



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

MARYANA BEZERRA LOURENÇO

**USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS: diretrizes para
elaboração de um plano de ação**

MOSSORÓ
2019

MARYANA BEZERRA LOURENÇO

**USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS: diretrizes para
elaboração de um plano de ação**

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

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

MOSSORÓ
2019

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

B892u BEZERRA LOURENÇO, MARYANA .

USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS:
diretrizes para elaboração de um plano de ação /
MARYANA BEZERRA LOURENÇO. - 2019.

59 f. : il.

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

1. Escolas públicas. 2. Recursos hídricos. 3.
Racionalização hídrica. I. Felipe Guedes, Maria
Josicleide , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas

da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

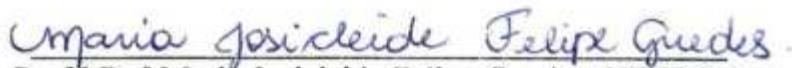
MARYANA BEZERRA LOURENÇO

**USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS: diretrizes para
elaboração de um plano de ação**

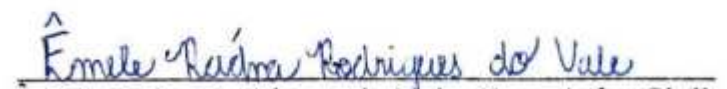
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
(Centro de Engenharias), em cumprimento
as exigências para a obtenção do título de
Engenheira Civil.

Aprovada em: 13/08/2019

BANCA EXAMINADORA


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


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


Émele Rádna Rodrigues do Vale (Engenheira Civil)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por me agraciar com pessoas tão especiais e por nunca me desamparar.

Aos meus pais, Vicente Lourenço Neto e Maria Conceição Bezerra, que com seu amor e dedicação constate, possibilitaram que eu galgasse cada degrau até aqui.

Ao meu irmão Debson Douglas, que sempre me apoiou e me aconselhou durante toda essa empreitada.

Aos meus familiares, principalmente meus tios, Lucilene, Raimundo e Rejane, que me ajudaram a chegar até aqui, sempre me deram forças para continuar a jornada rumo ao meu mérito.

Ao meu primo Kennedy, o qual pude compartilhar todos os meus momentos vividos até aqui. Obrigada por sempre me ajudar me dando força e compartilhando seus conhecimentos, eles foram de grande importância para o meu desenvolvimento acadêmico.

A minha querida amiga Barbara, que sempre esteve me apoiando e compartilhando momentos de alegria e tristeza no qual nos deparamos durante o curso. Quero agradecer por ser essa pessoa tão generosa, amiga, companheira e “paciente”.

Aos meus amigos, em especial Ylka, Ranover, Laricia, Mayrlla e Gevazio, que sempre me incentivaram e me ajudaram. Obrigada pelas inúmeras vezes que me tiraram do sufoco, que me transmitiram conhecimentos. Obrigada a todos vocês.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Prof. Dr Alisson Gadelha e Eng. Civil Êmele Rádna, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições científicas acerca da monografia.

À minha querida orientadora, Prof.^a Dr.^a Josicleide Guedes, que sempre esteve disposta a me ajudar. Muito obrigada pelos conhecimentos transmitidos e pela paciência que teve comigo.

RESUMO

O acelerado processo de urbanização, aliado ao consumo desenfreado de água, geram uma situação de aumento no consumo e diminuição na disponibilidade deste recurso hídrico em todo o mundo, problema esse que tende a se agravar nas próximas décadas. Diante desse cenário, é notória a importância de estudos voltados para o uso racional da água, principalmente em edifícios públicos, tendo em vista a existência de grandes consumidores de água, altos índices depreciações e obsolescência no sistema hidráulico e, principalmente, a falta de conscientização dos consumidores para a conservação dos recursos hídricos, uma vez que os mesmos não são responsáveis diretos pelo pagamento da fatura de água. Nesse contexto, por meio deste estudo, teve-se por objetivo fornecer diretrizes para a elaboração de um plano de ação de racionalização do uso da água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro, no município de Morada Nova, Ceará. Para tanto, foram necessárias inspeções *in loco* e também aplicações de questionários. Os métodos utilizados para a organização e elaboração do plano, foram: i) o 5W2H, usado como base para o detalhamento das ações sugeridas; ii) a matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência), que possibilitou a determinação dos prazos em que cada uma das ações deve ser executada, assim como a prioridade de cada uma delas; iii) o método de análise de viabilidade ambiental das ações propostas, através da estimativa do índice de redução no consumo de água. Após realizada a análise de viabilidade ambiental, foi possível estimar uma redução no consumo de água de até 31,61% (economia de 223,46 m³.mês⁻¹, considerando 22 dias úteis). Essa economia pode ser possibilitada pela substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção de vazamentos.

Palavras-chave: Escolas públicas. Recursos hídricos. Racionalização hídrica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do teste da válvula de descarga	16
Figura 2: Ilustração do teste da caixa d'água	16
Figura 3: Dispositivos de acionamento duplo para bacias sanitárias: a) com caixa acoplada e b) válvula de descarga.....	18
Figura 4: Fluxograma da pesquisa.....	23
Figura 5: Planta baixa da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.....	25
Figura 6: Consumo de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	26
Figura 7: Teste da borra de café nas bacias sanitárias da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	27
Figura 8: Bacia sanitária com defeito no botão de acionamento na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	39
Figura 9: Condições de operação das torneiras identificadas na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	40
Figura 10: Torneiras sem condições de uso na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	40
Figura 11: Duchas quebradas na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	41
Figura 12: Mictórios quebrados na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	41
Figura 13: Condições de funcionamento dos aparelhos hidrossanitários na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro em Morada Nova-CE x escola de tempo integral em Goiânia-GO	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pontuação utilizada na matriz GUT	30
Quadro 2: Prazo de metas	30
Quadro 3: Cenários de gestão da demanda de água.....	35
Quadro 4: Início da aplicação do método 5W2H para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.....	44
Quadro 5: Continuação da aplicação do método 5W2H para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.....	47
Quadro 6: O que daria para fazer com a água economizada?.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desenvolvimento da educação profissional no Ceará, de 2008 a 2018....	25
Tabela 2: População fixa da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	27
Tabela 3: Quantidade dos aparelhos hidrossanitários da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	31
Tabela 4: Valores adotados de consumo por uso dos aparelhos hidrossanitários....	32
Tabela 5: Valores adotados para estimativa do volume perdido nos vazamentos nos pontos de consumo de água.	33
Tabela 6: Pontuação sugerida das ações do plano de gerenciamento da demanda de água na escola Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.	45
Tabela 7: Custos para implantação de plano de gerenciamento da demanda de água na escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	46
Tabela 8: Consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários	48
Tabela 9: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários	49
Tabela 10: Consumo total de água decorrente de vazamentos	50
Tabela 11: Consumo total de água nos banheiros das Escola Estadual Osmira Eduardo de Castro	50
Tabela 12: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos em termos de porcentagem	51
Tabela 13: Simulações de cenários de gestão da demanda de água	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL	13
3.1.1 Gerenciamento da demanda de água	14
3.1.1.1 Medidas de redução do consumo de água	15
3.2 PROGRAMA DE USO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	20
4 METODOLOGIA	23
4.1 ETAPA 1 – IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	24
4.1.1 Caracterização do consumo de água da escola	25
4.1.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários	26
4.1.3 Levantamento da população	27
4.2 ETAPA 2 – Método 5W2H	28
4.3 ETAPA 3 – MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL	30
4.3.1 Cálculo da distribuição do consumo de água	31
4.3.2 Análise da viabilidade ambiental	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA	39
5.2. ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA NA ESCOLA	43
5.3. ANÁLISE DE VIABILIDADE AMBIENTAL DAS AÇÕES PROPOSTAS	48
6. CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55
ANEXO A – Questionário aplicado aos usuários dos aparelhos hidrossanitários da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro	59

1 INTRODUÇÃO

A água é fonte de vida. Todos os seres vivos, sem exceção, dependem dela para viver. Esse elemento é, provavelmente, o único que diz respeito a todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais arraigados na sociedade (GOMES, 2011).

Embora 2/3 da superfície terrestre seja coberta por água, apenas 2,5% corresponde a água doce, enquanto os outros 97,5% refere-se a águas disponíveis em oceanos e mares. O mais preocupante é que, desse total de 2,5% de água doce disponível, 68,9% encontra-se presente em geleiras e calotas polares, enquanto 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e do pântano e somente 0,3% está presente em rios e lagos. Desse percentual, apenas 0,3% está disponível para uso (BRITO; SILVA; PORTO, 2007).

O Brasil é um dos países com a maior disponibilidade de água doce do mundo, porém os recursos hídricos estão distribuídos de forma desigual no território. Um exemplo dessa desigualdade é o Nordeste brasileiro, pois é uma região que, pela própria natureza, demanda atenção no tocante à oferta de água, particularmente o Nordeste Setentrional (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), que tem 87,8% do seu território no semiárido. Nessa região do Brasil, a disponibilidade hídrica é reduzida, devido aos baixos índices de precipitações, a irregularidade do seu regime, temperaturas elevadas e altas taxas de evapotranspiração (ANA, 2017).

Diante desse cenário no qual a região Nordeste encontra-se, surge a necessidade de estudos que visem educar e conscientizar a população a adotarem hábitos mais responsáveis, assim como investir em tecnologias que busquem reduzir o desperdício de água.

Nesse sentido, esta pesquisa foi baseada na temática de uso racional da água em edifícios públicos, por meio da proposição de diretrizes para a elaboração de um plano de ação em uma escola de ensino profissionalizante do Ceará, mas especificamente na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro, situada no município de Morada Nova. Por meio de informações obtidas junto à administração da escola, esta unidade oferta atualmente 4 cursos técnicos, os quais estão integrados ao ensino médio, com um total de 502 alunos estudando em tempo integral. A escola faz parte de um projeto criado pelo governo do estado do Ceará.

As escolas profissionalizantes desempenham um importante papel na sociedade, formando profissionais capacitados para o mercado de trabalho e cidadãos de bem. Por se tratar de um ambiente no qual difundem conhecimentos, é importante que seus recursos hídricos sejam usados de forma adequada e consciente, para que assim, a unidade possa se tornar exemplo para a sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fornecer diretrizes para a elaboração de um plano de ação de racionalização do uso da água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro, Morada Nova, Ceará.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor medidas visando à redução do consumo de água na escola;
- Orçar custos para a implantação das ações tecnológicas sugeridas;
- Estimar os ganhos ambientais decorrentes da implementação de aparelhos hidrossanitários poupadores de água e correção de vazamentos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL

O crescimento populacional vem avançando gradativamente nas últimas décadas. Aliado a esse crescimento desenfreado, vem aumentando também a expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o plano diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda. Um dos graves problemas trazidos por esse crescimento desenfreado da população é a sustentabilidade hídrica das cidades (TUCCI; SILVEIRA, 2002).

