

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**E AMBIENTAL**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO**  
**AMBIENTAL**

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PLANO**  
**DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM INSTITUIÇÕES**  
**DE ENSINO SUPERIOR**

Dissertação de Mestrado

Renata Travassos de Araújo

Campina Grande – PB

Junho de 2018

Renata Travassos de Araújo

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PLANO DE USO RACIONAL DA ÁGUA  
EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréa Carla Lima Rodrigues

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dayse Luna Barbosa

Campina Grande – PB

Junho de 2018

A663d

Araújo, Renata Travassos de.

Diretrizes para elaboração de plano de uso racional da água em instituições de ensino superior / Renata Travassos de Araújo. – Campina Grande, 2018.

108 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

"Orientação: Profª. Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues, Profª. Dra. Dayse Luna Barbosa".

Referências.

1. Uso Racional da Água. 2. Plano de Ação. 3. Ferramentas Básicas da Qualidade. 4. Universidades. I. Rodrigues, Andréa Carla Lima. II. Barbosa, Dayse Luna. III. Título.

CDU 628.17(043)

Renata Travassos de Araújo

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PLANO DE USO RACIONAL DA ÁGUA  
EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

Aprovada em 29 de Junho de 2018

Andréa Carla Lima Rodrigues

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Andréa Carla Lima Rodrigues (Orientadora)

Universidade Federal de Campina Grande

Dayse Luna Barbosa

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Dayse Luna Barbosa (Coorientadora)

Universidade Federal de Campina Grande

Maria Adriana de Freitas M. Ribeiro.

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Adriana de Freitas Mágero Ribeiro (Examinador Externo)

Universidade Estadual da Paraíba

Ricardo de Araújo

Prof. Dr. Ricardo de Araújo (Examinador Externo)

Universidade Federal de Campina Grande

Campina Grande – PB

Junho de 2018

## DEDICATÓRIA

*À minha primeira família, presente de Deus, fonte de amor e inspiração...  
Meus pais, Ronaldo e Graciete; Minha irmã, Roberta; Minha linda sobrinha, Julia.*

*À família que Deus me permitiu escolher...  
Meu amado esposo, Ítalo Bruno.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Senhor Deus, Te agradeço pelo milagre da vida e por me permitir usufruí-la com saúde, muito amor e com as melhores companhias. Essa vitória é Tua, Senhor.

Aos meus pais, Ronaldo e Graciete, pelo amor, dedicação e educação que deram a mim e a Roberta. Pelas melhores oportunidades que, com toda limitação que tiveram, puderam nos proporcionar... À minha irmã, Roberta, que cresceu e partilhou comigo todas as alegrias e tristezas que nos transformaram em quem somos hoje. Vocês, juntamente com a pequena Juju, são a melhor família e exemplo de amor e cumplicidade que eu poderia ter. Obrigada pelo incentivo na busca pelo conhecimento e por suportar toda a ausência decorrente desta busca. Na verdade, palavras não são capazes de expressar o que sinto agora...

Ao meu amor, marido, parceiro e grande amigo, Ítalo Bruno. Obrigada pela motivação, paciência e por acreditar em mim, mesmo quando nem eu acredito mais. Tu és meu grande exemplo de superação e tenacidade. Obrigada também pelo zelo e cuidado comigo e com nosso lar... Sem você essa jornada seria muito mais difícil.

Às minhas orientadoras, Andréa Carla Lima Rodrigues e Dayse Luna Barbosa. Obrigada por terem me aceitado como orientanda, mesmo conhecendo a limitação de tempo que eu teria. Sou imensamente grata por terem tornado o mestrado uma realidade através do suporte e instrução na materialização dessa pesquisa.

Aos professores Maria Adriana Ribeiro e Ricardo de Aragão, por terem aceitado examinar esse trabalho. Todas as sugestões foram de grande valia para seu complemento e finalização.

Aos demais professores que me acompanharam na graduação e pós-graduação, especialmente aos da área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pelo conhecimento e experiência transmitidos.

Aos funcionários do PPGECA e dos Laboratórios de Hidráulica e de Saneamento pela disposição em sempre ajudar.

A Universidade Estadual da Paraíba por ter disponibilizado todas as informações necessárias para elaboração desse trabalho. Aos Pro-Reitores da PROINFRA, Álvaro e Cheyenne, pelo incentivo à qualificação de seus funcionários.

Aos amigos do trabalho, por transformar a obrigação do dia a dia em prazer. Vocês foram meu refúgio nos momentos difíceis.

Aos amigos da turma de mestrado, por terem tornado a jornada mais tranquila e razoável. Em especial a Simone, minha grande parceira, e aos demais da área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Às grandes amigas e companheiras de formação, Bárbara e Raliny. Vocês são o grande presente que a engenharia me proporcionou. Senti muita falta de vocês dividindo as madrugadas não dormidas comigo.

Aos demais familiares: avós, tios, primos. Sei que minhas conquistas também são conquistas de vocês. Orgulho-me e sou grata em ter vocês como base.

Aos amigos que fiz durante a vida desde pequena: do Marinho, Polivalente, Estadual da Prata, SENAI, Aprovação, Igreja, UEPB, UFCG, AP Engenharia, Especialização em Segurança do Trabalho. Amigos são anjos que Deus nos permite escolher. Vocês estão sempre em meus pensamentos e orações.

A todos que tornaram esse trabalho possível, muito obrigada!

## RESUMO

As periódicas secas que abrangem o semiárido brasileiro, bem como o grande índice de perdas, sejam devido a vazamentos ou pelo consumo de água proveniente, muitas vezes, do comodismo dos usuários e dos gestores, que tratam os recursos hídricos como ilimitados, são fatores que induzem a diminuição da sua oferta, sendo a efetiva gestão da demanda uma das ferramentas indicadas na busca pela conscientização do uso e conservação da água. Nesse contexto, as Instituições Públicas de Ensino Superior devem ser precursoras na propagação da ideia de racionalização do uso da água, tanto pelo grande consumo inerente à suas atividades, quanto pelo poder de difundir conhecimentos e hábitos sustentáveis. Entendendo os Planos como ferramenta indispensável no processo de gestão, este trabalho teve como objetivo elaborar um plano de ação que promova o uso racional da água no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba e que sirva de referência para aplicação nos demais *campi* da instituição e em outras universidades. Este plano foi elaborado utilizando uma ferramenta simples, porém pouco explorada como instrumento de apoio à gestão de demanda de água: o método 5W2H. O método foi fundamentado em etapas de diagnóstico e prognóstico do consumo e das instalações, no levantamento de custos para implantação das ações propostas através da elaboração de uma planilha orçamentária e na Matriz de prioridades GUT-C (adaptada da Matriz GUT). Por fim, foi analisada a viabilidade em implantar algumas das ações sugeridas através da estimativa do Índice de Redução do consumo e do tempo de retorno do investimento. Os resultados apontaram que, embora o Indicador de Consumo geral da instituição ( $28,44\ell/(P_{Eq}\cdot dia)$ ) seja inferior ao utilizado como referência para dimensionamento das instalações hidráulicas, é possível reduzi-lo (através da substituição de equipamentos convencionais por equipamentos poupadores – bacias sanitárias e torneiras – e da instalação de arejadores e válvulas de descarga com fechamento hidromecânico em mictórios) em, aproximadamente, 40% do consumo proveniente dos aparelhos onde foram propostas as intervenções, com um tempo de retorno de 26 meses. Além disso, os métodos utilizados para elaboração do Plano de Ação mostraram-se eficazes no sentido de direcionar o planejamento e possível execução das soluções para os problemas verificados. São adaptáveis a qualquer área de conhecimento na qual se faça necessária a tomada de decisão, no entanto, são ferramentas que necessitam de uma reanálise e realimentação, próprias do processo de planejamento.

**Palavras-chave:** Uso Racional da Água; Plano de Ação; Ferramentas Básicas da Qualidade; Universidades.



## ABSTRACT

The periodic droughts that occur over the semi-arid region of the Brazilian Northeast, as well as the great loss rates, due to leaks and water consumption, often resulting from indifference of users and managers, who treat water resources as unlimited, are factors that induce reduction of water supply, with effective demand management being one of the tools to seek awareness of water use and its conservation. In this context, Public Institutions of Higher Education should be precursors in the propagation of the idea of water use rationalization, due to the great consumption inherent to its activities and the power to spread knowledge and sustainable habits. Understanding the Plans as indispensable tool for the management process, this this work aimed to elaborate an action plan that promotes the rational use of water in the Campus I of the State University of Paraíba and that serves as reference for application in the other campuses of the institution and in other universities. This plan was elaborated using a simple tool, although little explored, as instrument to support water demand management: the method 5W2H. The method was based on diagnostic and prognostic steps of facilities and consumption, on the costing for implementation of the proposed actions through the elaboration of a budget worksheet and on the GUT-C Priority Matrix (adapted from the GUT Matrix). Finally, it was analyzed the feasibility of implementing some of the proposed actions through the consumption Reduction Index estimation and the payback period. The results indicate that, although the institution's general Consumption Indicator ( $28.44\ell/(P_{Eq}\cdot\text{day})$ ) is lower than the value used as a reference for the design of the hydraulic installations, it can be reduced (through replacement of conventional equipment by water saving equipments – toilets and taps - and the installation of water saving aerators and automatic closing valves in urinals) in approximately 40% of the consumption related to the devices where interventions were proposed, with a payback period of 26 months. In addition, the methods used to prepare the Action Plan have proved to be effective in guiding the planning and possible execution of solutions to the observed problems. They are adaptable to any area of knowledge in which decision making is necessary, however, they are tools that require a reanalysis and feedback, proper to the planning process.

**Keywords:** Rational Use of Water; Action plan; Basic Quality Tools; Universities.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Fluxograma – Resumo da metodologia utilizada.....	44
Figura 3.2 – Volume acumulado no Reservatório Epitácio Pessoa no período entre 1997-2018 .....	45
Figura 3.3 – Localização dos Centros de Ensino do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. ....	46
Figura 3.4 – Planta de situação do Campus I da UEPB – Bairro Universitário .....	47
Figura 3.5 – Planta de situação do Campus I da UEPB – Centro .....	47
Figura 4.1 – Hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário .....	60
Figura 4.2 – Espacialização dos Hidrômetros no Campus I – Bairro Universitário .....	63
Figura 4.3 – Consumo medido e faturado pela CAGEPA no período de janeiro/2016 a fevereiro/2017 nos hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário .....	64
Figura 4.4 – Calendário acadêmico da UEPB entre janeiro/2015 e março/2018 .....	65
Figura 4.5 – Consumo diário medido <i>in loco</i> nos hidrômetros localizados no Campus I – Bairro Universitário .....	68
Figura 4.6 – Distribuição dos aparelhos hidráulicos no Campus I da UEPB .....	70
Figura 4.7 – Comparativo entre os pontos hidráulicos (projeto x existente x instalado) .....	70
Figura 4.8 – Distribuição dos elementos hidráulicos por grupo de edificações .....	71
Figura 4.9 – Condições de operação das descargas das Bacias Sanitárias .....	72
Figura 4.10 – Condições de operação das torneiras .....	72
Figura 4.11 – Condições de operação das duchinhas higiênicas .....	73
Figura 4.12 – Condições de operação dos chuveiros.....	73
Figura 4.13 – Mictórios da CIAC.....	74
Figura 4.14 – Tipos de descarga das bacias sanitárias .....	75
Figura 4.15 – Sistema de abertura e fechamento das torneiras .....	75
Figura 4.16 – Torneiras das pias e lavatórios que possuem arejador .....	76
Figura 4.17 – Sistemas de Descarga em Mictórios .....	76
Figura 4.18 – Evolução da população fixa na UEPB entre 2014 e 2017 .....	78
Figura 4.19 – Custos para implantação do Plano para o Uso Racional da Água no Campus I	84
Figura 4.20 – Relação entre Consumo Médio Mensal e Payback na implantação de ações de um programa de uso racional da água .....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Conceitos das ferramentas do planejamento .....	21
Quadro 2.2 – Defeitos/falhas em aparelhos sanitários e intervenções necessárias. ....	34
Quadro 3.1 – Distribuição dos cursos ofertados pela UEPB por Centros de Ensino .....	48
Quadro 3.2 – Método 5W2H .....	54
Quadro 3.3 – Método utilizado para elaboração do Plano de Ação .....	54
Quadro 3.4 – Matriz GUT adaptada (GUT-C) .....	55
Quadro 3.5 – Pontuação utilizada na Matriz GUT-C .....	56
Quadro 3.6 – Prazo para implantação das ações considerando os resultados da Matriz GUT-C .....	57
Quadro 3.7 – Estrutura Tarifária da CAGEPA para a Categoria Público .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Valores adotados para a estimativa do volume perdido de água nos vazamentos nos pontos de consumo.....	35
Tabela 3.1 – Método para estimativa da Distribuição do Consumo de Água da UEPB .....	51
Tabela 3.2 – Fator de Correção para o cálculo do Índice de Consumo de Água .....	53
Tabela 4.1 – Identificação dos Hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário.....	62
Tabela 4.2 – Medição do consumo de água no mês 10/2017 no Campus I.....	66
Tabela 4.3 – Consumo Médio Diário no Campus I.....	69
Tabela 4.4 – Estimativa da Distribuição do Consumo de Água na UEPB.....	77
Tabela 4.5 – População Equivalente na UEPB em 2017.....	79
Tabela 4.6 – Indicador de Consumo por grupo de edificações do Campus I.....	80
Tabela 4.7 – Problemas nas instalações hidráulicas do Campus I da UEPB.....	81
Tabela 4.8 – Problemas e soluções apontadas para as instalações hidráulicas do Campus I da UEPB.....	82
Tabela 4.9 – Tabela GUT-C para o Plano de Racionalização do Uso da Água da UEPB .....	85
Tabela 4.10 – Relação entre o nível de prioridade obtido através da matriz GUT-C e o prazo de execução das ações propostas .....	87
Tabela 4.11 – Plano de Ação elaborado através do método 5W2H .....	88
Tabela 4.12 – Análise da Estimativa de Economia no Consumo de Água .....	90
Tabela 4.13 – Análise Geral da economia de água e <i>payback</i> do investimento considerando a substituição de todos os aparelhos convencionais por poupadores .....	91
Tabela 4.14 – Análise detalhada, por ação proposta, da economia de água e <i>payback</i> do investimento considerando a substituição de todos os aparelhos convencionais por poupadores .....	91
Tabela 4.15 – Relação “Consumo Médio Mensal x Tempo de Retorno ( <i>Payback</i> )” para implantação de ações de um programa de uso racional da água .....	93

## LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Águas da Paraíba  
ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional de Água da UFBA  
BB – Bebedouro  
BD – Bidê  
BDI – Benefícios e Despesas Indiretas  
BN – Banheira  
BS – Bacia Sanitária  
CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba  
CCBS – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
CCJ – Centro de Ciências Jurídicas  
CCSA – Centro de Ciências Sociais Aplicadas  
CCT – Centro de Ciência e Tecnologia  
CEDUC – Centro de Educação  
CH – Chuveiro  
CIAc – Central de Integração Acadêmica  
CO – Cadeira Odontológica  
DC – Ducha Higiênica  
DCA – Distribuição do Consumo de Água  
DTA – Documento Técnico de Apoio  
EAD – Educação à Distância  
GDA – Gestão da Demanda de Água  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IC – Indicador de Consumo  
IES – Instituição de Ensino Superior  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
IR – Índice de Redução de Consumo  
LV – Lavatório  
MC – Mictório  
ORSE – Sistema de Orçamentos de Sergipe  
PBQP-H – Programa Brasileiro e Produtividade no Habitat  
PC – Pia de Cozinha  
PE – Ponto Especial

PL – Pia de Laboratório

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNMC – Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

PPCS – Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável no Brasil

PROAD – Pro-Reitoria de Gestão Administrativa

PROINFRA – Pro-Reitoria de Infraestrutura

PU – Prefeitura Universitária

PURA – Programa de Uso Racional da Água

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

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

TECLIM – Rede de Tecnologias Limpas

TG – Torneira de Uso Geral

TL – Tanque de Lavar

TQC – Total Quality Control

UAMA – Universidade Aberta à Maturidade

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFG – Universidade Federal de Goiás

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	OBJETIVOS .....	17
1.1.1	Objetivo Geral .....	17
1.1.2	Objetivos específicos.....	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	A gestão da demanda de água.....	18
2.2	O Planejamento como instrumento de gestão.....	20
2.2.1	O Planejamento em Instituições de Ensino Superior .....	22
2.2.2	Planos Ambientais.....	23
2.2.3	Métodos para elaboração e estruturação de um plano.....	26
2.3	Medidas de racionalização do uso da água.....	29
2.3.1	Equipamentos poupadores.....	29
2.3.2	Controle de Vazamentos .....	34
2.3.1	Medição individualizada .....	36
2.4	Programas de conservação do uso da água em IES .....	38
2.4.1	Universidade de São Paulo (USP).....	38
2.4.2	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).....	40
2.4.3	Universidade Federal de Goiás (UFG).....	40
2.4.4	Universidade Federal da Bahia (UFBA) .....	41
2.4.5	Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) .....	42
3.	METODOLOGIA.....	44
3.1	Caracterização da área de estudo .....	44
3.2	Diagnóstico do Consumo e das Instalações Hidráulicas da Instituição.....	49
3.2.1	Consumo de água na instituição.....	49
3.2.2	Sistema de Instalações Hidráulicas da Instituição.....	50
3.3	Prognóstico do Sistema Hidráulico .....	51
3.4	Diretrizes para elaboração de Plano para otimização do uso da água .....	53
3.5	Análise de viabilidade e tempo de retorno do investimento .....	57
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1	Diagnóstico do Consumo e das Instalações Hidráulicas da Instituição.....	60
4.1.1	Consumo de água na UEPB .....	60
4.1.2	Instalações Hidráulicas da UEPB.....	69
4.2	Prognóstico do Sistema Hidráulico .....	77
4.3	Diretrizes para elaboração de Plano para otimização do uso da água .....	81
4.4	Análise de viabilidade e tempo de retorno do investimento .....	90

5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	95
6.	REFERÊNCIAS .....	98
	APÊNDICE 01 .....	104
	APÊNDICE 02 .....	105
	APÊNDICE 03 .....	106



## 1. INTRODUÇÃO

A periódica carência de água para abastecimento humano na região semiárida do Nordeste brasileiro é de conhecimento em nível nacional. Nesta região está inserida a cidade de Campina Grande, que vivenciou, recentemente, um grande período de crise no abastecimento. O reservatório Epitácio Pessoa, manancial que abastece a cidade, registrou o menor volume acumulado de água desde sua construção. Foram quase três anos de racionamento que só foi interrompido após a recarga do reservatório com águas do Rio São Francisco, fruto do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Diante da escassez hídrica, o poder público por vezes utiliza como solução o aumento da oferta de água através da construção de estruturas de contenção ou transposição, assim como ocorreu para o açude Epitácio Pessoa. Esta solução, no entanto, se mostra na maioria dos casos muito onerosa e poderia ser minimizada ou evitada com a implantação de um eficaz gerenciamento da demanda de água (SOARES, 2012).

A utilização dos recursos hídricos de modo eficiente, através da Gestão da Demanda da Água (GDA), minimiza os efeitos negativos ocasionados por eventos de seca extrema, como o racionamento de água à população, por exemplo. Ações que vão desde a substituição de instalações hidráulicas às atividades educativas são, na realidade, a solução para a redução nas perdas e no consumo de água.

Neste sentido, espera-se, especialmente dos órgãos públicos, a efetivação de ações no combate ao desperdício de água e redução no consumo, seja por intervenções na estrutura física dos ambientes ou por campanhas de conscientização da população quanto ao uso. As Instituições de Ensino Superior, especificamente, por serem ambientes que propagam conhecimento, além de ser exemplo para a sociedade, devem ser precursoras na busca pela conservação da água.

No entanto, o que ocorre geralmente é o descaso nas instalações pela falta de manutenção preventiva e demora na realização da manutenção corretiva, ocasionando um alto índice de patologias nas instalações, agravado pela utilização de materiais de baixa qualidade (resultado do método de compra utilizado para órgãos públicos). Associado a isso, o descaso por parte de alguns usuários quanto ao uso da água acarreta o grande consumo de água em instituições públicas, dentre elas as instituições públicas de ensino superior.

Neste contexto, este trabalho analisou possíveis soluções de otimização do uso dos recursos hídricos e que proporcionam uma redução em sua demanda. Para isto, foram

apresentadas diretrizes para elaboração de um plano de intervenção para racionalização do uso da água conforme objetivos descritos no próximo item.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Elaborar um plano de ação que promova o uso racional da água no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar o consumo de água no Campus I da UEPB;
- Identificar as instalações hidráulicas da universidade;
- Diagnosticar pontos passíveis de desperdício de água nas instalações hidráulicas e na rede de abastecimento;
- Propor ações que visem a minimização do consumo de água no Campus.
- Verificar a viabilidade na implantação de um plano de racionalização do uso da água.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A gestão da demanda de água**

O aumento da demanda por água seja pela mudança no estilo de vida da população ou por novos usos, e a escassez hídrica atribuída a causas humanas ou físicas são os principais fatores que incitam uma mudança no gerenciamento dos recursos hídricos.

A Gestão da Demanda de Água (GDA) é uma ferramenta de apoio que tem como ênfase a alocação correta e uso eficiente deste recurso. A necessidade do uso racional torna-se ainda mais evidente em situações de escassez hídrica ocasionadas por secas extremas, o que ocorre, em ciclos, no semiárido brasileiro.

De acordo com Kampragou, Lekkas e Assimacopoulos (2011), a gestão da demanda se molda às condições prevaletentes no momento de sua aplicação. São estratégias utilizadas: o aumento da oferta (fazer mais com mais água bruta), o aumento da produtividade da água (fazer mais com a mesma água bruta) e a eliminação de alguns usos (fazer menos com a mesma água bruta). Ainda segundo os autores, a gestão da demanda é baseada em cinco princípios fundamentais, a saber:

- Imposição à conservação da água (através de legislação, padrões, etc.);
- Incentivo à economia de água (através de restituição de impostos, por exemplo);
- Investimento na economia de água (através de programas para a minimização de perdas em redes de água, medição de água, etc.);
- Aplicação de instrumentos econômicos;
- Educação e Capacitação dos usuários da água.

O cenário internacional apresenta vários exemplos de aplicação destes princípios. A gestão das águas na Colúmbia Britânica, Canadá, vem, desde 1998, sendo regulamentada por planos de ação e instrumentos legislativos que visam o uso sustentável da água. Na Flórida, Estados Unidos, existem programas que financiam projetos de reutilização de água. Em Atenas, Grécia, durante uma seca severa na década de 1990, foram tomadas medidas relacionadas à limitação e proibição do uso da água potável, a depender de sua destinação (KAMPRAGOU, LEKKAS e ASSIMACOPOULOS, 2011).

No Brasil, o Governo Federal lançou em 1997 o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNDCA), tendo como objetivo específico a definição e implementação

de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, que apontem para uma real economia da água necessária para consumo nas áreas urbanas (SILVA, CONEJO e GONÇALVES, 1998). Como resultado deste programa, foram publicados Documentos Técnicos de Apoio (DTA's) em 1999, alguns revisados em 2003, que tratam de Planejamento e Gestão da Demanda, Conservação nos Sistemas Públicos e Conservação nos Sistemas Prediais.

O Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, criou o Projeto Demonstrativo Técnico e Institucional visando o Gerenciamento Integrado de Perdas de Água e do Uso de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água, também chamado de “COM+ÁGUA” para facilitar a sua compreensão. O projeto tem como objetivos a modernização institucional voltada à redução de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica, institucionalização de atividades rotineiras relacionadas ao gerenciamento de perdas, desenvolvimento de projetos, replicação de experiências bem sucedidas e universalização dos serviços de saneamento ambiental (PMSS, 2017).

A utilização racional e integrada dos recursos hídricos é ainda um dos objetivos da Lei Federal nº 9.433/97, a chamada Lei das Águas, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Um dos instrumentos de gestão considerados nessa Política são os Planos de Recursos Hídricos que, por sua vez, tem como um de seus conteúdos mínimos as “*metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos Recursos Hídricos disponíveis*” (BRASIL, 1997).

Existem estudos acerca da gestão da demanda e racionalização do uso da água em diversos setores, como por exemplo, a Indústria (WEBER, CYBIS e BEAL, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2016) e a Agricultura (SILVA, BASSI e ROCHA Junior, 2016). Independente do ambiente em questão, a busca por uma eficaz gestão do uso da água deve ser permanente.

Neste sentido, Barros, Rufino e Miranda (2016) avaliaram a redução no consumo de água em edifícios residenciais simulando a utilização de mecanismos poupadores, como o arejador de torneira, descarga de comando duplo, reuso de águas cinzas dentre outros. Os autores também verificaram a demanda de água na região de estudo e sua projeção para um horizonte de cinco anos, possibilitando a sugestão de parâmetros urbanísticos relativos ao consumo de água que poderiam ser incluídos na legislação municipal. O estudo mostrou que é

possível minimizar os problemas relacionados à escassez ao utilizar instrumentos que proporcionem a racionalização do uso da água.

