGAA (2019).

Para caracterizar o padrão de uso da água nas centrais de aulas, ou seja, a distribuição do consumo de água, foi necessário levantar as características dos aparelhos utilizados e a frequência com que eles são utilizados. Sendo assim, os levantamentos foram realizados em duas etapas: levantamentos dos aparelhos utilizados (descrito no item 3.1.2) e aplicação de questionário aos usuários desses aparelhos (Apêndice B). O questionário abrangeu os seguintes aparelhos hidrossanitários: bacia sanitária, torneira, mictório, chuveiro e ducha higiênica. As questões eram relativas à frequência de uso e o tempo médio de uso dos aparelhos. Para o cálculo do tamanho mínimo da amostra de usuários que deveria responder ao questionário, foi utilizada a Equação 1, descrita por Barbetta (2003), considerando o número total de pessoas de 5.921 e o erro amostral desejado de 5%:

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

Onde:

$$n_0 \geq \frac{1}{\varepsilon_0^2};$$

$N \rightarrow$ número total de pessoas;

$\varepsilon_0 \rightarrow$ erro amostral desejado (1 a 20%);

$n \rightarrow$ tamanho da amostra.

A população considerada para fins de cálculo foi apenas a de alunos da graduação, uma vez que essa é significativamente maior que as demais classes que frequentam as centrais de aulas: docentes, pessoal da limpeza e visitantes.

3.2 MÉTODO 5W2H

Nesta etapa são sugeridas as ações necessárias para otimização do uso da água, considerando todas as particularidades dos equipamentos hidrossanitários instalados nas edificações, verificadas na fase de levantamento em campo. Este estudo se limitou à análise e recomendação de ações tecnológicas que reduzam o consumo de água independente da vontade dos usuários, por meio da intervenção na estrutura física das edificações. Para isto, foram assinaladas ações a serem tomadas a curto, médio e longo prazo.

Para organizar os procedimentos sugeridos neste estudo foi utilizado o método 5W2H, uma ferramenta prática, em formato de *checklist*, que facilita a detecção de dados e rotinas de um projeto. A terminologia 5W2H é uma abreviatura de 7 termos da língua inglesa que embasam o método, conforme o Quadro 4. Esse método é uma das ferramentas de qualidade ou gestão difundidas no conceito de *Total Quality Control* (TQC – Controle da Qualidade Total). As ferramentas de gestão são instrumentos para identificar oportunidades de melhoria e auxiliar na mensuração e apresentação dos resultados, objetivando o apoio à tomada de decisão por parte do gestor do processo (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008). A ferramenta 5W2H é simples e utilizada no mundo inteiro na gestão de diversos setores, como: hospitalar (MACHADO; VIEGAS, 2012), comercial (LISBÔA; GODOY, 2012), de bibliotecas (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008), entre outras.

Quadro 4 - Método 5W2H

	Indagações	Interpretações
5W	<i>What?</i>	O que deve ser implantado?
	<i>Why?</i>	Por que deve ser implantado?
	<i>Who?</i>	Quem é o responsável pela ação?
	<i>Where?</i>	Onde deve ser executado?
	<i>When?</i>	Quando deve ser implementado?
2H	<i>How?</i>	Como deve ser conduzido?
	<i>How much?</i>	Quanto vai custar a implementação?

Fonte: Adaptado de Nakagawa (2014).

Neste estudo, as ações propostas (*What?*) foram definidas após o diagnóstico dos equipamentos hidrossanitários existentes nas edificações visitadas e revisão da literatura. Na escolha dessas ações foram considerados os critérios ambiental (redução do consumo de água) e técnico (facilidade de instalação e manutenção dos equipamentos poupadores e disponibilidade de mercado). Os motivos (*Why?*) das implantações foram descritos com base em revisão da literatura. 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, que será descrita. A metodologia (*How?*) foi definida segundo consulta à SIN da UFERSA. Os custos (*How much?*) foram estimados mediante à elaboração de uma planilha orçamentária com base no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), que 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. Além disso, o *site* da SEINFRA-CE (Secretaria da Infraestrutura do Ceará) também foi consultado. Para serviços que não constavam nessas duas bases de dados, foram feitas composições de custos unitários, através de pesquisas de mercado na cidade de Mossoró. O relatório de insumos utilizado do SINAPI é de novembro de 2018 – mais recente – e a pesquisa de mercado foi realizada de janeiro a fevereiro de 2019.

O plano de ação decorrente do método 5W2H e as referências utilizadas em sua concepção são apresentados, de forma concisa, no Quadro 5.

Quadro 5 - Método de elaboração do *checklist* 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Who?</i>	<i>Where?</i>	<i>How?</i>	<i>When?</i>	<i>How much?</i>
Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prazo	Valor
Definidos por meio de revisão bibliográfica, consulta a funcionários da universidade e visitas às edificações					Matriz GUT	Planilha orçamentária

Fonte: Autoria própria (2019).

Como mencionado, para a definição dos prazos das ações a serem tomadas foi utilizada a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), que é uma ferramenta de qualidade aplicada para definição das prioridades dadas às diversas alternativas de ação. Essa matriz foi proposta por Kepner e Tregoe (1981), devido à necessidade de resolução de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas. Desde então, a metodologia vem sendo aplicada na gestão de indústrias automotivas, hospitais, obras, entre outras.

A matriz GUT utiliza a listagem das ocorrências e atribui pesos aos que são considerados problemas ou ações, de forma a analisá-los no âmbito de sua gravidade, urgência e tendência. A **gravidade** deve considerar a intensidade e profundidade dos danos que o problema pode causar não intervindo sobre ele, ou seja, não realizando a ação. A **urgência** deve considerar o tempo para o surgimento dos resultados indesejáveis não efetivando a ação. A **tendência** deve considerar o desenvolvimento que o problema terá na inexistência da ação (HÉKIS et al., 2013). São atribuídas pontuações de 1 a 5 para a gravidade, urgência e tendência de cada ação (Quadro 6). Após a classificação dos problemas por meio de pontuação atribuída conforme o Quadro 6, os valores devem ser multiplicados ($G \times U \times T$) e organizados em ordem decrescente, estabelecendo as ações prioritárias (Quadro 7). De acordo com a pontuação $G \times U \times T$, as metas para implantação das ações assinaladas foram definidas em curto, médio e longo prazo, conforme determinações do Quadro 8.

Quadro 6 - Pontuação utilizada na matriz GUT

Pontuação	Gravidade – G	Urgência – U	Tendência – T
	<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 será agravado
2	pouco grave	pode esperar um pouco	agravamento em longo prazo
3	grave	o mais cedo possível	agravamento em médio prazo
4	muito grave	com alguma urgência	agravamento em curto prazo
5	extremamente grave	necessária ação imediata	agravamento imediato

Fonte: Adaptado de Kepner e Tregoe (1981).

Quadro 7 - Estabelecimento de prioridades na matriz GUT

Ação	G	U	T	GxUxT	Prioridade
				↓ Ordem decrecente	↑ Ordem crescente

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 8 - 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: Autoria própria (2019).

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. Neste estudo foram considerados o ponto de vista de funcionários da Superintendência de Infraestrutura da UFERSA (engenheiros ambientais e civis dos setores de gestão ambiental, projetos e obras e manutenção e serviços). 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.

3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL

A última etapa deste estudo consistiu em analisar a viabilidade ambiental das ações tecnológicas propostas, através da estimativa de redução do consumo de água possibilitada pela adoção dessas. Para tal, foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Guedes (2009). Para a estimativa da viabilidade ambiental, inicialmente, é necessário conhecer a distribuição do consumo de água no local estudado. Dessa forma, será apresentado, primeiramente, o método utilizado para o cálculo da distribuição do consumo de água nas centrais de aulas e, posteriormente, a análise da viabilidade ambiental.

3.3.1 Cálculo da distribuição do consumo de água

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

O cálculo do consumo médio de água por uso de um aparelho hidrossanitário i se faz necessário porque nos banheiros das centrais de aulas existem diferentes tipos de aparelhos, implicando em diferentes consumos por utilização destes. Assim, como não é possível estimar a porcentagem de usuários que irá utilizar as bacias sanitárias com válvula de descarga e a que irá utilizar as bacias sanitárias com caixa acoplada, por exemplo, foi feita 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 2:

$$CMU_i = \frac{\sum_{k=1}^n (n_k \cdot C_{uso\ k})}{\sum_{k=1}^n n_k} \quad (Eq. 2)$$

Onde:

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

$n_k \rightarrow$ número de aparelhos hidrossanitários i do tipo k [adimensional];

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

O número 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 ($C_{uso\ k}$), utilizados neste estudo, e as devidas apreciações, são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Valores adotados de consumos por uso dos aparelhos hidrossanitários

		Tipos k de aparelhos hidrossanitários	Consumo por uso ($C_{uso\ k}$) [$L.uso^{-1}$]
Aparelhos hidrossanitários i	Bacia sanitária	válvula de descarga	10,20 ¹
		válvula de descarga - acionamento duplo	4,08 ²
		caixa acoplada - acionamento de 6 L	6,00
		caixa acoplada - acionamento duplo (3 e 6 L)	3,96 ³
	Torneira	convencional	1,04 ⁴
		hidromecânica (fechamento automático)	0,70 ⁵
	Mictório	convencional	1,58 ⁶
		hidromecânico	1,05 ⁷
	Chuveiro	sem restritor de vazão	93,25 ⁸
		com restritor de vazão de 8 L.min ⁻¹	65,26 ⁹

¹Para vazão de 1,7 L.s⁻¹ (vazão de projeto da NBR 5626:1998) com a válvula acionada por 6 s. ²Para uma redução média de 60% do consumo de água em relação ao modelo convencional (informação fornecida pelos fabricantes).

³Para uma redução média de 34% do consumo de água em relação ao modelo convencional (informação fornecida pelos fabricantes). ⁴Para um consumo médio de 48% a mais que a torneira hidromecânica (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). ⁶Para um consumo médio de 50% a mais que o mictório hidromecânico (informação fornecida pelos fabricantes). ⁷Para vazão de 0,15 L.s⁻¹ (vazão de projeto da NBR 5626:1998) e considerando válvula acionada 7s.uso⁻¹ (média de valores do tempo de ciclo mínimo e máximo propostos na NBR 13713:2009). ⁸Para uma vazão de 11,4 L.min⁻¹ (valor indicado pela SABESP) e tempo médio de uso de 8,18 min (valor obtido através de questionários aplicados aos usuários – Apêndice B). ⁹Para vazão de 8 L.min⁻¹ e tempo médio de uso de 8,18 min.

Fonte: Autoria própria (2019).

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

Mediante a aplicação de questionários aos usuários dos aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas (Apêndice B), foi possível estimar o consumo diário de água dos aparelhos, uma vez que foi questionada a frequência com que eram utilizados os equipamentos hidrossanitários. Assim, o consumo diário de água do aparelho hidrossanitário i foi obtido por meio da Equação 3:

$$C_{tot\ i} = \frac{CMU_i \cdot n_{usu\acute{a}rios}}{100} \cdot \sum_{j=0}^5 (P_{ij} \cdot j) \quad (Eq. 3)$$

Onde:

$C_{tot\ i}$ → consumo diário de água do aparelho hidrossanitário i [L.dia⁻¹];

CMU_i → consumo médio por uso do aparelho hidrossanitário i [L.uso⁻¹];

$n_{usu\acute{a}rios}$ → número total de usuários [adimensional];

P_{ij} → porcentagem de usuários que utilizam j vezes o aparelho hidrossanitário i [%];

j → número de usos por dia do aparelho hidrossanitário i [uso.dia⁻¹].

O consumo diário decorrente dos vazamentos foi estimado por meio das visitas às centrais de aulas e verificação das condições de operação dos aparelhos hidrossanitários e dos dados referentes aos consumos de água decorrentes de vários tipos de vazamentos, propostos por Gonçalves et al. (2005) e apresentados no Quadro 3 (item 2.2.2). Assim sendo, o consumo de água decorrente de todos os vazamentos das centrais de aulas foi calculado por meio da Equação 4:

$$C_{tot\ vaz} = \sum_{q=1}^n n_{vaz\ q} \cdot C_{vaz\ q} \quad (Eq. 4)$$

Onde:

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

$n_{vaz\ q}$ → número de vazamentos do tipo q [adimensional];

$C_{vaz\ q}$ → consumo de água por vazamento do tipo q (Quadro 3) [L.dia⁻¹].

Assim, o consumo total de água por dia nas centrais de aulas foi calculado por meio da Equação 5:

$$C_{TOTAL} = \sum_{i=1}^n C_{tot\ i} + C_{tot\ vaz} \quad (Eq. 5)$$

Onde:

C_{TOTAL} → consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹];

$C_{tot\ i}$ → consumo total de água do aparelho hidrossanitário i [L.dia⁻¹];

$C_{tot\ vaz}$ → consumo total de água decorrente dos vazamentos [L.dia⁻¹].