Tendo em vista que esse crescimento populacional interfere diretamente na disponibilidade dos recursos hídricos, a gestão de bacias hidrográficas assume um importante papel no equilíbrio dos recursos hídricos no Brasil. Em consonância com esse desafio, o Brasil vem desenvolvendo políticas, programas e leis com a finalidade de valorizar seus recursos hídricos e melhorar a gestão da água.

Ao longo do século XX, surgiram diversos regulamentos e normas que caracterizam e consolidam a política de controle do uso de recursos ambientais no Brasil. No que diz respeito especificamente aos recursos hídricos, em 1934, foi aprovado o Código das Águas no Brasil, por meio da Lei nº 24.643. Nesse documento é priorizado o setor de energia elétrica, tendo em vista que o país se encontrava em um processo de industrialização, sendo fundamental a proteção e aproveitamento do potencial hidroenergético nacional. Contudo, essa expansão industrial do país acarretou novos problemas a serem enfrentados, tais como: i) as fontes de águas, que se tornaram mais distantes dos consumidores; ii) a poluição dos mananciais, que ocasionou perda na qualidade e elevação no custo do abastecimento; iii) o crescimento populacional nos centros urbanos, que foi acompanhada do surgimento de novos problemas, como a escassez de água e as dificuldades de sua conservação (SOARES, 2012).

Novos avanços foram alcançados em 1997, com a criação da Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Com a criação da PNRH, houve uma mudança de uma gestão institucionalmente fragmentada para uma legislação integrada e descentralizada (BRASIL, 1997). Assim,

as decisões sobre os recursos hídricos passaram a ser descentralizadas, sendo compartilhadas entre os usuários e os representantes do poder público.

Posteriormente, no ano 2000, surgiu 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. 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 (JACOBI; BARBI, 2007).

A criação de políticas de conservação dos recursos hídricos é de extrema importância para o desenvolvimento da sociedade, garantindo que gerações futuras tenham acesso a esse recurso. Sendo assim, para atingir a sustentabilidade da gestão das águas urbanas, é imprescindível conciliar duas óticas: i) conservar os recursos hídricos e ii) melhorar a qualidade dos serviços de saneamento ambiental (GUEDES, 2009).

3.1.1 Gerenciamento da demanda de água

O gerenciamento da demanda de água pode ser definido como estratégias desenvolvidas para o controle da demanda de água, de modo a obter o uso eficiente e sustentável desse recurso escasso, promovendo a equidade social e preservação ambiental. As estratégias de gestão da demanda abrangem as seguintes medidas (SAVENIJE; VAN DER ZAAG, 2002):

- i) medidas estruturais, na qual a redução de consumo de água é proporcionada pela adoção de alternativas tecnológicas, podendo citar o controle de vazamentos, adoção de aparelhos poupadores de água, medição individualizada em edifícios;
- ii) medidas não-estruturais, embasadas em incentivos econômicos e legais à mudança de comportamento dos usuários, entre esses pode-se destacar a outorga pelo direito de uso da água, legislação que induza o uso racional, cobrança pelo uso da água bruta, programas de educação ambiental.

3.1.1.1 Medidas de redução do consumo de água

Neste tópico são apresentadas algumas medidas de gerenciamento da demanda de água que podem ser aplicadas em sistemas prediais, tais como: identificação e correção de vazamentos em sistemas prediais e utilização de aparelhos hidrossanitários poupadores de água.

Identificação e correção de vazamentos

Estudos apresentados por diferentes autores indicam que os maiores índices de desperdícios de água são advindos de edificações públicas, principalmente em escolas, tanto por vazamentos como pelo mau uso, dentre os quais cita-se Fasola *et al.* (2011) e Marinoski (2007). As edificações públicas se constituem em grandes consumidores de água, apresentam altos índices de patologias no sistema hidráulico e, além disso, ressalta-se a falta de sensibilidade dos usuários para a conservação dos recursos hídricos, uma vez que usuário não é o responsável direto pelo pagamento da fatura de água. E, tendo em vista que as escolas são exemplos de instituições pertencentes ao setor público, são nessas unidades onde contabilizam-se maiores consumos e desperdícios de água. Logo, torna-se indispensável incentivo à conservação de água nessa tipologia de edificações.

Para a identificação de possíveis vazamentos, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) divulga folhetos informativos com linguagem clara, sobre testes simples de verificação de vazamentos visíveis, em sistemas prediais (SABESP, 2014), a saber:

- teste da válvula ou caixa de descarga (Figura 1): primeiramente marca-se o nível da água. Em seguida, deve-se retirar três a quatro copos de água do poço e realizar uma nova marcação do nível da água. Decorrido 1 h, se a água voltar ao nível inicial ou ultrapassar o menor nível, há vazamento na válvula ou na caixa de descarga;

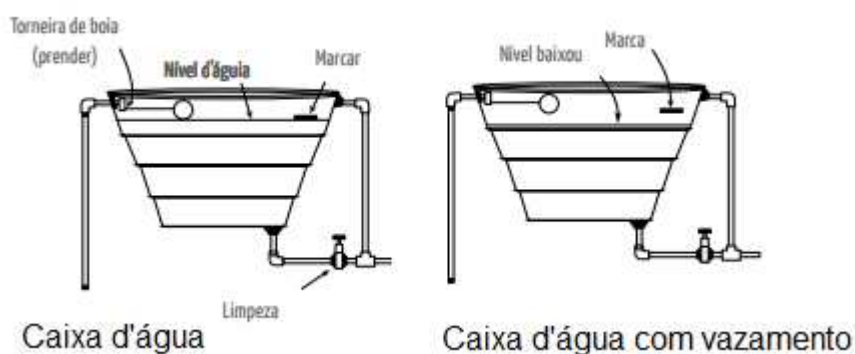
Figura 1: Ilustração do teste da válvula de descarga



Fonte: SABESP (2014).

- teste da caixa d'água: primeiramente é necessário que todas as torneiras da casa estejam fechadas e nenhuma bacia sanitária deverá ser utilizada. Em seguida, deve-se fechar completamente a torneira da boia da caixa, impedindo a entrada de água. Posteriormente deve-se marcar na caixa o nível da água e, após 1 h, no mínimo, verificar se o nível da água baixou. Em caso afirmativo, há vazamento na canalização ou nos sanitários alimentados pela caixa d'água (Figura 2).

Figura 2: Ilustração do teste da caixa d'água



Fonte: SABESP (2014).

Aparelhos hidrossanitários poupadores de água

A instalação de equipamentos poupadores de água em pontos de grande consumo pode reduzir significativamente o uso desse recurso. Para que essa redução de água seja satisfatória, é necessário que haja interação entre usuário e aparelho de forma a obter o mínimo consumo, com uma máxima eficiência (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

a) Bacia sanitária:

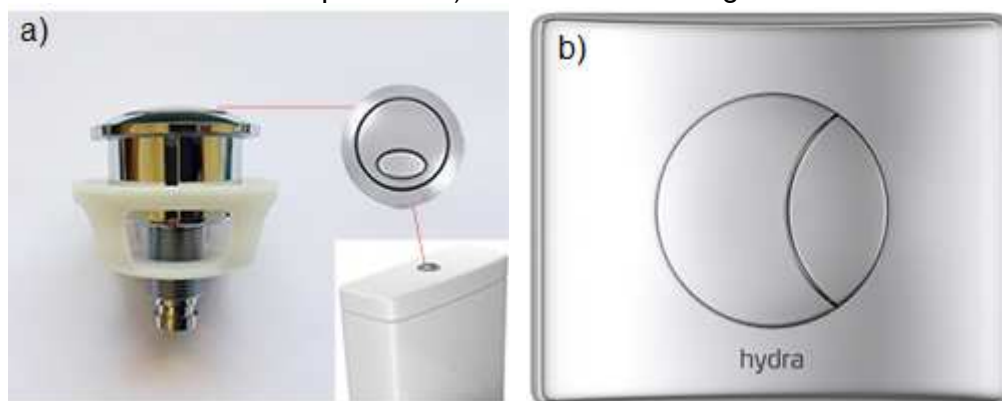
Segundo a NBR 15097, a bacia sanitária é o aparelho sanitário destinado a receber dejetos humanos. Esse tipo de aparelho pode ser encontrado no mercado com caixa acoplada (possui sua respectiva caixa de descarga), convencional (comercializada sem o aparelho de descarga) ou do tipo integrada (um monobloco, com caixa de descarga integrada) (ABNT, 2004).

Ghisi e Marinoski (2008) verificaram que, em uma instituição de ensino, a bacia sanitária é o aparelho responsável pela maior parcela de consumo de água, com um equivalente a 65% do total consumido. O segundo maior consumidor de água passa a ser as torneiras de lavatórios, responsáveis por 22,8% do total. Marinho (2007) também afirma que, a porcentagem consumida em bacias sanitárias, tanto em edificações públicas quanto nas comerciais, é mais significativa, sendo estimado um valor acima de 60% do consumo total.

Gonçalves e Jordão (2006) afirma que, há cerca de 20 anos atrás, os fabricantes de bacias sanitárias não se importavam com o volume de água necessário para limpar a bacia, sendo sua maior preocupação o *design* do aparelho. O resultado disso foi a disponibilidade no mercado de bacias cujas caixas de descarga possuíam capacidade de 15 ou 5 L, porém quando o volume correspondia a 5 L, muitas vezes era necessário o acionamento duplo da válvula, o que ocasionava ainda mais desperdício de água.

No ano de 2010, a NBR 15491 determinou que toda caixa de descarga para limpeza de bacias de louças sanitárias comercializadas no país atendesse ao volume reduzido de 6,8 L (ABNT, 2010). Atendendo a determinação da NBR 15491, o mercado brasileiro disponibilizou as bacias sanitárias com descarga de duplo acionamento. Esse novo sistema pode ser encontrado em bacias sanitárias com caixa acoplada ou válvula de descarga (Figura 3). Tal sistema de descarga vem com dois botões, o menor despeja 3 L de água, usado para o escoamento dos dejetos líquidos e o maior, correspondente a 6,8 L, usado para escoar os dejetos sólidos. Esse tipo de bacia sanitária com descarga de duplo acionamento é considerado um aparelho sanitário poupador de água (DEBOITA; BACK, 2014).

Figura 3: Dispositivos de acionamento duplo para bacias sanitárias: a) com caixa acoplada e b) válvula de descarga



Fonte: Deca (2019); Hydra (2019).

b) Chuveiro:

De acordo com a NBR 15206 (ABNT, 2005), chuveiro ou ducha pode ser definido com um dispositivo constituído de corpo, crivo e elemento de ligação, cuja função é fornecer água com vazão e forma adequada à higiene pessoal.