Também no âmbito da Gestão da Demanda de Água, Guedes, Ribeiro e Vieira (2014)

Os estudos sobre a GDA mostram sua eficiência na mitigação da escassez hídrica. No entanto, faz-se necessário a efetiva prática desse instrumento, seja pelo poder público ou pelos usuários diretos da água. Kampragou, Lekkas e Assimacopoulos (2011) observaram que o engajamento governamental, juntamente com mecanismos de fiscalização, proporcionam a conservação da água e que se pode potencializar os resultados quando ocorre o envolvimento dos gestores da água para execução de planos de conservação; uma ligação entre usuários e gestores; o financiamento de planos de conservação da água e o investimento em recursos humanos e infraestrutura.

Ainda segundo esses autores, a participação dos usuários e o engajamento na gestão da água são considerados elementos importantes para o desenvolvimento da sociedade e dos sistemas hídricos na promoção de tecnologias e práticas eficientes, que é possibilitado através da implantação de um plano de ação para racionalização da água que considera todos os tipos de medidas com vistas a reduzir a procura de água no futuro.

## **2.2 O Planejamento como instrumento de gestão**

Entendido como o processo eficiente pelo qual é possível alcançar metas estabelecidas em um prazo determinado (CARVALHO, 1978), o planejamento pode ser caracterizado como um modo antecipado de tomada de decisão, um processo que usa o conhecimento técnico para explorar e avaliar possíveis linhas de ação (PAGNUSSAT, 2006).

Para Soto (2003), o processo de planejar objetiva identificar problemas nos mais diversos cenários e suas motivações, formar equipes aptas a solucionar esses problemas, desenvolver espaços de aprendizado e apresentar todos esses resultados à organização.

Nessa perspectiva, o planejamento pode ser expresso através de ferramentas, tais como o plano, o programa e o projeto e, para que sua elaboração e execução sejam eficazes, faz-se necessária a clara definição de seus objetivos e dos sujeitos que lhe são inerentes, permitindo a identificação de problemas e facilitando a tomada de decisão por parte dos gestores.

Em suma, os planos, programas e projetos diferem entre si pelo nível de agregação de decisões e detalhamento das operações de execução. O Quadro 2.1 apresenta os conceitos

propostos por Carvalho (1978) para tais ferramentas. Enquanto os planos têm maior nível de agregação de decisões e um menor detalhamento das operações, os projetos são elaborados de forma inversa (TEIXEIRA, 2009).

Quadro 2.1 – Conceitos das ferramentas do planejamento

Projeto	É a menor unidade do processo de planejamento. Trata-se de um instrumento técnico-administrativo de execução de empreendimentos específicos, direcionados para as mais variadas atividades interventivas e de pesquisa no espaço público e no espaço privado.
Programa	É o documento que indica um conjunto de projetos cujos resultados permitem alcançar o objetivo maior de uma política pública.
Plano	É o documento mais abrangente e geral, que contém estudos, análises situacionais ou diagnósticas necessárias à identificação dos pontos a serem atacados, dos programas e projetos necessários, dos objetivos, estratégias e metas.

Fonte: Carvalho (1978)

A utilização do plano como ferramenta de gestão remonta ao século XIX (TEIXEIRA, 2009). De modo geral, o plano é o produto momentâneo do processo pelo qual o sujeito seleciona um grupo de ações para atingir seus objetivos (MATUS, 2006).

Embora tenham definições similares, é importante entender que o planejamento está ligado ao **processo** de gestão, enquanto o plano é o **documento** que fundamenta esse processo.

Utilizado em todos os seguimentos da sociedade, o plano é elaborado a partir da compreensão e visão de quem o esboça, por isso não pode ser considerado exclusivo, além de estar sujeito à intervenção de terceiros. Para Matus (2006), o plano é uma grande aposta e, portanto, um compromisso que antevê resultados, ainda que esses resultados não dependam excepcionalmente do cumprimento desses compromissos.

O plano, independente de seu objetivo e composição, é um instrumento largamente utilizado em todos os setores (economia, educação, meio ambiente, cultura, segurança, saúde ou mesmo no cotidiano da população). No entanto, para que se torne eficiente e eficaz é necessário que seja bem estruturado, implantado e avaliado.

Posteriormente, serão abordados aspectos do planejamento em instituições públicas de ensino superior, bem como serão apresentados exemplos de planos efetivos já publicados na esfera ambiental.

### 2.2.1 O Planejamento em Instituições de Ensino Superior

A complexidade da gestão nas Instituições de Ensino Superior (IES) se dá, entre outros fatores, pela variedade do público com a qual se relacionam; pela diversidade de serviços oferecidos e de formação de seus discentes e pelas grandes dimensões tecnológicas e estruturais que deve coordenar. Quando se trata de instituição pública o fato é agravado devido pressões políticas, escassez de recursos e lentidão dos processos burocráticos (SANTOS *et al.*, 2009).

Além disso, de modo geral, as IES passam por periódicas alterações em seus cargos de direção. O planejamento, nesse contexto, é uma forma eficiente de manter o desenvolvimento das instituições, principalmente no que diz respeito à descontinuidade administrativa.

Para Rizzatti e Rizzatti Jr. (2005), parte das crises vivenciadas na gestão de universidades se deve a não utilização de instrumentos como o planejamento e, por isso, os gestores devem ser sensibilizados e capacitados para utilizar tais ferramentas de gestão.

Oliveira (1992), uma das pioneiras nos estudos sobre organizações universitárias brasileiras, buscou avaliar a diferença entre a percepção e a prática dos dirigentes de uma instituição pública de ensino superior quanto ao processo de planejamento. Para isso foram aplicados questionários e realizadas entrevistas com os gestores da Universidade Federal de Uberlândia, bem como realizada análise documental da instituição. A autora percebeu que os discursos dos dirigentes, em sua maioria professores, são mais idealistas que as práticas efetivas. Isso se deve, provavelmente, devido a pouca experiência no planejamento, à falta de um sistema de comunicação eficaz entre os diversos setores e os gestores, a pouca participação dos níveis considerados “inferiores” no processo de planejamento, objetivos imprecisos e a falta de instrumentos de avaliação de controle dos resultados.

Em 1995 foi elaborado pela Comissão de Planejamento do Fórum de Pró-reitores de planejamento e administração um documento que teve como objetivo apresentar propostas de processo de planejamento estratégico, capaz de fornecer e padronizar conceitos, com o intuito de possibilitar a elaboração do Planejamento Estratégico nas Instituições Federais de Ensino Superior que se mostrassem interessadas em sua implantação (CP-FORPLAD, 1995). O documento foi considerado uma alternativa viável para o planejamento participativo, tendo em vista seu uso em universidades brasileiras com sucesso, embora haja diferenças na forma de coleta de informações.

De acordo com o relatório publicado, entre os documentos resultantes do processo de planejamento estão os planos, os quais devem especificar, no mínimo: a) Identificação da unidade; b) título da ação; c) objetivo da ação; d) metodologia; e) cronograma; f) resultados esperados/produto esperado; g) recursos necessários e; h) responsáveis (CP-FORPLAD, 1995).

Santos *et al.* (2009), através de análise de documentos e entrevistas, precedidos por um levantamento bibliográfico, apresentou um modelo de planejamento estratégico institucional integrado e o seu processo de elaboração e implementação na Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Os autores perceberam que o processo de planejamento necessita de uma renovação contínua. Assim, não basta apenas construir bons modelos de planejamento, este precisa se tornar uma prática gerencial alinhada com as outras áreas da instituição.

Sob outra perspectiva, entendendo a importância das autoavaliações no desenvolvimento e melhoria das instituições, Bruschi (2015) analisou a articulação entre os resultados das autoavaliações e os processos de planejamento em IES. De forma similar aos demais estudos, a autora realizou entrevistas com os gestores e coordenadores de várias instituições de ensino superior, públicas e privadas, do Estado do Rio Grande do Sul. A partir da pesquisa foi possível entender que os gestores, embora se mostrem conscientes da relevância em fazer a relação “autoavaliação x planejamento”, não existe qualquer metodologia nesse sentido.

A partir dos estudos apresentados é possível compreender que o planejamento, entendido como um processo (ou seja, uma ferramenta cíclica), precisa ser alimentado e realimentado, assim como também é necessária a participação ativa dos gestores e dos demais componentes humanos da instituição. Só assim é possível atingir um eficiente e eficaz desenvolvimento da instituição.

## 2.2.2 Planos Ambientais

No contexto da gestão ambiental no Brasil, as políticas ambientais já preveem como instrumento a elaboração de Planos. A Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida através da Lei Federal nº 6.938/81, determinou em seu art. 5º que as diretrizes da política seriam formuladas através de normas e planos.

Entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/97) estão os Planos de Recursos Hídricos e, de acordo com o disposto no artigo 6º da



referida Lei, são planos que visam fundamentar e orientar a implementação e o gerenciamento da Política dos recursos hídricos. Esses planos estabelecem as ações de proteção e recuperação de uma bacia hidrográfica e o controle sobre os usos da água (BRASIL, 1997).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos é um instrumento de gestão multidisciplinar, dinâmico, flexível, participativo e permanente, que envolve uma rede de instituições e um amplo leque de iniciativas em prol do alcance dos seus objetivos estratégicos, relacionados à melhoria das disponibilidades hídricas, à redução dos conflitos pelo uso da água e dos eventos hidrológicos críticos e à valorização da água como um bem socioambiental relevante (PNRH, 2011).

De acordo com a Resolução CNRH nº 0145/12, a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas deverá ser feito em três fases. A primeira é a fase de **diagnóstico**, onde serão apresentados aspectos gerais sobre a bacia hidrográfica. A segunda etapa é a de **prognóstico**, onde deverão ser propostos cenários futuros, compatíveis com o horizonte de planejamento. E a terceira fase consiste na elaboração de **planos de ações** que visam mitigar, minimizar e se antecipar aos problemas relacionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de forma a promover os usos múltiplos e a gestão integrada. Nestes planos serão estabelecidas metas de curto, médio e longo prazo e ações para seu alcance (MMA/CNRH, 2012).

Na área do Saneamento, a Lei Federal nº 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico, prevê em seu art. 19 que os serviços públicos de saneamento deverão observar o plano de saneamento. Este, por sua vez, deverá abranger (BRASIL, 2007):

- **Diagnóstico** da situação e de seus impactos nas condições de vida, apontando as causas das deficiências detectadas;
- **Objetivos e metas de curto, médio e longo prazos** para a universalização, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais;
- **Programas, projetos e ações** necessárias para atingir os objetivos e as metas, identificando possíveis fontes de financiamento;
- Ações para **emergências e contingências**;
- Mecanismos e procedimentos para a **avaliação** sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Neste sentido, em 2013 foi publicado o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), orientado pelos princípios da universalização, equidade, integralidade,

intersetorialidade, sustentabilidade, tecnologia, participação e controle social. Seu planejamento foi pautado numa visão estratégica de futuro, onde foram definidos cenários que estabelecem metas a serem atingidas ao longo de 20 anos (PLANSAB, 2013). O PLANSAB também apresenta a projeção dos investimentos necessários para o cumprimento das metas estabelecidas, aponta as macrodiretrizes, estratégias e os programas de governo entendidos como necessários para sua materialização efetiva, eficaz e eficiente, bem como propõe a estrutura e os procedimentos visualizados para o monitoramento, avaliação sistemática e revisão do Plano.

Além do PLANSAB, a Lei nº 11.445/07 prevê a prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento, no qual podem ser elaborados planos municipais de saneamento básico. Em 2010, o Decreto nº 7.217 do governo federal regulamentou a Lei nº 11.445/07, estabelecendo normas para sua execução. O decreto estabelece que, a partir de 2020, a existência de plano de saneamento básico será condição para o acesso aos recursos orçamentários da União quando destinados a serviços de saneamento básico. Vale ressaltar que o decreto estipulava, originalmente, o exercício financeiro de 2014 como sendo o prazo limite para a existência dos planos. Assim, muitos municípios buscaram elaborar seu Plano Municipal de Saneamento, para adequar-se a legislação. Dentre eles, o município de Campina Grande.

Em uma realização do Governo Federal, da Prefeitura Municipal de Campina Grande, da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba e da Universidade Federal de Campina Grande, foi publicado em 2014 o Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande. O Plano foi dividido em quatro documentos, a saber: a) Diagnóstico da situação dos serviços de saneamento; b) Prognósticos e alternativas para a universalização dos serviços de saneamento básico; c) Programas, projetos e ações para universalização dos serviços de saneamento básico; e d) Mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência, eficácia e efetividade das ações.

De forma similar ao que ocorre na Política Nacional dos Recursos Hídricos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (instituída pela Lei Federal nº 12.305/10) determina os planos de resíduos sólidos como um dos instrumentos de gestão (art. 8). Segundo a política, são planos de resíduos sólidos: i) O Plano Nacional de Resíduos Sólidos; ii) os planos estaduais de resíduos sólidos; iii) os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; iv) os planos intermunicipais de

resíduos sólidos; v) os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e vi) os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

A elaboração desses planos, seja a nível estadual ou municipal, é condição para que os Estados e Municípios tenham acesso aos recursos da União, ou por ela controlado, destinados a serviços referentes aos resíduos sólidos. E ainda, considerando a integração entre as políticas ambientais, a política de resíduos sólidos prevê que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico, desde que respeite o conteúdo mínimo previsto em cada uma das políticas relacionadas.