Etapa 3 - cálculo da distribuição do consumo de água

A distribuição do consumo de água para cada aparelho hidrossanitário ou decorrente de vazamentos foi obtida por meio da Equação 6 e 7, respectivamente.

$$DCA_i = \frac{C_{tot\ i}}{C_{TOTAL}} \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

$DCA_i \rightarrow$ distribuição do consumo de água por aparelho hidrossanitário i [adimensional];

$C_{tot\ i} \rightarrow$ consumo total de água do aparelho hidrossanitário i [L.dia⁻¹];

$C_{TOTAL} \rightarrow$ consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹].

$$DCA_{vaz} = \frac{C_{tot\ vaz}}{C_{TOTAL}} \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde:

$DCA_{vaz} \rightarrow$ distribuição do consumo de água decorrente de vazamentos [adimensional];

$C_{tot\ vaz} \rightarrow$ consumo total de água decorrente dos vazamentos [L.dia⁻¹];

$C_{TOTAL} \rightarrow$ consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹].

3.3.2 Análise da viabilidade ambiental

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

Para a estimativa da viabilidade ambiental, ou seja, cálculo dos índices de redução do consumo para a implantação das ações propostas neste estudo, foram simulados 8 cenários de gestão da demanda de água (Quadro 10).

Quadro 10 - Cenários de gestão da demanda de água

nº	Descrição do cenário
1	Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo
2	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo
3	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 bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo
4	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem
5	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático
6	Instalação de restritor de vazão de 8 L.min ⁻¹ nos chuveiros
7	Correção de vazamentos
8	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 bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo + substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem + substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático + instalação de restritor de vazão de 8 L.min ⁻¹ nos chuveiros + correção de vazamentos

Fonte: Autoria própria (2019).

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

O consumo diário de cada aparelho hidrossanitário instalado ou decorrente de vazamentos foi obtido por meio da Equação 8 e 9, respectivamente.

$$CAA_i = DCA_i \cdot C_{TOTAL} \quad (\text{Eq. 8})$$

Onde:

$CAA_i \rightarrow$ consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados atualmente nas centrais de aulas [L.dia⁻¹];

$DCA_i \rightarrow$ distribuição de consumo de água por aparelho hidrossanitário i [adimensional];

$C_{TOTAL} \rightarrow$ consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹].

$$CD_{vaz} = DCA_{vaz} \cdot C_{TOTAL} \quad (Eq. 9)$$

Onde:

$CD_{vaz} \rightarrow$ consumo médio diário decorrente de vazamentos existentes nas centrais de aulas [L.dia⁻¹];

$DCA_{vaz} \rightarrow$ distribuição de consumo de água decorrente de vazamentos [adimensional];

$C_{TOTAL} \rightarrow$ consumo total de água nas centrais de aulas [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 poupador ou pela correção de vazamentos foi obtida por meio da Equação 10 e 11, respectivamente.

$$EDA_i = (1 - Fr) \cdot CAA_i \quad (Eq. 10)$$

Onde:

$EDA_i \rightarrow$ economia de água proporcionada pelo aparelho poupador i [L.dia⁻¹];

$Fr \rightarrow$ fator de redução de consumo de água por aparelho poupador i (dado fornecido pelo fabricante, representa a razão entre a vazão ou consumo do aparelho poupador e a vazão ou consumo do aparelho convencional) [adimensional];

$CAA_i \rightarrow$ consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados atualmente nas centrais de aulas [L.dia⁻¹];

$$EDA_{vaz} = (1 - Fr) \cdot CD_{vaz} \quad (Eq. 11)$$

Onde:

$EDA_{vaz} \rightarrow$ economia de água proporcionada pela correção dos vazamentos [L.dia⁻¹];

$Fr \rightarrow$ 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];

$CD_{vaz} \rightarrow$ consumo médio diário decorrente de vazamentos [L.dia⁻¹].

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

O cálculo do índice de redução de consumo (IR), para cada cenário adotado, foi calculado por meio da Equação 12, para cenários que envolvem aparelhos poupadores, e Equação 13, para cenários que envolvem correção de vazamentos.

$$IR = \frac{EDA_i}{C_{TOTAL}} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde:

IR → índice de redução de consumo [%];

EDA_i → economia de água proporcionada pelo aparelho poupador i [L.dia⁻¹];

C_{TOTAL} → consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹].

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

Onde:

IR → índice de redução de consumo [%];

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

C_{TOTAL} → consumo total de água nas centrais de aulas [L.dia⁻¹].

Em casos 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).

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

Onde:

IR → índice de redução de consumo [%].

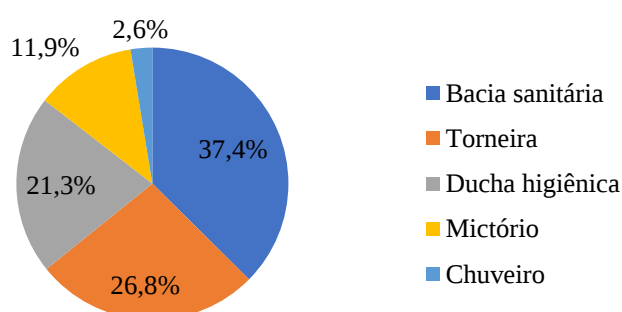
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água requer a execução de uma série de atividades, como: diagnóstico da situação, estabelecimento de objetivos, metas e prazos, estruturação de programas e ações necessárias para alcançar os objetivos e mecanismos para avaliação da eficiência das ações planejadas. Neste capítulo serão retratados os resultados obtidos neste estudo, com o objetivo de subsidiar a elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água para as centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – campus Mossoró.

4.1 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS

As visitas às centrais de aulas da UFERSA possibilitaram o levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários dos banheiros, bem como a verificação das condições de operação dos mesmos. No total, foram levantados 310 pontos hidráulicos, dentre eles: bacias sanitárias (37,4%), torneiras (26,8%), duchas higiênicas (21,3%), mictórios (11,9%) e chuveiros (2,6%) (Figura 28).

Figura 28 - Distribuição dos aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - campus Mossoró

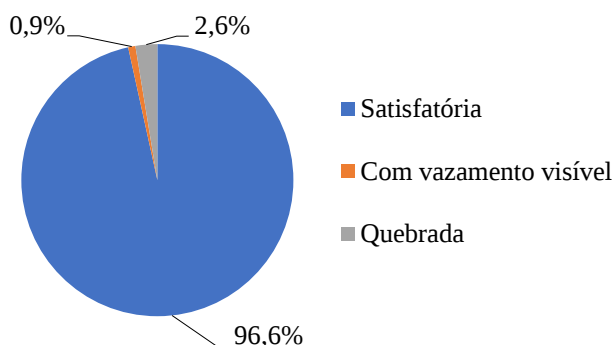


Fonte: Autoria própria (2019).

No que concerne às condições de conservação dos aparelhos hidrossanitários, a maioria apresenta condições satisfatórias. Das bacias sanitárias, 96,6% apresentam estado satisfatório e as 3,5% restantes estão com vazamento visível ou quebradas (Figura 29). O problema das bacias

sanitárias quebradas é a insuficiência da válvula de descarga ou inexistência de botão de acionamento da descarga (Figura 30).

Figura 29 - Condições de operação das bacias sanitárias identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 30 - Bacias sanitárias quebradas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

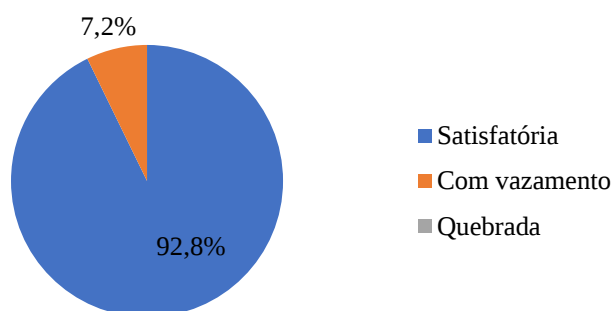


Fonte: Autoria própria (2019).

Atualmente, a UFERSA não conta com programa de manutenção e acompanhamento das instalações ou aparelhos hidrossanitários, e em casos de haver algum problema, esse será resolvido mediante a solicitação de algum indivíduo. Todavia, o setor de infraestrutura da universidade ressalta que, por haver muitas solicitações, o conserto dos aparelhos pode demorar. Assim, percebe-se, por vezes, que havendo morosidade no reparo dos aparelhos hidrossanitários, o pessoal responsável pela limpeza dos banheiros tenta amenizar o problema, envolvendo o aparelho com saco plástico, por exemplo.

Das torneiras, 92,8% apresentam desempenho satisfatório e as 7,2% restantes estão com vazamento (Figura 31). Inclusive, 2,4% das torneiras estão apresentando vazamento em filetes, acarretando em um desperdício considerável de água (Figura 32).

Figura 31 - Condições de operação das torneiras de lavatório identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

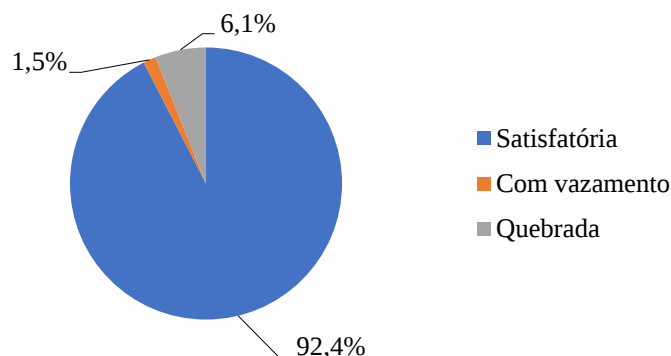
Figura 32 - Torneiras com vazamento nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Das duchas higiênicas, 92,4% apresentam estado satisfatório e as 7,6% restantes estão com vazamento ou quebradas (Figura 33). As duchas consideradas quebradas são aquelas com dispositivos de acionamento inexistentes.

Figura 33 - Condições de operação das duchas higiênicas identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

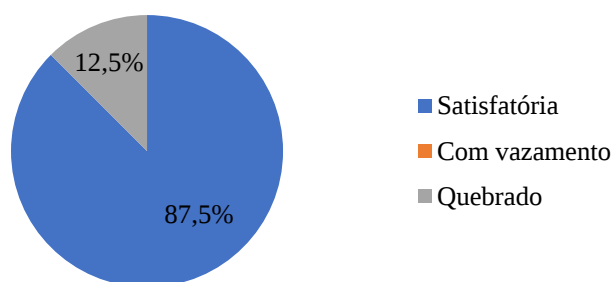


Fonte: Autoria própria (2019).

As descargas dos mictórios, em sua totalidade, apresentam condição satisfatória. Entretanto, 5,4% das louças estão entupidas e envolvidas com sacos plásticos.

Dos chuveiros, 87,5% apresentam estado satisfatório e os 12,5% restantes estão quebrados (Figura 34). Não foi identificado nenhum chuveiro com vazamento e 100% deles não possuem restritor de vazão.

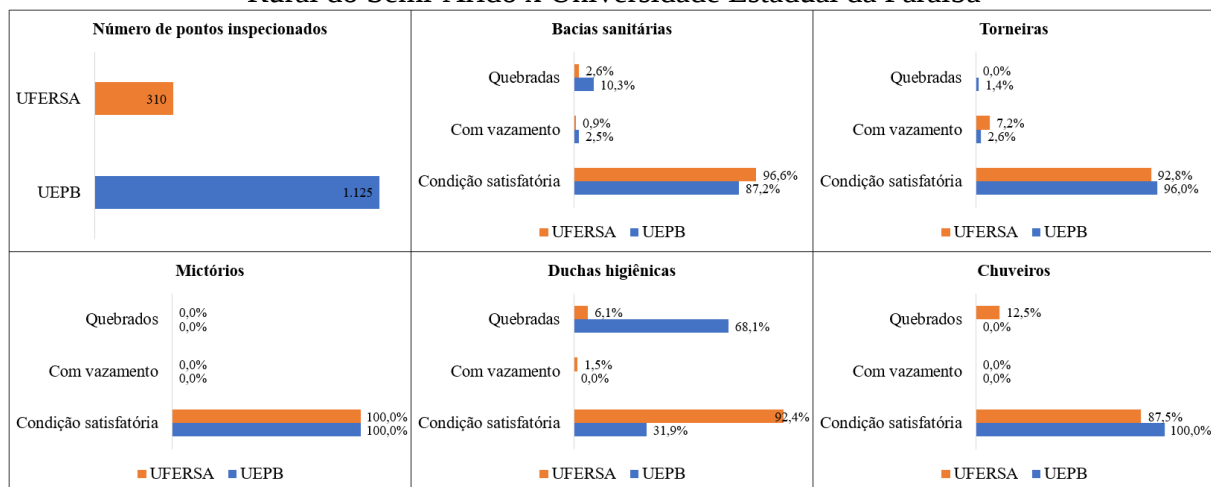
Figura 34 - Condições de operação dos chuveiros identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Um estudo sobre as condições de operação dos aparelhos hidrossanitários da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) foi realizado por Araújo (2018). No total, foram identificados 1.125 pontos hidráulicos em projeto, porém, nas visitas às edificações, a autora concluiu que havia discrepância entre os pontos existentes e os instalados. Assim, Araújo (2018) analisou as condições de operação dos pontos instalados. Por meio da Figura 35, são apresentados os resultados obtidos no estudo na UEPB e uma comparação com os resultados obtidos na UFERSA.