Podem ser encontrados no mercado chuveiros que proporcionam vazão reduzida ao usuário, entre eles: i) chuveiros de acionamento hidromecânico, caracterizado por, após um determinado tempo, fechar automaticamente; ii) chuveiros tipo ducha, em que o usuário pode fazer lavagem localizada de cada parte do corpo, reduzindo o desperdício de água, sendo bastante utilizados na Alemanha, França e em alguns países da Europa; iii) chuveiros hidromecânicos com controle de vazão para ajuste de temperatura, os quais apresentam um dispositivo com controle de vazão para ajuste da temperatura de água, sendo bastante utilizado nas regiões de climas frios; iv) chuveiro com acionamento de pedal, cujo princípio de funcionamento consiste no acionamento do pedal pelo usuário, que faz jorrar água (COELHO, 2001).

c) Mictório:

Mictórios podem ser definidos como equipamentos de uso restrito ao público masculino, destinados a receber a urina, em substituição do uso da bacia sanitária. Esse tipo de aparelho hidrossanitário pode ser coletivo, atendendo a mais de um usuário simultaneamente ou individual (SOARES, 2012).

O mictório é um dos aparelhos hidrossanitários que mais consomem água em um ambiente sanitário. O uso de registros de pressão em aparelhos como esse faz com que eles sejam responsáveis por esse considerável consumo de água (PNCDA, 2003).

Como forma de redução do consumo de água nesses equipamentos, a utilização de descarga hidromecânicas é uma solução, pois esse tipo de descarga ajuda a reduzir consideravelmente o consumo de água, uma vez que o usuário não será mais o responsável por abrir e fechar o registro, passando apenas a apertar a válvula (GONÇALVES *et al.*, 1999).

d) Torneira:

As torneiras são dispositivos que, quando acionadas, liberam um determinado volume de água por tempo. Existem elementos que são adicionados à torneira que funcionam como redutores de água, os conhecidos arejadores. Esses elementos podem reduzir em até 50% do consumo de água. A NBR 10281 (ABNT, 2015) classifica arejador como sendo um dispositivo que regula o fluxo na extremidade da torneira. Esse dispositivo promove o direcionamento do fluxo e incorpora ar à água.

Alguns modelos de torneiras que visam à economia de água podem ser encontrados no mercado, tais como: torneira com sistema hidromecânico, por sensor de presença, por pedal.

As torneiras hidromecânicas têm seu controle de vazão a partir da regulação de um registro que controla esse fluxo. Desta forma, os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão no ponto de acionamento. Já nas torneiras hidromecânicas com temporização de ciclo, seu funcionamento é dado a partir do pressionamento da válvula para liberação da água e a partir daí o fechamento é automático. Este tempo deve ser bem estabelecido para não ser curto demais e prejudicar a lavagem, necessitando um novo acionamento do botão, causando desconforto e excesso de água (SOARES, 2012).

Em relação às torneiras de lavatório com sensor, essas possuem um pequeno sensor acoplado que detecta o movimento, liberando água apenas enquanto há movimentação das mãos, evitando assim o desperdício. A economia gerada por essas torneiras pode chegar até 80% (CONSTRUINDO DECOR, 2019).

Quanto às torneiras de acionamento por pedal, essas proporcionam ao consumidor uma lavagem das mãos adequada, uma vez que, é prevenido infecções pois não há contato direto entre consumidor e equipamento. Esse tipo de aparelho hidrossanitário é utilizado na maioria dos casos em centros com serviços de saúde. Sua contribuição na redução do consumo de água chega a atingir percentuais de até 30% (LOMBARDI, 2012).

3.2 PROGRAMA DE USO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Diversos programas foram criados no Brasil com a finalidade de proporcionar economia e reúso de água, dentre os quais pode-se citar o Programa de Uso Racional da Água (PURA), criado em 1995, mas iniciado somente no ano de 1997. O projeto surgiu por meio de um convênio entre o Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil da Universidade Federal de São Paulo (USP/PCC), a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (OLIVEIRA, 1999).

O objetivo central do projeto é melhorar a forma como a água é utilizada, reduzindo perdas e desperdícios, assim como conscientizar a população em relação à importância da preservação desse recurso. Para alcançar esse objetivo, no projeto foram propostas ações econômicas, por meio de incentivos e desincentivos financeiros; ações sociais, contemplando campanhas educativas e de conscientização dos usuários, o que influencia na redução de consumo através da adequação de procedimentos adotados pelo usuário em relação ao uso da água; as ações tecnológicas, que visam substituir sistemas e componentes convencionais por economizadores, implantação de sistemas de medição setorizada, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento e reciclagem de água servida (OLIVEIRA, 1999).

Baseado no PURA, Scherer (2003) desenvolveu um trabalho apresentando um conjunto de diretrizes para a implantação de PURAs em edifícios escolares públicos. O autor teve como objetivo de estudo reduzir o consumo de água a partir de medidas aplicáveis por uma Secretaria de Educação, contribuindo, assim, para o uso racional da água e para o melhor aproveitamento dos escassos recursos financeiros destinados a essas escolas.

Outro projeto voltado para a redução do consumo de água em escolas públicas, foi desenvolvido pelos autores Willemann e Paiva (2013), no Colégio Estadual Nereu Ramos, localizado no município de Manoel Ribas, região central do Estado do Paraná. O colégio funciona em três turnos, oferecendo ensino fundamental e médio.

O projeto foi implementado na turma do 9º ano do ensino fundamental, possibilitando os mesmos realizarem observações sobre alguns hábitos diários de uso da água, tanto no ambiente escolar como familiar. Para a realização do projeto, foram realizadas algumas atividades com os alunos:

- atividade 01 - visita à Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) de Manoel Ribas. Nessa oportunidade, os estudantes foram levados à estação de tratamento de água do município para observação do processo de purificação da água. De acordo com o autor, a visita foi de suma importância, tendo como finalidade relacionar a teoria à prática;
- atividade 02 - atividade prática relacionada ao consumo individual e coletivo de água. Essa atividade consistiu em levar os alunos até o pátio da escola, onde os mesmos puderam escovar os dentes com a torneira aberta. Para isso, havia um coletor de água improvisado com graduação em L, o qual possibilitava a medição do consumo total de água, resultando em 45 L. Isso significa que o desperdício médio de água por estudante seria de 2,1 L. E em seguida, os alunos escovaram os dentes com a torneira fechada, onde cada aluno recebeu um copo de 300 mL. Observou-se que no total foi gasto 6,3 L de água, ou seja, cada aluno consumiu apenas 300 mL de água;
- atividade 3 - construção do painel sobre economia de água. Para a realização dessa atividade, foram confeccionados painéis, sendo esses dispostos nas dependências da escola com imagem de atividades realizadas pelos alunos, fotos e *folders* que retratem atitudes de economia de água. Essa atividade ajudou os alunos a perceberem a importância de adotar hábitos responsáveis em relação ao consumo de água, não apenas na escola, mas assim como no ambiente familiar;
- atividade 4 - trabalho de grupo de pesquisa na internet sobre economia de água. Para tanto, os estudantes realizaram pesquisas sobre economia de água, bem como a quantidade de água potável em nosso planeta e a degradação ambiental provocada pelo homem. Os alunos também puderam pesquisar formas simples e práticas de como cada cidadão pode ajudar a

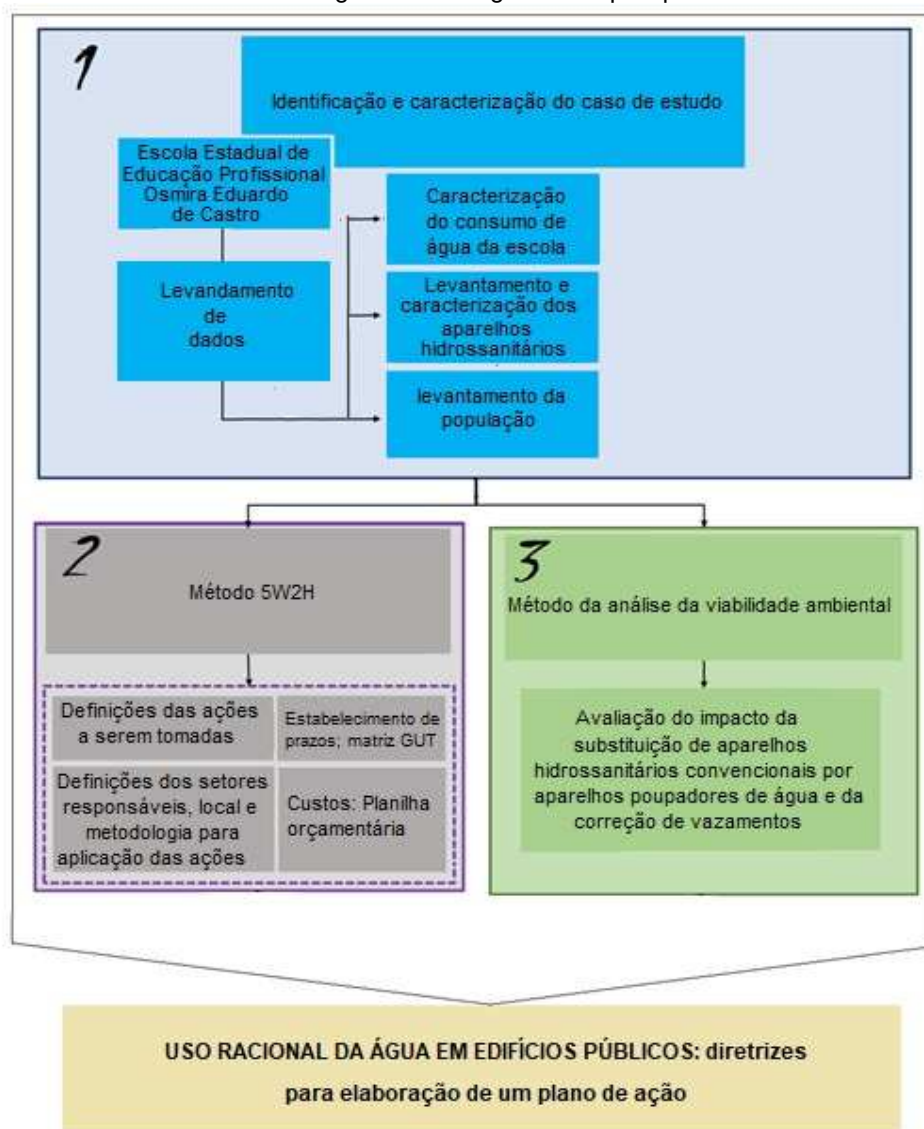
combater esse desperdício de água, tais como: tomar banhos rápidos, escovar os dentes e esfregar a louça com a torneira fechada, cessar os vazamentos em casa, reutilizar a água da chuva, lavar o carro usando apenas um balde, ao invés de mangueira, dentre outras. Com os dados em mãos, os alunos foram estimulados a fazerem apresentação de paródias em sala de aula para colegas e também, no pátio do colégio, para a apreciação dos demais alunos.