Além dos planos e políticas abordados, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente foram publicados: em 2011 o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis no Brasil (PPCS), em 2015 o Plano Nacional de Juventude e Meio Ambiente e em 2016 o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNMC).

Quando bem executado, o planejamento é capaz de garantir serviços básicos à população, como a segurança hídrica, prevenção de doenças, redução de desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, redução de acidentes, dentre outros. Além disso, os Planos, na qualidade de ferramentas, buscam viabilizar recursos, reduzindo as incertezas e riscos na condução das Políticas Públicas.

### 2.2.3 Métodos para elaboração e estruturação de um plano

Após a segunda guerra mundial foi introduzido no Japão, a partir de ideias americanas, o conceito de “Total Quality Control” (TQC) ou Controle da Qualidade Total. Este conceito é baseado na participação de todos os setores no estudo e condução do *controle de processos e da qualidade*, em outras palavras, o TQC é o controle exercido por todos no intuito de satisfazer a necessidade de todos (CAMPOS, 2004).

Segundo Campos (2004), o controle de processos se fundamenta em três ações: a) estabelecimento da diretriz de controle; b) manutenção do nível de controle; e c) alteração da diretriz de controle, ou seja, melhorias. A primeira ação mencionada é, na realidade, o processo de planejamento, etapa na qual são estabelecidas as metas a serem atingidas e a forma de alcançá-las.

Nesse contexto do pós-guerra, com o objetivo de aperfeiçoar o controle da qualidade, foram organizadas e difundidas as chamadas Ferramentas Básicas da Qualidade (WERKEMA, 2006):

- *Fluxograma* – divisão de um grupo de dados em subgrupos (estratificando-os) com o objetivo de entender de que forma a variância de fatores selecionados pode interferir em um resultado ou problema analisado;
- *Cartas de controle (carta de Shewhart)* – Utilizada para o acompanhamento de um processo no qual são preestabelecidos limites de controle superior e inferior, facilitando a supervisão do sistema;
- *Diagramas de causa-efeito (espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa)* – Gráfico que auxilia na identificação de possíveis causas de um problema através da organização do raciocínio de um grupo de pessoas nas discussões sobre o mesmo;
- *Folhas de verificação* – Formulários preenchidos a partir da quantidade de ocorrências de um determinado evento, facilitando a obtenção de dados numa coleta, bem como posterior análise e tomada de decisões;
- *Histogramas* – Gráfico de barras que representa a frequência com que algo acontece e, da mesma forma, facilita uma posterior análise e tomada de decisão podendo, inclusive, indicar a origem de problemas. Por vezes procede ao uso da folha de verificação;
- *Gráficos de dispersão* – Gráfico de pontos que permite visualizar a correlação entre duas (ou mais) grandezas;
- *Diagrama de Pareto* – Gráfico de barras verticais que apresenta os itens analisados por ordem de frequência (do mais frequente ao menos frequente). O gráfico é usado para escolher ponto de partida para a solução de problemas, ponderar o desenvolvimento de um processo ou identificar a causa de um problema, por exemplo.

Além das ferramentas consideradas básicas, ao logo do tempo outras foram difundidas e são largamente utilizadas. Dentre elas, algumas ferramentas auxiliam precisamente na elaboração de planos a partir do estabelecimento de metas e priorização de problemas, por exemplo:

- *Brainstorming* – dinâmica de grupo direcionada que tem como objetivo a obtenção de ideias para auxiliar na resolução de problemas;
- *Matriz SWOT* – utilizada para fazer análise de cenários no planejamento estratégico, essa análise possibilita a visualização de elementos prioritários para a gestão através de uma matriz que considera os pontos fortes (Strengths)

e fracos (**Weaknesses**) no ambiente interno, bem como as oportunidades (**Opportunities**) e as ameaças (**Threats**) no ambiente externo;

- *Matriz de prioridades GUT* – orienta decisões que envolvam muitas variáveis auxiliando no estabelecimento de prioridades. Para isso são questionadas a gravidade, a urgência e a tendência de crescimento do problema quando de sua resolução ou não;
- *5W2H* – tem como base respostas a perguntas essenciais num plano de ação (What? Why? When? Where? Who? How? How Much?), assim é possível o planejamento de atividades e estabelecimento de metas.

As ferramentas da qualidade são utilizadas em diversos setores, desde que seja buscada a melhoria no processo de gestão.

Com o objetivo de implantar um programa de produção limpa numa indústria de cerveja, Silva, Medeiros e Vieira (2017) utilizaram as ferramentas da qualidade Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Matrix GUT e 5W2H como apoio à fase de planejamento do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). Com a implementação do programa proposto foi possível reduzir o índice de perdas na produção das latas das bebidas. Igualmente as despesas relacionadas a tal produção foram minimizadas em aproximadamente 30%.

Rocha, Pfitscher e Carvalho (2015) analisaram a sustentabilidade ambiental de uma IES do Estado de Santa Catarina. Para isso os autores utilizaram uma lista de verificação para obtenção de dados. A instituição apresentou um baixo índice de sustentabilidade global e através da ferramenta 5W2H propuseram um Plano Resumido de Gestão Ambiental que contemplou a inclusão de produtos recicláveis nas compras, o reaproveitamento de resíduos, a acessibilidade aos portadores de deficiência física e a criação de ações que aproximasse a IES da sociedade. A intenção era que, ao colocar em prática as ações propostas, a instituição incrementasse o índice de sustentabilidade ambiental, beneficiando a sociedade e o meio ambiente.

Através de um estudo acerca da implantação de um novo fluxo processual para a gerência de resíduos e de materiais sobressalentes no setor de modelagem de uma empresa calçadista Misturini e Nascimento (2016) reduziram o passivo ambiental e permitiram a reutilização de resíduos na empresa gerando lucratividade. Para tal os autores utilizaram o diagrama de ishikawa, fluxograma dos 5 Porquês e a matriz de priorização aplicados ao ciclo DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control).

Como já foi exposto anteriormente, o processo de planejar é de grande importância na gestão, independente do segmento tratado, tendo nos planos uma eficiente ferramenta de apoio, notadamente no setor ambiental. São várias as metodologias utilizadas na elaboração destes planos, mas as ferramentas da qualidade se destacam na eficiência para tal fim. Entendendo a abrangência do tema, faz-se importante destacar que além dos estudos apresentados, diversos outros já foram publicados nas mais variadas áreas do conhecimento.

### **2.3 Medidas de racionalização do uso da água**

O uso da água pode ser discutido sob uma abordagem tecnológica, onde os equipamentos sanitários por suas próprias características induzem o usuário a reduzir ou aumentar a quantidade de água utilizada, ou sob uma abordagem cultural, no qual são os hábitos de consumo dos usuários que irão influenciar no volume de água despendido no uso (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006).

No âmbito do uso racional, a primeira abordagem contempla a substituição de equipamentos sanitários convencionais por aparelhos poupadores, como a bacia sanitária com descarga de fluxo duplo, arejadores para torneiras, torneiras hidromecânicas ou com sensor de uso, dentre outros. A segunda abordagem está relacionada ao grau de consciência do usuário. Afinal, para uma mesma atividade, vários usuários podem utilizar quantidades distintas do recurso.

Independente do enfoque considerado, o consumo de água está diretamente ligado ao tipo e à forma de utilização dos aparelhos sanitários. Neste sentido, a seguir serão apresentadas medidas que possibilitam a racionalização do uso da água vislumbrando estas duas abordagens.

#### **2.3.1 Equipamentos poupadores**

O uso de aparelhos poupadores no país tem aumentado nos últimos anos, especialmente quando se trata de prédios que concentram um grande número de usuários (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006). Tal fato é atribuído, em especial, à redução de despesas com a conta de água quando do uso desses tipos de equipamentos, além do valor

ambiental que lhe é agregado, pois além da redução no consumo de água potável, há também redução no volume de efluentes lançados.

Segundo Barros (2013) outro fator que deve ser considerado com relação às tecnologias economizadoras é a posição das empresas fabricantes destes dispositivos frente ao tema da sustentabilidade. A criação de produtos e serviços ecologicamente corretos é uma forma de autopromoção para as empresas e desse fato decorre um maior acesso da sociedade a esse tipo de tecnologia, devido seu barateamento.

Ainda em 1999 foi publicado no âmbito do PNCDA o Documento Técnico de Apoio que trata de tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais (DTA – F1). O DTA apresentou o panorama das tecnologias poupadoras existentes no período e propôs linhas de ação que auxiliavam no processo de busca pela racionalização do uso da água, tendo como base experiências internacionais, científicas e tecnológicas. O documento defendeu em uma de suas linhas de ação a utilização dessas tecnologias em construções novas. Para edificações existentes, no entanto, foi sugerida a substituição gradual dos equipamentos poupadores, antecedida por estudos aprofundados de caráter técnico e econômico/financeiro (PNCDA, 1999). Em 2003 foi publicado o DTA – F2 que trata, especificamente, de Produtos Economizadores nos Sistemas Prediais. Dentre os produtos versados no documento, destacam-se as torneiras, mictórios, chuveiros, bacias sanitárias, dispositivos de acionamento de descarga sanitária e redutores de vazão.

- Bacias Sanitárias

Presente em quase todos os ambientes sanitários, historicamente as bacias sanitárias são caracterizadas pelo volume significativo de água utilizado num curto espaço de tempo. Atualmente as bacias sanitárias encontradas no mercado brasileiro tem um volume padrão de 6,8ℓ (6 litros por fluxo de descarga).

Para que seu funcionamento seja eficiente, ou seja, para que ocorra o arraste de dejetos e conseqüente limpeza da bacia sanitária, deve haver um volume mínimo na descarga. No entanto, entendendo que nem sempre há efluentes sólidos, a indústria passou a fabricar descargas que funcionam com a possibilidade de um duplo acionamento: 6 litros por fluxo de descarga para o arraste de sólidos e 3 litros por fluxo de descarga para líquidos. Este tipo de descarga sanitária existe tanto para as bacias sanitárias com caixas acopladas quanto para as com válvulas de descarga e apresenta um grande potencial de economia de água.

A preocupação com o volume de água despendida nas descargas sanitárias é recente, datado de 2002 (no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H), prazo estipulado para os fabricantes se adequarem a NBR 15.097/2017. Assim, edificações antigas ainda possuem bacias sanitárias com volume de descarga de 12ℓ. Por isso, em edificações antigas recomenda-se a verificação das bacias sanitárias existentes antes de qualquer intervenção (PNCDA, 2003).

De modo geral, mesmo com a redução da quantidade de água despendida nas descargas sanitárias, verifica-se ainda a preocupação em minimizar mais esse volume. Estudos recentes tem analisado o desempenho do sistema predial de água e esgoto que utilizam bacias sanitárias com volume de descarga de 4,8ℓ. Gonçalves e Valencio (2016) avaliaram, em laboratório, o uso de 20 bacias sanitárias de 4,8 ℓ/descarga. De acordo com os resultados laboratoriais, a remoção dos dejetos da bacia sanitária está de acordo com o especificado em norma. No entanto, 65% das amostras não atenderam os requisitos no que diz respeito ao transporte dos dejetos no sistema predial de esgoto sanitário, indicando a necessidade de evolução dos produtos.

- Torneiras

Seja para o uso em lavatórios, pias de cozinha, pias de laboratórios, tanques de lavar roupa, em jardins ou outros, as torneiras são comumente utilizadas em diversas áreas molhadas de uma edificação. Entendendo os diversos usos atendidos através das torneiras, discorre que a vazão de água consumida varia conforme sua finalidade. Por isso nem sempre é possível encontrar soluções que minimizem o uso da água nestes dispositivos (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006). Segundo os autores, o consumo de água numa torneira é função da vazão que por ela escoar e do tempo de acionamento.

Neste sentido, algumas torneiras foram criadas com o intuito de se adequar a determinados usos. Assim, há no mercado torneiras com fechamento automático (seja mecânico ou por sensor), com abertura diferenciada (fechamento com 1/4 de volta ou com dois ciclos de fechamento – 1/8 e 1/4 de volta), com funcionamento por pedal ou válvula de pé, com direcionador de jato, torneiras com dispositivos arejadores, dentre outros.

Há, ainda, a possibilidade de instalação de arejadores nas torneiras. O dispositivo arejador é uma peça empregada tanto para reduzir a vazão da água como eliminar a dispersão do jato de água. Isso é possível devido a redução da seção de passagem e direcionamento do fluxo da água, através de peças perfuradas ou telas finas, além de possuir orifícios na sua



superfície lateral para permitir a entrada de ar durante o escoamento. As bolhas de ar dentro do jato dão ao usuário a sensação de uma vazão maior do que é na realidade (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006). Ainda de acordo com os autores, os dispositivos arejadores reduzem em cerca de 50% a vazão de água consumida.