Figura 35 - Condições de operação dos aparelhos hidrossanitários: Universidade Federal Rural do Semi-Árido x Universidade Estadual da Paraíba



Fonte: Autoria própria (2019); Adaptado de Araújo (2018).

Ao analisar a Figura 35, conclui-se que as bacias sanitárias e duchas higiênicas com condição satisfatória apresentam maior proporção na UFERSA que na UEPB. Entretanto, a proporção de duchas que apresentam vazamentos é maior na UFERSA. Já a proporção de torneiras e chuveiros da UEPB com condição satisfatória é maior que a da UFERSA. Todavia, a proporção de torneiras quebradas é maior na UEPB e a proporção de chuveiros quebrados, é maior na UFERSA. Quanto aos mictórios, ambas as universidades apresentaram resultados análogos: 100% dos aparelhos com condição satisfatória.

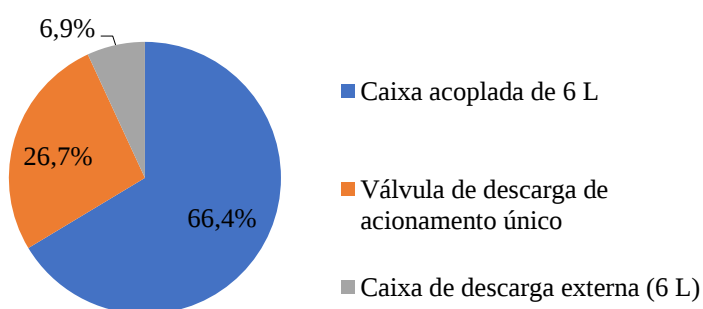
Contudo, vale ressaltar que o estudo realizado na UFERSA englobou os banheiros das centrais de aulas, e em caso de haver uma análise em todos os aparelhos existentes na universidade, a tendência das condições de operação desses pode ser alterada. Um exemplo disso pode ser visto nos resultados de um estudo realizado em período anterior na UFERSA, por Santos et al. (2016) e Medeiros et al. (2015). No total, juntos, os autores dos dois estudos identificaram 1.885 pontos hidráulicos na UFERSA, em unidades de ensino e pesquisa, administrativas, médico-hospitalares, residenciais universitárias e outras. Desses pontos, 7,4% apresentavam vazamentos. Sendo que, no presente estudo, que engloba apenas as centrais de aulas, em um panorama geral, 2,6% dos componentes identificados apresentaram vazamentos, indicando que as centrais de aulas apresentam um desempenho acima da média da universidade, no que se refere à não ocorrência de vazamentos.

No geral, os aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas da UFERSA possuem um bom estado de conservação. Contudo, apesar da porcentagem de aparelhos apresentando problemas ser pequena, não é conveniente para uma instituição de ensino superior,

especialmente localizada no semiárido nordestino, possuir aparelhos hidrossanitários quebrados ou com vazamentos, acarretando em desperdício de água. Mas sim, espera-se que essas instituições, por serem espaços de difusão de conhecimento e formação de profissionais, atendam suas responsabilidades ambiental e social.

Quanto aos tipos de aparelhos hidrossanitários instalados nas centrais de aulas, esses são variados. Das bacias sanitárias, 26,7% possuem acionamento por válvula de descarga, 66,4% possuem caixa acoplada de 6 L e 6,9% possuem caixa de descarga externa (Figura 36).

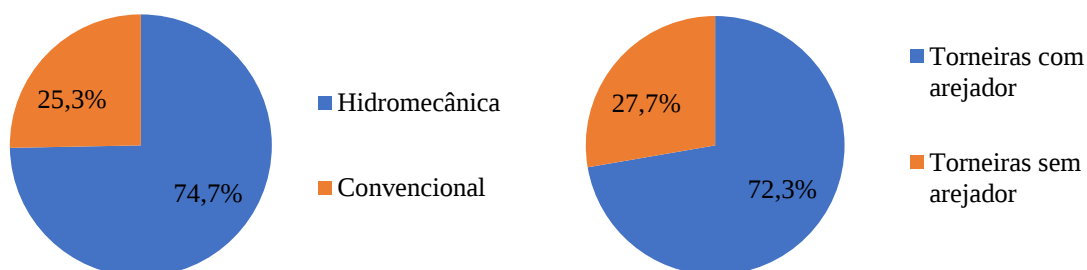
Figura 36 - Tipos de acionamento das bacias sanitárias identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Quanto às torneiras, 74,7% são hidromecânicas (com fechamento automático) e 25,3% são convencionais. Desses aparelhos, 72,3% possuem arejador e 27,7% não possuem (Figura 37).

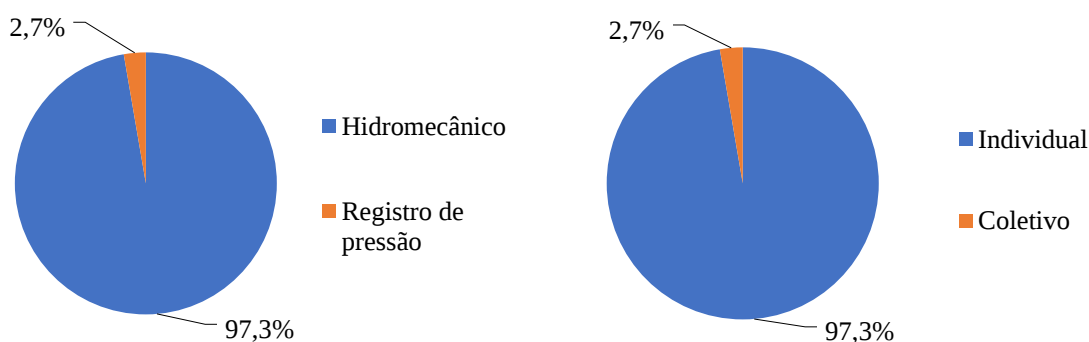
Figura 37 - Tipos de torneiras identificadas nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Já nos mictórios, os sistemas de descarga identificados foram de dois tipos: por fechamento hidromecânico (97,3%) e por registro de pressão (2,7%). Quanto ao seu uso, 97,3% são do tipo individual e 2,7% são do tipo coletivo (Figura 38).

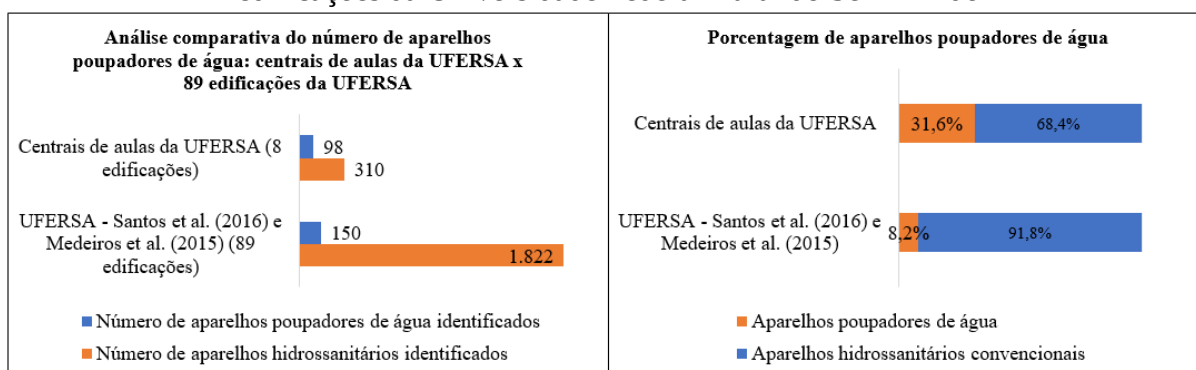
Figura 38 - Tipos de mictórios identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Por meio da Figura 39, é apresentado um panorama da relação quantitativa de aparelhos poupadores de água existentes nas centrais de aulas (8 edificações) em relação aos aparelhos poupadores existentes em 89 edificações da UFERSA.

Figura 39 - Relação quantitativa de aparelhos poupadores de água: centrais de aulas x diversas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019); Santos et al. (2016); Medeiros et al. (2015).

Por conseguinte, pode ser constatado que as centrais de aulas apresentam um desempenho mais satisfatório, no que tange ao uso de aparelhos poupadores, que o restante da universidade. Dos aparelhos hidrossanitários existentes nas centrais de aulas 31,6% são poupadores de água. Dos aparelhos hidrossanitários existentes em 89 edificações de diferentes classes da universidade, incluindo 5 centrais de aulas que estão sendo abordadas neste estudo,

apenas 8,2% são poupadores de água, conforme Santos et al. (2016) e Medeiros et al. (2015). Em parte, esse fato pode ser considerado positivo, uma vez que as centrais de aulas são edificações com grande fluxo de pessoas. Entretanto, o ideal é que haja a adoção de boas práticas em toda a universidade. Ademais, ainda que as centrais de aulas tenham uma maior proporção de aparelhos poupadores que o restante das edificações, a proporção é baixa e pode melhorar.

Na Figura 40 são mostrados alguns equipamentos hidrossanitários convencionais e poupadores de água identificados nas centrais de aulas da UFERSA.

Figura 40 - Aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores de água identificados nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2 OBSTÁCULOS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA UFERSA

Para delinear os principais pontos de atuação deste estudo, visando fornecer subsídios para elaboração de um plano de uso racional da água na UFERSA, foram averiguados os principais obstáculos relacionados à gestão da água na instituição. Por meio do Quadro 11, é apresentada uma síntese dos principais obstáculos encontrados na área de abastecimento de água do campus.

Quadro 11 - Principais obstáculos com relação à gestão da água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Área	Obstáculos
Abastecimento de água	Incidência de aparelhos hidrossanitários convencionais
	Ausência de medição setorizada
	Ausência de manutenção adequada dos aparelhos hidrossanitários

Fonte: Autoria própria (2019).

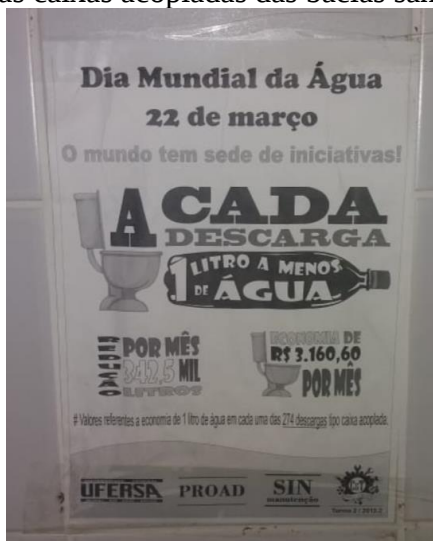
Contudo, ainda em meio às dificuldades, a universidade busca a gestão sustentável da água, através de ações simples, mas que podem gerar resultados positivos. Por meio dos relatórios simplificados (meses de fevereiro e março de 2017) do PLS da UFERSA, são apresentadas algumas atividades desenvolvidas na área de gestão da água, como: instalação de sistema de gotejamento ecológico para mudas de árvores nativas da caatinga (feito a partir de garrafas pet), campanha de redução do desperdício de alimentos no restaurante universitário (campanha sobre o uso da água na produção de alimentos), aquisição de equipamentos poupadores de água (Figura 41) e implantação de garrafas pet para redução do volume de água das descargas das bacias sanitárias com caixa acoplada (Figura 42).

Figura 41 - Equipamentos poupadores de água instalados em edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró



Fonte: Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) (2017).

Figura 42 - Semana do Dia Mundial da Água: divulgação de ação de implantação de garrafas pet nas caixas acopladas das bacias sanitárias



Fonte: Autoria própria (2019).

Sobre a implantação de garrafas pet nas caixas acopladas das bacias sanitárias, é uma ação que promove a economia de 1 L de água por acionamento da descarga, porém a ação é passível de ser adulterada. Nas visitas às centrais de aulas, foi notado que retiraram parte das garrafas que haviam sido implantadas nas caixas acopladas. A título de exemplo, das 20 bacias sanitárias com caixa acoplada da Central de Aulas 6, somente 12 ainda estão com a garrafa pet implantada.

Outra ação que promove o uso racional da água que está sendo desenvolvida na UFERSA é a de aproveitamento da água descartada dos condicionadores de ar, podendo ser utilizada para irrigação de jardins ou limpeza dos prédios (Figura 43).

Figura 43 - Sistema de aproveitamento da água descartada de condicionadores de ar na Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2019).