A SABESP e a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo deram início a implementação do Programa de Uso Racional de Água em mais de 380 escolas da rede estadual. As ações que envolveram o programa foram reformas nos prédios e uso de tecnologias poupadoras de água, remanejamento de redes, campanhas educacionais, detecção e correção de vazamentos, entre outras ações. O investimento para a aplicação do projeto foi estimado em cerca de R\$ 20.000.000,00, proporcionando uma economia de água em torno de $7.000 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ em todas as instituições. Como forma de incentivo à implantação desse programa, foi determinado que a unidade escolar que fizer parte do projeto terá uma redução de 25% na tarifa mensal de água da instituição (AESBE, 2019).

4 METODOLOGIA

O fluxograma ilustrado na Figura 4 apresenta as etapas para o desenvolvimento desta pesquisa. A primeira etapa contemplou a identificação e caracterização do caso de estudo. Na segunda etapa foram determinadas as ações sugeridas para otimizar o consumo de água na unidade de ensino. Para tanto, foram utilizados os métodos 5W2H e a matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência), para uma melhor organização dos dados. Já na terceira etapa, foram estimados os ganhos ambientais decorrentes da adoção de aparelhos hidrossanitários poupadores de água e correção de vazamentos na instituição de ensino. Essas etapas metodológicas foram baseadas no trabalho desenvolvido por Vale (2019).

Figura 4: Fluxograma da pesquisa



GUT – Gravidade x Urgência x Tendência
 Fonte: Autoria própria (2019).

4.1 ETAPA 1 – IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro, situada na cidade de Morada Nova, interior do Estado do Ceará. O município está localizado a 170 km da capital, Fortaleza. Segundo dados do IBGE (2018), a cidade possui cerca de 62.069 mil habitantes e uma área territorial de 2.778,578 km².

De acordo com os estudos do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, o município possui relevo definido como depressões sertanejas e maciços residuais e tem como clima tropical quente semiárido, com chuvas nos meses de fevereiro a abril (IPECE, 2005).

O sistema de abastecimento da cidade é composto por uma Estação de Tratamento de Água (ETA), de nome Prefeito Dr. José Epifânio Filho. A água que abastece a cidade é captada por meio de uma tubulação acoplada ao Canal da Integração, construído para transportar a água proveniente do Açude Castanhão para o abastecimento da capital do estado, Fortaleza, e para o Complexo Industrial do Pecém (REIS, 2017).

As Escolas Estaduais de Educação Profissional (EEPs) surgiram por meio de um projeto criado pelo Governo do Estado do Ceará, iniciado em 2008, com a implantação de 25 EEPs, ofertadas inicialmente em 20 municípios. Passados 10 anos, constatou-se uma expansão significativa em 2018. Na Tabela 1 é apresentado em termos quantitativos essa expansão. A ideia central do projeto foi integrar o ensino médio à formação profissional de nível técnico, oferecendo educação em tempo integral aos jovens cearenses (SEDUC, 2018).

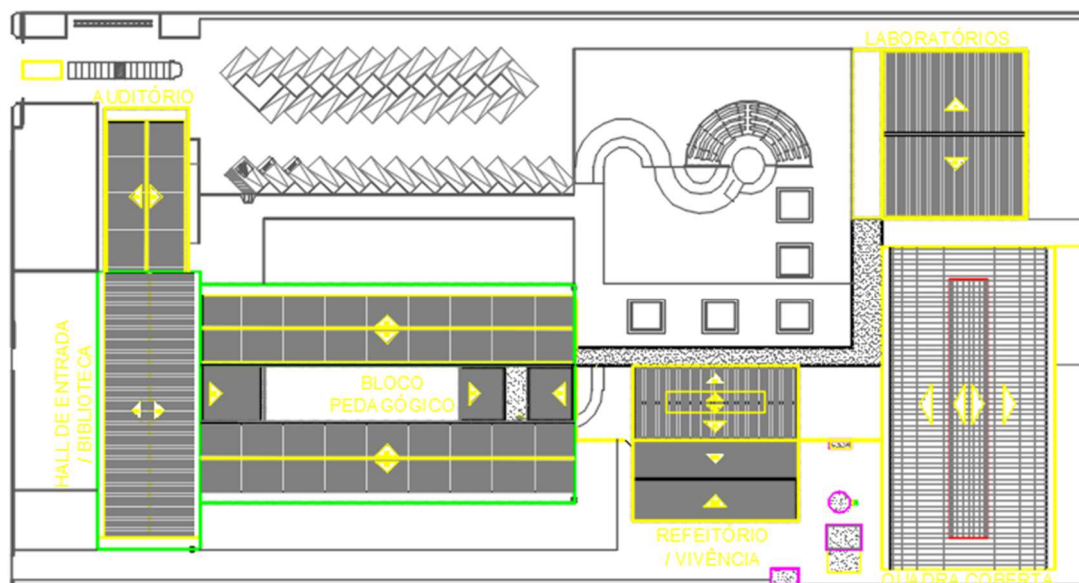
Quanto à estrutura da escola, a unidade conta com 12 salas de aula, pátio, biblioteca, refeitório, área de vivência, ginásio coberto com dois vestiários, 2 laboratórios especiais, auditório, estacionamento e um teatro de arena. Na Figura 5 pode-se visualizar o projeto arquitetônico da escola.

Tabela 1: Desenvolvimento da educação profissional no Ceará, de 2008 a 2018.

Ano	Escolas em funcionamento (nº)	Municípios (nº)	Cursos (nº)	Matrícula inicial (1ª, 2ª e 3ª series)
2008	25	20	4	4.181
2009	51	39	13	11.349
2010	59	42	18	17.481
2011	77	57	43	23.916
2012	92	71	51	29.885
2013	97	74	51	35.981
2014	106	82	53	40.897
2015	111	88	52	44.897
2016	115	90	53	48.089
2017	116	93	53	49.894
2018	119	95	52	52.571

Fonte: Secretaria de Educação do Ceará/Coordenação de Educação Profissional/Sistema de Educação Profissional (2018).

Figura 5: Planta baixa da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro

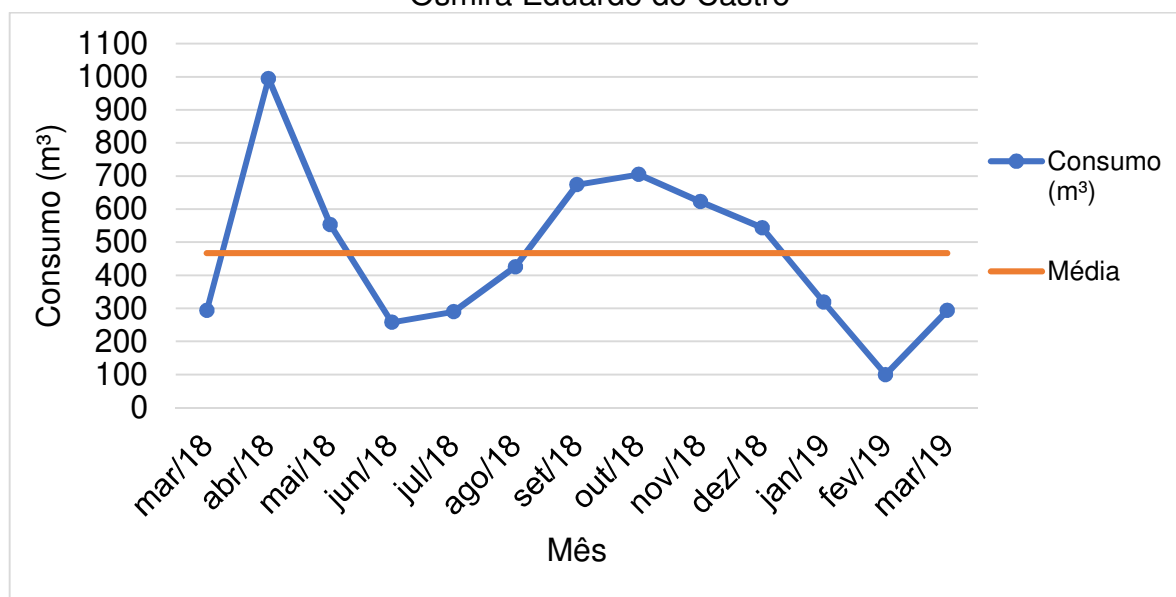


Fonte: Ministério da Educação (2019).

4.1.1 Caracterização do consumo de água da escola

De acordo com dados obtidos no setor financeiro da escola, a instituição é abastecida apenas pela concessionária local. Foi possível obter também, em termos de números, o consumo de água mensal referente ao período de um ano, traçando-se, dessa forma, a curva de consumo. Na Figura 6 é apresentado o histórico de consumo de água na escola, referente ao período de um ano. Esses dados foram obtidos junto ao setor financeiro da escola.

Figura 6: Consumo de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

A partir da análise da Figura 6 pode-se verificar que o consumo de água variou de 100 a 995 m³, com consumo médio de 467,31 m³. O mês de abril apresenta o consumo atípico, quando comparado com o consumo dos meses que compõe esse intervalo, porém não foi identificada a causa dessa variação.

4.1.2 Levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários

Nesta etapa foi quantificado o número de aparelhos hidrossanitários presentes na escola. Para tanto, foi realizado o método de inspeção *in loco*. Seguindo a metodologia proposta por Vale (2019), neste estudo foram realizadas simulações de cenários referentes à adoção de medidas tecnológicas de gestão da demanda de água, cenários esses, pensados a partir da visita à escola, como forma de solucionar os problemas existentes na unidade de ensino.

As medidas tecnológicas de uso racional da água propostas nos cenários contemplaram a substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção de vazamentos (visíveis ou não visíveis). Para isso, inicialmente, foi necessário levantar e caracterizar os aparelhos hidrossanitários instalados e avaliar a condição de operação desses aparelhos.

Para a verificação da existência de vazamentos na escola, foi realizado o teste da borra de café, proposto pela SABESP (2014) (Figura 7). Esse método consiste na adição de borra na bacia sanitária. O normal é a borra ficar depositada no fundo da

bacia sanitária, caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga.