- Chuveiros

No Brasil, segundo Sautchúk *et al.* (2005), os chuveiros são responsáveis em média por 41% do volume de água consumido em apartamentos, 78% do consumo de água em flats, bem como por consumos elevados em vestiários de uso coletivo em geral. No entanto, existem formas de minimizar o consumo gerado através desse equipamento.

Ainda de acordo com os autores, uma intervenção susceptível de reduzir vazões excessivas tanto em duchas de ambientes sanitários públicos e residências, quanto em chuveiros, é a introdução de um registro regulador de vazão (mais indicado em situações de alta pressão). O dispositivo possibilita a regulagem da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários. Outra forma de economia em chuveiros e duchas é através da instalação de um dispositivo restritor de vazão, assim a vazão permanece constante independente da pressão a qual esteja submetida.

Assim como ocorre para torneiras, outra forma de reduzir o consumo de água em chuveiros é a instalação de válvulas de fechamento automático, porém com ciclo de funcionamento superior aos das torneiras. Este tipo de fechamento é utilizado em ambientes públicos para evitar o uso dos registros de pressão. Isso porque o mesmo pode ser mal fechado ou permanecer aberto desnecessariamente, resultando no consumo excessivo de água.

Para Sautchúk *et al.* (2005), A instalação de válvulas de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água.

- Mictórios

Embora não aparente, os mictórios podem ser responsáveis por grande consumo de água num ambiente sanitário, a depender das soluções inadequadas dadas aos dispositivos de descarga utilizados, a exemplo do uso dos registros de pressão para tal fim (PNCDA, 2003).

Segundo Alves, Rocha e Gonçalves (2006), os principais aparelhos empregados para controle do fornecimento da água de limpeza dos mictórios são os registros de pressão,

válvula de descarga geral (com diâmetro de 1.1/2" e 1.1/4"), válvula de descarga específica (com acionamento fotoelétrico, hidromecânico, dentre outros) e caixas de descarga de funcionamento periódico e automático. Além destes, os autores destacam a possibilidade de uso de mictórios que dispensam a utilização de água para sua limpeza. Este tipo de equipamento possui um dispositivo composto por uma substância oleosa ou em gel que tem densidade inferior a da urina e que funciona como barreira físico-química, impedindo o retorno de odores.

Da associação de mictórios e formas de descarga presentes no mercado brasileiro, as com válvula de acionamento hidromecânico, as válvulas com acionamento por sensor de presença, as temporizada e os mictórios sem água são os que proporcionam uma maior economia de água.

Embora estejam disponíveis no mercado vários tipos de aparelhos ecoeficientes, é necessário também considerar problemas atrelados a estes tipos de equipamentos, tais como (SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, 2006):

- Divergência do tempo de fechamento das torneiras hidromecânicas (tem como solução a regulação pela equipe de manutenção);
- Entupimento em bacias sanitárias com caixa de descarga com volume reduzido (não sendo problema do equipamento, o problema pode ser reduzido através de campanhas de conscientização do usuário, estimulado o uso correto do aparelho);
- Vandalismo (pode ser minimizado pela utilização de dispositivos antivandalismo e também através de campanhas de conscientização).

Além destes problemas, o Quadro 2.2 apresenta possibilidade de defeitos/falhas frequentes em aparelhos sanitários que podem ser sanados com intervenções de manutenção segundo as recomendações dos fabricantes (SAUTCHÚK, *et al.*, 2005).

A substituição de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores já foi objeto de várias pesquisas, dentre elas, Silva, Medeiros e Vieira (2017) analisaram os impactos econômicos na implantação de aparelhos poupadores em residências do Município de Caruaru, Estado de Pernambuco. Na pesquisa foram estimados os consumos per capita de água com o uso de aparelhos convencionais e com aparelhos poupadores e, considerando a estimativa de custo para instalação dos equipamentos economizadores, foi realizada a análise de economia de água e de retorno do investimento. Segundo os autores, é possível economizar

até 40% no consumo de água, com um tempo de retorno médio para o investimento de seis anos e meio, enfatizando com esses resultados a importância da utilização dos equipamentos ecoeficientes na gestão da demanda de água. Além deste, vários são os estudos que tratam do tema, como Silva *et al.*, (2017), Barros, Rufino e Miranda (2016), Guedes, Ribeiro e Vieira (2014), Soares (2012), dentre outros.

Quadro 2.2 – Defeitos/falhas em aparelhos sanitários e intervenções necessárias.

Aparelho Sanitário	Defeitos/Falhas Encontrados	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 bóia 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 êmbulo da torneira
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
	Vazamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Registro de pressão para chuveiro	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: Sautchúk *et al.* (2005)

### 2.3.2 Controle de Vazamentos

Os vazamentos podem ser visíveis ou não visíveis, sendo estes os mais difíceis de corrigir justamente pela dificuldade em detectá-los. As perdas por vazamento podem ocorrer pelo desgaste natural dos componentes das instalações, por alterações bruscas na pressão ou vazão do sistema, ou mesmo pela ação humana através da danificação dos aparelhos sanitários ou da rede de abastecimento.

O DTA-F1 sugere como medidas preventivas aos vazamentos visíveis e não visíveis (PNDCA, 1999): a elaboração e execução de projetos hidráulicos que facilitem o acesso às instalações (barriletes e reservatórios, por exemplo), facilitando assim manutenções preventivas e corretivas; o controle da pressão hidráulica estática no sistema, não permitindo que ultrapasse 400kPa estabelecido em norma; e o monitoramento do consumo de água através da leitura em hidrômetros, sempre no mesmo horário, com o intuito de verificar qualquer variação inesperada no consumo de água (sendo este um dos indícios de vazamento).

Além disso, são indícios de vazamentos não visíveis as manchas de umidade em paredes, lajes e pisos, o acionamento contínuo do sistema de recalque da edificação e o crescimento de vegetação em juntas de pavimentação (PNCDA, 1999).

Gonçalves e Oliveira (1998) desenvolveram metodologias para a detecção de vazamentos não visíveis. Dentre os métodos propostos estão o teste do hidrômetro (utilizado em alimentador predial), teste da sucção (utilizado em alimentador predial, quando da dificuldade de acesso ao reservatório), teste do reservatório (utilizado para a verificação de infiltração no reservatório), teste do corante (utilizado em bacias sanitárias) e geofonia eletrônica, haste de escuta e correlação de ruídos (para a detecção de vazamento em sistema hidráulico – este método tem restrições quanto a pressão hidráulica mínima no sistema).

Quanto aos vazamentos visíveis, Gonçalves *et al.* (2005), numa pesquisa desenvolvida com o objetivo de estudar edificações escolares públicas localizadas na cidade de Campinas-SP, utilizaram os valores apresentados na Tabela 2.1 para estimar o volume perdido nos vazamentos nos pontos de consumo. Tais valores serviram de base para o cálculo de indicadores de uso racional da água. Segundo o estudo, o Indicador de Perdas por vazamento chegou a mais de 70% numa das Escolas de Ensino Fundamental e mais de 40% em algumas Escolas de Educação Infantil.

Tabela 2.1 – Valores adotados para a estimativa do volume perdido de água nos vazamentos nos pontos de consumo

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	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 Ø 2 mm	> 114 litros/dia
	filete Ø 4 mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/da
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Gonçalves *et al.* (2005)

O controle de vazamentos é um dos itens indispensáveis em qualquer programa de uso racional da Água, tendo sido considerado em todos os programas de conservação da água em instituições de ensino superior já abordado neste trabalho.

### 2.3.1 Medição individualizada

Em Unidades Habitacionais, a medição individualizada nada mais é que a setorização do consumo de água com a instalação de ao menos um hidrômetro em cada unidade, possibilitando a medição do volume de água utilizado num determinado período de tempo (ILHA, OLIVEIRA e GONÇALVES, 2010).

Para Yamada, Prado e Ioshimoto (2001), a medição individualizada é um mecanismo indireto de economia que propicia mais consciência ao consumidor final quanto ao uso da água, tendo em vista que o pagamento é função do consumo. Sob esta mesma ótica, Moura (2015) ressalta que em edificações públicas, entretanto, a setorização das medições pode não gerar uma grande redução do consumo porque os consumidores neste tipo de edificação não são os responsáveis diretos pelo pagamento da fatura de água.

Yamada, Prado e Ioshimoto (2001) analisaram e compararam o consumo de água e os hábitos de consumo dos usuários em edificações com sistemas de medição coletiva e individualizada. O estudo foi realizado num conjunto habitacional localizado no município de Guarulhos – SP que é formado por edifícios padronizados, mas que diferem na forma de medição da água. Os autores, inicialmente, procederam com a caracterização do sistema hidráulico predial e dos usuários (quantidade de pessoas por unidade habitacional, período de permanência), além de analisar o histórico de consumo e os hábitos de uso da água dos consumidores. O estudo também apresentou o comportamento dos usuários quanto às ações de economia de água e à avaliação do sistema de medição.

Embora o estudo tenha apontado que, independente da forma de medição da água, há equivalência nas características analisadas para a edificação e para os usuários, o comportamento dos usuários são destoantes, refletindo divergências quanto ao consumo. Neste sentido, foi verificada menor conscientização da população que habita em edifícios com sistema de medição coletiva. Tal fato se justifica pela forma de rateio da conta de água que não considera o consumo real em cada unidade habitacional, mas coletivo, desconsiderando qualquer forma de economia individual e incentivando, assim, o consumo imprudente (YAMADA, PRADO e IOSHIMOTO, 2001).

Outra perspectiva que deve ser considerada é no tocante à taxa mínima de tarifação. A regra de tarifação mínima varia entre as concessionárias e quando o consumo mensal num setor oscila abaixo dessa taxa, o sistema de medição individualizada funciona apenas como suporte ao gerenciamento do consumo (ILHA, OLIVEIRA e GONÇALVES, 2010).

Segundo Tamaki, Silva e Gonçalves (2006), para a efetivação da medição setorizada como instrumento de gestão as instalações hidráulicas e os equipamentos sanitários devem funcionar adequadamente e os medidores instalados devem fornecer o maior número de informações possíveis. Além disso, não basta realizar intervenções no sistema, deve-se ressaltar também a necessidade de acompanhamento permanente do consumo, através do levantamento do perfil de consumo, para que tal ato se configure um instrumento de gestão da demanda que possibilita a criação de parâmetros de controle e procedimentos para outras intervenções. O acompanhamento diário dos dados permite a rápida detecção de inconformidades, possibilitando, quando for o caso, uma ação corretiva em menor tempo.

Independente de onde seja instalada, a medição individualizada facilita a detecção de vazamentos nas unidades medidas, em virtude do monitoramento do consumo que pode ser realizado de forma mais detalhada (YAMADA, PRADO e IOSHIMOTO, 2001). No entanto, quanto maior for o número de medidores instalados num grupo de edificações (ou unidades habitacionais), maior será o tempo necessário para aferir e analisar os valores medidos.

Nesse contexto, com o intuito de discutir o uso da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água, Tamaki, Silva e Gonçalves (2006) investigaram sistemas e tecnologias de telemedição a partir de um estudo realizado na Universidade de São Paulo (USP), no âmbito do Programa de Uso Racional da Água (PURA). A telemedição permite a obtenção rápida e segura dos dados de consumo, não substituindo a leitura tradicional em sistemas de menor porte. Além disso, o sistema torna ágil e facilita o fornecimento de informações a diferentes níveis de usuários (concessionária de água, administradores das edificações ou usuários finais), bem como permite criar ou aprimorar rotinas que induzem a economia de insumos e redução de gastos.

Cagnon *et al.* (2017) propuseram um sistema de supervisão e controle da distribuição de água potável em edifícios de uso coletivo, mas com medição individualizada, que tem como base a plataforma Arduino Uno. A plataforma permite criar programas que, quando executados por um microcontrolador, induzem o hardware a executar ações de armazenamento de dados e controle do sistema de abastecimento da edificação. O sistema é configurável, possibilita a monitoramento do processo em tempo real e se propõe a, além de

melhorar as medições de consumo, controlar o abastecimento fornecendo o nível de água nos reservatórios, monitorando o conjunto motobomba, disponibilizando relatórios personalizados diários ou mensais, auxiliando no controle de perdas, dentre outros.

O sistema criado e configurado por Cagnon *et al.* (2017) apresentou um erro aproximado de 0,091% e, segundo os autores, se baseia numa plataforma de uso popular e de baixo custo, podendo ser utilizado para um grande número de consumidores (através do uso de redes Wi-Fi, cabos de lógica ou fibras óticas).

Seja qual for o método utilizado para acompanhar as variáveis relacionadas ao consumo de uma edificação, é importante ressaltar que não basta obter dados e criar gráficos. É necessário analisar cada dado obtido, transformá-lo em informações úteis e utilizar as informações obtidas (através da eliminação de vazamentos ou readequação de processos que consomem muita água), realimentando assim o processo e efetivando o sistema de medição individualizada como instrumento na gestão da demanda de água.