Observa-se que as intervenções realizadas, até o momento, são de baixo ou nenhum impacto financeiro, como as que utilizam garrafa pet. Algumas ações são implantadas com o engajamento dos discentes da UFERSA e de escolas fundamentais de Mossoró, como a instalação do sistema de gotejamento ecológico e a campanha de redução do desperdício de alimentos no restaurante universitário, o que é um ponto positivo para a universidade.

Neste contexto, as visitas às centrais de aulas e consulta a funcionários da instituição possibilitaram a definição dos principais problemas a serem corrigidos em um possível plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da universidade. Portanto, a seguir,

com o auxílio de ferramentas de planejamento, serão percorridas possíveis formas de solucionar os obstáculos apontados.

4.3 SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA

A seleção das ações propostas neste estudo foi fundamentada em uma investigação técnica da situação vigente na UFERSA e também em revisão bibliográfica relacionada ao assunto. Os programas implantados por PURA-USP (2019), UNICAMP (2017), Gomes (2011) e Nakagawa (2009) são exemplos que apontam a viabilidade da implantação de programas de uso racional da água em instituições de ensino superior. Sendo que, em síntese, todos esses programas tiveram como suporte principal as ações tecnológicas de gerenciamento da demanda de água.

Cada ação sugerida neste estudo teve como motivo a existência de um problema, e então, foram sugeridos os responsáveis pela realização dessas ações, os locais de intervenção e o procedimento a ser adotado (Quadro 12). Essas etapas foram formuladas de acordo com o diagnóstico da situação corrente na UFERSA.

Quadro 12 - Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Ação <i>What? – O que?</i>	Motivo <i>Why? – Por que?</i>	Responsável <i>Who? – Quem?</i>	Local <i>Where? – Onde?</i>	Metodologia <i>How? – Como?</i>
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais que demandam muita água	SIN – Diretoria de Manutenção e Serviços	Centrais de Aulas 4, 5 e 6	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. Então, o levantamento e as especificações deverão ser repassados para a empresa terceirizada contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos (dispensa a licitação). A empresa contratada será responsável pelo fornecimento dos insumos e dos serviços. Após as compras, a empresa contratada deverá instalar os aparelhos sob a supervisão da Diretoria de Manutenção e Serviços
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo			Centrais de Aulas 1, 2, 3, 6 e 7	
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo			Prédio Central	
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador			Prédio Central, Centrais de Aulas 1, 2, 3, 4 e 5	
Instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem			Central de Aulas 3	
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático			Central de Aulas 3	
Substituição do mictório coletivo por individual com válvula de fechamento automático			Prédio Central	
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros			Centrais de Aulas 3, 5, 6 e 7	
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN	Todas as edificações	A SIN será responsável pelo levantamento, especificações e elaboração do edital de licitação. A empresa que auferir a licitação, será responsável pela instalação dos hidrômetros, sob supervisão dos engenheiros da SIN
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Desperdício de água	SIN – Diretoria de Manutenção e Serviços	Prédio Central, Centrais de Aulas 2, 5 e 6	A correção dos vazamentos deve ser requisitada na plataforma SIPAC. Entretanto, nem todas as pessoas possuem acesso à essa plataforma. Logo, a requisição deve ser encaminhada a quem possui acesso (detentores de SIAPE). 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)	Todas as edificações	É necessário haver um planejamento cauteloso para a implementação dessa ação, uma vez que a UFERSA não dispõe de mão de obra necessária para a implementação de programas desse tipo, segundo informações da SIN

Fonte: Autoria própria (2019).

A sugestão dos prazos para que essas ações sejam realizadas foi determinada por intermédio da matriz GUT. Considerando as ações propostas, foram atribuídas pontuações, de acordo com o fator avaliado. Essas variaram de 1 a 5, como já explanado na metodologia deste estudo. Para as três variáveis (G, U, T) foi calculada a média das pontuações sugeridas por 5 funcionários da SIN e, depois, foi calculado o produto das pontuações para cada ação, definindo prioridades. As pontuações sugeridas e as prioridades obtidas por meio das análises efetuadas são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Priorização das ações do plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas 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	5,0	5,0	4,7	117,5	1
Instalação de hidrômetros nas edificações	5,0	4,7	4,7	110,4	2
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	4,3	4,3	4,3	79,5	3
Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático (hidromecânicas) e arejador	4,3	4,3	3,0	55,5	4
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não os possuem	3,7	3,7	3,0	41,1	5
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo	3,7	4,0	2,7	40,0	6
Substituição do registro de pressão do mictório individual por válvula de fechamento automático	3,3	4,0	2,7	35,6	7
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de duplo acionamento	3,7	4,0	2,0	29,6	8
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo	2,7	3,3	2,3	20,5	9
Substituição de mictório coletivo por mictório individual com válvula de fechamento automático	2,7	2,7	2,0	14,6	10
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros	1,7	2,3	1,7	6,6	11

Fonte: Autoria própria (2019).

Conforme os resultados da matriz GUT, as ações que devem ser realizadas em curto prazo, em ordem de prioridade, são: correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários (117,5 pontos), instalação de hidrômetros nas edificações (110,4 pontos) e implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas (79,5 pontos).

Apesar da insuficiência de mão de obra na UFERSA para a realização da ação de prioridade 3, os funcionários da Superintendência de Infraestrutura percebem a importância da implantação de programas dessa natureza. Inclusive, a ação de prioridade 1 (correção de

vazamentos), pode ser realizada de forma mais hábil na existência de programas de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas.

A inexistência de medição setorizada também é considerada como um grave problema, sendo a instalação de hidrômetros classificada como prioridade 2. A possibilidade de monitoramento do consumo de água através de hidrômetros também auxilia na agilidade de correção dos problemas nos componentes hidráulicos, uma vez que, na existência de aumento súbito do consumo, é sinal da ocorrência de algum problema.

De acordo com os resultados da matriz GUT, as ações que devem ser realizadas a médio prazo, em ordem de prioridade, são: substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático (hidromecânicas) e arejador (55,5 pontos), instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não os possuem (41,1 pontos), substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo (40,0 pontos), substituição do registro de pressão do mictório individual por válvula de fechamento automático (35,6 pontos), substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de duplo acionamento (29,6 pontos) e substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de descarga de acionamento duplo (20,5 pontos). Logo, a médio prazo, são englobadas quase que a totalidade das ações de substituição de aparelhos convencionais por poupadores de água.

E por último, a longo prazo, devem ser realizadas as seguintes ações: substituição do mictório coletivo por mictório individual com válvula de fechamento automático (14,6 pontos) e instalação de restritor de vazão nos chuveiros (6,6 pontos). Os funcionários da SIN acreditam ser de baixo impacto a ação de substituição do mictório coletivo por individual, por esse ser minoria em relação aos demais, sendo que dos 37 mictórios das centrais de aulas, apenas 1 é coletivo. A instalação de restritor de vazão nos chuveiros, para os funcionários da SIN, também foi considerada de baixo impacto, uma vez que eles acreditam que poucas pessoas os utilizam.

Os valores de prioridade são orientações, que podem ser acatadas ou não, de acordo com a gravidade, urgência e tendência dos problemas existentes nos locais estudados, segundo a percepção de funcionários do setor de infraestrutura. Todavia, ao método de priorização descrito podem ser inseridas variáveis importantes na tomada de decisão, como: custo, economia de água e tempo de retorno do investimento.

Com exceção da correção de vazamentos, as demais ações tecnológicas apresentadas na Tabela 3 foram orçadas, conforme a planilha orçamentária apresentada na Figura 44, baseada nas composições de custos unitários contidas no Apêndice D. A correção de vazamentos não foi orçada por motivo técnico, uma vez que é necessária a análise individual de cada vazamento.

Quanto ao orçamento, foi adotado o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) de 12,70%, o mesmo valor considerado pela empresa contratada pela UFERSA para a realização de serviços hidráulicos.

Figura 44 - Custos para implantação de plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas 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:	PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA
		CAMPUS:	MOSSORÓ
		LOCAL:	CENTRAIS DE AULAS

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

*BDI: 12,70%

1. Plano de gerenciamento da demanda de água					
Item	Descrição dos serviços	Unidade	Quantidade	Preço	
				Unitário (R\$)	Total (R\$)
1.1	Válvula de descarga com acionamento duplo	und	31,00	285,86	8.861,63
1.2	Reparo completo de acionamento duplo para caixa acoplada	und	77,00	147,21	11.335,51
1.3	Bacia sanitária de louça branca com caixa acoplada com acionamento duplo	und	8,00	516,24	4.129,91
1.4	Torneira de mesa com fechamento automático hidromecânico	und	21,00	143,10	3.005,08
1.5	Arejador de metal cromado	und	2,00	21,31	42,62
1.6	Válvula hidromecânica para mictório	und	1,00	227,01	227,01
1.7	Mictório individual	und	1,00	351,62	351,62
1.8	Restritor de vazão para chuveiro	und	8,00	38,52	308,17
1.9	Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm + hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m³ por hora	und	8,00	200,10	1.600,83
TOTAL GERAL (R\$)					29.862,38

Fonte: Autoria própria (2019).

O custo total para implantação do plano é de R\$ 29.862,38. Contudo, deve-se salientar a importância de um estudo pormenorizado 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 avaliadas são as educacionais, como implementação de campanhas de conscientização e treinamentos, englobando dois públicos-alvo: usuários primários (pessoal da manutenção hidráulica) e usuários finais (discentes, servidores, entre outros), distribuição de *folders*, manuais de operação e manutenção dos equipamentos e palestras. As ações tecnológicas aliadas à sensibilização dos usuários quanto ao uso racional da água têm alcançado bons resultados na economia de água em universidades brasileiras, conforme relatados os casos da USP, UNICAMP, UFBA, entre outras.

Finalmente, analisando as sete indagações apontadas pelo método 5W2H para elaboração de um plano de intervenção, a síntese dos resultados obtidos é apresentada no Quadro 13.

Quadro 13 - Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continua)

Ação <i>What? – O que?</i>	Motivo <i>Why? – Por que?</i>	Responsável <i>Who? – Quem?</i>	Local <i>Where? – Onde?</i>	Metodologia <i>How? – Como?</i>	Prazo <i>When? – Quando?</i>	Valor <i>How much? – Quanto?</i>
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais que demandam muita água	SIN – Diretoria de Manutenção e Serviços	Centrais de Aulas 4, 5 e 6	A SIN será responsável pelo levantamento e especificações necessárias. Então, o levantamento e as especificações deverão ser repassados para a empresa terceirizada contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos (dispensa a licitação). A empresa contratada será responsável pelo fornecimento dos insumos e dos serviços. Após as compras, a empresa contratada deverá instalar os aparelhos sob a supervisão da Diretoria de Manutenção e Serviços	Médio prazo: 3 meses a 1 ano	R\$ 8.861,63
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo			Centrais de Aulas 1, 2, 3, 6 e 7			R\$ 11.335,51
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo			Prédio Central			R\$ 4.129,91
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador			Prédio Central, Centrais de Aulas 1, 2, 3, 4 e 5			R\$ 3.005,08
Instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem			Central de Aulas 3			R\$ 42,62
Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático			Central de Aulas 3			R\$ 227,01
Substituição do mictório coletivo por individual com válvula de fechamento automático			Prédio Central		Longo prazo: 1 a 2 anos	R\$ 351,62
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros			Centrais de Aulas 3, 5, 6 e 7			R\$ 308,17

Quadro 13 - Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continuação)

Ação <i>What? – O que?</i>	Motivo <i>Why? – Por que?</i>	Responsável <i>Who? – Quem?</i>	Local <i>Where? – Onde?</i>	Metodologia <i>How? – Como?</i>	Prazo <i>When? – Quando?</i>	Valor <i>How much? – Quanto?</i>
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN – UFERSA	Todas as edificações	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	Curto prazo: 1 a 3 meses	R\$ 1.600,83
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Desperdício de água	SIN – UFERSA (Diretoria de Manutenção e Serviços)	Prédio Central, Centrais de Aulas 2, 5 e 6	A correção dos vazamentos deve ser requisitada na plataforma SIPAC. Entretanto, nem todas as pessoas possuem acesso à essa plataforma. Logo, a requisição deve ser encaminhada a quem possui acesso (detentores de SIAPE). 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 – UFERSA (Setor de Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)	Todas as edificações	É necessário haver um planejamento cauteloso para a implementação dessa ação, uma vez que a UFERSA não dispõe de mão de obra necessária para a implementação de programas desse tipo, segundo informações da SIN		-

Fonte: Autoria própria (2019).

4.3.1 Análise da viabilidade ambiental das ações propostas

Após a proposição das ações a serem realizadas nas centrais de aulas da universidade, também foi realizada a análise da viabilidade ambiental das ações tecnológicas sugeridas, excetuando-se a instalação de hidrômetros nas edificações e a substituição de mictório coletivo por individual, já que, nos dois casos, a redução do consumo de água é de difícil mensuração.

