



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CAMPUS DE POMBAL-PB

Sara Alves de Carvalho Araújo Guimarães

**PROPOSTA DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM ESCOLA PÚBLICA DA CIDADE
DE IRECÊ-BA**

Pombal-PB

2017

Sara Alves de Carvalho Araújo Guimarães

**PROPOSTA DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM ESCOLA PÚBLICA DA CIDADE
DE IRECÊ-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro

Pombal-PB

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
G963p

Guimarães, Sara Alves de Carvalho Araújo.
Proposta de uso racional da água em escola pública da cidade
de Irecê - BA / Sara Alves de Carvalho Araújo Guimarães. –
Pombal, 2017.
57f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro".

1. Educação ambiental. 2. Consumo de água. 3. Aparelhos
poupadores. I. Ribeiro, Rosinete Batista dos Santos Ribeiro. II.
Título.

UFCG/CCTA

CDU 628.1(043)

SARA ALVES DE CARVALHO ARAUJO GUIMARÃES

PROPOSTA DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM ESCOLA PÚBLICA DA
CIDADE DE IRECÊ - BA

Aprovado em 15 / 12 / 2017

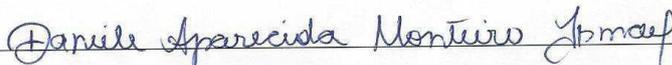
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
Orientadora – UFCG/Campus de Pombal – PB



Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
Examinador Interno – UFCG/Campus de Pombal - PB



Esp. Daniele Aparecida Monteiro Ismael
Examinadora Externa – UFPE/ Centro de Tecnologia e Geociência

Pombal – PB

Dezembro 2017

“Aos meus pais, minha irmã, meu cunhado e meu marido que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu concluísse esta etapa de minha vida”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Jeová Deus, pelo Dom da vida, por todas as bênçãos ao longo dessa jornada e principalmente por não me deixar fraquejar em tantos momentos difíceis.

À minha família, por todo esforço e dedicação para que pudesse concluir o curso. Vocês são meu alicerce. Principalmente minha querida mãe Irene e minha irmã Marta, essa vitória é nossa.

Ao meu Esposo Ulisses Guimarães, por estar ao meu lado em todos os momentos e também por todas as palavras de incentivo e carinho nas vezes que eu quis desistir. Muito obrigada. Amo muito você.

Aos professores do curso de Engenharia ambiental por passarem não apenas conhecimento teórico, mas lições de vida que levarei sempre comigo.

À Professora Rosinete Batista, que não foi apenas minha orientadora, mas sim, uma amiga e mãe com seu carinho e paciência de sempre. A senhora contribuiu muito para minha formação profissional e pessoal.

A todos os colegas de curso que de alguma forma contribuíram para levar os fardos pesados da graduação. Tanto aqui em Pombal, como em Campina Grande, onde iniciei os estudos de graduação. Muito sucesso a todos vocês.

Á todos os irmãos da Congregação Pombal por me acolherem tão bem durante esses quatro anos passados aqui na cidade. Principalmente a Família de Chico e a de Ednaldo que estiveram comigo em todos os momentos, levarei vocês no coração sempre.

Agradeço também a EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento da Bahia) por disponibilizar os dados para a pesquisa, bem como a toda Escola Estadual DR Luiz Viana Filho, pela confiança e por ter aberto às portas da instituição para minha pesquisa.

Um agradecimento especial aos professores Walker e Daniele por aceitar o convite como examinadores e pelas contribuições para melhoria do trabalho.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização do município de Irecê no Estado da Bahia	29
FIGURA 2 – Localização da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho	30
FIGURA 3 – Etapas desenvolvidas	31
FIGURA 4 - Procedimento realizado para observação de vazamentos em sanitários	33
FIGURA 5 – (A) Recipiente plástico e (B) proveta	34
FIGURA 6 - Reservatório da instituição	36
FIGURA 7 - Pias/torneiras internas	39
FIGURA 8 - Pias/torneiras externas	39
FIGURA 9 - Vasos sanitários	40
FIGURA 10 - Bebedouros	40
FIGURA 11 - Mangueiras para a irrigação do jardim.....	41
FIGURA 12 - Aproveitamento da água gerada nos condicionadores de ar da subprefeitura da UFCG <i>campus</i> Pombal	48
FIGURA 13 - Palestra sobre “Hábitos inteligentes de uso racional da água no cotidiano”	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estimativa de desperdício em aparelhos sanitários	21
TABELA 2 - Defeitos/falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias	22
TABELA 3 – Equipamentos convencionais e de baixo consumo de água	24
TABELA 4 - Volumes estimados perdidos em vazamentos	33
TABELA 5 - Usuários da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho	37
TABELA 6 - Pontos de consumo	41
TABELA 7 - Estimativa do volume de vazamentos	43
TABELA 8 - Aparelhos de ar condicionado da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho	43
TABELA 9 - Quantificação de água gerada dos aparelhos analisados	44
TABELA 10 - Investimento para troca de aparelhos sanitários com vazamento.....	51

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Equipamentos que reduzem o desperdício de água	25
QUADRO 2 – Adesivos afixados nos principais pontos de consumo da escola	50

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Consumo de água na Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho	37
GRÁFICO 2 - Levantamento dos pontos de consumo de água do colégio.....	38
GRÁFICO 3 –Aparelhos hidrossanitários com e sem vazamentos.....	42
GRÁFICO 4 – Percentual total de vazamentos em aparelhos hidrossanitários	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica

ANA – Agência Nacional De Águas

BA - Bahia

BTU'S - British Thermal Unit (Unidade Térmica Britânica)

EA – Educação Ambiental

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IP – Índice de Perdas

IV -Índice de Vazamentos

MG – Minas Gerais

ONG'S – Organizações não Governamentais

PCA - Programa de Conservação de Água

PET - Politereftalato de Etileno

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao desperdício de água

PT – Pontos de Consumo

PURA – Programa de Uso Racional Da Água

SEDU/PR - Secretaria Especial De Desenvolvimento Urbano Da Presidência Da República

UFMG – Universidade Federal de Campina Grande

UFG – Universidade Federal de Goiás

VC – Volume Consumido

VDR – Volume de Descarga Reduzido

VP – Volume Perdido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 A importância da água	18
3.2 Aspectos legais e institucionais	19
3.3 Perdas e desperdícios de água	20
3.4 Uso Racional da água	22
3.4.1 <i>Aparelhos e dispositivos poupadores</i>	23
3.4.2 <i>Reuso de água</i>	25
3.4.3 <i>Educação Ambiental</i>	26
3.5 Programas de uso racional da água em instituições de ensino	27
4 METODOLOGIA	29
4.1 Caracterização da área de estudo	29
4.2 Etapas desenvolvidas	30
4.2.1 <i>Escolha da edificação</i>	31
4.2.2 <i>Identificação dos usuários e cálculo do índice de consumo</i>	31
4.2.3 <i>Análise dos aparelhos hidrossanitários</i>	32
4.2.4 <i>Cálculo do índice de vazamentos (IV) e do índice de perdas por vazamentos (IP)</i> 32	
4.2.5 <i>Plano de Intervenção</i>	35
4.2.6 <i>Verificação da viabilidade do plano de intervenção</i>	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Sistema Hidráulico	36
5.2 Identificação dos usuários e cálculo do índice de consumo	36
5.3 Análise dos aparelhos hidrossanitários	38
5.3.1 <i>Pias (torneiras)</i>	38
5.3.2 <i>Vasos Sanitários</i>	39
5.3.3 <i>Bebedouros/torneiras</i>	40
5.3.4 <i>Mangueiras</i>	40
5.3.5 <i>Análise geral</i>	41
5.4 Cálculos dos índices de vazamentos e perdas por vazamentos	44
5.4.1 <i>Índice de Consumo</i>	44

5.4.2 Índice de Vazamentos	44
5.4.3 Índice de Perda.....	45
5.4.4 Volume Perdido	45
5.5 Plano de Intervenção	46
5.5.1 Reparos nas Instalações Prediais.....	46
5.5.2 Medidas estruturais	46
5.5.2.1 Vasos sanitários/descarga	46
5.5.2.2 Torneiras	46
5.5.2.3 Irrigação.....	47
5.5.2.4 Reaproveitamento da água descartada	47
5.5.3 Medidas não Estruturais	48
5.5.3.1 Palestras Educativas	48
5.6 Viabilidade da Proposta	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A – Ofício endereçado à EMBASA.....	56
ANEXO B – Consumo de Água da Escola Doutor Luiz Viana Filho	57

GUIMARÃES, S. A. C. A. **Proposta de Uso Racional da Água em Escola Pública da Cidade de Irecê-Ba.** 2017. 57 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

RESUMO

A água é um recurso imprescindível a todos os seres vivos, por isso, há uma crescente atenção para criação de soluções para diminuir o seu consumo desde o abastecimento até o usuário final. Portanto, objetivou-se com este trabalho a implantação de um Programa de Uso Racional de Água em uma Escola Pública da Cidade de Irecê-BA. Levando em consideração a existência de muitos pontos de consumo, foi realizado um diagnóstico do estado de conservação das instalações hidrossanitárias, e assim, determinadas ações para reduzir o consumo. Desta forma, para a Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho estimou-se um volume de perdas que totalizaram 765 litros por dia através de vazamentos. Foi instituído um plano de intervenções que sugere inicialmente ações para a correção dos vazamentos, com a finalidade de reduzir o consumo. Logo após, foi proposta a substituição dos aparelhos convencionais por economizadores e o aproveitamento de fontes alternativas, como a água perdida no ar condicionado. Associado a isso, foram promovidas campanhas de conscientização aos usuários para redução da demanda de água. Ademais, seria necessário realizar manutenções preventivas periodicamente, e impedir a ocorrência de novos vazamentos, para que a redução no consumo seja permanente. Por fim, para incentivar a implantação do programa, foi analisada a viabilidade econômica e, o tempo de retorno dos investimentos para a escola em estudo, foi de sete meses.

Palavras-chave: Educação Ambiental. consumo consciente. Aparelhos poupadores.

GUIMARÃES, S. A. C. A. **Proposition for the Rational Use of Water in Public School in the City of Irecê-Ba.** 2017. 57 pgs. Work of Course Conclusion (Graduation in Environmental Engineering) - Federal University of *Campina Grande, Pombal-PB*. 2017.

ABSTRACT

Water is an essential resource for all living beings, so there is increasing attention to creating solutions to reduce their consumption from the supply to the end user. Therefore, the objective of this work was the implementation of a Program of Rational Use of Water in a public school in the city of Irecê-BA. Taking into account the existence of many points of consumption, a diagnosis was made of the state of conservation of the hydrosanitary installations, and thus, certain actions to reduce the consumption. In this way, for the State School Doctor Luiz Viana Filho was estimated a volume of losses that totaled 765 liters per day through leaks. An intervention plan was initially proposed which suggests actions to correct the leaks, in order to reduce consumption. Subsequently, it was proposed to replace conventional appliances with economizers and the use of alternative sources, such as water lost in the air conditioning. Associated with this, awareness campaigns were promoted for users to reduce water demand. In addition, it would be necessary to carry out preventive maintenance periodically, and prevent the occurrence of new leaks, so that the reduction in consumption is permanent. Finally, to encourage the implementation of the program, the economic viability was analyzed and the time of return of the investments to the school under study was seven months.