Figura 7: Teste da borra de café nas bacias sanitárias da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

4.1.3 Levantamento da população

De acordo com dados obtidos na secretaria do colégio, os usuários fixos que frequentam a unidade escolar, é composto por: alunos, professores, auxiliar de serviços gerais, auxiliar administrativo, coordenador, diretor, secretaria, tesoureiro e porteiro, totalizando 552 usuários. Na Tabela 2 é apresentado o número total de alunos e funcionários do colégio no ano de 2019.

Tabela 2: População fixa da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro

População	Nº
Alunos	502
Auxiliar de serviços gerais	4
Auxiliar administrativo	2
Coordenador	3
Diretor	1
Merendeiras	5
Porteiro	1
Professores	30
Secretaria	1
Tesoureiro	1
Vigia	2
TOTAL	552

Fonte: Autoria própria (2019).

4.2 ETAPA 2 – Método 5W2H

Nessa etapa da pesquisa foram sugeridas as ações necessárias para otimização do uso da água, levando em consideração as particularidades dos equipamentos hidrossanitários instalados na edificação, ou seja, levando em consideração o tipo de aparelho. Essas particularidades dos equipamentos foram 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.

O método 5W2H é muito útil quando se deseja desenvolver e fazer bons planejamentos, além do mesmo ser considerado simples. Esse método refere-se basicamente a uma técnica para detalhar a execução de processos, atividades e tarefas, em que são atribuídas as responsabilidades de cada envolvido e determinar como o trabalho deverá ser realizado, assim como o local, o motivo, o prazo e os custos para a sua efetividade.

A abreviatura 5W2H deriva de alguns questionamentos que devem ser feitos na utilização do método:

- *What?* O que? - a resposta para essa primeira pergunta foi obtida após o diagnóstico dos equipamentos hidrossanitários existentes na unidade escolar, propondo assim ações que otimizassem o consumo de água nos banheiros da escola;
- *Why?* Porque? - os motivos das implantações das ações foram determinados a partir da visita a escola, analisando a importância e a necessidade dessas intervenções;
- *Who?* quem? – a identificação do responsável pela execução da ação foi definida através de consulta ao setor financeiro da escola;
- *Where?* Onde? - os locais onde as ações deverão ser aplicadas foram determinados ainda no esboço do projeto, ou seja, desde a idealização do mesmo;
- *When?* Quando? - os prazos foram estipulados com o auxílio da matriz GUT.

- *How? Como?* - a metodologia de como deve ser conduzida as ações foi definida segundo as informações do setor financeiro da unidade escolar;
- *How much? Quanto?* - os custos de aplicação das ações foram estimados mediante à elaboração de uma planilha orçamentária com base no SEINFRA (Secretaria da Infraestrutura) do Ceará, que é a fonte de referência de preços de insumos e de custos para elaboração do orçamento de obras e serviços de engenharia. Para serviços que não constavam nessa fonte de dados, foram feitas composições de custos unitários, através de pesquisas de mercado no município de Morada Nova.

Por meio da matriz GUT pode-se classificar os problemas e elencar ações prioritárias a serem adotadas. Sabe-se que, a complexidade de problemas pode gerar muitos conflitos. Nesse caso, é necessário separar cada problema que tenha sua causa própria, depois disso deve-se saber qual a prioridade na solução dos problemas detectados.

Na matriz GUT são considerados os quesitos gravidade, urgência e tendência de cada problema detectado. A **gravidade** é o impacto do problema sobre as coisas, pessoas e resultados, processos ou organizações e efeitos que surgirão em longo prazo, caso o problema não seja resolvido. A **urgência** é a relação com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema. Já a **tendência** é o potencial de crescimento do problema, avaliação da tendência de cada problema, redução ou desaparecimento do problema (RIBEIRO, 2005).

Após classificar cada problema, são atribuídas pontuações de 1 a 5 de como indicado no Quadro 1. Para cada caso (gravidade, urgência ou tendência), após atribuídas cada pontuação, deve-se fazer a multiplicação desses pontos ($G \times U \times T$) e organizá-los em ordem decrescente, estabelecendo assim, as ações prioritárias. Ainda de acordo com a pontuação $G \times U \times T$, é possível classificar as metas como em curto, médio e longo prazo, de acordo com o Quadro 2. Vale ressaltar que a pontuação definida irá variar de acordo com o julgamento de quem esteja utilizando o método GUT.

Quadro 1: Pontuação utilizada na matriz GUT

Pontuação	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)
	Consequência da não realização da ação:	Urgência de realização da ação:	Agravamento do Problema caso não realize a ação:
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) *apud* Vale (2019).

Quadro 2: Prazo de metas

GxUxT	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: Vale (2019).

4.3 ETAPA 3 – MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL

Nesta última etapa do estudo foi realizada a análise da viabilidade ambiental das ações tecnológicas propostas. Essa análise se deu a partir de metodologia proposta por Vale (2019), adaptada de Guedes (2009).

Para a determinação da estimativa da viabilidade ambiental, inicialmente, é necessário conhecer a distribuição do consumo de água referente aos aparelhos em estudo.

As visitas à unidade escolar possibilitaram o levantamento e caracterização dos pontos de consumo de água existentes nos banheiros, bem como a verificação das condições de operação dos mesmos. No total, foram quantificados 191 pontos hidráulicos (Tabela 3), sendo 46 bacias sanitárias, 76 torneiras, 19 mictórios, 24 chuveiros e 26 duchas. Vale ressaltar que nenhum desses equipamentos eram poupadores de água, ou seja, todos os aparelhos eram convencionais.

Tabela 3: Quantidade dos aparelhos hidrossanitários da Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro

Aparelho	Quantidade
Bacia Sanitária	46
Torneiras	76
Mictórios	19
Chuveiros	24
Ducha	26
Total	191

Fonte: Autoria própria (2019).

As informações sobre a utilização dos aparelhos foram obtidos a partir da aplicação do questionário presente no Anexo A. A aplicação do questionário foi realizada com todos os alunos e funcionários presentes na escola, englobando 473 pessoas, o que compreende mais de 85% dos frequentadores da instituição. Após a coleta de dados, esses foram tabulados em planilhas eletrônicas, possibilitando assim uma melhor organização e otimização dos cálculos.

4.3.1 Cálculo da distribuição do consumo de água

a) Cálculo do consumo médio de água por uso dos pontos hidráulicos:

O cálculo do consumo médio de água por uso de um aparelho hidrossanitário, do tipo i , foi obtida por meio da Equação 1:

$$CMUi = \frac{\sum_{k=1}^n (n_k \cdot C_{uso\ k})}{\sum_{k=1}^n n_k} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

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

n_k = número de aparelhos hidrossanitários [adimensional];

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

O número de aparelhos hidrossanitários (n_k) foi obtido na fase de levantamento e caracterização dos aparelhos hidrossanitários. Os consumos de água por uso do aparelho hidrossanitário ($C_{uso\ k}$), utilizados neste estudo, e as devidas apreciações, são apresentados no Tabela 4.

Tabela 4: Valores adotados de consumo por uso dos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos	Tipos K de aparelhos hidrossanitários	Consumo por uso (Cuso k) [L.uso ⁻¹]
Bacia Sanitária	Válvula de Descarga	10,2 ¹
	Válvula de Descarga - acionamento Duplo	4,08 ²
	Caixa acoplada - acionamento de 6L	6,00
	Caixa acoplada - acionamento duplo (3 e 6L)	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	102,6 ⁸
	Com restritor de vazão 8L.min ⁻¹	72,00 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 9 min (valor obtido através de questionários aplicados aos usuários da escola (anexo A), contemplando 473 usuários do total de 552 frequentadores da instituição). ⁹Para vazão de 8 L.min⁻¹ e tempo médio de uso de 9 min.

Fonte: Adaptado de vale (2019).

b) Cálculo do consumo diário de água dos aparelhos hidrossanitários e decorrente de vazamentos:

Com auxílio do questionário aplicado aos usuários dos aparelhos hidrossanitários da unidade escolar (anexo A), foi possível estimar o consumo diário de água dos aparelhos, uma vez que foi questionada a frequência com que eram utilizados os aparelhos. Na Equação 2 é apresentado como foi realizado o cálculo.

$$C_{tot i} = \frac{CMU_i \cdot n_{usuários}}{100} \cdot \sum_{j=0}^5 (P_{ij} \cdot j) \quad \text{(Equação 2)}$$

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];

$n_{usuários}$ = 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].

Quanto ao consumo diário decorrente dos vazamentos, esse foi possível ser estimado a partir de visitas a escola, onde foi possível verificar as condições de operação dos aparelhos hidrossanitários e dos dados referentes aos consumos de água decorrentes de diferentes tipos de vazamentos. Esses vazamentos foram identificados a olho nu, no caso das torneiras. Já nas bacias sanitárias, foi aplicado o teste da borra de café (item 4.1.2), propostos por Gonçalves *et al.* (2005). Portanto, o consumo de água provenientes de todos os vazamentos da escola foi calculado por meio da Equação 3.

$$C_{tot\ vaz} = \sum_{q=1}^n n_{vaz\ q} \cdot C_{vaz\ q} \quad (\text{Equação 3})$$

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 (Tabela 5) [L.dia⁻¹].

Tabela 5: Valores adotados para 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 2 mm	> 114 L.dia ⁻²
	Filete ϕ 4 mm	> 333 L.dia ⁻³
	Vazamento no flexível	0,86 L.dia ⁻¹
Mictório	Filetes visíveis	0,86 L.dia ⁻¹
	Vazamento no flexível	144 L.dia ⁻¹
	Vazamento no registro	144 L.dia ⁻¹
Bacia com válvula de descarga	Filetes visíveis	40,8 L ⁵
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	0,86 L.dia ⁻¹
	Válvula disparada quando acionada	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).