Para a análise da viabilidade ambiental das ações sugeridas, primeiramente, foi necessário calcular a distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários (DCA_i) e vazamentos (DCA_{vaz}) dos banheiros das centrais de aulas (item 3.3.1). Assim, para o cálculo da DCA, de início, foi necessário calcular o consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários instalados nesses locais (CMU_i), que é função do número de aparelhos do tipo k (n_k) e do consumo por uso do aparelho hidrossanitário do tipo k ($C_{uso\ k}$), apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos hidrossanitários i	Tipos k dos aparelhos hidrossanitários	n_k ¹	$C_{uso\ k}$ ² [L.uso ⁻¹]	CMU_i ³ [L.uso⁻¹]
Bacia sanitária	Válvula de descarga de acionamento único	31	10,20	7,12
	Caixa acoplada de 6 L	77	6,00	
	Caixa de descarga externa	8	6,00	
Torneira	Convencional	21	1,04	0,79
	Hidromecânica	62	0,70	
Mictório	Convencional	1	1,58	1,06
	Hidromecânico	36	1,05	
Chuveiro	Sem restritor de vazão	8	93,25	93,25

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

Fonte: Autoria própria (2019).

Sendo assim, cada uso das bacias sanitárias irá consumir em média 7,12 L, das torneiras 0,79 L, dos mictórios 1,06 L e dos chuveiros 93,25 L. Logo, com a porcentagem de usuários que utilizam os aparelhos hidrossanitários (P_{ij}), a frequência de utilização (j), o consumo médio por uso de cada aparelho hidrossanitário (CMU_i) e o número total de usuários ($n_{usuários}$) de 5.921, representados por 381 usuários que responderam ao questionário⁵, é possível estimar o consumo total de água dos aparelhos hidrossanitários ($C_{tot\ i}$), apresentado na Tabela 5.

⁵ Conforme a Equação 1, o tamanho mínimo da amostra que deveria responder ao questionário é de 375 usuários.

Tabela 5 - Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos hidrossanitários <i>i</i>	$\frac{CMU_i \cdot n_{usuários}}{100}^1$ [L.uso ⁻¹]	P_{ij}^2 [%]	j^3 [usos.dia ⁻¹] ou [usos.semana ⁻¹], para chuveiros	$\sum (P_{ij} \cdot j)$ [usos.dia ⁻¹]	$C_{tot i}^4$ [L.dia ⁻¹]
Bacias sanitárias	$\frac{7,12 \cdot 5.921}{100}$	34,4	0	145,4	61.297,03
		25,7	1		
		18,9	2		
		8,9	3		
		5,3	4		
		6,8	5		
Torneiras	$\frac{0,79 \cdot 5.921}{100}$	14,4	0	235,6	11.020,40
		16,3	1		
		26,2	2		
		21,0	3		
		6,6	4		
		15,5	5		
Mictórios	$\frac{1,06 \cdot 5.921}{100}$	47,5	0	139,6	8.761,66
		11,5	1		
		16,5	2		
		10,8	3		
		5,8	4		
		7,9	5		
Chuveiros	$\frac{93,25 \cdot 5.921}{100 \cdot 5}$	88,0	0	23,9	26.391,97
		5,5	1		
		3,7	2		
		1,0	3		
		1,0	4		
		0,8	5		

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

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, os consumos médios diários decorrentes dos usos dos aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas, são: 61.297,03 L para as bacias sanitárias, 11.020,40 L para as torneiras, 8.761,66 L para os mictórios e 26.391,97 L para os chuveiros. O consumo das duchas higiênicas é irrelevante para fins de cálculo. Vale salientar que esses consumos foram estimados mediante a percepção dos usuários, e para verificar se esses valores estão dentro de um limite crível, esses deveriam ser comparados com o consumo real das centrais de aulas, mas isso não é possível, porque esses locais não possuem medição setorizada.

Para o cálculo do consumo total decorrente de vazamentos ($C_{\text{tot vaz}}$), foram utilizadas as estimativas médias de consumo para vazamentos do tipo q ($C_{\text{vaz } q}$) propostas por Gonçalves et al. (2005) e apresentadas no Quadro 3 (item 2.2.2). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Consumo total de água decorrente de vazamentos

Vazamentos do tipo q	$n_{\text{vaz } q}^1$	$C_{\text{vaz } q}^2$ [L.dia ⁻¹]	$n_{\text{vaz } q} \cdot C_{\text{vaz } q}$ [L.dia ⁻¹]	$C_{\text{tot vaz}}^3$ [L.dia ⁻¹]
Torneira com vazamento em gotejamento lento	4	8	32	298
Torneira com vazamento em filete ϕ 2 mm	1	114	114	
Ducha com vazamento em gotejamento lento	1	8	8	
Bacia sanitária com vazamento em filetes visíveis	1	144	144	
$\Sigma = 298$				

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

Fonte: Autoria própria (2019).

Logo, o consumo decorrente de vazamentos é de 298 L.dia⁻¹. Dessa forma, o consumo total nas centrais de aulas, decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários e vazamentos dos banheiros (C_{TOTAL}) é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo total de água nos banheiros das centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Componentes consumidores	Consumo diário decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários [L.dia ⁻¹]
Bacias sanitárias	61.297,03
Torneiras	11.020,40
Mictórios	8.761,66
Chuveiros	26.391,97
Σ_1	107.471,06
Consumo diário decorrente dos vazamentos [L.dia ⁻¹]	
Vazamentos	298
Σ_2	298
Consumo total nas centrais de aulas (C_{TOTAL}) [L.dia⁻¹]	
$\Sigma_1 + \Sigma_2$	107.769,06

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, o consumo total de água nas centrais de aulas é de 107.769,06 L.dia⁻¹, ou 107,77 m³.dia⁻¹. E, considerando 22 dias úteis no mês, o consumo é de 2.307,94 m³.mês⁻¹. Considerando a estimativa de consumo da universidade de 17.306 m³.mês⁻¹, conforme o PLS mais recente (PLS, 2013), a estimativa de consumo nas centrais de aulas representa 13,30% do consumo da universidade, um valor considerado razoável, uma vez que esses locais concentram, diariamente, os discentes dos cursos de graduação, que têm participação acentuada na população total da UFERSA.

Assim, com os dados apontados, é possível calcular a distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos, apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos

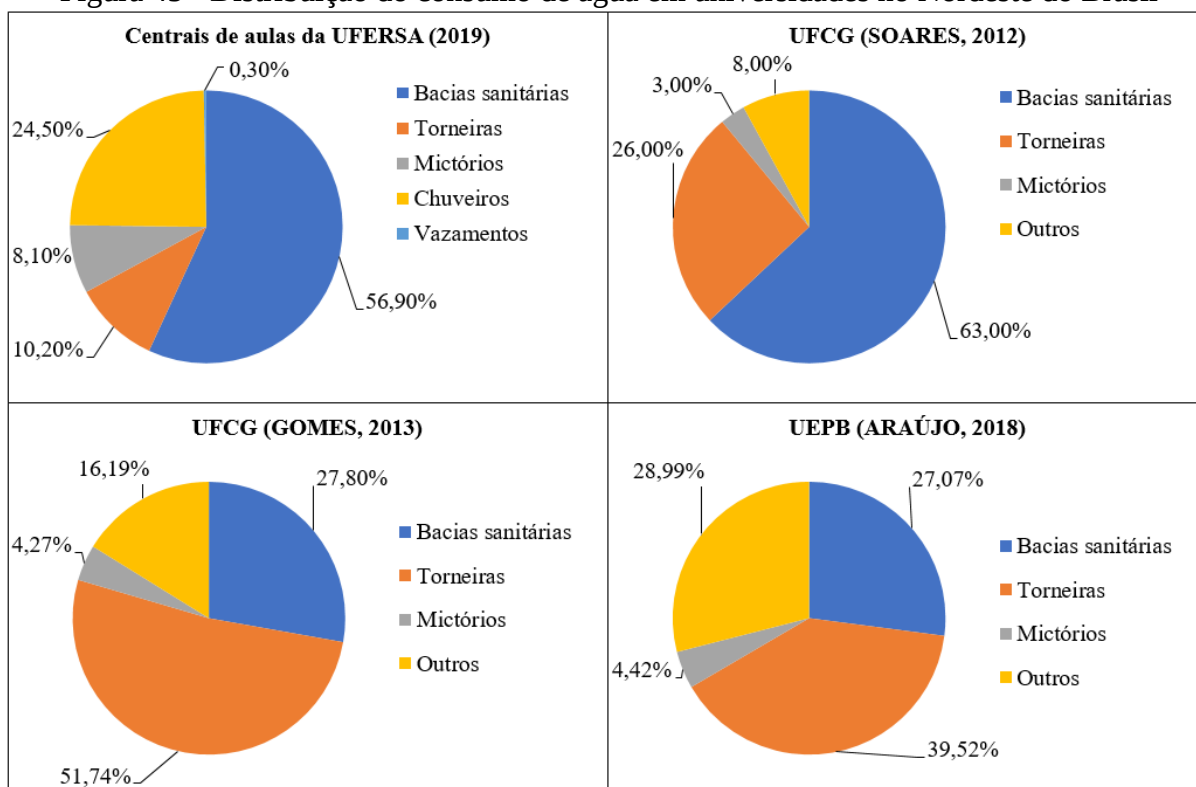
Componentes consumidores	Consumos nos aparelhos ($c_{tot\ i}$) ou vazamentos ($c_{tot\ vaz}$) [L.dia ⁻¹]	Consumo total nas centrais de aulas (C_{TOTAL}) [L.dia ⁻¹]	DCA ¹ [%]
Bacias sanitárias	61.297,03	107.769,06	56,9
Torneiras	11.020,40		10,2
Mictórios	8.761,66		8,1
Chuveiros	26.391,97		24,5
Vazamentos	298,00		0,3

¹ DCA → distribuição do consumo de água.

Fonte: Autoria própria (2019).

Então, do consumo total de água, 56,9% é decorrente do uso das bacias sanitárias, 10,2% das torneiras, 8,1% dos mictórios, 24,5% dos chuveiros e 0,3% dos vazamentos. Por meio da Figura 45, é apresentada uma análise comparativa entre a distribuição do consumo de água nas centrais de aulas da UFERSA e outras duas universidades: UFCG e UEPB.

Figura 45 - Distribuição do consumo de água em universidades no Nordeste do Brasil



Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados da distribuição do consumo de água nas universidades são díspares, porque cada universidade possui suas particularidades. Mas em geral, as bacias sanitárias despontam como grandes consumidoras: com 56,90% do consumo nas centrais de aulas da UFERSA, 63,00% do consumo da UFCG (SOARES, 2012), 27,80% do consumo da UFCG (GOMES, 2013) e 27,07% do consumo da UEPB (ARAÚJO, 2018).

As torneiras também se apresentam como grandes consumidoras em panoramas globais das universidades. É natural que isso ocorra, pelo fato do consumo em laboratórios. Já os mictórios, em geral, apresentam índices de consumo de água baixos nos estudos citados.

Um fato que deve ser ressaltado é o consumo de água em chuveiros de universidades. Quando analisados todos os aparelhos hidrossanitários das universidades UFCG e UEPB, o consumo nos chuveiros é irrelevante. Provavelmente, se fossem analisados todos os aparelhos que consomem água na UFERSA, o consumo nos chuveiros também seria desprezível. Todavia, neste estudo, ao avaliar as centrais de aulas, os chuveiros representam o segundo maior consumo de água (24,50%). Esse consumo significativo, provavelmente, é em razão de que dos 21 cursos de graduação presenciais da universidade, 17 possuem turno integral, e além disso,

na maior parte do ano, Mossoró apresenta temperaturas elevadas, fator que influencia no consumo de água.

O conhecimento de como é distribuído o consumo de água por aparelho hidrossanitário em edificações é de fundamental importância 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 das centrais de aulas deve ser a seguinte: bacias sanitárias, chuveiros, torneiras e mictórios. Ressaltando-se a importância da correção de vazamentos existentes antes de qualquer intervenção.

Neste contexto, no Quadro 14 são apresentados os resultados dos índices de redução do consumo de água (IR) oriundos das simulações dos cenários de gestão da demanda de água apresentados no Quadro 10 (item 3.3.2).