Keywords: Environmental Education, Conscious Consumption, savers gadgets.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o acelerado processo de urbanização têm contribuído com o aumento da demanda hídrica no mundo e causado problemas na sua distribuição. Soma-se a isso, a gestão ineficiente, inadequada ou inexistente dos recursos hídricos e as mudanças no modo de vida da população, além das alterações climáticas, os longos períodos de estiagem e a poluição dos cursos de água que afetam a sua disponibilidade em diversos países (GONÇALVES, 2006).

Outro fator agravante é a má distribuição espaço-temporal da água, representada por regiões com abundância hídrica abrigando menor densidade demográfica e outras com déficit hídrico com altos índices populacionais, e ainda a distribuição temporal irregular em alguns lugares, onde ocorrem precipitações em poucos meses do ano com baixos índices pluviométricos. Casos de extrema escassez são registrados em algumas regiões da África, que sofrem com o precário abastecimento de água, que se agrava ainda mais pela falta de saneamento básico (PENA, 2017).

O semiárido nordestino é caracterizado por altas temperaturas, chuvas escassas e mal distribuídas, precipitações médias anuais abaixo de 800 mm, tornando a região propícia a secas, pois as massas de ar úmidas não chegam à região. A região de Irecê situada no semiárido baiano enfrentou grandes problemas com relação a disponibilidade hídrica nos últimos anos pois a barragem de Mirorós que abastecia a cidade estava em níveis críticos desde 2010. Para resolver o problema e regularizar o fornecimento de água da cidade, a alternativa adotada foi a construção de adutora para transpor águas do rio São Francisco no ano de 2013 (EMBASA, 2015).

Para minimizar o problema se faz necessária a gestão eficiente dos recursos hídricos. Além disso, uma ação interessante é a implantação de Programas de Conservação e Reuso da Água em edificações, especialmente em prédios públicos, como: escolas, universidades, hospitais, entre outros; tendo em vista que o desperdício de água nestes ambientes é mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total. E, acontece pela falta de sensibilização dos usuários, da não responsabilidade pelo custo do consumo, da inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção, ou até mesmo da baixa qualidade dos materiais e componentes empregados (GONÇALVES et al. 2005; SAUTCHÚK et al. 2005).

Uma ferramenta de gestão que tem sido bastante empregada é o uso de tecnologias para reduzir a demanda e racionalizar o consumo de água. Entre essas tecnologias destacam-se a utilização de equipamentos economizadores de água, principalmente em edifícios de uso

público como shopping centers, teatros, cinemas, estádios, aeroportos, escolas e outros, visto que ocasionam uma diminuição do custo da conta de água e de energia elétrica (MARINHO, 2007).

Porém, além das medidas tecnológicas estruturais para diminuir o desperdício e obter o uso eficiente da água, fazem-se necessárias a adoção de medidas efetivas de conscientização e sensibilização de toda a comunidade.

Portanto, estudos que promovam o uso eficiente dos recursos naturais e a educação ambiental no seu aspecto preventivo são indispensáveis. Tendo em vista, que é no ambiente escolar onde se formam pessoas para o exercício da cidadania, além das escolas receberem um número expressivo de pessoas, podendo ser utilizada como um multiplicador para divulgação dos benefícios do emprego de técnicas sustentáveis como a instalação de equipamentos economizadores, e a adoção de campanhas de sensibilização. Assim sendo, este estudo visou despertar e sensibilizar a comunidade escolar, bem como a população em geral da cidade de Irecê na Bahia para a importância da preservação da água, e também propor medidas de redução do consumo desse recurso.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Propor um programa de uso racional da água na Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho da cidade de Irecê – BA, visando diminuir o consumo e sensibilizar a comunidade escolar para a importância de preservar esse recurso.

2.2 Específicos

- Avaliar as condições e quantidade dos aparelhos hidrossanitários;
- Avaliar o histórico do consumo de água da escola;
- Detectar os desperdícios de água nas instalações hidráulicas;
- Sugerir medidas estruturais e não estruturais que minimizem o consumo e os custos;
- Verificar a viabilidade econômica para a substituição de equipamentos tradicionais por equipamentos econômicos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A importância da água

A água sempre foi elemento essencial para sobrevivência humana e é um recurso que representou uma ferramenta de poderio na história da humanidade. A forma de dominação dos povos estava relacionada ao poder dos rios, como por exemplo, na Mesopotâmia, onde os poços escavados e a construção de cidades como grandes fortalezas ao redor no rio Tigre e Eufrates datam de 8 mil anos a.C. (REBOLÇAS, 1999).

Segundo Rebolças (1999), outros dados históricos também mostram como a água esteve sempre relacionada com o poder de nações e conquistas de novas regiões como, por exemplo, o controle de inundações do rio Nilo como base de poder da civilização Egípcia, desde 3,4 mil anos a.C. Bem como, as obras de controle de enchentes e a oferta de água para irrigação e abastecimento das populações que foram utilizadas nos vales dos rios Amarelo e Hindu, em 3 mil anos a.C.

Os recursos hídricos sempre foram alvos, ao longo da história, de debates e disputas. Atualmente existem diversos conflitos mundiais envolvendo os recursos hídricos que se estendem desde muitos anos. O Oriente Médio é uma das regiões onde mais ocorrem e podem ocorrer disputas pela água. Além disso, ela já foi área de grande tensão política em 1967, durante a Guerra dos Seis Dias, onde Israel invadiu as Colinas de Golã, na Síria, devido sua posição estratégica e por essa localidade abrigar as nascentes do rio Jordão, imprescindíveis tanto para os israelenses e para a Jordânia (PENA, 2017).

Atualmente, no território da Palestina, não é permitido a população ter acesso às fontes locais pelo próprio governo de Israel, sendo um dos fatores que aumentam a instabilidade política em uma área com enormes desertos e baixo potencial hídrico (PENA, 2017).

Pode-se atribuir esses conflitos à grande variabilidade espacial e temporal da água, ou seja, inadequada distribuição geográfica dos recursos, degradação excessiva dos mananciais pela grande contribuição de efluentes lançados, uso ilegal dos recursos, como das águas subterrâneas causando um desequilíbrio ao ciclo hidrológico. Assim, a água passa a ser um bem limitado e muito disputado não somente pela quantidade, mas também pela sua localização e qualidade (REBOLÇAS, 1999).

Segundo Pena (2017), além da disputa pelo controle de nascentes de grandes rios interterritoriais, a previsão para o século XXI é a emergência de conflitos que também se associem a ações imperialistas, em que países passem a invadir ou controlar politicamente

outros territórios em busca da obtenção de água ou a sua importação a um menor custo. Por esse motivo, é preciso pensar em saídas para evitar uma escassez ainda maior desse recurso, com medidas que visem à sua sustentabilidade.

Essa realidade tem despertado os governantes e profissionais da área de meio ambiente a criarem embasamentos legais e institucionais, com desenvolvimento tecnológico específico para que ocorra a preservação dos mananciais, reduzindo a poluição e valorizando a otimização do consumo de água.

3.2 Aspectos legais e institucionais

No Brasil existe embasamento legal que atua na esfera Federal, Estadual e Municipal. Cada região do País possui leis municipais e estaduais em vigor para os recursos hídricos e diretrizes de uso específico que devem ser consideradas ao construir um programa de conservação da água.

Algumas leis que subsidiam a preservação da água no País são citadas a seguir:

- Decreto 24.643/10 de julho de 1934 – Código das Águas – Dispõe dos diversos usos da água para diversos fins.
- Resolução Conama nº 20 de 18 de junho de 1986 – estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.
- Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997- Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – Lei de Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Se o crime causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade a pena é de reclusão de um a cinco anos.
- Lei 9.984 de 17 de junho de 2000 – Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA que uma entidade Federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras Providências.

No Âmbito Estadual, destacando o estado da Bahia, pode-se citar como principais leis, decretos e resoluções relativas à conservação de água as referenciadas a seguir:

- Lei Nº 11.612 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

- Decreto N° 12.544 de 11 de janeiro de 2011 - Institui o Programa de Racionalização do Consumo de Água e Energia nos Prédios Públicos, no âmbito da Administração Pública do Poder Executivo Estadual.
- Decreto N° 12.120 de 12 de maio de 2010 - Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Decreto N° 10.943 de 03 de março de 2008 - Dispõe sobre a fiscalização do uso dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, de domínio do Estado da Bahia.

Quanto aos aspectos institucionais, segundo Oliveira (1999), a gestão do uso da água deve ser estudada em três níveis: macro (sistemas hidrográficos), nível meso (sistemas públicos de abastecimento de água e de coleta de esgotos sanitários) e nível micro (processos prediais e industriais).

No Brasil o nível macro foi fundado com a criação pelo Congresso Nacional e vinculada pela ANA para regular o uso dos rios, de maneira a impedir os desperdícios, garantindo qualidade e quantidade às gerações futuras.

Ao nível meso cabe a cada companhia de abastecimento de água a implantação de sistemas de gerenciamento que garantam água para os usuários em quantidade e qualidade adequados, bem como a sua preservação ambiental.

Foi instituído no Brasil, em 1997 o PNCDA (Programa Nacional de Combate ao desperdício de água), por meio da articulação entre os ministérios do Meio Ambiente, Minas e Energia e Planejamento, e desenvolvido pela SEDU/PR. O PNCDA atua nos níveis meso e micro, dando ênfase na economia de água nos sistemas prediais e urbanos (OLIVEIRA, 1999).

Em último nível, o micro, depende de a sociedade valorizar a água, pois é um bem finito, de valor econômico. Pode-se otimizar a demanda de água em uma edificação, que consequentemente reduz a quantidade de efluentes gerados, colaborando com a diminuição da poluição além de promover o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, diversas tecnologias estão sendo implantadas em edificações, que garantem o uso racional da água, contribuindo para diminuir as perdas e desperdícios.

3.3 Perdas e desperdícios de água

A ANA afirma que existe diferença entre perda e desperdício. As perdas acontecem antes de a água ser utilizada para qualquer tipo de uso enquanto o desperdício é o consumo desse recurso maior do que o necessário para determinada atividade.

De acordo com Reis (2009) o consumo é calculado pela soma entre as perdas, usos e desperdícios. E, nas instituições escolares as perdas são significativas devido à falta de manutenção e o desperdício acontece pelas diversas atividades realizadas, além do comportamento dos usuários.

Os fabricantes de equipamentos hidráulicos, ONG's (Organizações não Governamentais), e outros agentes, vêm expandindo campanhas educativas, projetos de dispositivos economizadores e programas de racionalização, mas os efeitos ainda estão distantes do mínimo para evitar a escassez de água no futuro (BARROS et al, 2004).