Conhecido o consumo total decorrente de todos os vazamentos ($C_{tot\ vaz}$) e o consumo diário de água do aparelho hidrossanitário i ($C_{tot\ i}$), é possível obter o valor do consumo total de água por dia, advindos dos aparelhos sanitários em estudo, como mostrado na Equação 4.

$$C_{TOTAL} = \sum_{i=1}^n C_{tot\ i} + C_{tot\ vaz} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

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

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

$D_{tot\ vaz}$ = consumo total de água por vazamentos [L.dia⁻¹].

c) Cálculo da distribuição do consumo de água:

A distribuição do consumo de água para cada aparelho hidrossanitário foi obtida por meio da Equação 5.

$$DCA_i = \frac{C_{tot\ i}}{C_{TOTAL}} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

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

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

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

Já para os vazamentos, a distribuição do consumo de água se deu a partir da utilização da Equação 6.

$$DCA_{vaz} = \frac{C_{tot\ vaz}}{C_{TOTAL}} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

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

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

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

4.3.2 Análise da viabilidade ambiental

a) Descrição dos cenários de gestão da demanda de água:

Nessa etapa do estudo, para a determinação da viabilidade ambiental, foram simulados 7 cenários de gestão da demanda de água. Os cenários propostos estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Cenários de gestão da demanda de água

Nº	Descrição do cenário
1	Reparos no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo
2	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador
3	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático
4	Instalação de restritor de vazão
5	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático+ Instalação de restritor de vazão
6	Correção de vazamentos
7	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático+ Correção de vazamentos

Fonte: Autoria própria (2019).

b) Cálculo do consumo diário de cada aparelho hidrossanitário instalado ou vazamentos:

O consumo diário de cada aparelho hidrossanitário i instalado atualmente na escola foi obtido a partir da Equação 7.

$$CAA_i = DCA_i \cdot C_{TOTAL} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados atualmente na escola [L.dia⁻¹];

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

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

Já o consumo diário decorrente de vazamentos, foi obtido com o auxílio da Equação 8.

$$CD_{vaz} = DCA_{vaz} \cdot C_{TOTAL} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

CD_{vaz} = consumo médio diário decorrente de vazamentos de água existentes na escola [L.dia⁻¹];

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

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

c) Cálculo da economia de água proporcionada pela adoção do aparelho poupador ou pela correção de vazamentos:

Sabe-se que a adoção de aparelhos hidrossanitários proporciona uma economia no consumo de água, a qual pode ser calculada por meio da Equação 9.

$$EDA_i = (1 - Fr) \cdot CAA_i \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

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

Fr = 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 = consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários i instalados atualmente na escola [L.dia⁻¹].

Caso seja feita a correção de vazamentos, a economia de água decorrente dessa ação é obtida por meio da Equação 10.

$$EDA_{vaz} = (1 - Fr) \cdot CD_{vaz} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

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

Fr = fator de redução de consumo de água por correção de vazamentos (representa a razão entre o consumo de água decorrente de vazamentos após as correções e o consumo decorrente dos vazamentos antes das correções. Neste estudo foi considerado a correção total de vazamentos, sendo assim, $Fr = 0$) [adimensional];

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

d) Cálculo do índice de redução de consumo (IR):

Para cada cenário proposto, foi calculado o índice de redução de consumo (IR). Dessa forma, a fórmula usada para o cálculo do IR nesse caso, Equação 11.

$$IR = \frac{EDA_i}{C_{TOTAL}} \cdot 100 \quad (\text{Equação 11})$$

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 nos banheiros da escola [L.dia⁻¹].

Já para os cenários que tem a correção de vazamentos como fator determinante de economia, utilizou-se a equação 12 para o cálculo do IR.

$$IR = \frac{EDA_{vaz}}{C_{TOTAL}} \cdot 100 \quad (\text{Equação 12})$$

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 nos banheiros da escola [L.dia⁻¹].

Em casos onde há a adoção de mais de um cenário, o índice de redução final será o somatório dos índices de redução de cada cenário, como mostrado na Equação 13.

$$IR = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n \quad (\text{Equação 13})$$

Onde:

IR = índice de redução de consumo [%].

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA

De um modo geral, 75% dos aparelhos hidrossanitários da escola apresentam um aspecto de funcionamento favorável ao uso. Das bacias sanitárias, 86,9% apresentam estado satisfatório e os 13,1% restantes estão com vazamento ou quebradas. Foi possível observar que o problema mais recorrente nas bacias sanitárias é defeito no botão de acionamento da descarga (Figura 8). Vale destacar que apenas uma bacia sanitária estava com vazamento, e o mesmo não era tão intenso, pois alguns dias antes da inspeção, havia sido feito o reparo nas torneiras e nas bacias.

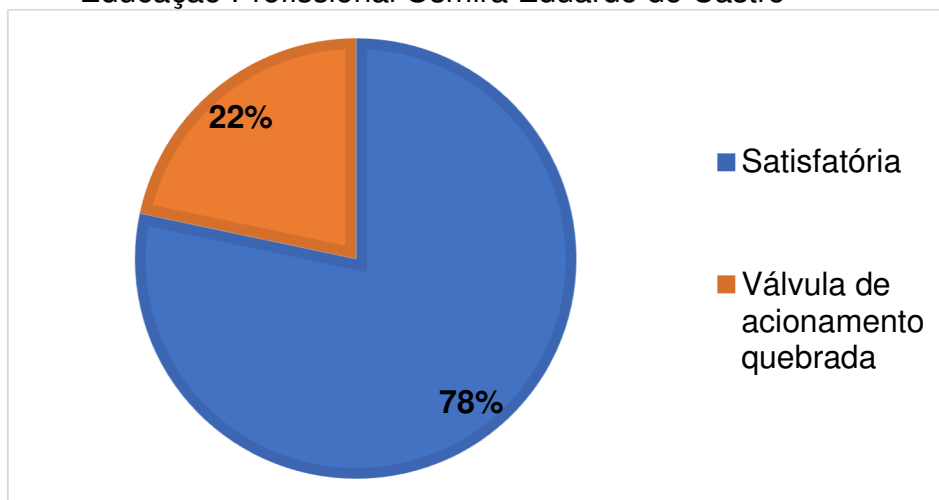
Figura 8: Bacia sanitária com defeito no botão de acionamento na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

Das torneiras, apenas 78% apresentam desempenho satisfatório e 22% restantes estão com válvula de acionamento quebrada (Figura 9).

Figura 9: Condições de operação das torneiras identificadas na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

Na Figura 10 são ilustradas situações de algumas torneiras que se encontram sem condições de uso, perfazendo um total de 25%, sendo essas com válvulas de acionamento quebradas, em desuso ou desinstaladas.

Figura 10: Torneiras sem condições de uso na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

Quanto às duchas higiênicas, esse aparelho é o que possui situação mais crítica, pois, apenas 59% apresentam estado satisfatório e 41% estão quebradas. As duchas consideradas quebradas são aquelas com dispositivos de acionamento inexistentes (Figura 11).

Figura 11: Duchas quebradas na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



Fonte: Autoria própria (2019).

Quanto aos mictórios, esses apresentam 79% dos equipamentos em condições satisfatórias e 21% estão sem condições adequadas para o uso. Os mictórios quebrados são aqueles cuja válvula de acionamento está impossibilitada de ser acionada (Figura 12).

Figura 12: Mictórios quebrados na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro



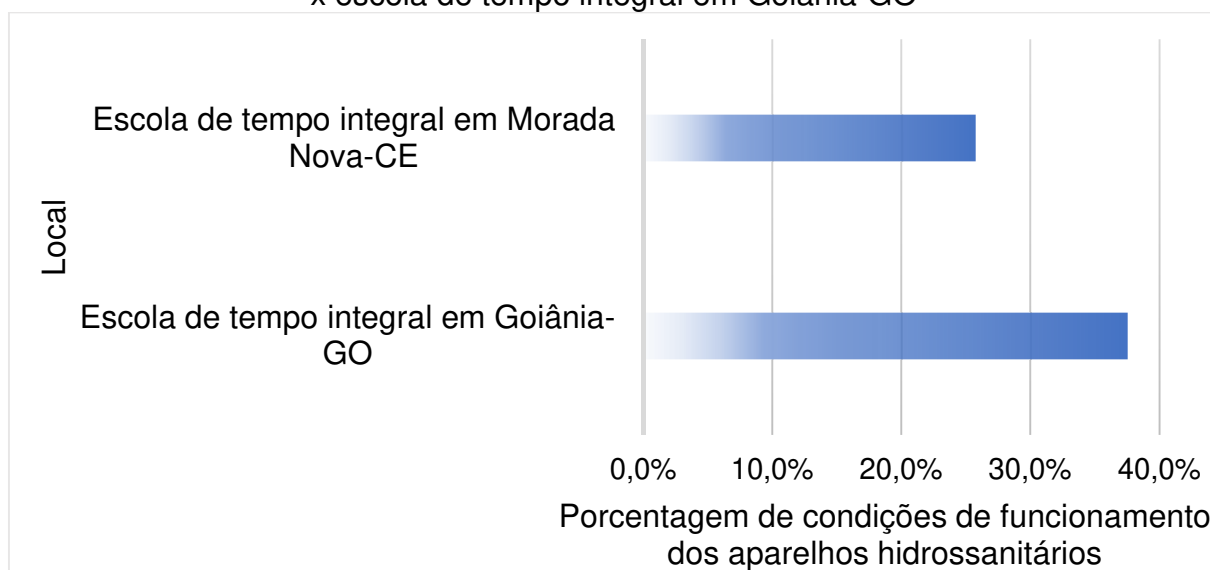
Fonte: Autoria própria (2019).

Os chuveiros, em sua totalidade, apresentam estado satisfatório. Não foi identificado nenhum chuveiro com vazamento ou quebrado.

Atualmente, a escola em estudo não conta com programa de manutenção e acompanhamento das instalações ou aparelhos hidrossanitários. Em casos de identificação de algum aparelho quebrado, será repassado a informação ao setor financeiro da instituição, que repassará a informação a Secretaria da Educação (SEDUC) e, assim, será aberto o licenciamento para a liberação de verba para o conserto do equipamento, podendo esse processo, demorar um pouco.

No estudo sobre diagnóstico do uso da água, realizado por Guimarães e Araújo (2016) em uma escola de tempo integral, localizada na cidade de Goiânia, foram identificados 32 pontos de consumo de água, número esse bem abaixo do identificado na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro. Guimarães e Araújo (2016) analisaram as condições de operação dos pontos de consumo instalados na escola e concluíram que 37,5% dos aparelhos hidrossanitários possuem, pelo menos, algum tipo de manifestação patológica, proveniente do tempo de utilização aliado a inexistência de manutenção desses equipamentos. Enquanto na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro, 25,7% dos aparelhos hidrossanitários possuem, pelo menos, algum tipo de manifestação patológica (Figura 13).

Figura 13: Condições de funcionamento dos aparelhos hidrossanitários na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro em Morada Nova-CE x escola de tempo integral em Goiânia-GO



Fonte: Autoria própria (2019).

5.2. ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA NA ESCOLA

As propostas apresentadas foram fundamentadas através de uma investigação técnica da atual situação dos aparelhos hidrossanitários da unidade escolar, assim como um embasamento teórico relacionada ao assunto.

Cada uma das ações propostas surgiu como uma tentativa de solucionar o problema existente na escola, e então, os locais de intervenção e o procedimento a ser adotado (Quadro 4) foram propostos junto à equipe da coordenação escolar.

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 as situações vigentes dos aparelhos. Essas variaram de 1 a 5, como explanado na metodologia deste estudo (item 4.2). As três variáveis (G, U, T) foram calculadas de acordo com a pontuação sugerida pela funcionária responsável pelo setor financeiro da escola. Em seguida, 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 6.