## **2.4 Programas de conservação do uso da água em IES**

Em geral, instituições públicas são grandes consumidoras de água e apresentam altos índices de patologias nas instalações. Tal fato se deve a falta ou ineficácia em manutenções, bem como a falta de sensibilização dos usuários para conservação, inclusive por estes não serem os responsáveis diretos pelo pagamento da conta de água. Outro fator que agrava a ineficiência nesse tipo de edificação é o critério de seleção em licitações que, por ser o de menor preço, muitas vezes acarreta a compra e instalação de componentes de baixa durabilidade (SOARES, 2012).

Nesse contexto, a implantação de um sistema eficiente que incentive o uso racional da água se mostra bastante válida. A seguir serão apresentados estudos sobre o uso racional da água em instituições públicas de ensino superior no país.

### **2.4.1 Universidade de São Paulo (USP)**

Com o objetivo de reduzir e manter um baixo consumo de água ao longo do tempo, implantar um sistema estruturado de gestão da demanda de água e desenvolver uma metodologia que pudesse ser aplicada futuramente em outros locais, foi criado em 1996 o

Programa de Uso Racional da Água – PURA através de um convênio entre a Escola Politécnica da USP, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

A implantação do programa se deu em cinco etapas, a saber (SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, 2006):

- Etapa 01 – Diagnóstico Geral: foram levantadas características físicas e de ocupação das edificações (área construída, distribuição dos ambientes, estado de conservação, características e estado de conservação dos sistemas de medição, reservação, distribuição e equipamentos sanitários, população fixa e flutuante, histórico da demanda de água e usos da água);
- Etapa 02 – Redução de perdas físicas: Contempla a atualização do cadastro de redes existente e a detecção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios. Para isso foram utilizados equipamentos como haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos.
- Etapa 03 – Redução de consumo nos pontos de utilização: Inclui a detecção e eliminação de vazamentos em pontos de utilização e a substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores;
- Etapa 04 – Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água: foram levantados os hábitos de consumo de água dos usuários e fornecidos métodos mais eficientes, minimizando-se os desperdícios, mas sem comprometer a qualidade do serviço;
- Etapa 05 – Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos: nesta etapa foram distribuídos cartazes, adesivos, folders, manuais; publicados em jornais e revistas; ministrados cursos de manutenção hidráulica para funcionários do setor de manutenção e palestras para docentes, alunos, funcionários e visitantes.

O programa obteve em cinco anos uma redução no consumo de água de 36% e um benefício econômico líquido acumulado de mais de 46 milhões de reais (SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, 2006). Mais especificamente na cidade universitária da USP, a redução da demanda de água chegou a 41% entre os anos 1998 e 2013 (PURA, 2017). Outro resultado indiscutível foi o despertar para a conservação da água e a mudança comportamental dos usuários, promovendo o caráter permanente do programa.



#### 2.4.2 Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

A falta de conscientização dos usuários de edifícios institucionais para a conservação da água motivou Nunes (2000) a avaliar o impacto de redução no consumo de água quando adotadas medidas corretivas quanto ao uso do recurso, como o monitoramento do consumo de água, conserto de vazamentos e a substituição de torneiras e mictórios convencionais por economizadores, sem alteração do nível de atendimento ao usuário final. Também foram aplicados questionários para avaliar os hábitos e opinião dos usuários no que se refere ao desempenho e aceitação dos equipamentos economizadores.

O estudo foi realizado num conjunto de edifícios do campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), situado no Distrito de Barão Geraldo, na cidade de Campinas. O Campus é compreendido numa área de 2.447.097 m<sup>2</sup> e é frequentado por cerca de 30.000 pessoas diariamente. O consumo mensal de água na época era, em média, 100.000 m<sup>3</sup> (NUNES, 2000).

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma análise descritiva das edificações e investigações de campo e os resultados indicaram uma significativa redução do consumo de água em todas as unidades, sendo a maior parte advinda do conserto dos vazamentos. No entanto, o índice de vazamentos encontrados era da ordem de 14 a 38%, indicando a necessidade cotidiana de serviços de manutenção.

O impacto da redução no consumo mensal de água variou entre 10 e 87,5%, a depender do prédio analisado, sendo a maior porcentagem na redução também advinda do concerto de vazamentos. Com relação à aceitação da população quanto ao uso de equipamentos economizadores, foi próximo a 90% (NUNES, 2000).

#### 2.4.3 Universidade Federal de Goiás (UFG)

Entendendo que a universidade é um usuário de grande porte, que possui os mais variados consumidores e por ser um local onde são realizados diversos tipos de atividades, Gomes (2011) propôs em seu trabalho estruturar e analisar a viabilidade da implantação de um programa de uso racional da água na Universidade Federal de Goiás (UFG).

O estudo foi dividido em três fases. A primeira fase (ações preliminares) contemplou a avaliação e diagnóstico do sistema. Isso foi realizado através de análise documental, levantamento de campo e levantamento da demanda (verificação de perdas físicas, possíveis

adequações de processos, reconhecimento dos equipamentos hidráulicos, análise do controle de pressão do sistema hidráulico e dos níveis de qualidade exigidos para a água). A segunda fase (ações intermediárias) foi embasada no planejamento e implantação do programa (através da instalação de medidor, monitoramento preliminar e instalação dos dispositivos economizadores). A terceira fase (ações posteriores) teve como foco o processo de gestão (monitoramento posterior, estudo de viabilidade e pesquisa de satisfação).

Devido à facilidade em obter dados de consumo diário através da instalação de um medidor de vazão exclusivo, o autor utilizou como estudo de caso o prédio onde funciona a reitoria da instituição.

Objetivando uma redução no consumo em torno de 30%, foi elaborado e implantado um plano de intervenção que previu a instalação de um hidrômetro, a substituição de torneiras e registros de pressão convencionais por modelos poupadores e a instalação de torneiras de pia com arejadores.

O consumo de água no prédio foi monitorado durante os 120 dias anteriores e posteriores à implantação do programa. O consumo médio mensal antes da intervenção era de 181,8m<sup>3</sup> de água e após a implantação do programa passou a 127,2m<sup>3</sup>, totalizando uma redução de 30,06%. Considerando a redução na conta da água e os gastos com compra de material e mão-de-obra, o autor estimou um período de retorno do valor investido de 20 meses.

#### 2.4.4 Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Foi implantado na Universidade Federal da Bahia (UFBA), desde 2001, o Programa de Uso Racional de Água da UFBA – ÁGUAPURA. Assim como nos trabalhos já mencionados, O programa visou reduzir o consumo de água através de ações que possibilitassem a minimização de perdas e desperdícios, manutenção e aprimoramento da redução à medida que ela foi sendo obtida. O programa também teve como objetivo difundir conceitos sobre uso racional da água no meio acadêmico e contribuir para a implantação de tecnologias limpas, propagando entre instituições e pessoas o hábito de consumir água de forma racional, sendo desenvolvido no âmbito da Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM) da UFBA, em parceria com instituições públicas e privadas (NAKAGAWA, 2009).

A metodologia utilizada no programa teve como pilares cinco atividades: i) Levantamento do sistema hidráulico predial; ii) Monitoramento e análise do consumo de água

das unidades; iii) Detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis; iv) Levantamento dos procedimentos dos usuários; v) e Utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo (substituição de componentes convencionais por economizadores de água).

Em 2004, com o sistema mais informatizado, foi elaborado o sistema ÁGUAPURA via net, no qual, inicialmente, eram inseridas informações sobre os hidrômetros dos prédios analisados no programa. Atualmente, o sistema AGUAPURA via net permite que qualquer usuário cadastrado possa acompanhar o seu consumo de água diariamente. Desta forma é possível identificar rapidamente eventos que provocam desperdícios e perdas, permitindo economias significativas.

Após a implementação do programa foi verificado uma redução de 45% do consumo de água mensal na instituição. O consumo per capita foi reduzido de 42l para 18l por pessoa por dia, demonstrando uma evolução da UFBA quanto à racionalização do consumo de água. (NAKAGAWA, 2009).

#### 2.4.5 Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Reconhecendo-se como um ambiente propício à formação de cidadãos conscientes e à disseminação de práticas de uso racional da água com exemplos na própria instituição, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) elaborou e implantou o “Projeto de Reestruturação do Sistema de Abastecimento de Água no Campus de Campina Grande/PB”. Tal ação teve como objetivo melhorar o sistema de abastecimento e reduzir o consumo de água na sede da Instituição. A concepção do projeto foi baseada nos resultados de Soares (2012), o qual diagnosticou prováveis problemas de ineficiência do sistema de abastecimento de água em funcionamento no Campus.

Soares (2012) analisou o gerenciamento da demanda de água na UFCG. Para isso, realizou o diagnóstico do local no que diz respeito à população, à área construída e de cobertura, pontos de consumo de água e características desse consumo, bem como diagnosticou todo o sistema de abastecimento. Também foi avaliado, através de entrevistas, o comportamento e percepção dos usuários para práticas de uso eficiente, onde foi verificado uma auto-reprovação nos hábitos de conservação da água.

Além disso, Soares (2012) simulou cenários de gestão de demanda de água, dentre os quais a substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos

ecologicamente eficientes, verificando a possível redução no consumo de água em até 50% e um rápido retorno no investimento em todos os cenários analisados. Outra simulação realizada foi relativa ao reaproveitamento de água pluvial para utilização em descargas sanitárias. Em todos os cenários estudados foi verificada viabilidade ambiental e financeira.

O projeto de reestruturação do sistema de abastecimento foi elaborado e implantado pela Prefeitura Universitária da Instituição no ano de 2014. Foram realizadas ações de recuperação do reservatório existente (que apresentava muita infiltração), execução de uma nova rede de abastecimento num dos setores do Campus, instalação de hidrômetros em cada edificação, impermeabilização dos demais reservatórios das edificações, substituição de bacias sanitárias com descargas convencionais por descargas do tipo bicomando, substituição de torneiras convencionais por torneiras com fechamento automático, construção de novos reservatórios centrais, reaproveitamento de água da lagoa existente no campus para uso na irrigação dos jardins e confecção de placas educativas (UFCEG-PU, 2017).

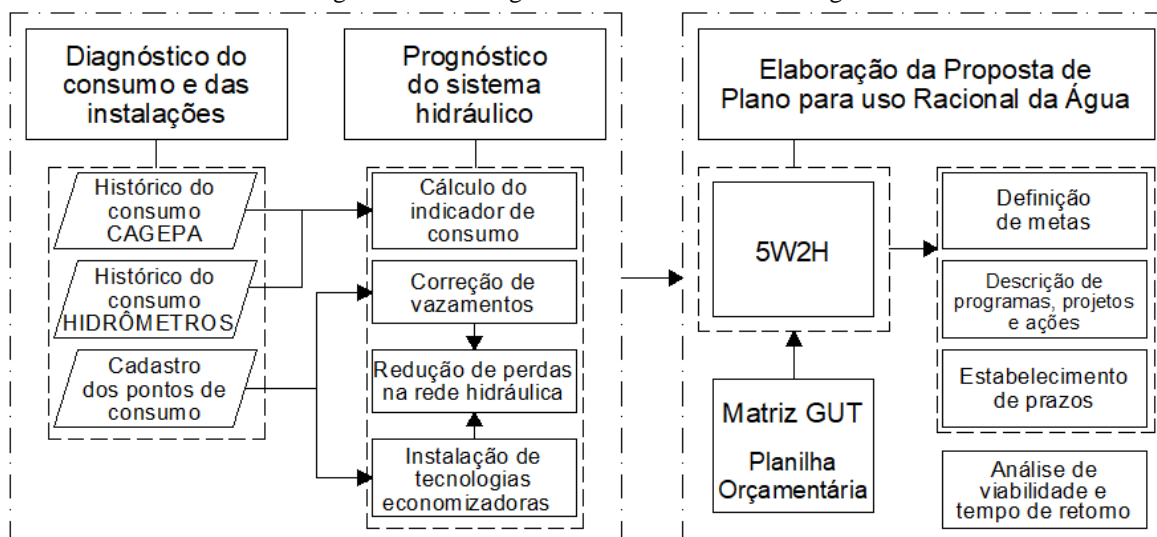
Todas essas ações totalizaram um investimento aproximado de R\$1.500.000,00. Como resultado do investimento, após a implantação do projeto, foi verificada uma redução de quase 50% no consumo de água. No ano 2014 o consumo de água atingiu 100.773m<sup>3</sup>, sendo reduzido em 2015 para 50.531m<sup>3</sup>. Em termos financeiros, houve uma economia na conta anual de água no montante aproximado de R\$342.000,00 entre os anos 2014/2015. Assim, o retorno financeiro do valor investido foi calculado em 4,4 anos (UFCEG-PU, 2017). Além do retorno financeiro, a implantação do projeto posicionou a UFCEG no patamar das instituições que investem e propagam ações de redução do consumo de água.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho foi idealizado considerando o recorrente histórico de crises hídricas vivenciado na região de Campina Grande, assim como, pela necessidade de minimizar o consumo de água na UEPB e reduzir os efeitos do racionamento causado por tais crises.