As perdas de água nos sistemas hidráulicos acontecem essencialmente devido aos vazamentos, que devem ser monitorados e reformados durante o seu prazo de validade. O desperdício pode ser combatido pelo uso de dispositivos poupadores, como bacias VDR, arejadores, reguladores de vazão, medidores individuais entre outros (AGUIAR, 2008). A aplicação destas novas tecnologias e o conserto dos vazamentos têm gerado resultados significativos em diversas instituições.

Na Tabela 1 é possível observar os altos valores de desperdício de água nos aparelhos hidráulicos quando detectado um vazamento.

Tabela 1 – Estimativa de desperdício em aparelhos sanitários

Equipamento	Tipo de vazamento	Perda estimada
Torneiras	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete de 2 mm	>114 litros/dia
	Filete de 4 mm	>333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	114 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacias sanitárias com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamentos no tubo de alimentação	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros/dia
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Gonçalves et al (2005).

Na Tabela 2 estão dispostos alguns tipos de falhas ou defeitos que ocorrem nos aparelhos sanitários e as intervenções necessárias para resolver o problema.

Tabela 2 - Defeitos/falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias

Aparelho Sanitário	Defeitos/Falhas Encontradas	Intervenção
Bacia sanitária com válvula	Vazamento na bacia	Troca de reparos
	Vazamento externo na válvula de descarga	
Bacia sanitária com caixa acoplada	Vazamento na bacia	Regulagem da boia ou troca de reparos
		Troca ou limpeza da comporta e sede
		Troca ou regulagem do cordão
Torneira convencional (lavatório, pia, tanque, uso geral)	Vazamento pela bica	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Torneiras hidromecânicas (lavatório, mictório)	Tempo de abertura inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 e 12 segundos)	Troca do pistão ou êmbolo da torneira
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
Registro de pressão para chuveiro	Vazamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
	Vazamentos pelo chuveiro	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste do registro	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo

Fonte: ANA (2005)

3.4 Uso Racional da água

De acordo com Albuquerque (2004), o uso racional da água pode ser compreendido como um componente de viabilidade para a eficiência operacional de qualquer edificação. Para que se alcancem reduções significativas, há uma série de ações como alternativas, entre elas:

- a) ações tecnológicas: medição individualizada em edifícios, instalações de aparelhos poupadores, sistemas de captação de água de chuva, reúso de água, micro e macromedição na rede, sistemas automatizados de monitoramento, controle da rede de distribuição, etc.;
- b) ações educacionais: atividades e palestras sobre a conservação da água nas escolas, programas e campanhas de educação ambiental, adequação das disciplinas nos cursos técnicos e universitários, programas de reciclagem para profissionais, etc.;
- c) ações econômicas: estímulos fiscais para redução de consumo, adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água, penalização financeira às concessionárias com baixa eficiência na distribuição de água, etc.;

d) ações institucionais: legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais, regulamentação mais adequada da prestação do serviço de concessão e distribuição de água, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias, entre outros.

O uso racional da água apresenta como vantagem a diminuição do consumo sem prejudicar a qualidade de vida do consumidor. Para Magalhães (2003) existem outras vantagens que se relacionam de forma indireta com o uso racional da água, que é a redução do volume das águas residuais e conseqüente redução dos custos do seu tratamento e diminuição da poluição do meio hídrico; bem como a redução do consumo de energia, nomeadamente no que diz respeito à diminuição do consumo de água quente.

3.4.1 Aparelhos e dispositivos poupadores

Uma alternativa viável para o uso racional da água são os dispositivos e aparelhos poupadores. Esses equipamentos proporcionam uma economia de água independente das ações dos usuários. Atualmente existem várias empresas que fabricam esses dispositivos. Na Tabela 3 pode-se observar a relação dos equipamentos convencionais, os dispositivos que podem substituí-los e a porcentagem de redução de consumo.

Tabela 3 – Equipamentos convencionais e de baixo consumo de água

Equipamento convencional	Consumo médio	Equipamento de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
Bacia com caixa acoplada ou caixa elevada bem regulada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
		Bacia VDR com válvula de duplo acionamento (caixa acoplada)	3 e 6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
		Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	3 e 6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Regulador de vazão	0,10 litros/seg	47%
		Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/ seg	32%
		Válvula de fechamento automático	0,11 litros/seg	42%
Ducha (água quente/fria) – 15 a 20 mca	0,34 litros /seg	Regulador de vazão	0,10 litros/seg	71%
		Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/ seg	62%
		Válvula de fechamento automático	0,11 litros/seg	67%
Torneira uso geral – 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral – 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de Jardim – 40 a 60 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	4 litros/uso	Válvula de fechamento automático	1 litro/uso	75%

Fonte: SÃO PAULO (2009).

Para minimizar o consumo é imprescindível o diagnóstico dos pontos de maior consumo, por exemplo, na maior parte das instituições públicas o banheiro é o local que se destaca como ponto de maior consumo. Sendo assim, esse consumo pode ser reduzido ou

controlado através da instalação de equipamentos poupadores, que estão descritos no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Equipamentos que reduzem o desperdício de água

Aparelhos	Descrição
<p>Torneiras com sensores</p> 	<p>O comando desses equipamentos se dá pela ação de um sensor de presença. O fluxo de água é liberado quando o sensor capta a presença das mãos.</p>
<p>Torneiras eletromecânicas</p> 	<p>São acionadas com um leve toque na parte superior ficando aberta por um determinado período de tempo. O usuário não interfere na vazão distribuída, proporcionando economia, pois o fechamento é automático, diminuindo o desperdício de água.</p>
<p>Arejadores</p> 	<p>São peças instaladas nas extremidades das torneiras, a água passa através de uma tela que incorpora o ar que penetra por orifícios laterais. Arejadores proporcionam a diminuição do desperdício visto que a sensação de mais volume produz o efeito da não necessidade de abrir a torneira com a vazão máxima.</p>
<p>Redutores de vazão</p> 	<p>É um redutor de pressão, que introduz uma perda de carga localizada no sistema e resulta na diminuição da vazão. Podem ser colocados na base dos registros, ou torneiras ou nos chuveiros para reduzir a passagem de água, e consequentemente manterem a vazão diminuída, reduzindo o desperdício de água.</p>
<p>Torneiras de acionamento de pé</p> 	<p>É utilizado para acionar a abertura e fechamento da torneira através do pé. Por não usar as mãos, o agente consumidor pode controlar a vazão da água, pressionando com o pé a válvula que fica próxima à torneira. Essa facilidade pode proporcionar a redução do desperdício de água.</p>

Fonte: Adaptado de SAUTCHÚK (2004)

3.4.2 Reuso de água

O reuso de água surgiu no Brasil como solução para compensar a crescente demanda dos recursos hídricos advinda da urbanização e industrialização crescente. Visto que no País não há uma preocupação efetiva quanto ao uso racional da água, pois a população tem a falsa convicção de que há água em abundância (BRITO, 2017).

Segundo Albuquerque (2004), a alternativa de reuso da água é cada vez mais utilizada para harmonizar a relação oferta/demanda de água, onde é nítido o surgimento de tecnologias avançadas para sua utilização. Sendo assim, a água depois de utilizada não deve ser descartada, pois após o tratamento adequado pode contribuir para a redução de escassez hídrica.

Segundo Brito (2017) o reuso da água pode ser instalado tanto para usos potáveis quanto não potáveis. O importante é que estratégia para essa finalidade seja realizada com planejamento adequado para que os resultados sejam alcançados de forma sustentável. Nas cidades as técnicas de reuso podem ser utilizadas para regar jardins, gramados, limpeza das vias públicas, entre outros.

O reuso já é praticado em diversos países, como por exemplo, em Israel que, no ano 2000, já consumia 65% da água reutilizada, tendo como meta atingir 90% em 10 anos. Entre as principais vantagens desta técnica tem-se a diminuição da retirada de água das fontes e, como consequência a diminuição da carga de efluentes lançados nos corpos receptores caracterizando assim, a conservação das condições biológicas deles (FRIEDLER, 2001).

No Brasil, apesar de não haver nenhuma legislação específica para o reuso, na Lei 9.433 (1997), destacam-se muitos aspectos que direcionam para implantação de uma Política Nacional de Recursos Hídricos que considera no seu objetivo IV o incentivo a captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais.

A Agenda 21 Brasileira (2002), recomenda a implantação de políticas de gestão do uso e reciclagem de efluentes, ressaltando sempre a importância da saúde pública, além dos possíveis impactos ambientais ocasionados, adotando o princípio da responsabilidade solidária.

A reutilização da água é uma técnica que contribui para o desenvolvimento sustentável, além de conscientizar a população quando há escassez hídrica. Porém, vale destacar que o reuso das águas residuárias devem seguir procedimentos legais específicos, para evitar que a alternativa de solução resulte em doenças à população e danos ao meio ambiente (BRITO, 2017).

3.4.3 Educação Ambiental

A definição de Educação Ambiental (EA), de acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, apresenta em seu art. 1º:

Entende-se por EA os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências

voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Com relação aos objetivos da EA, Rodríguez (2014) afirma que tem como propósito básico aliar a cultura ambiental nas percepções, comportamentos e nos imaginários das populações. Fritzsos e Mantovani (2004) afirmam que a finalidade “é a conservação da natureza por indivíduos conscientes do seu papel como agentes da história do planeta”.

Em Carvalho e Silva Junior (2014), constata-se que por meio da EA é possível despertar no indivíduo um anseio de transformar o presente e construir o futuro, por meio de suas atitudes e condutas individuais, com responsabilidade sobre suas ações. Além disso, a educação ambiental propõe que reflitamos sobre as gerações futuras, garantindo condições necessárias para a sua sobrevivência.

Sendo assim, é fundamental promover a educação ambiental no sentido de preservar os recursos naturais para garantir mudanças no comportamento das pessoas, principalmente no seu cotidiano. Essa prática deve ser estimulada desde a infância, porém pessoas de qualquer idade tem condições de modificar suas atitudes para garantir que a água seja utilizada de maneira racional e garantida às gerações futuras.

3.5 Programas de uso racional da água em instituições de ensino

As instituições de ensino são locais especiais para desenvolver a educação ambiental de forma a minimizar o consumo de água. Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos em diversas unidades escolares para verificar os usos finais de água e avaliar a economia de água obtida mediante medidas de conservação e campanhas de conscientização. Esses estudos são chamados de Programas de Uso Racional da água (PURA). Segundo Oliveira (1999), estes programas tem a finalidade de melhorar a forma como a água é utilizada, visando a diminuição da demanda por este recurso e a redução de perdas e desperdícios.

A metodologia para implantação de um PURA consiste em quatro fases: auditoria do consumo de água, diagnóstico, plano de intervenção e avaliação do consumo. Ela institui ainda a importância de um monitoramento contínuo para antecipar manutenções preventivas.