Quadro 4: Início da aplicação do método 5W2H para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.

What? O que?	Why? Por que?	Who? Quem?	Where? Onde?	How? Como?
Reparos no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água.	Setor Financeiro	Em toda a escola	O responsável pelo setor financeiro faz o levantamento e as especificações necessárias. Em seguida, envia essas informações para a secretaria escolar responsável pelo repasse de verba à escola. Após o repasse, contrata-se uma empresa terceirizada para a realização de serviços hidráulicos. 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 direção escola.
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador				
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático				
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros				
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Evitar desperdício de água.			Após a identificação dos vazamentos, é repassado a secretaria escolar as informações sobre os vazamentos. Após o repasse de verba, é feito a contratação de uma empresa responsável pela correção desses vazamentos.

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 6: Pontuação sugerida das ações do plano de gerenciamento da demanda de água na escola Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.

Ações	G	U	T	GxUxT	Prioridade
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	4	5	5	100	1
Reparos no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo	2	2	3	12	2
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	2	2	3	12	2
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático	2	2	3	12	2
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros	2	2	3	12	2

Fonte: Autoria própria (2019).

Conforme os resultados da matriz GUT, a ação de correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários obteve 100 pontos, classificando-a como uma ação que deve ser realizada em curto prazo e que possui prioridade 1. As ações de reparo no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo, substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador, substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático e instalação de restritor de vazão nos chuveiros obtiveram a mesma pontuação, 12 pontos, sendo então classificadas como uma ação que deve ser realizada em longo prazo, e que possuem prioridade 2.

Após a determinação das ações e suas respectivas prioridades, foi realizado o orçamento das ações tecnológicas (Tabela 7), exceto, correção de vazamentos.

Tabela 7: Custos para implantação de plano de gerenciamento da demanda de água na escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro

Insumo	Descrição dos serviços	Unid.	Qde.	Custo (R\$)	
				Unitário	Total
SEINFRA-CE/C2502	Torneira de fechamento automático	UM	76	152,08	11.558,08
Pesquisa de mercado	Restritor de vazão para chuveiro	UM	24	15,00	360,00
Pesquisa de mercado	Válvula de fechamento automático para mictórios	UM	19	64,90	1.233,10
Pesquisa de mercado	Kit mecanismos caixa acoplada com duplo acionamento	UM	46	110,99	5.105,54
				Total	18.256,72

Fonte: Autoria própria (2019).

O custo total para implantação do plano de ações sugeridas é de R\$ 18.256,72. Contudo, como foi alertado, no orçamento não foi levado em consideração a ação de correção de vazamentos.

Vale ressaltar que, a partir de novos estudos, outras ações importantes de uso racional da água em ambientes públicos também podem ser levantadas, como as ações educacionais. Essas ações também são necessárias, tendo em vista que nesses ambientes os consumidores não são responsáveis direto pelo pagamento da fatura de água, ou seja, há nesses usuários a falta de sensibilização para a conservação desse recurso hídrico.

Após determinar as prioridades de cada ação e o prazo para a realização das mesmas, assim como o orçamento, pode-se concluir o método 5W2H para elaboração do plano de intervenção (Quadro 5).

Quadro 5: Continuação da aplicação do método 5W2H para resolver problemas no gerenciamento da demanda de água na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro.

<i>What?</i> O que?	<i>Why?</i> Por que?	<i>Who?</i> Quem?	<i>Where?</i> Onde?	<i>How?</i> Como?	<i>When?</i> Quando?	<i>How much?</i> Quanto?
Reparos no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água.	Setor Financeiro	Em toda a escola	O responsável pelo setor financeiro faz o levantamento e as especificações necessárias. Em seguida, envia essas informações para a secretaria escolar responsável pelo repasse de verba à escola. Após o repasse, contrata-se uma empresa terceirizada para a realização de serviços hidráulicos. 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 direção escola.	Longo prazo: 1 a 2 anos	R\$ 5.105,54
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador						R\$ 11.558,08
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático						R\$ 1.233,10
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros						R\$ 360,00
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Evitar desperdício de água.			Após a identificação dos vazamentos, é repassado a secretaria escolar as informações sobre os vazamentos. Após o repasse de verba, é feita a contratação de uma empresa responsável pela correção desses vazamentos.	Curto prazo: 1 a 3 meses	-

Fonte: Autoria própria (2019).

5.3. ANÁLISE DE VIABILIDADE AMBIENTAL DAS AÇÕES PROPOSTAS

Nessa etapa do estudo foi realizada a análise de viabilidade ambiental das ações propostas. Para tal foi necessário primeiramente realizar o cálculo da distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários (DCA_i), assim como a distribuição do consumo de água decorrente de vazamentos (DCA_{vaz}), como mostrado nas Equações 5 e 6 respectivamente (item 4.3.1). Na Tabela 8 são apresentados valores referentes ao consumo médio por uso dos aparelhos sanitários.

Tabela 8: Consumo médio por uso dos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos Hidrossanitários	Tipos k de aparelhos hidrossanitários	n_k¹	$C_{uso\ k}$² [L.uso⁻¹]	CMU_i³ [L.uso⁻¹]
Bacia Sanitária	Caixa acoplada de 6 L	46	6,00	6,00
Torneira	Convencional	76	1,04	1,04
Mictório	Convencional	19	1,58	1,58
Chuveiro	Sem restritor de vazão	24	102,6	102,6

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

Fonte: Autoria própria (2019).

Logo, o consumo médio por uso das bacias sanitárias é de 6,00 L, das torneiras 1,04 L, dos mictórios 1,58 L e dos chuveiros 102,6 L. Ressalta-se que no caso em estudo, o valor do $C_{uso\ k}$ foi semelhante ao CMU_i , por não haver variação nos tipos k de aparelhos hidrossanitários (Tabela 4) na escola. Logo, conhecendo a porcentagem de usuários que utilizam os aparelhos hidrossanitários (P_{ij}), assim como a frequência de utilização (j), o consumo médio por uso de cada aparelho hidrossanitário (CMU_i) e o número total de usuários ($n_{usuários}$) que corresponde a 552, representados por 473 usuários que responderam ao questionário, é possível estimar o consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários ($C_{tot\ i}$), apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Consumo total de água nos aparelhos hidrossanitários

Aparelhos Hidrossanitários	$\frac{CMU_i \cdot n_{usuários}}{100}$ [L.uso ⁻¹]	P_{ij} ² [%]	j ³ [usos. dia ⁻¹]	$\Sigma (P_{ij} \cdot j)$ [usos.dia ⁻¹]	$C_{tot i}$ ⁴ [L.dia ⁻¹]
Bacia Sanitária	33,12	8,46	0	255,39	8.458,52
		16,28	1		
		26,00	2		
		23,04	3		
		13,11	4		
		13,11	5		
Torneira	5,74	0,63	0	352	2.020,76
		4,86	1		
		18,39	2		
		23,89	3		
		22,41	4		
		29,81	5		
Mictório	8,72	71,88	0	78,83	687,53
		4,44	1		
		9,3	2		
		6,34	3		
		3,38	4		
		4,65	5		
Chuveiro	566,35	70,51	0	36,79	20.836,09
		21,99	1		
		7,40	2		
		0	3		
		0	4		
		0	5		

¹CMU_i = consumo médio de água por uso de aparelho hidrossanitário n_k = número de aparelhos hidrossanitários. ²P_{ij} = porcentagem de usuários que utilizam *j* vezes o aparelho hidrossanitário *i*. ³*j* = número de usos por dia do aparelho hidrossanitário *i*. ⁴C_{tot i} = consumo diário de água do aparelho hidrossanitário *i*.

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, os consumos médios diários decorrentes dos usos dos aparelhos hidrossanitários em estudo, são: 8.458,52 L para as bacias sanitárias, 2.020,76 L para as torneiras, 687,53 L para os mictórios e 20.836,09 L para os chuveiros. O consumo das duchas higiênicas é irrelevante para fins de cálculo, já que as mesmas quase não são utilizadas, por estarem, em sua grande maioria, quebradas.

Para o cálculo do consumo total decorrente de vazamentos ($C_{tot vaz}$), foram utilizadas as estimativas médias de consumo para vazamentos do tipo *q* ($C_{vaz q}$) propostas por Gonçalves *et al.* (2005) (item 4.3.1, Tabela 5). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Consumo total de água decorrente de vazamentos

Vazamentos do tipo q	$n_{vaz\ q}^1$	$C_{vaz\ q}^2$ [L.dia⁻¹]	$n_{vaz\ q} \times C_{vaz\ q}$ [L.dia⁻¹]	$C_{tot\ vaz}^3$ [L.dia⁻¹]
Torneira com vazamento em gotejamento lento	2	8	16	130
Bacia sanitária com vazamento em filetes visíveis	1	114	114	

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

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, o total de consumo decorrente de vazamentos é de 130 L.dia⁻¹. Dessa forma, o consumo na escola, referente aos pontos hidráulicos em estudo, decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários e vazamentos dos banheiros (C_{TOTAL}) é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Consumo total de água nos banheiros das Escola Estadual Osmira Eduardo de Castro

Aparelhos Hidrossanitários	Consumo diário decorrente dos usos dos aparelhos hidrossanitários [L.dia⁻¹]
Bacias Sanitárias	8.458,52
Torneiras	2.020,76
Mictórios	687,53
Chuveiros	20.836,09
$\Sigma 1$	32.002,89
Consumo diário decorrente dos vazamentos [L.dia⁻¹]	
Vazamentos	130
$\Sigma 2$	130
Consumo total [L.dia⁻¹]	
$\Sigma 1 + \Sigma 2$	32.132,89

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, o consumo total de água na escola, restritamente causado pelos aparelhos em estudo, é de 32.132,89 L.dia⁻¹, ou 32,13 m³.dia⁻¹. Sendo assim, ao considerarmos 22 dias úteis no mês, o consumo mensal é de 706.923,58 L.mês⁻¹, ou 706,92 m³.dia⁻¹.

Assim, com os dados apontados, é possível calcular a distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos, em termos de porcentagem, como apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários e vazamentos em termos de porcentagem

Aparelhos Hidrossanitários	Consumos nos aparelhos ($C_{tot\ i}$)¹ ou Vazamentos ($C_{tot\ vaz}$)² [L.dia-1]	Consumo total na escola (C_{TOTAL})³ [L.dia-1]	DCA ⁴[%]
Bacias sanitárias	8.458,52	32.132,89	26,32
Torneiras	2.020,76		6,29
Mictórios	687,53		2,14
Chuveiros	20.836,09		64,84
Vazamentos	130,00		0,40

¹ $C_{tot\ i}$ = consumo total de água do aparelho hidrossanitário i . ² $C_{tot\ vaz}$ = consumo total de água por vazamento. ³ C_{TOTAL} = consumo total de água nos banheiros da escola. ⁴ DCA = distribuição do consumo de água.