Quadro 14 - Simulações de cenários de gestão da demanda de água

nº	Descrição dos cenários	DCA ¹ [%]	C _{TOTAL} ² [L.dia ⁻¹]	CAA _i ³ ou CD _{vaz} ⁴ [L.dia ⁻¹]	Fr ⁵	EDA ⁶ [L.dia ⁻¹]	IR ⁷ [%]
1	Substituição das válvulas de descarga das bacias sanitárias com acionamento único por válvulas de descarga de acionamento duplo	15,20%	107.769,06	16.381,10	0,40	9.828,66	9,12
2	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo	41,68%		44.915,93	0,66	15.271,42	14,17
3	Substituição das válvulas de descarga das bacias sanitárias com acionamento único 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 bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo	56,88%		61.297,03	-	25.100,08	23,29
4	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem	2,59%		2.788,29	0,67	920,14	0,85
5	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático	0,22%		236,80	0,66	80,51	0,07
6	Instalação de restritor de vazão de 8 L.min ⁻¹ nos chuveiros	24,49%		26.391,97	0,70	7.917,59	7,35
7	Correção de vazamentos	0,28%		298,00	0,00	298,00	0,28
8	Substituição das válvulas de descarga das bacias sanitárias com acionamento único 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 bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo + substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem + substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático + instalação de restritor de vazão de 8 L.min ⁻¹ nos chuveiros + correção de vazamentos	84,45%		91.012,10	-	34.316,32	31,84

¹ DCA → distribuição do consumo de água. ² C_{TOTAL} → consumo total de água nas centrais de aulas. ³ CAA_i³ → consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários *i* instalados nas centrais de aulas. ⁴ CD_{vaz} → consumo médio diário decorrente de vazamentos. ⁵ Fr → fator de redução do consumo de água. ⁶ EDA → economia de água. ⁷ 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 31,84%. O cenário de nº 8 é o que proporciona maior economia: 34.316,32 L.dia⁻¹, o mesmo que 34,32 m³.dia⁻¹. E, considerando 22 dias úteis, a economia é de 755,04 m³.mês⁻¹. Logo, a troca dos aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção dos vazamentos nas centrais de aulas implica em um índice de redução de consumo total da universidade de 4,36%, considerando a estimativa de consumo mensal da UFERSA constante no PLS de 2013.

Estudos sobre os ganhos ambientais da adoção de medidas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água também foram feitos em outras universidades, a nível de simulação, como o presente estudo, ou após as intervenções. Na Universidade Estadual da Paraíba, segundo Araújo (2018), o cenário com melhor viabilidade ambiental apresentou índice de redução de aproximadamente 38%. Já na Universidade Federal de Goiás, conforme Gomes (2011), após a implantação de ações tecnológicas em um prédio da universidade, a redução no consumo de água foi na ordem de 30%. Nas centrais de aulas da UFERSA, no melhor resultado de simulação, obteve-se a redução do consumo de água de aproximadamente 32%, sinalizando um valor dentro dos limites relatados na literatura.

A redução de 34.316,32 L.dia⁻¹ no consumo da UFERSA supre a demanda de água em diversas atividades na instituição, alguns exemplos neste sentido são apresentados na Figura 46.

Figura 46 - O que daria para fazer com a água economizada?



¹ Estimativa dada pela NBR 7229/1993. ² Estimativas dadas por Tomaz (2009).

Fonte: Autoria própria (2019).

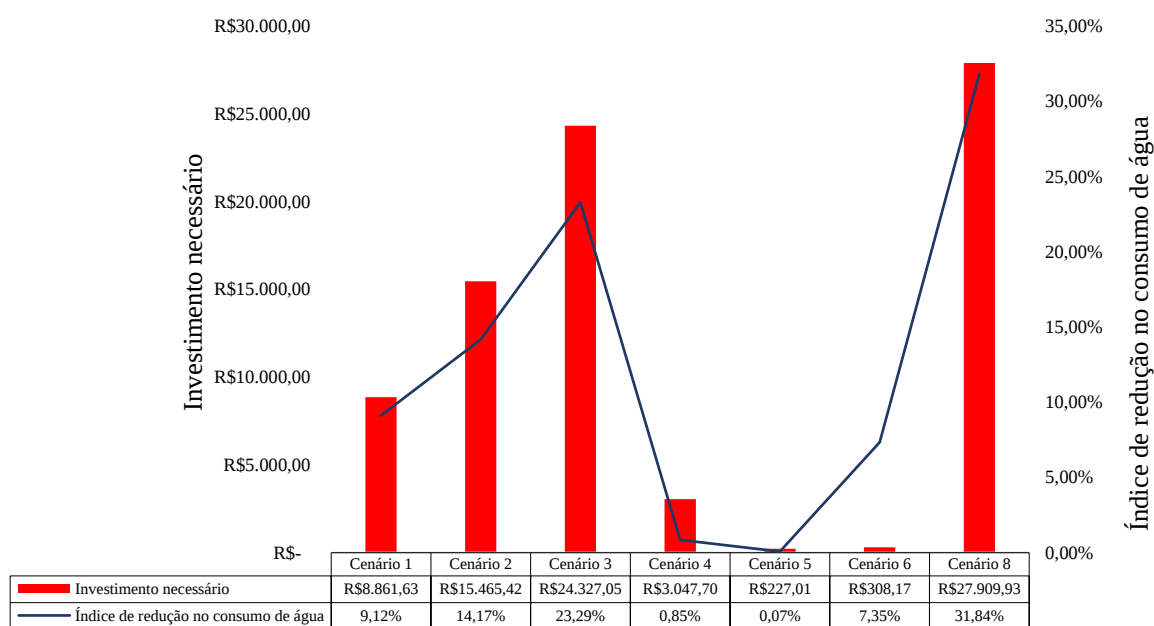
As atividades que poderiam ser feitas se fossem implantadas as ações propostas neste trabalho, apresentadas na Figura 46, são apenas a título de exemplo. Obviamente, não é

sustentável lavar pisos diariamente, todavia, a exemplificação teve como propósito mostrar o impacto da adoção dessas ações.

4.3.2 Análise do investimento *versus* ganho ambiental

Explanados os investimentos necessários e os possíveis ganhos ambientais decorrentes da implantação das medidas, uma análise comparativa desses dois aspectos é apresentada na Figura 47, para 7 dos 8 cenários simulados. A análise não foi feita para o cenário nº 7, que envolve a correção de vazamentos, pois não é possível mensurar os custos de implantação dessa ação, por motivos já mencionados.

Figura 47 - Investimento x ganho ambiental: plano de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Fonte: Autoria própria (2018).

O cenário nº 8 apresenta maior investimento e ganho ambiental, concomitantemente. Contudo, uma atenção especial deve ser dada ao cenário nº 6, que envolve a instalação de restritor de vazão nos chuveiros, uma vez que esse cenário apresenta custo de implantação baixo (R\$ 308,17) e um bom índice de redução no consumo de água (7,35%). Vale salientar que nos custos dos cenários simulados não estão inclusos os da substituição do mictório coletivo por individual e da instalação de hidrômetros. A substituição do mictório coletivo por individual se configura como uma medida para incentivar o uso do mictório, então é impraticável mensurar

os ganhos ambientais. Como também não é possível quantificar os ganhos ambientais decorrentes da instalação de hidrômetros nas edificações.

5 CONCLUSÃO

1. Os aparelhos hidrossanitários das centrais de aulas, de modo geral, apresentam boas condições de operação e o índice de utilização de aparelhos poupadores nesses locais é maior que nas demais edificações da UFERSA. Ainda assim, menos de 40% dos aparelhos hidrossanitários dos espaços estudados são economizadores de água, revelando a necessidade urgente da substituição dos aparelhos convencionais instalados, visto que esses locais acomodam quase que a totalidade da população do campus.
2. A mão de obra responsável pelos serviços hidráulicos da instituição é insuficiente para a dimensão dos problemas existentes ou existe deficiência na gestão desses serviços.
3. A utilização do método 5W2H mostrou-se de grande utilidade para apresentar o plano de intervenção sugerido, pela possibilidade de organizar as informações de forma objetiva.
4. A complexidade em estabelecer prazos foi contornada mediante a utilização da matriz GUT. A maior restrição para o uso dessa matriz de priorização é a subjetividade em pontuar cada uma das ações propostas, por isso, aconselha-se empregar a análise de responsáveis técnicos envolvidos com o objeto em questão, como foi feito neste estudo.
5. Os funcionários da SIN têm a percepção da necessidade urgente da instalação de hidrômetros nas edificações. Essa percepção, possivelmente, está associada à pressão exercida pela Portaria nº 23, de 12 de fevereiro de 2015, que determina que instituições públicas, como a UFERSA, forneçam informações referentes ao consumo de água mensalmente.
6. A SIN compreende a necessidade improtelável da correção dos vazamentos existentes e a implantação de um programa de manutenção e acompanhamento das instalações hidrossanitárias, embora, a todo momento, tenha sido reforçado que a mão de obra para tais fins é exígua.
7. Ao analisar concomitantemente o investimento e ganho ambiental de cada ação sugerida, a adoção de restritores de vazão para chuveiros apresentou-se como uma opção atrativa. A implantação dessa ação é de baixo custo (R\$ 308,17) e produz um bom índice de redução no consumo de água (7,35%). Sendo que, na priorização de intervenções por intermédio da matriz

GUT, foi classificada como a ação de menor prioridade, para os funcionários da SIN. Com isso, ressalta-se a importância de se conhecer os hábitos da população e não se basear apenas em estereótipos.

8. A metodologia utilizada neste estudo pode ser desenvolvida nas demais edificações do campus Mossoró, demais *campi* da UFERSA e outras instituições de ensino superior. Outrossim, frisa-se a importância de ações educativas nessas instituições, enfatizando a escassez hídrica, particularmente nas que se situam no semiárido nordestino, região que carece de uma atenção especial referente à oferta de água.

9. Os resultados produzidos por meio deste estudo podem redirecionar o ponto de vista dos gestores da área de abastecimento de água da UFERSA, gerar uma base de dados para apoiar a gestão sustentável da água e subsidiar a elaboração de um plano de uso racional da água no campus universitário.

10. Este estudo poderá subsidiar ações do Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFERSA.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro. 1998.

_____. **NBR 13713**: Instalações hidráulicas prediais: aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2009.

ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda de água na escala de bairro**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2004.

ALEXANDRE, A. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 1005-1015, set/out 2017. 2017.

ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, 16, p. 1777-1785. 2008.

ALVES FILHO, M. Para além da lição de casa. **Jornal da Unicamp**, Campinas, 27 de abril a 10 de maio de 2005. 2005.

ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/> >. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

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.

ASTRA. Caixa de descarga externa elevada. 2019. Disponível on-line: < www.astra-sa.com.br/pt/produto.asp?id_produtoWebVarejo=951 >. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. 340 p.

BEHR, A.; MORO, E. L. da S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, maio/ago. 2008.

BRASIL. **Agenda 21**. Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. p. 14-33. 1996.

_____. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional (PBQP-H)**. Meta da área de habitação. 12p. 1998a.

_____. Projetos da meta mobilizadora da habitação. **PBQP-H**. Brasília. 1998b.

_____. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Portaria nº 23, de 12 de fevereiro de 2015**. Estabelece boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e de água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Brasília, DF, 2015.

_____. **Lei Federal nº 13.312, de 12 de julho de 2016**. Torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Brasília, DF, 2016.

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

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

CARVALHO, I. de C.; CALIJURI, M. L.; ASSEMAN, P. P.; SILVA, M. D. F. M. e; MOREIRA NETO, R. F.; SANTIAGO, A. da F.; SOUZA, M. H. B. de. Sustainable airport environments: A review of water conservation practices in airports. **Resources, Conservation and Recycling** 74, p. 27-36. 2013.

CELITE. Qual bacia sanitária economiza mais água?. 2019a. Disponível on-line: <<https://www.celite.com.br/blog/qual-bacia-sanitaria-economiza-mais-agua/>> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

_____. Mictório individual. 2019b. Disponível on-line: <https://www.leroymerlin.com.br/mictorio-individual-56,5x34,5x31,5cm-louca-branco-celite_87792803> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Água, indústria e sustentabilidade**. Brasília. 2013.

COMMODITY. In: SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**. Editora Best Seller, 1999.

CRUZ, M. A. **Medidas reduzem em 21,5% o consumo de água**. Publicação na Semana 173 da Unicamp. 2001. Disponível on-line: www.unicamp.br. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

DECA. Louças e Metais – Uso Público e Acessibilidade. 2018a. Catálogo. Disponível on-line: < decablob.blob.core.windows.net/static-files/site_deca/Catalogo_Uso%20Publico_2018.pdf >. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

_____. Louças – Bacias, bidês, mictórios & sistemas de descarga. 2018b. Catálogo. Disponível on-line: <decablob.blob.core.windows.net/static-

files/site_deca/Catálogo_Bacias,%20Bides%20e%20Mictorios%20&%20Sistemas%20de%20Descarga_2018.pdf> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

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

DOCOL. Válvula de descarga. 2019a. Disponível on-line:
<https://www.extra.com.br/construcao/Hidraulica/Valvulas/valvula-de-descarga-com-acabamento-baixa-pressao-docol-classica-11-2-chrome-10049208.html?rectype=p1_op_s3&resource=btermo>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

DOCOL. Válvula de descarga com acionamento duplo. 2019b. Disponível on-line:
<https://www.leroymerlin.com.br/acabamento-para-valvula-de-descarga-cromado-box-docol_88467456>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

ETERNIT. Vaso sanitário com caixa acoplada. 2019. Disponível on-line:
<<https://www.pontofrio.com.br/construcao/banheiroacessorios/vasossanitariosbacias/vaso-sanitario-com-caixa-acoplada-one-piece-iniqua-eternit-branco-11101299.html>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

FABRINOX. Mictório coletivo. 2019. Disponível on-line:
<www.leroymerlin.com.br/mictorio-coletivo-29x100x36cm-aco-inox-cromado-fabrinox_89251043>. Acesso em: 10 de fevereiro 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.