Um programa ainda mais abrangente é o Programa de Conservação de Água (PCA), que segundo Gonçalves et al. (2005), compreende ações que busquem não só reduzir a demanda deste recurso, mas também gerir a oferta do mesmo, ou seja, além do consumo eficiente, propõe introdução de fontes alternativas a fim de auxiliar no processo de racionalização.

Conforme Silva (2004) percebe-se uma maior preocupação com relação às práticas de uso racional da água, principalmente a partir das décadas de 70 e 80. Sabe-se que houve um aumento da quantidade de projetos e estudos relacionados a este assunto, dentre eles destacam-se o Programa de Uso Racional de Água da Universidade de Campina Grande, o estudo de Gomes (2011) realizado na Universidade Federal de Goiás, e o estudo de Brito (2017) os quais serão descritos sucintamente a seguir.

O Estudo de Gomes (2011) foi realizado no edifício da reitoria da Universidade Federal de Goiás (UFG). O trabalho propõe diretrizes que podem ser aplicadas em diversos tipos de edificações. Verificou-se uma redução de 30,06% no consumo de água, acarretada apenas pela instalação de dispositivos economizadores, já que no edifício não foram observados problemas de vazamentos. A troca dos aparelhos foi bem aceita por todos os usuários entrevistados. O valor investido seria pago em aproximadamente 20 meses e 20 dias.

Em 2013 a sede da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG instalou por meio do estudo de Gomes (2013), um projeto de modificação do sistema de abastecimento de água que obteve redução de 50% no consumo de água. O projeto contemplou mecanismos de combate às perdas, desperdícios e aumento da capacidade de armazenamento de água do *campus*, por meio de medidas que vão desde a instalação de hidrômetros, recuperação dos reservatórios para cessar as infiltrações, trocas de bacias e torneiras, até a fabricação de placas educativas com intuito de conscientizar as pessoas ligadas a instituição.

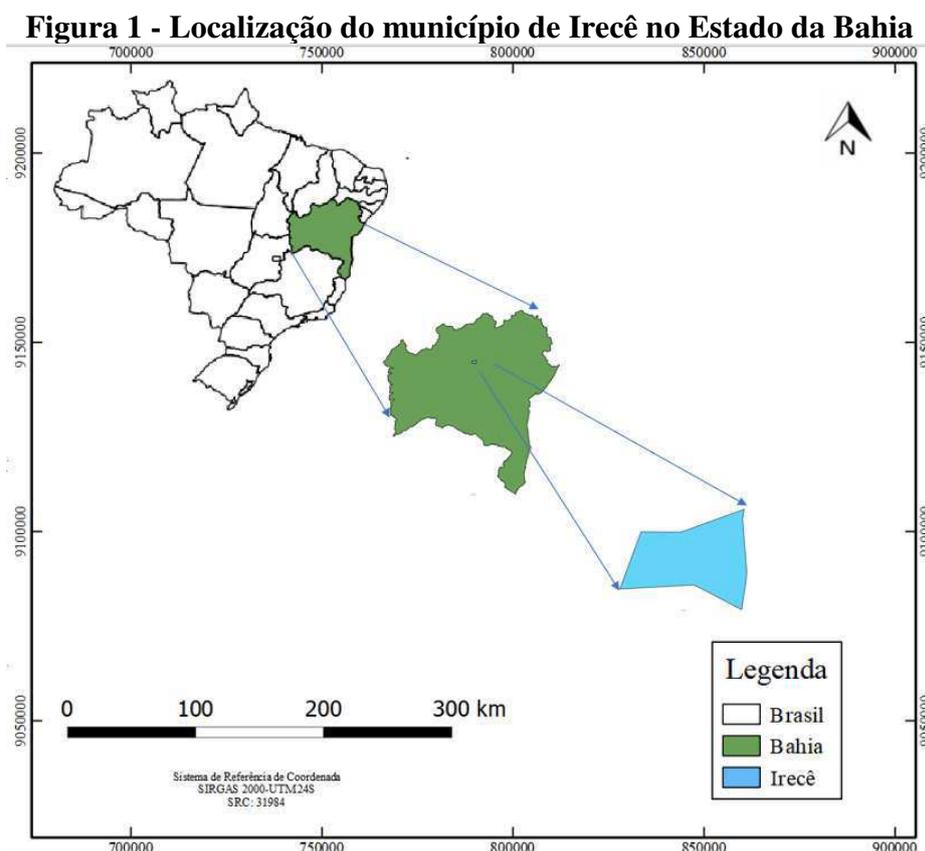
E, por fim no estudo de Brito (2017), houve uma pesquisa em uma escola da rede municipal da Cidade de Cajazeiras-PB. Tendo como objetivo minimizar o desperdício e o consumo de água decorrentes de estruturas hidráulicas antigas e da falta de informações da comunidade envolvida, tornando-se necessária a adoção de medidas estruturais e não estruturais na referida escola. Para isso foi aplicado questionários com os estudantes, feito um levantamento das instalações hidrossanitárias e do consumo médio. As sugestões apontadas no estudo foram a troca das descargas sanitárias e de torneiras como medidas estruturais e com relação às medidas não estruturais foram realizadas palestras, minicursos, confeccionados cartazes, entre outros.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

A Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho está situada na cidade de Irecê - BA. O município está inserido no semiárido baiano, abrangendo toda área do polígono das secas (Figura 1). Encontra-se a uma altitude de 721 metros em relação ao nível médio do mar, entre as coordenadas geográficas de $11^{\circ}18'15''S$ e $41^{\circ}51'21''W$, e inserido nos domínios da bacia hidrográfica do São Francisco.

De acordo com o último censo demográfico do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2010, o município contava com uma população de 66.181 habitantes com estimativa para o ano de 2017 de 74.483. Sua área territorial é de 319,174 km².



Fonte: Elaborada pela autora.

A Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho compõe uma das quatro escolas estaduais do município e foi fundada no ano de 1971. Está localizada na Avenida Caraíbas na Cidade de Irecê, Bahia (Figura 2) e atualmente oferece as modalidades de ensino médio, nos turnos matutino e vespertino, além da educação de jovens e adultos (EJA), no período noturno.

Figura 2 - Localização da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho

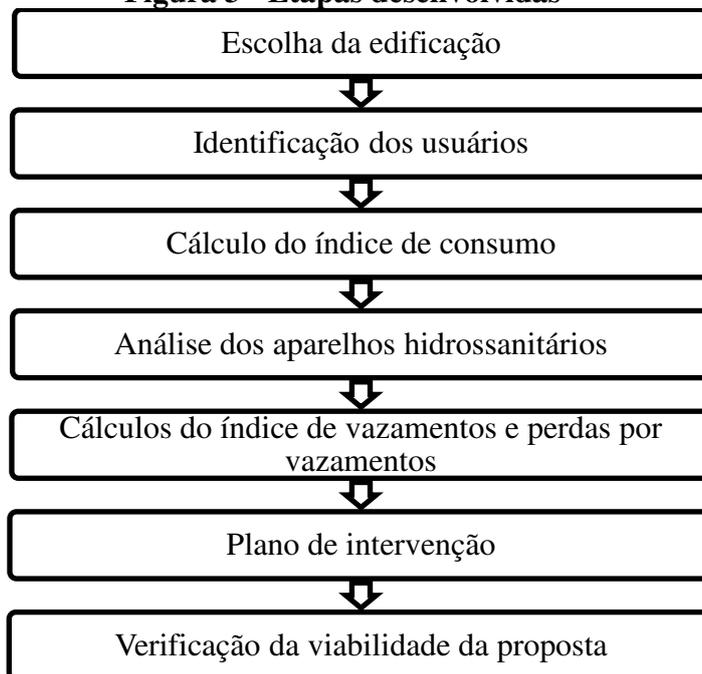


Fonte: Elaborado pela autora.

Atualmente a escola conta com 32 edificações distribuídas em uma área de 25.187,50m², da seguinte maneira: 14 salas de aulas, (apenas 12 estão em funcionamento), sala de professores, sala de direção, sala da secretaria, biblioteca, sala de vídeo, sala de informática, cozinha, dispensa, pátio, nove banheiros (oito em funcionamento), jardim, estacionamento, entre outras edificações.

4.2 Etapas desenvolvidas

A metodologia adotada para a realização do programa de uso racional da água na Escola Estadual Luiz Viana Filho foi composta pelas seguintes etapas: Escolha da edificação determinação da amostra; cálculo do índice de consumo; análise da edificação, por meio da realização de levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico; cálculos do índice de vazamentos e perdas por vazamentos; plano de intervenção, que deve ser elaborado com a finalidade de reduzir o desperdício de água e um estudo da viabilidade da proposta. Conforme pode ser visualizado na Figura 3 a seguir:

Figura 3 - Etapas desenvolvidas

Fonte: Elaborado pela autora.

Na sequência são apresentadas as atividades realizadas na pesquisa e na coleta dos dados.

4.2.1 Escolha da edificação

A escola selecionada para estudo é uma das mais antigas do município tornando-se necessário investigar as condições do sistema hidráulico predial para preservar a escola e também torná-la sustentável. Além disso, ela tem um papel fundamental em disseminar informações e práticas sustentáveis. Sendo assim, o uso racional da água diminui o consumo e consequentemente os gastos com a água além de ser uma forma de conscientização e sensibilização para toda comunidade.

4.2.2 Identificação dos usuários e cálculo do índice de consumo

A quantidade de usuários foi investigada junto a direção da Escola que forneceu o número de alunos matriculados, funcionários e professores. Assim, foi possível quantificar e analisar o perfil das pessoas que utilizam permanentemente o sistema, e caracterizar o modo com que elas utilizam a água fornecida à instituição. As informações adquiridas nessa etapa contribuíram para a compreensão do perfil de consumo de água.

Para a identificação do consumo de água da instituição foi solicitado por meio de ofício (ANEXO A) o histórico de consumo dos anos de 2016 e 2017 (ANEXO B) à EMBASA que é responsável pelo abastecimento de água na cidade. Dessa forma, determinou-se o índice de consumo, que é a relação entre a quantidade total de água consumida e o número de usuários.

4.2.3 Análise dos aparelhos hidrossanitários

Para o conhecimento das características físicas e funcionais das instalações prediais, além do sistema hidráulico predial da escola e das atividades desenvolvidas na mesma, foi realizado um levantamento geral por meio de visitas *in loco* a cada departamento do colégio onde todos os aparelhos foram analisados e registrados por meio de registros fotográficos. Foi verificada a existência de vazamentos através do exame visual de sifões, registros, bebedouros, torneiras e lavatórios, vasos sanitários, entre outros. As visitas às edificações foram sempre acompanhadas pela diretora da escola que fornecia informações relevantes sobre as instalações.

4.2.4 Cálculo do índice de vazamentos (IV) e do índice de perdas por vazamentos (IP)

Na etapa anterior foi determinada a quantidade de aparelhos hidrossanitários que apresentaram vazamentos e, a partir daí pode-se estimar o índice de vazamentos (IV), definido pela Equação 1, apresentado em Gonçalves *et al.* (2005).

$$IV = \frac{\sum P_v}{\sum P_t} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

IV = índice de vazamentos (%);

P_v = número de pontos de consumo do sistema com vazamentos; e

P_t = número total de pontos de consumo do sistema.