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, do consumo total de água, 26,32% é decorrente do uso das bacias sanitárias, 6,29% das torneiras, 2,14% dos mictórios, 64,84% dos chuveiros e 0,40% é proveniente de vazamentos.

Ter conhecimento de qual é o consumo de água por aparelho hidrossanitário em uma edificação é de fundamental importância, pois assim é possível saber onde se deve priorizar ações de conservação do uso da água. Neste contexto, na Tabela 13 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 3 (item 4.3.2).

Tabela 13: Simulações de cenários de gestão da demanda de água

Nº	Descrição do cenário	DCA [%]	C _{TOTAL} [L.dia ⁻¹]	CAA _i ou CD _{vaz} [L.dia ⁻¹]	Fr	EDA [L.dia ⁻¹]	IR [%]
1	Reparos no botão de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por botões de acionamento duplo	26,32	32.132,89	8.458,52	0,66	2.875,90	8,95
2	Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	6,29		2.020,76	0,67	666,85	2,02
3	Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático	2,14		687,52	0,66	233,76	0,73
4	Instalação de restritor de vazão	64,84		20.836,09	0,70	6.250,83	19,45
5	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático+ Instalação de restritor de vazão	99,59		32,002,89	-	10027,33	31,21
6	Correção de vazamentos	0,40	32.132,89	130,00	0,00	130,00	0,40
7	Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada de 6 L por reparos de acionamento duplo + Substituição das torneiras de lavatório convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador + Substituição do registro de pressão de mictório por válvula de fechamento automático+ Correção de vazamentos	100		32.132,89	-	10.157,33	31,61

¹DCA = distribuição do consumo de água. ²C_{TOTAL} = consumo total de água na escola. ³CAA_i = consumo médio diário dos aparelhos hidrossanitários *i* instalados atualmente na escola. CD_{vaz} = consumo médio diário decorrente de vazamentos existentes na escola. ⁴Fr = fator de redução de consumo de água por correção de vazamentos. ⁵EDA = economia de água proporcionada pelo aparelho poupador *i*. ⁵IR = índice de redução do consumo.

Fonte: Autoria própria (2019)

A partir da análise dos resultados obtidos, após as simulações dos cenários propostos, é indicada a viabilidade ambiental da adoção dessas medidas, pois os mesmos apresentaram uma redução do consumo de água de até 31,61%. Analisando cada cenário, é possível observar que, o cenário 7 é o que proporciona maior economia, apresentando uma redução equivalente a 10.157,33 L.dia⁻¹, ou 10,16 m³.dia⁻¹. Logo, considerando 22 dias úteis, a economia mensal, seria equivalente a 223,46 m³.mês⁻¹. Sendo assim, torna-se evidente que a troca dos aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água e correção dos vazamentos na escola acarretará em uma redução considerável no consumo mensal de água na escola.

Sendo assim, com uma redução de 10.157,33 L.dia⁻¹ no consumo, é possível suprir a demanda de água em diversas atividades na instituição. Alguns exemplos neste sentido são apresentados na Quadro 6.

Quadro 6: O que daria para fazer com a água economizada?

O que é feito?	O que é necessário para fazer?	Quanto será consumido?	Como é possível aproveitar?
O refeitório da escola, serve em média 1.506 refeições diariamente	Para produzir uma refeição, é gasto, em média, 25 L de água ¹	Logo, o consumo diário de água para a produção dessas refeições, é cerca de 37.650 L de água	Com uma economia de 10.157,33 L.dia ⁻¹ de água, seria possível produzir 406 refeições por dia. Sendo assim, essa economia teria um retorno financeiro, em um prazo de 4 dias.
O auditório da escola tem 163,6 m ²	Para a limpeza de 1 m ² de piso, são necessários, em média, 2 L de água ² para cada m ²	Então, para limpar o auditório da escola, seriam necessários 327,2 L de água	Com uma economia de 10.157,33 L.dia ⁻¹ de água, seria possível limpar auditório diariamente e ainda restariam 9.830,13 L de água por dia.
A área construída total da escola é 5.577,39 m ²	Para a limpeza de 1 m ² de piso, são necessários, em média, 2 L de água ² para cada m ²	Então, para limpar a escola toda, seriam necessários 11.154,78 L de água	Com uma economia de 10.157,33 L.dia ⁻¹ de água, seria possível limpar o quase a escola toda, faltando apenas 997,45 L de água.

¹Estimativa dada pela NBR 7229 (ABNT, 1993).²Estimativa dada por Tomaz (2009).

Fonte: Autoria Própria (2019).

6. CONCLUSÃO

1. Nenhum dos aparelhos hidrossanitários dos espaços estudados na Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro são economizadores de água, revelando a importância da substituição dos aparelhos convencionais instalados para promover uma racionalização no uso dos recursos hídricos nessa edificação.

2. A utilização do método 5W2H mostrou-se de grande utilidade para apresentar o plano de intervenção sugerido, principalmente para a exposição das ações propostas ao responsável pelo setor financeiro, possibilitando uma melhor organização das ideias e uma maior clareza na apresentação.

3. A matriz GUT foi essencial para a determinação dos prazos, ajudando a responsável pelo setor financeiro a ter mais propriedade na hora de priorizar possíveis ações de uso racional da água.

4. A responsável pelo setor financeiro mostrou-se ciente da necessidade de implantação das ações sugeridas, porém a mesma esclareceu as dificuldades para a implantação dessas medidas.

5. Por se tratar de uma escola modelo, onde o seu projeto arquitetônico é praticamente igual às outras escolas que pertencem a esse projeto do governo do estado, esse estudo pode ser aplicado nas demais escolas. Vale ressaltar que é importante a intensificação de ações educativas nas instituições de ensino público, enfatizando a escassez hídrica.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15097**: Aparelho sanitário de material cerâmico: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2004.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15206**: Instalações hidráulicas prediais – chuveiros ou duchas: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2005.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15491**: Caixas de descarga para limpeza de bacias sanitárias: requisitos e métodos de ensaio. São Paulo. 2010.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10281**: Torneiras: requisitos e métodos de ensaio. São Paulo. 2015.
- AESBE – Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento. **Programa de uso racional de água chega a mais de 380 escolas estaduais**. São Paulo. 2019. Disponível em: <http://www.aesbe.org.br/programa-de-uso-razional-da-agua-chega-a-mais-380-escolas-estaduais/>. Acesso em: 17 de agosto de 2019.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/> Acesso em: 07 de maio de 2019.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em 20 de maio de 2019.
- BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. **Embrapa Semiárido**, cap. 1, p. 12-32, Petrolina, 2007.
- COELHO, A. C. **Manual de economia de água**: conservação de água. Olinda, PE: Editora Comunigraf, 2001.
- CONSTRUINDO DECOR. **Torneiras com sensor de presença**. 2019. Disponível em: <http://construindodecor.com.br/torneiras-com-sensor-de-presenca/>. Acesso em: 04 de agosto de 2019.
- DEBOITA, M.; BACK, N. **Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento**: estudo de viabilidade econômica.

2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2014.

DECA. **Botão de acionamento duplo**. 2019. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1017975817-2-botoes-cromado-duplo-acionamento-caixa-acoplada-deca-_JM. Acesso em: 20 de maio de 2019

FASOLA, G., GHISI, E., MARINOSKI, A. K., BORINELLI, J. Potencial de economia de água em 2 escolas em Florianópolis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 65-78, 2011.

GHISI, E.; MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

GOMES, M. A. F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. **Embrapa Meio Ambiente**, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/921047>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

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

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R.; OLIVEIRA, L. D.; PETRUCI, A. DTA B3: Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores. PNCD – **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Brasília. 1999.

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

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

GUIMARÃES, B. F.; ARAÚJO, S. S. **Diagnóstico do uso da água em escola de tempo integral e considerações sobre o uso racional**. 2016. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

HYDRA. **Válvula de descarga alavanca**. 2019. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/kit-adaptador-para-valvula-de-descarga-50mm-ou-1-1-2-hidra-max-duo-deca_87748654. Acesso em: 20 de maio de 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade, Morada Nova-CE**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/morada-nova/panorama>. Acesso em: 07 de maio de 2019.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal**: Morada Nova. Fortaleza, 2005. Disponível em:

https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Morada_Nova_2005.pdf. Acesso em: 21 de agosto de 2019.

JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Katálisis**, v. 10, n. 2, p. 237-244, 2007.

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

MARINHO, E. C. A. **Uso racional de água em edificações públicas**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MARINOSKI, A, K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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

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

REIS, M. M. O. **Diagnóstico do serviço de abastecimento de água segundo a percepção do usuário no município de Morada Nova–CE**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

RIBEIRO, L. F. M. **Fundamentos e bases da qualidade**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2005.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório de sustentabilidade (2014)**. São Paulo. 2015.

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.

SCHERER, F. A. **Uso racional de água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SEDUC – Secretaria da Educação do Ceará. **Educação Profissional: conheça o trabalho, a estrutura e os resultados das escolas estaduais de educação profissional do Ceará**. 2018. Disponível em:

https://educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=128. Acesso em: 23 de maio de 2019

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

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7. p 5-27, jan. 2002.

VALE, E. R. R. **Subsídios para elaboração de um plano de gerenciamento da demanda de água em campus universitário**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

WILLEMANN, A.; PAIVA, W. J.M. Uso racional da água na escola. **Caderno PDE**, Paraná, v.1, p 1-16, 2013.

ANEXO A – Questionário aplicado aos usuários dos aparelhos hidrossanitários da
Escola Estadual de Educação Profissional Osmira Eduardo de Castro

ATENÇÃO

TODAS AS PERGUNTAS SE REFEREM AO AMBIENTE ESCOLAR – OSMIRA
EDUARDO DE CASTRO!!!

1 Sexo

☐ Masculino ☐ Feminino

2 Quanto ao uso das bacias sanitárias

2.1 Frequência diária de uso das bacias sanitárias

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais

3 Quanto ao uso das torneiras

3.1 Frequência diária de uso das torneiras dos banheiros

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais

4 Quanto ao uso dos mictórios

4.1 Frequência diária de uso dos mictórios

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais

5 Quanto ao uso dos chuveiros

5.1 Frequência semanal de uso dos chuveiros

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais

5.2 Tempo médio de cada uso dos chuveiros:

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais

6 Quanto ao uso das duchas higiênicas

6.1 Frequência semanal de uso das duchas higiênicas

☐ Não utilizo ☐ 1 vez ☐ 2 vezes
☐ 3 vezes ☐ 4 vezes ☐ 5 vezes ou mais