Neste sentido, as etapas metodológicas utilizadas foram feitas com base em pesquisas bibliográficas, levantamento de campo, consulta a funcionários da instituição, além da análise de documentos técnicos, projetos e plantas arquivadas na instituição, conforme será descrito a seguir. A Figura 3.1 apresenta um fluxograma que resume a metodologia utilizada.

Figura 3.1 – Fluxograma – Resumo da metodologia utilizada



Fonte: Autoria própria

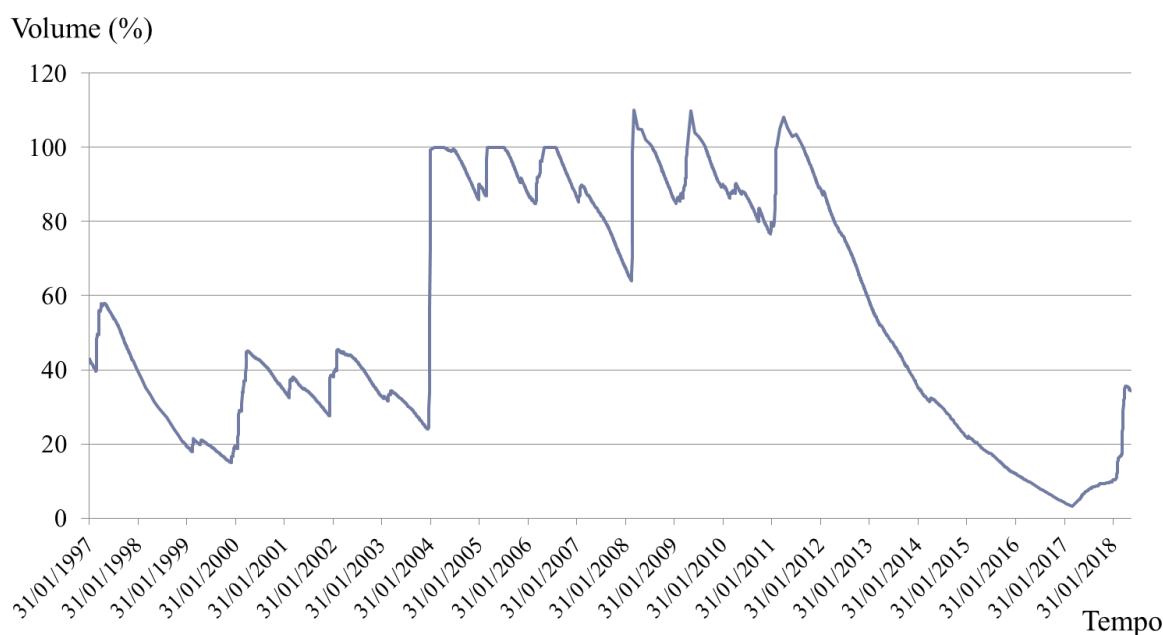
#### 3.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Campina Grande, localizada no interior do Estado da Paraíba, possuía, no Censo Demográfico de 2010 – mais recente –, uma população de, aproximadamente, 387.000 habitantes (IBGE, 2010). Situa-se no agreste paraibano, onde prevalece o clima quente, com média de 26°C, no entanto menos árido que o predominante na maioria das cidades interioranas do Estado (PMSB, 2014).

O município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e sua população é abastecida pela água acumulada no Reservatório Epitácio Pessoa, também chamado de Açude Boqueirão (isto porque a barragem que permite a acumulação da água está situada na cidade de Boqueirão). O açude tem uma capacidade de 411.686.287m<sup>3</sup> (ANA, 2018), abastece

também cidades vizinhas a Campina Grande e em 2017, após um período de seca prolongado, acumulou o menor volume desde sua construção, conforme apresentado na Figura 3.2. Cabe ressaltar ainda que no período entre dezembro de 2014 e agosto de 2017 as cidades abastecidas pelo reservatório tiveram a vazão distribuída à população reduzida através do racionamento da água, que só foi encerrado após a recarga do açude com águas vindas com a transposição do Rio São Francisco.

Figura 3.2 – Volume acumulado no Reservatório Epitácio Pessoa no período entre 1997-2018



Fonte: ANA, 2018.

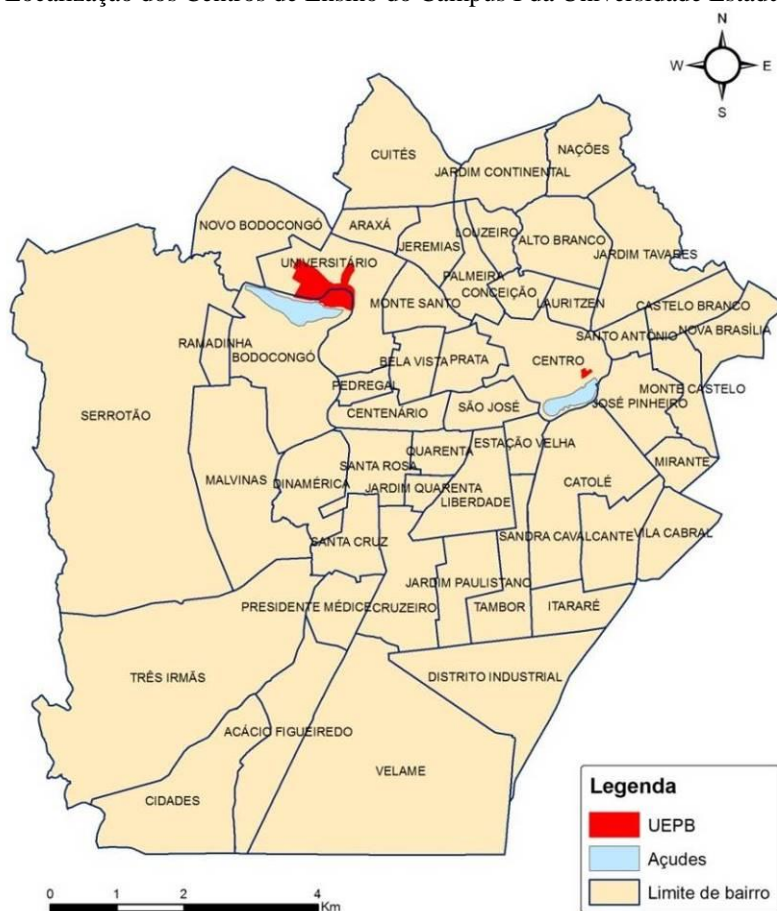
A cidade de Campina Grande se destaca por ser um polo estudantil, onde funciona a sede de duas das maiores universidades públicas do Estado (Universidade Estadual da Paraíba – UEPB e a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG) além de diversas Universidades Particulares.

Composta atualmente por oito Campi distribuídos por todo o Estado da Paraíba, a UEPB foi criada em 1966, sendo chamada inicialmente por Universidade Regional do Nordeste. A instituição tem como Missão a formação de cidadãos, mediante a produção e a socialização do conhecimento, de forma a contribuir para o desenvolvimento educacional e sociocultural da Região Nordeste e, em particular, do Estado da Paraíba, sustentada nos princípios da identidade, autonomia, unidade, diversidade, qualidade e participação.

O Campus I, localizado na cidade de Campina Grande/PB é dividido em cinco centros de ensino, um centro administrativo, dois museus e edificações destinadas à gráfica

universitária e atividades culturais. Todas as edificações compreendem um terreno com 304.262, 80 m<sup>2</sup> e uma área construída de 71.051,03 m<sup>2</sup> (estes valores contabilizam as áreas de prédios próprios e alugadas). Os imóveis destinados a Ensino (ou seja, aquelas onde há um maior número de usuários diariamente) estão situados no bairro Universitário (onde funcionam o Centro de Ciência e Tecnologia, o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, o Centro de Educação e o Centro de Ciências Sociais Aplicadas), às margens do açude de Bodocongó, ponto histórico da cidade, e no centro da cidade de Campina Grande (onde funciona o Centro de Ciências Jurídicas), próximo à maternidade municipal (Figura 3.3).

Figura 3.3 – Localização dos Centros de Ensino do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba.



Fonte: Autoria própria

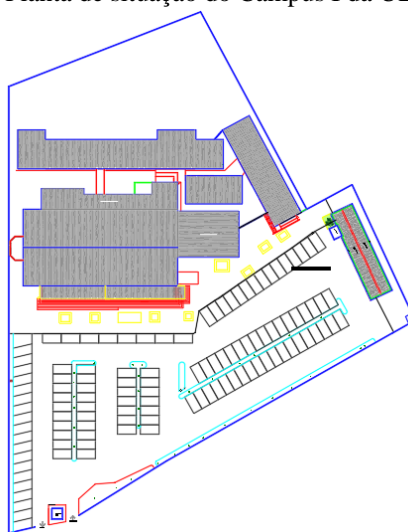
A instituição funciona em três turnos e possui, nestes dois bairros, uma estrutura física com 23 edificações, das quais uma está em reforma e uma está sendo ampliada. Também estão sendo construídos dois novos blocos, ambos, inicialmente, para uso da pós-graduação. Os croquis das plantas de situação do Campus I da UEPB nos bairros Universitário e Centro estão apresentados nas Figura 3.4 e Figura 3.5, respectivamente.

Figura 3.4 – Planta de situação do Campus I da UEPB – Bairro Universitário



Fonte: PROINFRA (2018)

Figura 3.5 – Planta de situação do Campus I da UEPB – Centro



Fonte: PROINFRA (2018)



No Campus I são ofertados 29 cursos de graduação, sendo 16 bacharelados e 13 licenciaturas. A distribuição dos cursos de graduação ofertados por Centros de ensino é apresentada no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Distribuição dos cursos ofertados pela UEPB por Centros de Ensino

<b>CCBS – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde</b>	<b>CCSA – Centro de Ciências Sociais Aplicadas</b>	<b>CCJ – Centro de Ciências Jurídicas</b>	<b>CCT – Centro de Ciências e Tecnologia</b>	<b>CEDUC – Centro de Educação</b>
- Ciências Biológicas (bacharelado); - Ciências Biológicas (licenciatura); - Educação Física (bacharelado); - Educação Física (licenciatura); - Enfermagem (bacharelado); - Farmácia (bacharelado); - Fisioterapia (bacharelado); - Odontologia (bacharelado); - Psicologia (bacharelado).	- Administração (bacharelado); - Ciências Contábeis (bacharelado); - Jornalismo (bacharelado); - Serviço Social (bacharelado);	- Direito (bacharelado).	- Estatística (bacharelado); - Matemática (licenciatura); - Química (licenciatura); - Química Industrial (bacharelado); - Engenharia Sanitária e Ambiental (bacharelado); - Física (licenciatura); - Computação (bacharelado).	- Filosofia (licenciatura); - Geografia (licenciatura); - História (licenciatura); - Letras – Português (licenciatura); - Letras – Inglês (licenciatura); - Letras – Espanhol (licenciatura); - Pedagogia (licenciatura); - Sociologia (licenciatura).

Fonte: UEPB (2018)

Além dos cursos de graduação, com o objetivo de formar pessoal de alto nível para a produção do conhecimento e o exercício das atividades de ensino, pesquisa e extensão, o Campus I da UEPB conta também com dezoito Programas de Pós-Graduação. Por questões logísticas, esse trabalho se restringirá a analisar as 21 edificações localizadas no Bairro Universitário.

Os imóveis do Bairro Universitário distribuem-se em quatro edificações destinadas a atividades puramente administrativas, um para biblioteca central e dezesseis para atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Dentre os imóveis utilizados para ensino, pesquisa e extensão, a Central de Integração Acadêmica (CIAc) destaca-se por ser a maior edificação da instituição e por concentrar a maioria dos cursos. O prédio foi construído, inicialmente, para funcionar apenas como um centro de aulas, mas foi modificado a fim de contemplar também coordenações, chefias de departamento, bibliotecas setoriais e auditórios. Por ter uma grande área disponível no Pavimento Térreo, é ainda nesta edificação onde funciona grande parte dos eventos promovidos pela UEPB e por outras instituições e que são disponíveis à comunidade. Como

exemplo, a 13ª edição da Feira de Tecnologia de Campina Grande; os Encontros de Iniciação Científica da UEPB; dentre outros eventos. As demais edificações além de salas de aula contemplam também os laboratórios, consultórios e todas as dependências necessárias ao correto funcionamento dos cursos de graduação e pós-graduação.