Em seguida, calculou-se o Índice de Perdas (IP) que é a relação entre o volume de perdas visíveis e invisíveis e o consumo médio diário. Depois o volume perdido mensalmente nas instalações sanitárias devido a vazamentos existentes, a partir da Equação 2:

$$V_p = \frac{V_c \times IV}{100} \quad (3)$$

Em que:

V_p = volume perdido por vazamentos em um determinado período ($m^3/mês$);

V_c = volume total consumido nas instalações sanitárias no mesmo período ($m^3/mês$); e

IV = índice de vazamentos (%).

Os vazamentos dos aparelhos sanitários foram verificados de acordo com SAUTCHUK et al. (2005), por meio do teste da caneta hidrográfica lavável em bacias sanitárias. Que consiste em limpar o vaso com um papel toalha, em seguida riscar o vaso e observar se a caneta escorre ou não, se escorrer, ocorre um filete visível de vazamento (Figura 4). Os vazamentos foram estimados de acordo com Gonçalves (2006), como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Volumes estimados perdidos em vazamentos

Equipamento	Tipo de vazamento	Perda estimada
Torneiras	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete de 2 mm	>114 litros/dia
	Filete de 4 mm	>333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	114 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacias sanitárias com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamentos no tubo de alimentação	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros/dia
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da parede	0,86 litros/dia

Fonte: GONÇALVES et al (2005).

Figura 4 - Procedimento realizado para observação de vazamentos em sanitários

Fonte: Fotos da autora.

Para investigar a quantidade de água produzida e perdida por ar condicionado, foi conectada uma mangueira na tubulação de drenagem do aparelho, coletando-se água até um recipiente disposto no solo. Após uma hora de funcionamento do aparelho avaliado, foi quantificado o total de água produzida, que foi medido com o auxílio de uma proveta. Foram avaliados os oito condicionadores de ar, de cinco marcas e potências distintas, tomando-se uma amostra para cada potência. Todo procedimento foi realizado segundo Silva et al, (2013) e apresentado na Figura 5.

Figura 5 – (A) Recipiente plástico e (B) proveta

Fonte: Silva et al, (2013).

4.2.5 Plano de Intervenção

Por meio das informações obtidas na pesquisa, foram identificados os pontos críticos, isto é, que contribuem para o aumento do consumo de água. Em seguida foi proposto um plano de intervenção que define medidas de uso racional possíveis de serem implantadas dentro da escola, que são fundamentais para a redução do desperdício e a conservação da água.

O plano de intervenção, aqui proposto, incluiu medidas não estruturais visando a educação ambiental com a realização de palestras, preparação de cartazes e panfletos, bem como medidas estruturais (instalação de tecnologias para economizar água, medidas para o reaproveitamento de água e manutenção dos dispositivos hidráulicos).

4.2.6 Verificação da viabilidade do plano de intervenção

O plano de intervenção estrutural visou a troca de aparelhos existentes no local que apresentam maior desperdício de água, principalmente torneiras e descargas antigas por outros que são mais econômicos e reduzem o consumo de água, além dos custos com energia e água.

A partir da estimativa do volume de água perdido por meio dos vazamentos e da tarifa de água da companhia de abastecimento, tem-se o valor que seria reduzido do total pago com os serviços de abastecimento de água, após realizadas as intervenções. Considerando a soma do custo da mão de obra para a manutenção, das peças cujas trocas serão necessárias e dos equipamentos, que serão substituídos quando o conserto dos mesmos é inviável, chega-se no custo total de investimentos.

Para isso, foi necessário um levantamento do valor unitário dos equipamentos e peças a serem substituídos, que foram obtidos por meio do comércio local. Além disso, por meio de pesquisas na localidade foi calculado o preço da mão de obra para a troca dos aparelhos. Dessa forma, foi possível calcular o tempo de retorno e analisar se tais ações são realmente viáveis técnica e economicamente para que a instituição possa se sentir motivada a adotar os aparelhos poupadores. O retorno financeiro foi obtido pelo quociente entre o valor do investimento e o valor economizado após a troca dos dispositivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sistema Hidráulico

O Sistema de abastecimento de água da escola é público, composto de um sistema de medição, hidrômetro, onde uma vez ao mês é realizada a leitura do consumo de água. A distribuição é feita por gravidade. O reservatório de água é uma caixa de alvenaria localizada no pátio, com capacidade de 5000 litros, e apresenta rachaduras e um ponto de gotejamento, (Figura 6). A água recebida da EMBASA vai diretamente para essa caixa d'água e é distribuída para as demais edificações.

Figura 6 - Reservatório da Instituição



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 Identificação dos usuários e cálculo do índice de consumo

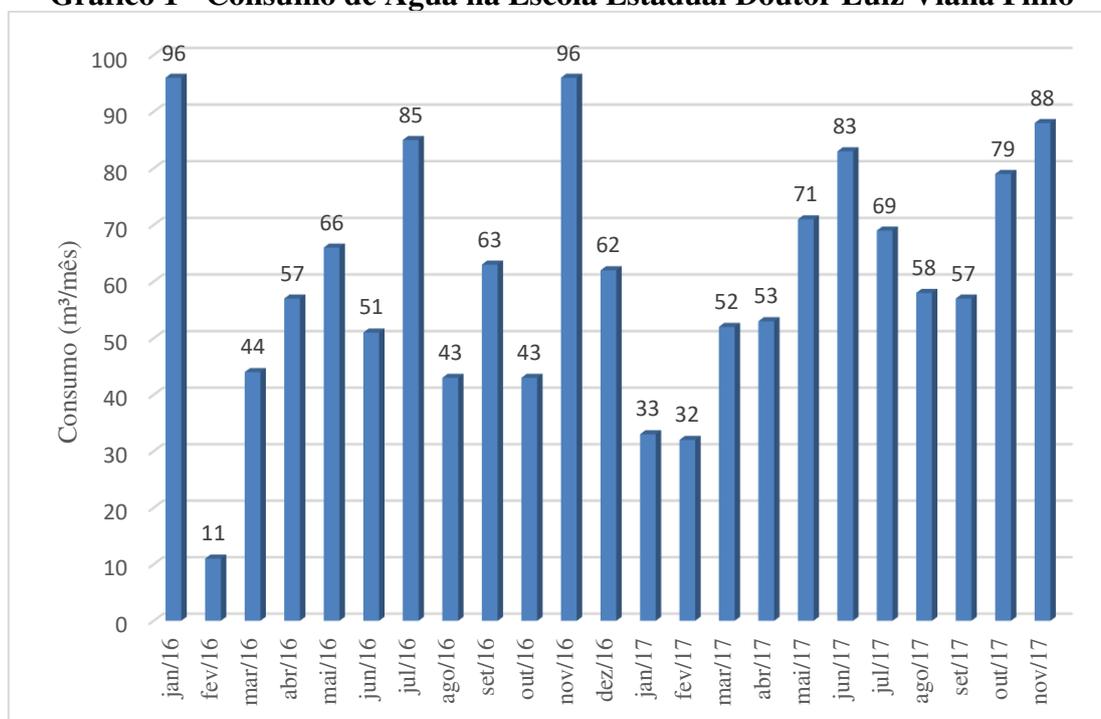
O colégio Estadual Doutor Luiz Viana Filho é formado por 1.074 pessoas, entre alunos, professores e funcionários de apoio, (Tabela 5). Os alunos que compõem a população da escola são: concluintes do ensino médio regular (676) e concluintes do ensino médio na modalidade Educação de jovens e adultos (340), no período noturno. Os funcionários são no total 20 pessoas e os professores somam-se 38.

Tabela 5 - Usuários da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho

Usuários	Quantidade
Alunos	
Ensino médio regular	676
EJA	340
Professores	38
Funcionários de Apoio	20
Total	1.074

Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 1 dispõe a série histórica de consumo de água no Colégio, no período de janeiro de 2016 a novembro de 2017. Os dados foram obtidos junto a EMBASA, empresa responsável pelo abastecimento de água no estado da Bahia.

Gráfico 1 - Consumo de Água na Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho

Fonte: Adaptado de EMBASA (2017).

É importante ressaltar a ocorrência de uma greve na instituição ao final do ano de 2015, e por essa razão, no mês de janeiro de 2016 estavam havendo aulas e por isso, foi observado consumo mais elevado. Assim, fica evidente que a presença dos alunos na escola afeta fortemente no total de água consumida e até mesmo desperdiçada.

O consumo foi calculado a partir dos dados obtidos no gráfico por meio de uma média aritmética simples e equivale a 60,52 m³/mês ou 3,026 m³/dia. Também foi monitorada a variação diária do volume usado no edifício através de leituras do hidrômetro por um período de cinco dias, onde se constatou uma variação de 3,0 a 4,0 m³/dia, em que os valores menores

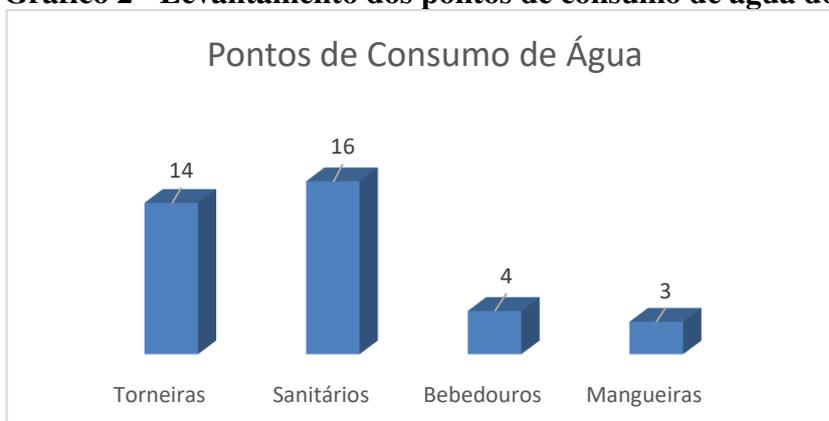
ocorrem durante a sexta feira. Determinou-se, desta forma, um volume médio consumido diariamente de 3,5 m³.

5.3 Análise dos aparelhos hidrossanitários

Nas visitas *in loco* foi possível constatar que os aparelhos hidrossanitários eram antigos, contribuindo com o alto consumo de água. Verificou-se a existência de vários pontos internos e externos de consumo de água em toda a escola. Os pontos de consumo internos estão situados no interior dos prédios, como: vasos sanitários, pias/torneiras e bebedouros. Já os externos são referentes aos distribuídos fora das edificações e que são utilizados para irrigação dos jardins.

Existem 38 pontos de consumo de água, divididos em diversas atividades, como higienização, consumo, irrigação, entre outros, sendo 14 torneiras, 16 vasos sanitários (8 interditados), 4 bebedouros contendo 13 torneiras e 3 mangueiras “santeno”, como pode ser visto no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Levantamento dos pontos de consumo de água do colégio



Fonte: Elaborado pela autora.