GOMES, J. L.; BARBIERI, J. C. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. **Cadernos EBAPE.BR**, v.II, n. 3. 2004.

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

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, O. M. et al. DTA B3: Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores. **PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Brasília. 1999.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V. de; PEDROSO, L. P. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 3, p. 35-48. 2005.

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 fevereiro 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.

GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. C. L. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** – RBRH, v. 19, n. 3, p. 51-62. 2014.

HÉKIS, H. R.; SILVA, Á. C.; OLIVEIRA, I. M. P.; ARAUJO, J. P. F. **Revista Tecnologia Fortaleza**, v. 34, n. 1 e 2, p. 20-32, dez. 2013.

HESPAHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados** 22 (63). p. 131-158. 2008.

HYDRA. Válvula de descarga alavanca. 2019a. Disponível on-line: <<https://torneiraeletronica.com.br/produto/acabamento-para-valvula-de-descarga-para-deficiente-31-155/162110>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

_____. Botão de acionamento duplo. 2019b. Disponível on-line: <<https://www.lojatudo.com.br/descargas/botao-de-acionamento-duplo-superior-cromado-duo-hydra.html>> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível on-line: Disponível on-line: www.ibge.gov.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

_____. Cidades e Estados. 2017. Disponível on-line: www.ibge.gov.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

ICWE. **The Dublin Statement on Water and Sustainable Development**. Irlanda, 1992. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/index.htm>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2018.

IDEMA – **Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte**. Perfil do seu município. 2008. Disponível on-line: idema.rn.gov.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

ILHA, M. S. de O.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros? **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 177-186. 2010.

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.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981. 58 p.

KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA, P. C.; COHIM, E.; VIARO, V. L. **Uso racional da água em sanitários públicos**. In Anais do 25º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife. Set. 2009. 13 p.

LANNA, A. E. A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso. **Estudos Avançados** 22 (63), p. 113-130. 2008.

LEHMANN, M.; CHRISTENSEN, P.; THRANE, M.; JORGENSEN, T. H. University engagement and regional sustainability initiatives: some Danish experiences. **Journal of Cleaner Production**, 17, p. 1067-1074. 2009.

LIMA, J. A. et al. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 291-298, jul/set 2011. 2011.

LISBÔA, M. da G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5W2H no processo do produto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 4, n. 7, p. 32-47. 2012.

MACHADO, B. S. B.; VIEGAS, M. C. Estudo de caso: as ferramentas de qualidade utilizadas no laboratório de análises de um hospital para a otimização de processos. UNOPAR Científica, **Ciências Jurídicas e Empresariais**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 75-80, mar. 2012.

MALAN, G. J; CRABTREE, P. R. **The effect of individual meters on the water consumption in apartment buildings**. In: CIB W62. International symposium on water supply and drainage for buildings. Proceedings, 1997.

MOURA, M. R. F. **A gestão do consumo de água em prédios públicos: o caso da Secretaria de Infraestrutura de Pernambuco**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UPE. Recife, 2015.

MECALTEC. Geofone mecânico. Disponível on-line: www.mecaltec.com.br. Data de acesso: 05 de janeiro de 2019.

MEDEIROS, P. M. de; SILVA, J. F. da; SILVA JÚNIOR, F. N.; FERNANDES, M. J.; DOMBROSKI, S. A. G. **Ações tecnológicas em um campus universitário no contexto de uso racional da água**. In: Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2015.

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

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

NUNES, S. da S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados campus da Universidade Estadual de Campinas**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2000.

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.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios (Boletim Técnico)**. Escola Politécnica – USP. São Paulo. 1999.

PEDROSO, L. P. **Estudo das variáveis determinantes no consumo de água em escolas: o caso das unidades municipais de Campinas**, São Paulo. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

PLS. **Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFERSA**. Mossoró. 2013.

_____. **Relatório anual simplificado**. Fevereiro e Março/2017. Mossoró. 2017.

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

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 fevereiro de 2019.

QGIS. Versão 3.4.4. 2019. *Software* gratuito. Disponível on-line para download: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

RESTOR – Engenharia de Equipamentos. **Deteção de vazamentos não visíveis**. Disponível on-line: www.restor.com.br. Acesso em: 05 de janeiro de 2019.

SABESP – **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. Relatório de Sustentabilidade – 2014. São Paulo. 2015. Disponível on-line: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/relatorios_sustentabilidade/sabesp_2014_RS_portugues.pdf>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2019.

_____. **Aprenda a controlar seu consumo de água**. Folheto Informativo. 2018. Disponível on-line: <site.sabesp.com.br> Acesso em: 08 de fevereiro de 2019.

SANTOS, J. N. dos; FERNANDES, M. J.; DOMBROSKI, S. A. G.; OLIVEIRA, J. L. de; COSTA FILHO, F. das C.; SILVA, J. F. da. Caracterização do sistema hidráulico de edificações de uma universidade visando o uso racional da água. In: **Agroecologia, recursos hídricos e políticas públicas no semiárido**. Coleção Agroecologia e Meio Ambiente no Semiárido, v. 2, Edufersa. 2016.

SANTOS, L. C. A. **Gestão da água em edificações públicas: a experiência no prédio da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. – EMBASA**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

SAVENIJE, H.; VAN DER ZAAG, P. Water as an Economic Good and Demand Management – Paradigms with Pitfalls. **Water Internacional**, 27 (1), p. 98-104. 2002.

SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. **Water and Environmental Journal**, n. 23. p. 210-218. 2009.

SIGAA – Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas. 2019. Disponível on-line: <sigaa.ufersa.edu.br/sigaa>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

SILVA, C. M.; PÁDUA, V. L. de; BORGES, J. M. Contribuição ao estudo de medidas para redução da perda aparente de água em áreas urbanas. **Ambiente & Sociedade**, v. XIX, n. 3, p. 253-274, São Paulo. 2016.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implementação de programas de uso racional da água em *campi* universitários. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 49-61. 2006.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. DTA A1: Apresentação do Programa. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água** – PNCD. Brasília. 1999.

SILVA, S. F. da; BRITTO, V.; AZEVEDO, C.; KIPERSTOK, Asher. Rational Consumption of Water in Administrative Public Buildings: The Experience of the Bahia Administrative Center, Brazil. **Water**, 6, p. 2552-2574. 2014.

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.

TESIS – Tecnologia de Sistemas em Engenharia. **Projeto específico de economia de água em edifícios**. Uso racional da água – PURA – Projeto no 6. Estudo de caso – Cozinhas industriais e restaurantes e bares. São Paulo. 1998.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª Edição. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

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

_____. **Previsão de consumo de água não potável**. Navegar Editora: São Paulo, 2009.

UFBA – **Universidade Federal da Bahia**. Relatório de Gestão. Exercício 2017. Salvador. 2018. Disponível on-line: <https://proplan.ufba.br/sites/proplan.ufba.br/files/relatorio_de_gestao_2017_final.pdf> . Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

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

_____. Apresentação. 2017. Disponível on-line: ufersa.edu.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

_____. Cursos de pós-graduação. 2018. Disponível on-line: <ufersa.edu.br/cursosposgraduacao/>. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

_____. Mapa da Ufersa. 2016. Disponível on-line: <prograd.ufersa.edu.br/mapa-da-ufersa/>. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

UNICAMP – **Universidade Estadual de Campinas**. Medidas para enfrentar o desabastecimento de água. 2014. Disponível on-line: <www.unicamp.br/unicamp/noticias/2014/10/22/medidas-para-enfrentar-desabastecimento-de-agua> . Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

_____. **Relatório de Gestão 2013-2017**. 2017. Disponível on-line: <www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2017-04/RELATORIO_GESTAO_2013-17_TJ_WEB_170425_03.pdf> . Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

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

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 291-300, jul/set 2010. 2010.

WILLIS, R. M.; STEWART, R. A.; PANUWATWANICH, K.; WILIAMS, P. R.; HOLLINGSWORTH, A. Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. **Journal of Environmental Management**, 92, p. 1996-2009. 2011.

YAMADA, E. S. **Os impactos de medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. **Os impactos do sistema individualizado de medição de água**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo. 2001.

ZEEB, W. **A holist approach to metering value**. In: Annual AMRA Symposium. 11th. Washington. Proceedings. Washington, 1998.

ZUFFO, A. C.; ZUFFO, M. S. R. **Gerenciamento de recursos hídricos: conceituação e contextualização**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

APÊNDICE A – Formulário para caracterização dos aparelhos hidrossanitários

LOCAL:												
Áreas molhadas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL	
Pontos de utilização de água	Bacia sanitária											
	Chuveiro											
	Ducha higiênica											
	Mictório											
	Torneira											
Fabricante*	Bacia sanitária											
	Chuveiro											
	Ducha											
	Mictório											
	Torneira											
Bacia sanitária	Tipo de descarga	Válvula de descarga (VD)										
		VD com acionamento duplo										
		12 L										
		6 L										
		3 e 6 L (dual flush)										
	Condição	Satisfatória										
		Com vazamento										
		Quebrada										
Chuveiro	Condição	Satisfatória										
		Com vazamento										
		Quebrado										
Ducha higiênica	Condição	Satisfatória										
		Com vazamento										
		Quebrada										
Mictório	Uso	Individual										
		Coletivo										
	Acionamento	Convencional										
		Hidromecânico										
		Por sensor										
	Condição	Satisfatória										
		Com vazamento										
Quebrado												
Torneira	Acionamento	Convencional										
		Hidromecânico										
		Por sensor										
	Arejador	Possui										
		Não possui										
	Condição	Satisfatória										
		Com vazamento										
Quebrada												

*FABRICANTE:

A: _____; B: _____; C: _____; D: _____.

*OBSERVAÇÕES: _____

APÊNDICE B – Questionário aplicado aos alunos que frequentam as centrais de aulas

QUESTIONÁRIO

ATENÇÃO, TODAS AS PERGUNTAS SE REFEREM AO AMBIENTE DAS CENTRAIS
DE AULAS DA UFERSA!!!

1. Sexo

() Masculino () Feminino

2. Quanto ao uso das bacias sanitárias das centrais de aulas

2.1 Frequência diária de uso das bacias sanitárias dos banheiros das centrais de aulas:

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

3. Quanto ao uso das torneiras das centrais de aulas

3.1 Frequência diária de uso das torneiras dos banheiros das centrais de aulas:

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

4. Quanto ao uso dos mictórios das centrais de aulas

4.1 Frequência diária de uso dos mictórios das centrais de aulas:

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

5. Quanto ao uso dos chuveiros das centrais de aulas

5.1 Frequência semanal de uso dos chuveiros das centrais de aulas:

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

5.2 Tempo médio de cada uso dos chuveiros:

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

6. Quanto ao uso das duchas higiênicas das centrais de aulas

6.1 Frequência semanal de uso das duchas higiênicas das centrais de aulas:

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

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

FORMULÁRIO

SUBSÍDIOS PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

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 Êmele Rádna Rodrigues do Vale, matrícula nº 2017001900, 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 as centrais de aulas 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
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 bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo			
Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador			
Instalação de arejadores nas torneiras hidromecânicas que não os 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 restritor de vazão nos chuveiros			
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:	PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA
		CAMPUS:	MOSSORÓ
		LOCAL:	CENTRAIS DE AULAS

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS*

*BDI: 12,70%

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" Deca	und	1,00	194,17	194,17
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	1,88	0,20	0,38
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,00	12,83	25,66
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,00	16,72	33,44
				Custo do material	194,55
				Custo da mão de obra	59,10
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	253,65
				TOTAL com BDI	285,86

Reparo completo de acionamento duplo para caixa acoplada					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de mercado	Kit reparo completo universal Deca Hydra Duo para caixa acoplada	und	1,00	115,85	115,85
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,50	12,83	6,42
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,50	16,72	8,36
				Custo do material	115,85
				Custo da mão de obra	14,78
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	130,63
				TOTAL com BDI	147,21

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 Net Celite 3/6 litros (acompanha complementos de instalação)	und	1,00	433,95	433,95
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,56	0,20	0,11
37329/SINAPI	Rejunte epóxi branco	kg	0,15	35,44	5,32
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,44	12,83	5,65
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,78	16,72	13,04
				Custo do material	439,38
				Custo da mão de obra	18,69
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	458,06
				TOTAL com BDI	516,24