De modo geral, os aparelhos sanitários apresentaram um bom estado de conservação. No entanto, alguns estão rachados e com vazamentos. Todos os aparelhos e pontos de consumo de água foram avaliados e estão dispostos a seguir.

5.3.1 Pias (torneiras)

Constatou-se a existência de pias/torneiras nos banheiros da direção, da secretaria, nos banheiros femininos e masculinos dos alunos, na copa/cozinha e no pátio. As Figuras 7 e 8 representam estes aparelhos. Apesar de serem antigos, a maioria está bem conservada e com

condições de operação adequada. Em uma das torneiras foi identificada uma rachadura na parte superior, aumentando o consumo quando aberta, além de apresentar um gotejamento lento mesmo fechada. E, outras 4 apresentaram gotejamento lento mesmo estando totalmente fechadas.

Figura 7 - Pias/torneiras internas



Fonte: Fotos do autor.

Figura 8 – Pias/torneiras externas



Fonte: Fotos do autor.

5.3.2 Vasos Sanitários

As bacias sanitárias exibiam um estado de conservação satisfatório, como ilustrado na Figura 9. Todas apresentaram louças comuns e não havia nenhuma com caixa acoplada, todas eram válvulas de descargas de parede, que consomem em média 10 a 14 litros por acionamento. O principal problema verificado nestes elementos foi a ocorrência de filetes de vazamentos em quatro vasos sanitários.

Figura 9 - Vasos sanitários

Fonte: Fotos do autor.

5.3.3 Bebedouros/torneiras

Foram identificados 4 bebedouros. (Figura 10), sendo 3 mais antigos que possuem 3 torneiras em cada, e um novo, que possui 4 torneiras. Os de modelo mais antigo apresentaram gotejamento lento em três torneiras, e uma de filete visível mesmo estando bem fechadas, o que traz indícios de desperdícios de água potável.

Figura 10 - Bebedouros

Fonte: Fotos do autor.

5.3.4 Mangueiras

As mangueiras (Figura 11) são utilizadas para irrigação do jardim principal da escola. Elas são usadas 2 a 3 vezes por semana e permanece em funcionamento por 1 hora, apresentando assim um grande consumo de água, não houve vazamento em nenhuma das mangueiras.

Figura 11 - Mangueiras para a irrigação do jardim

Fonte: Fotos do autor.

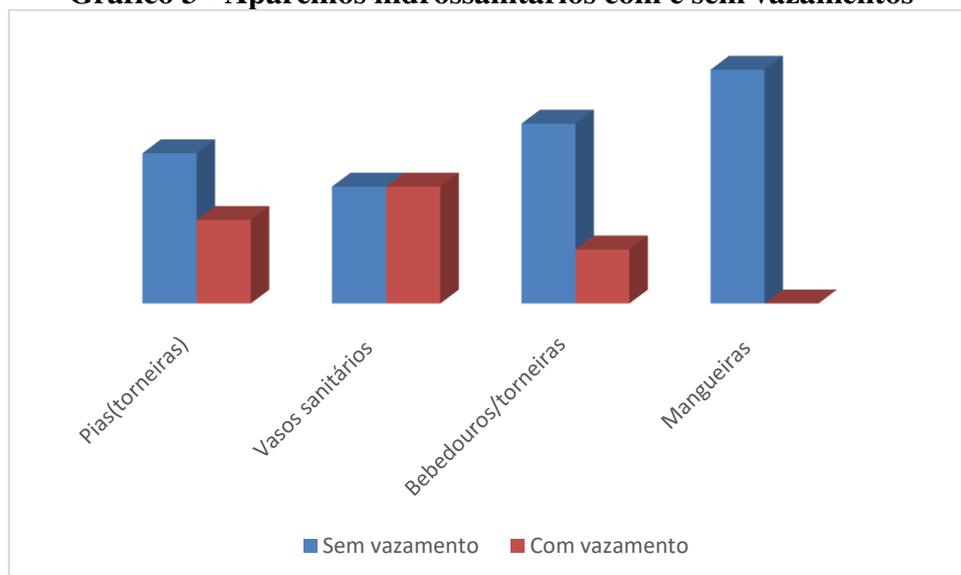
5.3.5 Análise geral

A partir da análise dos dados obtidos, tem-se a Tabela 6, que quantifica os tipos de equipamentos encontrados no colégio, assim como seu estado de conservação e operação. Percebe-se que 12 aparelhos, 31,58% do total, apresentaram vazamentos e precisam de restaurações imediatas para que gastos desnecessários sejam eliminados. Esta situação pode ser verificada nos Gráficos 3 e 4. O percentual de aparelhos defeituosos foi maior do que o apresentado nos estudos feitos por Campos e Pacheco (2013) no edifício das faculdades de Farmácia e Odontologia da cidade de Goiânia que apresentou uma porcentagem de 8,77% de vazamentos. Também foi maior que nos estudos feitos por Nunes (2000) na Universidade Estadual de Campinas, que foi de 18,6% do total dos aparelhos, e maior que o percentual de vazamentos da UFCG, que foi de 11,19% segundo estudos feitos por Gomes (2013).

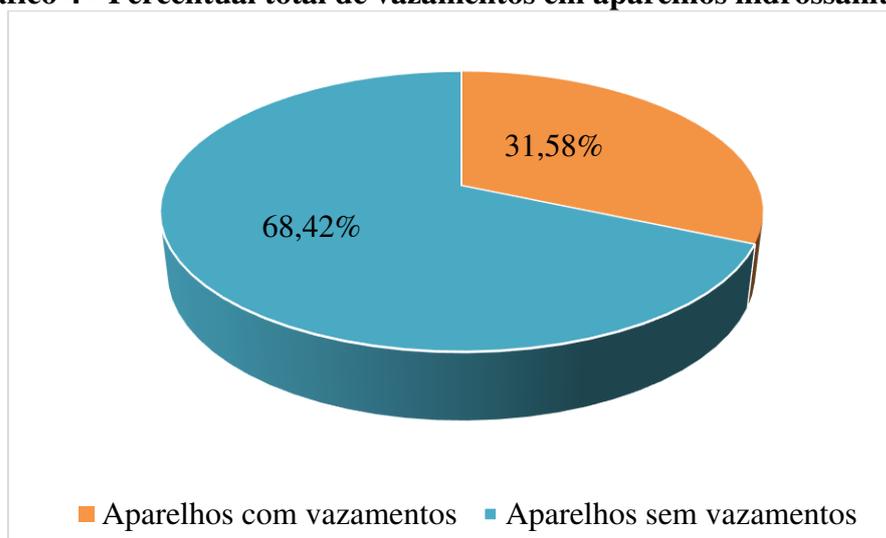
Tabela 6 - Pontos de consumo

Aparelhos	Total	Sem vazamentos	Com Vazamentos
Pias(torneiras)	14	9	5
Vasos sanitários	8	4	4
Bebedouro(torneiras)	13	10	3
Mangueiras	3	3	0
TOTAL	38	26	12

Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 3 - Aparelhos hidrossanitários com e sem vazamentos

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 4 - Percentual total de vazamentos em aparelhos hidrossanitários

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 7 é possível observar que as maiores quantidades de perdas ocorrem nos vasos sanitários. O volume de água perdido foi estimado depois de observar os vazamentos em cada tipo de aparelho e definido se estes ocorrem na forma de gotejamento lento, filete visível ou no registro. Assim, de acordo com Gonçalves et al, (2005), para vasos sanitários com vazamentos de filetes visíveis estima-se que o desperdício de água é 114L/dia. Sendo assim, após o levantamento da quantidade de 4 vasos sanitários com vazamentos visíveis na escola, pode-se estimar em média que os mesmos desperdiçam é de 556 L/dia. No caso das torneiras dos bebedouros e das pias, estima-se 8 L/dia para gotejamentos lentos e 114 para filetes visíveis. A Tabela 7, informa a perda de água diária por cada tipo de aparelho. Ao todo são desperdiçados 726 L/dia de água e no mês equivale a 21.780 L ou 21,78 m³.

Tabela 7 - Estimativa do volume de vazamentos

Aparelho Hidrossanitário	Gotejamento lento	Filete visível	TOTAL(L/dia)
Pias(Torneiras)	5	0	40
Vasos sanitários	0	4	556
Bebedouro(torneiras)	2	1	130
			Total 726

Fonte: Elaborado pela autora.

Muitos fatores favorecem às perdas nas instalações, tais como: a simples falta de controle do consumo de água nas edificações, a qualidade dos aparelhos e a falta de manutenção. A melhor forma de reduzir os vazamentos consiste na realização da manutenção preventiva dos aparelhos.

Nessa etapa também foi feita uma estimativa das perdas de água dos aparelhos de ar condicionados, que são classificados como aparelhos especiais. Ao todo, existem oito aparelhos de ar condicionado em funcionamento na escola, com potências e marcas diferentes, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Aparelhos de ar condicionado da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho.

Marca	BTU's	Quantidade	Localização
Electrolux	24000	2	Sala de Aula
LG	18000	2	Secretaria/Sala de Informática
Samsung	24000	1	Sala de Vídeo
Philco	9000	2	Sala de Aula/Direção
Cônsul	9000	1	Sala dos professores
TOTAL		8	

Fonte: Elaborada pela autora.

Foram avaliados apenas os aparelhos das salas de aula, visto que são os únicos que ficam ligados o dia inteiro, os outros são ligados esporadicamente. A amostra visa estimar a quantidade de água gerada que é perdida todos os dias com os usos desses equipamentos. Os dispositivos analisados geraram um total de 2,8 litros de água por hora, conforme apresentado na Tabela 9. Foi possível observar que o aparelho que mais gerou água foi o de maior potência (24000 BTU's) da marca Electrolux.

Tabela 9 - Quantificação de água gerada dos aparelhos analisados.

Marca	BTU's			
	Qtd	24000	9000	TOTAL(L/h)
Electrolux	2	1,2		2,4
Philco	1		0,40	0,4
				2,8

Fonte: Elaborado pela autora.

Para fazer uma estimativa do total de água gerado nas salas de aula da Escola por mês, considerando a quantidade de cada marca e para cada potência, tem-se que em 12 horas por dia, sendo quatro horas pela manhã, quatro à tarde e quatro à noite, a capacidade de produção dos aparelhos é de aproximadamente 33,6 litros de água. Se esse mesmo valor for estimado para um mês, contando apenas os dias úteis, será de 672 litros ou 0,672 m³/mês, totalizando uma perda de 759,6 L/dia no prédio escolar, proveniente dos vazamentos e dos ares condicionados.

5.4 Cálculos dos índices de vazamentos e perdas por vazamentos

5.4.1 Índice de Consumo

Primeiro foi calculado o índice de consumo (IC), que é a relação entre o volume de água consumida e o indicador de consumo. Foi considerada a população fixa dos alunos, professores e funcionários igual a 1074, como indicador. Como o período de observação das medidas do hidrômetro foi curto, apenas seis dias, considerou-se o consumo médio obtido a partir dos valores das contas de água disponibilizadas pela EMBASA de 60,52m³. Uma vez que a escola não funciona nos finais de semana, foi definido que um mês apresenta 20 dias úteis, como apresentado a seguir:

$$IC = \frac{60,52 \text{ m}^3}{1.074 \text{ pessoas} \times 20 \text{ dias}} = 2,81 \text{ litros/pessoa.dia}$$

Logo, o consumo de água por pessoa foi de aproximadamente 2,81 L/pessoa na escola em estudo.

5.4.2 Índice de Vazamentos

O índice de vazamentos foi calculado a partir da quantificação dos pontos de consumo da escola e dos pontos que apresentaram vazamentos. Com base nos dados da Tabela 5, foi possível calcular o índice de vazamentos (IV) no consumo de água das instalações sanitárias

da Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho no ano de 2017. Para este cálculo foram consideradas as torneiras das pias e bebedouros; e vasos sanitários, visto que são utilizados pelos usuários.

$$IV = \frac{12 \text{ aparelhos com vazamentos}}{35 \text{ total de aparelhos}} \times 100 = 34,28\%$$

Assim, estima-se que são desperdiçados por meio de vazamentos, 34,28% da água nos diversos usos sanitários em toda a escola. É um valor realmente expressivo, pois a escola é considerada um local de um expressivo consumo de água.

5.4.3 Índice de Perda

Para cálculo do índice de perda (IP) foi utilizado apenas o volume de perdas visíveis, pois durante o levantamento dos dados não foi feita a perda por vazamentos invisíveis que possivelmente ocorrem, tendo em vista que as tubulações e encanamentos são antigos. Portanto, calculou-se a relação de perdas visíveis pelo consumo médio diário, conforme apresentado a seguir:

$$IP = \frac{0,7596 \text{ m}^3}{3,5 \text{ m}^3} \times 100 = 21,70\%$$

5.4.4 Volume Perdido

O volume perdido por vazamentos em instalações hidrossanitárias também foi calculado a partir do volume total consumido nas instalações sanitárias e o índice de vazamento já calculado.

$$VP = \frac{\frac{60,52 \text{ m}^3}{\text{mês}} \times 34,28}{100} = 20,78 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Após a análise pode-se constatar que por mês são desperdiçados, em média, 20,78 m³ de água devido aos vazamentos apenas nas instalações hidrossanitárias.

Comparando esses valores com os apresentados nos estudos de Campos e Pacheco (2013) e Gomes (2013) verificou-se que os índices de vazamentos e perdas foram menores. Deve-se considerar que as instituições não são de mesmo porte, mas as tipologias existentes se assemelham o caso da Escola Estadual. Dessa forma, os índices obtidos são preocupantes, já que uma escola de pequeno porte apresenta altos índices de desperdícios, que poderiam ser evitados com medidas simples de manutenção.

5.5 Plano de Intervenção

5.5.1 Reparos nas Instalações Prediais

A Partir do diagnóstico dos dispositivos hidrossanitários, foram identificados os principais fatores que causam o aumento do consumo de água e, portanto, foram definidas medidas para mitigar esse acréscimo. Sugere-se que um plano de intervenção comece por onde é mais grave, ou seja, os vazamentos detectados. Primeiramente, deve ser feita a manutenção e correção no sistema hidráulico externo, evitando perdas de água.

5.5.2 Medidas estruturais

Logo após realizar os reparos indica-se substituir os equipamentos convencionais por economizadores. Antes de escolher novos aparelhos é essencial analisar as atividades desenvolvidas, a forma de instalação, a possibilidade de manutenção e o conforto do usuário. Com base nisso, sugere-se para a escola em estudo, a utilização dos seguintes equipamentos economizadores: bacias sanitárias com volume de descarga reduzido, torneiras com arejadores e restritores de vazão, sistema de irrigação por microaspersão, entre outros.

5.5.2.1 Vasos sanitários/descarga

Os sistemas de descargas existentes na escola gastam em média de 10 a 14 litros de água por acionamento. Uma opção para a substituição seria recorrer às válvulas de descarga com duplo acionamento, um para resíduos líquidos (vazão de 3 litros) e outro para sólidos (com 6 litros).

5.5.2.2 Torneiras

As torneiras são dispositivos que controlam a vazão, podendo causar vazamentos quando utilizadas de maneira incorreta. Existem diversas tecnologias que reduzem o desperdício, como torneiras com arejadores, de fechamento automático, com sensores de presença, válvulas de pé, entre outras (GOMES, 2016). Foi apontado como solução no caso

da escola o uso de arejadores, que são dispositivos que reduzem a vazão das torneiras bem como regula a dispersão do jato de água, reduzindo o consumo. Eles são instalados na extremidade da torneira.

Outra alternativa interessante é a troca das torneiras pelas de fechamento automático. Elas são bem recomendadas para prédios públicos, pois apresentam grande durabilidade e controle de vazão.

E por fim, uma das alternativas mais econômicas é o uso de restritores, que são dispositivos que podem controlar a saída de água das torneiras e diminuem a vazão em até 85%.

5.5.2.3 Irrigação

A irrigação do jardim da escola é feita por mangueiras “santeno”, o que pode trazer desperdícios se não houver o controle da quantidade de água utilizada. A irrigação por aspersão pode ser uma alternativa viável, pois segundo a AGEITEC é um método que promove maior controle da lâmina de água aplicada. Possui eficiência de aproximadamente 70%, podendo até chegar em alguns sistemas a 90% ou no caso do semiárido, onde as condições de clima são críticas, em até 50%.

Apesar de a irrigação por aspersão apresentar uma distribuição de água mais uniforme, apresenta alto custo inicial para implantação, por isso uma opção viável e sustentável apontada pelo blog Ana Guedes (2011) é o uso de aspersores de garrafa PET, ou ainda acoplar uma garrafa PET com furos na extremidade da mangueira, prendendo bem para não ocorrer vazamentos e/ou desperdícios.

5.5.2.4 Reaproveitamento da água descartada

Uma ação estrutural econômica e prática seria o reaproveitamento da água dos condicionadores de ar na Escola Estadual Doutor Luiz Viana Filho como foi efetuada com sucesso na UFCG *campus* Pombal, em estudos feitos por Araújo (2015). Para isso, podem-se instalar recipientes plásticos nos aparelhos. A água armazenada pode ser utilizada para limpeza das instalações prediais, conforme pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Aproveitamento da água gerada nos condicionadores de ar da subprefeitura da UFCG *campus* Pombal.



Fonte: Araújo (2015).

5.5.3 Medidas não Estruturais

5.5.3.1 Palestras Educativas

Foram realizadas campanhas de sensibilização e educativas, com objetivo de sensibilizar os usuários com relação à conservação e reuso de água e dessa maneira potencializar outras ações que venham a ser adotadas, por meio da realização de palestras junto aos membros da administração e aos integrantes da Escola (Figura 13), sobre o uso racional da água. Conscientizar os usuários a respeito da utilização racional da água é uma das melhores maneiras para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado (SAUTCHUK et al, 2005).

Figura 13 -Palestra sobre “Hábitos inteligentes de uso racional da água no cotidiano”



Fonte: Fotos da autora.

Outra medida não estrutural foi a confecção de adesivos educativos para serem afixados nos pontos de consumo de água, sendo eles: bebedouros, torneiras e vasos sanitários. (Quadro 2). As informações foram adaptadas de uma campanha desenvolvida pela prefeitura municipal de Itajubá-MG.

Quadro 2 - Adesivos afixados nos principais pontos de consumo da escola

Pontos de Consumo	Adesivos	Ambientes com os Cartazes
<p>Bacias Sanitárias/Descarga</p>	<p>DESCARGA</p>  <p>Não jogue lixo no vaso sanitário. Isso aumenta o gasto de água;</p> <p>Acione a descarga somente quando necessário;</p> <p>Uma descarga gasta em média, de 10 a 14 litros de água.</p> <p>Água é responsabilidade de todos nós. Veja como você pode ajudar!</p> <p>#economizeágua</p> 	
<p>Torneiras</p>	<p>TORNEIRA</p>  <p>Milhões de litros de água tratada pingam das torneiras todos os dias e não são utilizadas no consumo;</p> <p>Uma torneira aberta gasta de 12 a 20 litros/min e pingando até 46 litros/dia.</p> <p>Água é responsabilidade de todos nós. Veja como você pode ajudar!</p> <p>#economizeágua</p> 	
<p>Bebedouros</p>	<p>TORNEIRA</p>  <p>Milhões de litros de água tratada pingam das torneiras todos os dias e não são utilizadas no consumo;</p> <p>Uma torneira aberta gasta de 12 a 20 litros/min e pingando até 46 litros/dia.</p> <p>Água é responsabilidade de todos nós. Veja como você pode ajudar!</p> <p>#economizeágua</p> 	
<p>Pia da Cozinha/Copa</p>	<p>COZINHA</p>  <p>Limpe bem os restos de comida dos pratos e das panelas antes de lavá-los;</p> <p>Para lavar, enche a pia com água e detergente até a metade e coloque a louça. Deixe de molho por alguns minutos e ensaboe. Repita o processo e enxágue.</p> <p>Água é responsabilidade de todos nós. Veja como você pode ajudar!</p> <p>#economizeágua</p> 	
<p>Jardim</p>	<p>JARDIM</p>  <p>Limpe a calçada com uma vassoura;</p> <p>Usar a mangueira como "vassoura" durante 15 minutos pode desperdiçar até 280 litros de água;</p> <p>Regue as plantas pela manhã ou à noite.</p> <p>Água é responsabilidade de todos nós. Veja como você pode ajudar!</p> <p>#economizeágua</p> 	

Fonte: Elaborado pela Autora.

5.6 Viabilidade da Proposta

Sabe-se que a proposta de intervenção só será colocada em prática se a administração da escola observar a real redução dos gastos na conta de água. Portanto, para incentivo da implantação da proposta e comprovar seu custo benefício, foi feita uma análise simplificada dos investimentos necessários para as modificações sugeridas. Como definido anteriormente, a ação emergencial deve ser a correção dos vazamentos e isso implica a troca dos dispositivos que apresentaram essa problemática, pois além dos aparelhos já apresentarem vazamentos, eles têm um alto consumo de água.

Assim foram estabelecidas como prioridade as trocas indicadas na Tabela 10. Após algumas pesquisas realizadas no mercado local, foram escolhidos aparelhos da loja “KONKISTI Material de Construção” da Cidade de Irecê-BA, por se tratar do estabelecimento com melhores preços, representando um custo com material no valor de R\$ 1728,55. Além de quantificar os custos com os dispositivos hidráulicos que deveriam ser substituídos, estimou-se que a mão de obra para o serviço de reposição seria de R\$ 400,00. Este valor foi obtido a partir do custo da mão de obra local, totalizando um investimento de R\$ 2128,55.