Torneira de mesa com fechamento automático hidromecânico					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de mercado	Torneira de mesa parafusado Pressmatic Compact Docol	und	1,00	107,71	107,71
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,28	0,20	0,06
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,65	12,83	8,34
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,65	16,72	10,87
				Custo do material	107,77
				Custo da mão de obra	19,21
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	126,97
				TOTAL com BDI	143,10

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS	OBRA:	PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA
		CAMPUS:	MOSSORÓ
		LOCAL:	CENTRAIS DE AULAS

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS*

*BDI: 12,70%

Arejador de metal cromado					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de mercado	Arejador de metal cromado Deka	und	1,00	16,30	16,30
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,50	0,20	0,10
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,15	16,72	2,51
				Custo do material	16,40
				Custo da mão de obra	2,51
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	18,91
				TOTAL com BDI	21,31

Válvula hidromecânica para mictório					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de mercado	Válvula de mictório Pressmatic Compact Docol	und	1,00	197,15	197,15
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,50	0,20	0,10
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,25	16,72	4,18
				Custo do material	197,25
				Custo da mão de obra	4,18
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	201,43
				TOTAL com BDI	227,01

Mictório individual					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Pesquisa de mercado	Mictório com sifão integrado Deka	und	1,00	185,15	185,15
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,56	0,20	0,11
I0301/SEINFRA	Bucha plástica 8mm	und	2,00	0,18	0,36
I1524/SEINFRA	Parafuso cromado para fixação	und	2,00	1,72	3,44
I1315/SEINFRA	Jogo de metais para mictório	und	1,00	37,24	37,24
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,90	12,83	37,21
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,90	16,72	48,49
				Custo do material	226,30
				Custo da mão de obra	85,70
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	312,00
				TOTAL com BDI	351,62

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	1,00	25,70	25,70
I1180/SEINFRA	Fita de vedação	m	0,60	0,20	0,12
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,50	16,72	8,36
				Custo do material	25,82
				Custo da mão de obra	8,36
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	34,18
				TOTAL com BDI	38,52

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE MANUTENÇÃO E SERVIÇOS GERAIS	OBRA:	PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA
		CAMPUS:	MOSSORÓ
		LOCAL:	CENTRAIS DE AULAS

COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS*

*BDI: 12,70%

Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm + hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m³ por hora					
Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
95634/SINAPI	Kit cavalete, pvc, com registro, para hidrômetro, bitolas 1/2" ou 3/4" - completo	und	1,00	30,12	30,12
20080/SINAPI	Adesivo plástico para pvc, frasco com 175 gramas	und	0,26	11,46	2,98
20083/SINAPI	Solução limpadora para pvc, frasco com 1000 cm³	und	0,05	31,37	1,69
38383/SINAPI	Lixa d'água em folha, grão 1000	und	0,34	1,35	0,46
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,47	12,83	18,88
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,47	16,72	24,61
Hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m³ por hora					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
3148/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18 mm x 50 m	und	0,02	7,78	0,12
12769/SINAPI	Hidrômetro unijato, vazão máxima de 1,5 m³ por hora, de 1/2"	und	1,00	85,25	85,25
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,45	12,83	5,83
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,45	16,72	7,60
				Custo do material	120,63
				Custo da mão de obra	56,93
				Encargos sociais	inclusos
				Total simples	177,55
				TOTAL com BDI	200,10

ANEXO A – Termo de Cooperação nº 02/2009



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

TERMO DE COOPERAÇÃO Nº 02/2009

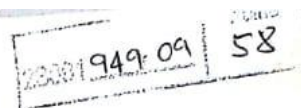
Termo de cooperação técnica que entre si celebram a **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA** e a **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE - CAERN**, para o fim que especifica.

A **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA**, autarquia federal em regime especial, instituída pela Lei Federal nº 11.155, de 29 de julho de 2005, inscrita no CNPJ do Ministério da Fazenda sob Nº 24.529.265/0001-40, estabelecida no km 47, da Rodovia BR-110, bairro Presidente Costa e Silva, na cidade de Mossoró - RN, doravante designada **UFERSA**, neste ato legalmente representada pelo Magnífico Reitor, Prof. **JOSIVAN BARBOSA MENEZES FEITOZA**, brasileiro, casado, portador da cédula de identidade nº 593.729-SSP/RN, inscrito no CNPJ do Ministério da Fazenda sob nº 356.860.304-72, residente e domiciliado à Rua Dix-Sept Rosado, nº 289, Edifício Residencial Dix-Sept Rosado, Aptº 302, Centro, Mossoró/RN, e a **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE - CAERN**, empresa pública, inscrita no CNPJ nº 08.334.385/0001-35, com sede na Av. Senador Salgado Filho, nº 1555, bairro Tirol, CEP 59015-000, na cidade de Natal – RN, doravante designada **CAERN**, aqui representada pelos seus Diretores: Presidente, Sr. **WALTER GASI**, brasileiro, casado, engenheiro civil, portador da cédula de identidade nº 3.983.189-9 SSP-SP, inscrito no CPF nº 000.589.898-92, e Financeiro, o Sr. **DELEVAM GUTEMBERG QUEIROZ DE MELO**, brasileiro, casado, engenheiro Civil, inscrito no CPF/MF nº 130.479.904-25 e RG nº 194.218 SSP-RN, no uso de suas atribuições legais, resolvem, em comum acordo, celebrar o presente termo de cooperação, sujeitando-se aos termos da Lei Federal 8.666/93 e suas alterações posteriores, do Decreto Federal nº 6.170/2007, da Portaria Interministerial nº 127/2008, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, da Fazenda e do Controle e da Transparência, em conformidade com o constante do Processo 23091.000949/09-45, tendo entre si justas e contratadas as seguintes condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

1.1 O presente termo tem como objeto a cooperação técnica entre os partícipes para **implantação, operação e manutenção de um poço tubular profundo para abastecimento de água, de propriedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA**, a ser instalado em terreno da UFERSA, sendo o imóvel registrado sob a matrícula nº 13.672, do livro "2", datado de 03/02/2009, no 1º Ofício de Notas da Comarca de Mossoró, e localizado conforme coordenadas geográficas (UTM): 24M 689612,7 E e 9422059,5 S. Este Termo de Cooperação não envolve a transferência de recursos financeiros entre os partícipes.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
TERMO DE COOPERAÇÃO Nº 02/2009
Pág. 1/4



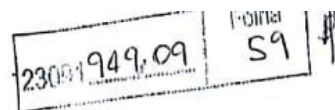
CLÁUSULA SEGUNDA - DAS OBRIGAÇÕES

2.1 Constitui-se obrigação da CAERN:

- a) Prestar apoio técnico na fiscalização dos serviços de perfuração e implantação do poço;
- b) Providenciar, às suas expensas, os serviços e instalações complementares e necessários para a regular operação do poço, que incluem: construção de muro de proteção, construção de casa de força, instalação de bomba, rede elétrica e tubulação de interligação do poço ao sistema de abastecimento público operado pela CAERN, que representa um investimento estimado de R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais);
- c) Responsabilizar-se pela operação e manutenção preventiva e corretiva do poço, assumindo por sua conta as despesas com a realização ou aquisição de serviços e materiais necessários para manter o poço em perfeito funcionamento;
- d) Envidar todos os esforços e recursos para garantir a máxima continuidade de operação do poço;
- e) Construir, com recursos próprios, as redes hidráulicas de interligação do poço ao sistema de abastecimento público e deste ao Campus Leste da UFERSA em Mossoró, incluindo-se a rede de distribuição de água em toda a extensão do referido Campus;
- f) Garantir o abastecimento de água do Campus da UFERSA em Mossoró, assegurando a vazão contínua de 30 m³/h, equivalente ao fornecimento mensal de 21.600 m³/mês de água potável;
- g) Permitir a interligação do sistema de esgotamento sanitário da UFERSA à rede de esgotos da CAERN. Sendo o volume de esgoto gerado será correspondente ao consumo estimado de 6.000 m³ mensais de água;
- h) Indicar um ou mais geólogos ou outro profissional devidamente habilitado, do seu quadro de funcionários, para acompanhar e fiscalizar o desenvolvimento das atividades de perfuração do poço e acompanhar a execução deste Termo de Cooperação.

2.2. Constitui-se obrigação da UFERSA:

- a) Responsabilizar-se pela contratação e pagamento de despesas com a perfuração do poço, com empresa devidamente habilitada, no valor estimado de R\$ 1.300.000,00 (Um milhão e trezentos mil reais);
- b) Passar a gestão do poço profundo, conforme prazo estabelecido neste Termo de Cooperação, para a realização das atividades complementares, operação e manutenção, sendo que ao final do prazo de gestão, inexistindo interesse da CAERN na prorrogação do prazo, os bens, excetuados os removíveis sem danos ao empreendimento, serão revertidos à UFERSA, sem direito de indenização por parte da CAERN;
- c) Permitir a interligação do poço ao sistema de abastecimento de água da CAERN, podendo esta utilizar de acordo com a sua conveniência o volume de água que exceder a necessidade de abastecimento da UFERSA, previamente estabelecida em 30 m³/h;



- d) Utilizar o sistema de esgotamento sanitário da CAERN de acordo com as normas técnicas e ambientais relativas ao tema;
- e) Indicar um servidor para, em conjunto com o profissional indicado pela CAERN, acompanhar e fiscalizar o desenvolvimento das atividades de perfuração do poço e acompanhar a execução deste Termo de Cooperação.
- f) Prorrogar por 20 (vinte) anos, a favor da CAERN, a cessão de uso das áreas dos poços, identificados sob a referência P17 e P22, já existentes nas dependências da UFERSA, sendo que ao final do prazo de prorrogação, e inexistindo outra postergação, os poços, excetuados os bens removíveis sem danos ao empreendimento, serão revertidos à UFERSA, sem qualquer direito de indenização para a CAERN;
- g) Comprometer-se com a cessão de até mais 5 (cinco) áreas para a perfuração de novos poços, de acordo com a necessidade da CAERN, durante o período de até 20 (vinte) anos.

CLÁUSULA TERCEIRA - DA VIGÊNCIA

3.1 A vigência do presente instrumento dar-se-á a partir da data de sua assinatura, vigorando pelo período de **20 (vinte) anos**, podendo ser prorrogado por comum acordo entre as partes.

CLÁUSULA QUARTA - DO ACOMPANHAMENTO

4.1 A UFERSA designará servidor do seu quadro para acompanhar e fiscalizar a execução do objeto deste termo, de forma a garantir a regularidade dos atos praticados e a plena execução do objeto.

CLÁUSULA QUINTA - DA PUBLICAÇÃO

5.1 A UFERSA providenciará, como condição de eficácia, a publicação deste Termo sob a forma de extrato, no Diário Oficial da União, nos termos do artigo 33 da Portaria Interministerial nº 127/2008.

CLÁUSULA SEXTA - DA RESCISÃO E DA DENÚNCIA

6.1 O presente Termo poderá ser rescindido de pleno direito no caso de infração a qualquer uma das Cláusulas e condições nele estipuladas, ou denunciado por qualquer dos partícipes, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias ou a qualquer tempo em face da superveniência de impedimento legal que o torne formal ou materialmente inexecutável.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
TERMO DE COOPERAÇÃO Nº 02/2009
Pág. 3/4

23001 949 09	Folha 60
--------------	----------

CLÁUSULA SÉTIMA – DO FORO

7.1 Fica eleito o foro da Subseção Judiciária em Mossoró, Seção Judiciária Federal no Estado do Rio Grande do Norte, para dirimir os possíveis litígios decorrentes deste Termo que não forem solucionados administrativamente através da Câmara de Conciliação e Arbitragem da Administração Federal (CCAF), tudo nos termos do Artigo 11, da Medida Provisória nº 2.180-35/2001, bem como do Ato Regimental AGU nº 5/2007, assim como as Portarias da AGU nº 1.281/2007 e 1.099/2008, e eventual legislação específica posterior sobre a matéria.

E por estarem de pleno acordo, assinam o presente instrumento em 05 (cinco) vias de igual teor e forma, perante as testemunhas abaixo, que também o subscrevem, para que produza seus efeitos jurídicos e legais.

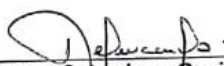
Mossoró-RN, 03 de agosto de 2009.

Pela UFERSA:

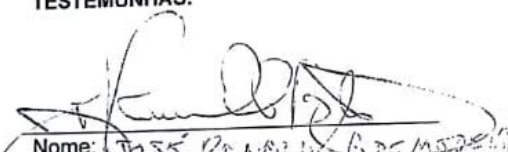

 Josivan Barbosa Menezes Feitoza
 - Reitor da UFERSA -

Pela CAERN:


 Walter Gasi
 - Diretor Presidente da CAERN -


 Delevam Gutemberg Queiroz de Melo
 - Diretor Financeiro DA CAERN -

TESTEMUNHAS:


 Nome: JOSÉ RONALDO DE MENEZES
 CPF: 356138954-69


 Nome: IRAN AL. VERAS
 CPF: 413662394-15