Tabela 10 - Investimento para troca de aparelhos sanitários com vazamento

Aparelhos	Quantidade	Novos aparelhos	Preço	TOTAL
Bacias	4	Bacias sanitárias com duplo acionamento 3/6 Litros (Celite)	R\$ 260,00	R\$1040,00
Torneiras das Pias	5	Torneira automática com arejador (Kelly)	R\$115,00	R\$ 575,00
Torneiras dos bebedouros	3	Torneira simples de bebedouro	R\$37,85	R\$113,55
				R\$ 1728,55

Fonte: Elaborado pela autora.

A troca dos aparelhos representará uma redução de 726L/dia, que foi o valor estimado para as perdas por vazamentos na instituição. Considerando que em novembro de 2017 a tarifa relativa ao valor médio do metro cúbico foi de R\$ 13,70, a economia mensal seria de R\$ 298,39. Desta forma, calculou-se que o tempo de retorno do investimento feito seria aproximadamente de sete meses.

Assim sendo, foi verificado que o investimento necessário é relativamente baixo e o período de retorno se dá em menos de um ano, traduzindo-se em benefício do ponto de vista

econômico pela redução dos custos com a água, bem como a menor demanda de água e preservação desse recurso. É importante destacar que na realidade, a redução no consumo e nas contas da EMBASA seriam maiores, já que neste estudo não foi considerada a economia de água gerada pela substituição de todos os dispositivos antigos e que demandam grandes volumes de água por outros que são mais econômicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, quanto a avaliação das condições dos aparelhos hidrossanitários foi constatado que no geral estavam em bom estado, porém dos 38 pontos de consumo 12 deles apresentaram vazamentos, sendo 5 torneiras das pias, 4 vasos sanitários e 3 torneiras dos bebedouros, representando 31,58% do total de aparelhos.

Os desperdícios chegaram a um total de 726 litros de água por dia, advindo dos vazamentos.

Quanto ao consumo do histórico de água foi notório que o consumo diário era em média 3,5 m³, sendo um consumo alto para uma instituição de pequeno porte.

Dessa forma a substituição dos dispositivos foi uma das principais medidas estruturais para solucionar os problemas de vazamentos. Além disso, as medidas não estruturais relativas à conscientização e sensibilização da comunidade escolar por meio de palestras e adesivos surgiram como aliadas, visto que poderá evitar o desperdício por parte dos usuários ao utilizar esse recurso de maneira racional no seu cotidiano.

As investigações dos custos de implantação foram de R\$ 1728,55 com um período de retorno de 7 meses, que pode ser considerado de curto prazo, quando comparado aos benefícios que as implementações das ações irão trazer.

Para pesquisas posteriores recomenda-se a institucionalização desse estudo, para que ele possa ser estendido a outras escolas e outras instituições públicas da cidade e também da região. Também é de suma importância uma pesquisa na escola após a realização desse estudo para avaliar o comportamento da comunidade escolar: alunos, funcionários e professores após as ações implantadas, tais como: panfletos nos pontos de consumo de água, palestras e outros; e assim, poder avaliar os efeitos causados pelo estudo nesta comunidade.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 BRASILEIRA – Resultado da Consulta Nacional / por Maria do Carmo de Lima Bezerra, Marcia Maria Facchina e Otto Toledo Ribas, Brasília MMA/PNUD 2002. p156.

AGUIAR, Cláudio de Andrade. **Aplicação de programa de conservação de água em edifícios residenciais**. Dissertação (Pós-Graduação em Construção Civil). Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda urbana de água na escala de bairro**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo: Pro, 1 2005.

ARAÚJO, Sayonara Costa de. **Proposição e Aplicação de Medidas de Uso Racional da Água no Câmpus de Pombal - PB da Universidade Federal de Campina Grande**. Projeto De Extensão Universitária, PROPEX, 2015.

BARROS, João Carlos de. et al. **Avaliação do Desperdício e da Intensidade de Utilização de Água em Edifícios Escolares Públicos**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12 p, São Paulo, 2004.

Blog Mais Educação Escola Ana Guedes. **Sistema de Irrigação com garrafa PET**. 01 de abr. 2011. Disponível em:<[HTTP://maiseduanaguedes.blogspot.com.br/2011_04_01_archive.html](http://maiseduanaguedes.blogspot.com.br/2011_04_01_archive.html)>. Acesso em: Dez. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 jan. 1997.

BRASIL. Lei Nº 9795 de 27 de abril de 1999 - Lei de Educação Ambiental - Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 abr. 1999.

BRITO, Célia Soares de. **Uso eficiente da água em escola pública de cajazeiras-pb**. 2017. 57 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2017.

Campos, Natália Cristina Leão; Pacheco, Gabriela Cristina Ribeiro. **Proposta de implantação de um programa de uso racional de água no edifício das faculdades de farmácia e odontologia**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 2017.

CARVALHO, Mirelly Gabrielly Mendes de.; SILVA JUNIOR, Milton Gonçalves da. **Análise da transversalidade da educação ambiental na fase II do ensino fundamental da rede pública municipal e estadual de Goiânia-GO**. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, v. 5, n.5, p. 1-13, 2014.

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. – EMBASA. Notícias: Abastecimento de água na Bahia ocorre com regularidade. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br/content/abastecimento-de-%C3%A1gua-na-bahia-ocorre-com-regularidade>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

FRIEDLER Eran. **Water reuse: an integral part of water resources management: Israel as a case study**. Water policy, Israel, v. 3, p. 29-39, 2001.

FRITZSONS, Elenice; MANTOVANI, Luiz Eduardo. **A educação ambiental e a conservação da natureza**. Revista Educação em ação, n. 10, p. 1-7, 2004.

GOMES, Gênefy Priscilla Ferreira. **Estimativa da economia de água através do uso de aparelhos poupadores em instituição escolar de Itapetim-PE**. Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.

GOMES, Marcelus, Isaac. Lemos. **Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás. Estudo de Caso: Edifício da Reitoria**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

GOMES, Viviane Lucena. **Uso eficiente de Água em Campus Universitário: O caso da Universidade Federal de Campina Grande**. Dissertação (mestrado em engenharia Civil e Ambiental) – CAMPINA GRANDE –PB, 2013.

GONÇALVES, Orestes Marraccni. et al. **Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 63, jul/set. 2005.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=291460>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

MAGALHÃES, Filipa Pinheiro. **Uso eficiente da água: oportunidades de uso eficiente da água na cidade do Porto**. Dissertação (mestrado em Engenharia do Ambiente) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto- Porto, 2003.

MARINHO, Elizabeth Cândida de Araújo. **Uso Racional da Água em Edificações Públicas**. 2007. 72 f. Monografia - Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Universidade Federal de Minas gerais, Belo Horizonte, 2007.

NUNES, Solange da Silva. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Campinas, 2000.

OLIVEIRA, Lúcia Helena. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. 344p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PENA, Rodolfo F. Alves. "**Conflitos pela água no mundo**"; *Brasil Escola*, 2017. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/conflitos-pela-agua-no-mundo.htm>>. Acesso em 10 de dezembro de 2017.

Rebouças, Aldo. "**Águas subterrâneas**", cap. 4. p. 119-151, in Rebouças, A. C., Braga, B. & Tundisi, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*, 703 p. 2ª edição revisada e ampliada, São Paulo, 1999.

REIS, Ivone Bastos. **Eficiência hídrica ao nível da redução de perdas**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro. Aveiro, 2009.

RODRÍGUEZ, José Manuel Mateo. **Educação ambiental em foco**. SEOLIN DIAS, L. (Org.). 1 ed. Tupã: Associação Amigos da Natureza (ANAP), 2014. 182 p.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Saneamento Básico. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água**. São Paulo, 2009. Disponível em: <site.sabesp.com.br/upload/file/.../Manual%20do%20controlador.pdf> Acesso em: 26 ago. 2017.

SAUTCHÚK, Carla Araújo. et al. **Conservação e reuso da água em edificações**. Realização: Agência Nacional de Águas (ANA); SAS/ANA - Superintendência de Conservação de Água e solo; FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA - Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP - Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP. São Paulo, 2005.

SAUTCHÚK, Carla Araújo. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edifícios**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil). Departamento de Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SILVA, Gisele Sanches da. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitário. Estudo de caso: Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo**. 2004. 328p. 2v. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SILVA, Katia Barbosa. et al. **Desperdício de água nas instalações prediais do Campus Universitário da UFCG em Pombal-PB: Medidas para conservação, aproveitamento e reuso**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.8, p. 221-228, 2013.

ANEXO A – Ofício endereçado à EMBASA



COLÉGIO ESTADUAL LUIZ VIANA FILHO

SECRETARIA DA
EDUCAÇÃOBAHIA
GOVERNO DO ESTADO

Irecê, 30 de Outubro 2017.

Ofício nº 61/2017

ATT: Diretor da EMBASA

Prezado Senhor,

Venho através solicitar o histórico de consumo de água desta Unidade de Ensino dos anos de 2016 e 2017 até a presente data para fins de estudos .

Atenciosamente,

Maria Costa
Maria Miranda da Costa
Diretora
Aut. NRE 01/064/2016
Port. 353/2016
D.O. 23/01/2016



ANEXO B – Consumo de Água da Escola Doutor Luiz Viana Filho

SECRETARIA DE
INFRAESTRUTURA
HÍDRICA E SANEAMENTO

Irecê, 31 de Outubro de 2017

Ofício 18/2017

Ao Colégio Estadual Luiz Viana Filho

Att.: Marli Miranda da Costa

Assunto: Atendimento do ofício 61/2017

Prezada,

Segue abaixo histórico de consumos do colégio, conforme solicitado.

Referencia	DV	Data da Leitura	Leitura	Consumo
nov/17	3	21/10/2017	2263	88
out/17	7	21/09/2017	2175	79
set/17	9	23/08/2017	2096	57
ago/17	2	24/07/2017	2039	58
jul/17	6	22/06/2017	1981	69
jun/17	0	23/05/2017	1912	83
mai/17	3	24/04/2017	1829	71
abr/17	7	22/03/2017	1758	53
mar/17	0	20/02/2017	1705	52
fev/17	4	22/01/2017	1653	32
jan/17	8	21/12/2016	1621	33
dez/16	1	23/11/2016	1588	62
nov/16	5	23/10/2016	1526	96
out/16	9	22/09/2016	1430	43
set/16	0	25/08/2016	1387	63
ago/16	4	26/07/2016	1324	43
jul/16	8	27/06/2016	1281	85
jun/16	1	24/05/2016	1196	51
mai/16	5	26/04/2016	1145	66
abr/16	9	24/03/2016	1079	57
mar/16	2	24/02/2016	1022	44
fev/16	6	25/01/2016	978	11
jan/16	0	24/12/2015	967	96

Estamos à disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Odirlei Pereira Rocha

Embasa – Unidade Regional de Irecê

4ª Avenida, nº 420 - Centro Administrativo da Bahia (CAB) - CEP 41.745-300 - Salvador, Bahia
 Tel.: 71 3372.4844 - Fax: 71 3372.4600
 dp@embasa.ba.gov.br - www.embasa.ba.gov.br