### **3.2 Diagnóstico do Consumo e das Instalações Hidráulicas da Instituição**

Podendo ser entendida como a fase em que é feito o reconhecimento das características e prováveis problemas do sistema hidráulico, o diagnóstico permitiu o embasamento necessário para a realização das demais etapas da pesquisa. Fizeram parte deste estágio, o registro da localização de medidores da rede de abastecimento de água, a pesquisa e levantamento do histórico de consumo de água da instituição, o cadastramento de pontos de consumo e estimativa da distribuição do consumo por aparelho.

#### **3.2.1 Consumo de água na instituição**

Para um melhor conhecimento do gasto de água na universidade, o histórico de consumo foi analisado sob duas óticas: i) levantamento do consumo através das contas de água fornecidas pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, a CAGEPA; ii) realização da leitura diária do consumo de água nos hidrômetros da instituição. Esse procedimento foi realizado porque se verificou que nem sempre ocorre a leitura efetiva por parte da CAGEPA (nos meses em que esta leitura não é realizada, a companhia subentende que foi consumida a média dos meses anteriores). Além disso, conhecendo o consumo de água efetivo na instituição é possível realizar uma análise mais coerente do mesmo após a implantação do plano proposto nos próximos capítulos.

A UEPB passou por um longo período de greve no ano de 2017, iniciando as atividades do período letivo 2017.1 em 28 de agosto de 2017. No entanto, as primeiras semanas de aula costumam ser de adaptação dos horários das disciplinas para alunos e professores. Além disso, as clínicas escola só funcionam efetivamente a partir da terceira semana de aula, sendo as duas primeiras semanas destinadas à marcação de consultas. Por isso, para uma análise mais legítima, a leitura dos hidrômetros foi realizada no período compreendido entre 15/09/2017 e 27/10/2017. Entendendo que a instituição não tem tantas

atividades acadêmicas nos finais de semana, optou-se por realizar as leituras apenas durante a semana. Todas as aferições foram efetuadas no início do expediente, entre 7h e 8h da manhã por um funcionário da Pro-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA).

### 3.2.2 Sistema de Instalações Hidráulicas da Instituição

Inicialmente a intenção deste trabalho era realizar o levantamento e cadastramento de toda a rede de abastecimento de água interna à instituição. No entanto, a universidade não tem definido em projetos, bem como não é completamente de conhecimento dos funcionários o atual traçado da rede. Assim sendo, foi possível fazer a espacialização e registro dos 10 hidrômetros da CAGEPA instalados no Campus I (Bairro Universitário) e suas características.

Ainda nesta etapa de auditoria do consumo e das instalações, foram verificados junto à Pro-Reitoria de Infraestrutura os projetos de todas as edificações que compõe o Campus I – Bairro Universitário da UEPB. De posse dos projetos, foram realizadas visitas às edificações para verificação, comparação e cadastramento dos pontos de consumo de água, atualizando-os quando necessário.

Para o cadastramento destes pontos foram preenchidos formulários adaptados de Sautchúk *et al.* (2005)<sup>1</sup> que consideravam tipo e características dos equipamentos hidráulicos, instalações, condições de uso e operação, estado de conservação, dentre outras informações. Durante a visita às edificações foram buscados, ainda, pontos com vazamento ou apresentando problemas que ocasionassem o desperdício de água.

Por fim, foi estimada a Distribuição do Consumo de Água na UEPB ( $DCA_{UEPB}$ ), utilizando os resultados alcançados por Gomes (2013) como parâmetro. Na referida pesquisa foi estimada a distribuição dos aparelhos sanitários e do consumo de água na Universidade Federal de Campina Grande através da quantificação dos aparelhos propriamente ditos e da quantidade de água utilizada em instalações sanitárias (bacias sanitárias, lavatórios, mictórios, chuveiros), perdas por vazamentos, atividades de limpeza, dentre outros usos da instituição.

Entendendo que a UFCG se assimila à UEPB por serem Instituições Públicas de Ensino Superior de grande porte em funcionamento na cidade de Campina Grande, com um público que possui características e quantidade semelhantes, e tendo conhecimento da quantificação e distribuição dos aparelhos sanitários da UEPB, a estimativa da distribuição do consumo para a universidade foi calculada considerando as mesmas proporções da relação

---

<sup>1</sup> O modelo de formulário utilizado nesta pesquisa encontra-se no Apêndice 01.

“quantidade de aparelhos/consumo por aparelho” da UFCG, conforme apresentado na Tabela 3.1.

A estimativa da Distribuição do Consumo de Água por aparelho para a UEPB foi calculada através da Equação 01.

Tabela 3.1 – Método para estimativa da Distribuição do Consumo de Água da UEPB

EQUIPAMENTO	UFCG (GOMES, 2013)		UEPB	
	APARELHOS	CONSUMO	APARELHOS	CONSUMO
Bacias Sanitárias	32%	27,80%	Contabilizado após as visitas às edificações	Calculado através da Equação 01
Lavatórios	47%	51,74%		
Pia/Lavatórios em laboratórios				
Mictórios	8%	4,27%		
Outros <sup>2</sup>	13%	16,19%		

Fonte: Autoria própria

$$DCA_{UEPB_i} = \frac{Consumo_{REF} \times Aparelhos_{UEPB}}{Aparelhos_{REF}} \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

$DCA_{UEPB_i}$  = Distribuição do Consumo de Água por aparelho “i” para a UEPB [%];

$Aparelhos_{UEPB}$  = Quantidade proporcional dos aparelhos sanitários quantificados na UEPB [%];

$Consumo_{REF}$  = Distribuição do Consumo de Água por aparelho no estudo de referência (nesse trabalho foram utilizados como parâmetro os dados de um estudo realizado para a UFCG) [%];

$Aparelhos_{REF}$  = Quantidade proporcional dos aparelhos sanitários quantificados no estudo de referência [%].

### 3.3 Prognóstico do Sistema Hidráulico

No intuito de minimizar problemas relacionados a desperdícios de água, vazamentos na rede de abastecimento e de reconhecer pontos frágeis nas instalações hidráulicas, o

<sup>2</sup> Na categoria “Outros” estão inseridos todos os demais equipamentos hidráulicos não mencionados na tabela 3.1, bem como as possíveis perdas de água.

prognóstico do sistema hidráulico permitiu a antecipação de medidas corretivas e preventivas em toda a rede da instituição.

A princípio, buscou-se analisar a necessidade deste estudo, isto porque o estudo e implantação de um Programa para Uso Racional da Água é possível e importante em uma edificação onde o consumo de água pode ser otimizado. Para Gonçalves *et al.* (2005), uma forma prática de identificar tal questão é calculando o Indicador de Consumo de água do local e comparando com valores de referência.

Conhecendo a população que frequenta a universidade e o histórico de consumo de água diário, foi possível calcular o Indicador de Consumo, ou seja, a relação entre o volume de água consumido em um determinado período e a quantidade de consumidores neste mesmo período de tempo (OLIVEIRA e GONÇALVES, 2000).

Assim sendo, o Indicador de Consumo foi calculado pela Equação 02 (adaptado de OLIVEIRA e GONÇALVES, 2000):

$$IC = \frac{C_M}{P_{Eq\ i}} \times 100 \quad \text{(Equação 02)}$$

Onde:

IC = Indicador de Consumo [ $\ell$ /( $P_{Eq}$ .dia)];

$C_M$  = Consumo diário médio de água [ $\ell$  /dia];

$P_{Eq\ i}$  = População Equivalente da categoria “i” [ $P_{Eq}$ ];

Como comentado anteriormente, os agentes consumidores da instituição são formados por alunos, em sua maioria (graduação e pós-graduação), professores, técnicos administrativos e pela população que usufrui dos serviços prestados pela universidade. Cada agente passa um período de tempo diário diferente na instituição. Aluno cujo curso funciona em um único período permanece um tempo menor que aqueles cujo curso é em horário integral. De forma similar, alguns funcionários trabalham em expediente contínuo (6 horas diárias), enquanto outros trabalham em ambos os expedientes (8 horas diárias). Por isso, para tornar o cálculo do Indicador de Consumo mais próximo da realidade, o Consumo Médio Diário foi dividido pela População Equivalente que frequenta uma determinada edificação, o qual foi calculado utilizando a Equação 03 (adaptado de NAKAGAWA, 2009):

$$P_{Eq_i} = \sum (Nc_i \times t_i) \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

$Nc_i$  = Número de Agentes Consumidores [hab];

$t_i$  = razão entre o tempo diário que os agentes consumidores “i” permanecem no local e as horas úteis de funcionamento da instituição [adimensional];

Para o cálculo da População Equivalente foram atribuídos fatores de correção ( $t_i$ ) que consideram a permanência do indivíduo na instituição, em relação ao período diário útil total de funcionamento da mesma (7h às 22h, totalizando 15h). O fator de correção considera, ainda, a frequência mínima para aprovação dos discentes nas disciplinas (75%), conforme recomendado por Nakagawa (2009). Os valores utilizados no cálculo do índice de consumo estão apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Fator de Correção para o cálculo do Índice de Consumo de Água

<b>Categoria</b>	<b>Tempo médio diário de permanência na UEPB (h)</b>	<b>Fator de correção</b>
Discentes graduação - diurno	5	0,25
Discentes graduação - noturno	4	0,20
Discentes graduação - integral	6	0,30
Discentes Pós graduação	3	0,15
Docentes T40	8	0,53
Docentes T20	4	0,27
Técnicos Administrativos	6	0,40

Fonte: Adaptado de Nakagawa (2009)

Nesta etapa ainda foram listados os principais problemas verificados na instituição no âmbito da correção de vazamentos, da utilização de tecnologias economizadoras e da redução de perdas no sistema hidráulico, tendo como base a literatura e as visitas realizadas na etapa de diagnóstico.

### **3.4 Diretrizes para elaboração de Plano para otimização do uso da água**

Nesta etapa são propostas as atividades necessárias para otimização do uso da água, considerando todas as particularidades do sistema verificadas nas etapas de diagnóstico e

prognóstico. Para isso, foram descritas ações a serem tomadas a curto, médio e longo prazo que promovam a sustentabilidade dos recursos hídricos sem comprometer sua utilização. Embora seja de conhecimento a importância de medidas educativas que visem à conscientização ambiental dos consumidores, este estudo se restringiu à análise e proposta de ações que minimizem o consumo de água independente da vontade dos usuários, ou seja, através da intervenção na estrutura física das edificações.

Para melhor organizar o processo de planejamento foi utilizado o método 5W2H, que consiste num *checklist* que explora as principais ações envolvidas num projeto. Sua terminologia é um acrônimo de termos da língua inglesa que fundamentam o método (ver Quadro 3.2).

Quadro 3.2 – Método 5W2H

5W	What?	O que deve ser feito?
	Why?	Por que deve ser feito?
	Where?	Onde deve ser feito?
	When?	Quando deve ser feito?
	Who?	Quem fará?
2H	How?	Como será feito?
	How much?	Quanto custará?

Fonte: Adaptado de CAMPOS (2004).

Essa é uma ferramenta simples, mas amplamente conhecida e utilizada. Pode ser aplicada em várias áreas do conhecimento e é base na elaboração de planos de ação. Este método foi utilizado primeiramente por profissionais da indústria automobilística no Japão, sendo uma das ferramentas da qualidade difundidas no conceito de Controle da Qualidade Total (TQC) (CAMPOS, 2004).

O plano de ação resultante do método 5W2H e as apreciações utilizadas em sua elaboração estão apresentados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Método utilizado para elaboração do Plano de Ação

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>How?</i>	<i>How much?</i>	<i>When?</i>
<b>Ação</b>	<b>Motivo</b>	<b>Local</b>	<b>Responsável</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Valor</b>	<b>Prazo</b>
Análise do diagnóstico/prognóstico					Planilha Orçamentária com preços SINAPI/ORSE/Pesquisa de Mercado	Matriz GUT-C

Fonte: Adaptado de CAMPOS (2004).

Considerando o diagnóstico e prognóstico realizados, bem como toda a revisão de literatura, foi possível avaliar quais ações seriam necessárias realizar no intuito de otimizar o uso da água, o motivo para tal ação, o local onde se dará tal intervenção, o responsável (seja com mão de obra da instituição ou terceirizada) e a forma como será concebida.

O custo apresentado no método 5W2H foi estimado através da elaboração de uma planilha orçamentária que utilizou as Composições de Preço Unitário da base SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e ORSE (Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe). Para serviços que não constavam nessas bases de dados, foram elaboradas Composições de Preço Unitário tendo como base de preço dos insumos as pesquisas de mercado. A data de referência para os preços dos serviços é março de 2018.

Também foram estabelecidas metas para tais ações que foram divididas em curto (de 0 a 2 meses), médio (de 2 meses a 1 ano) e longo prazo (de 1 a 2 anos). Para facilitar tal divisão, foi utilizada uma adaptação da matriz de priorização GUT. Essa matriz auxilia na tarefa de definir prioridades quando há várias atividades a serem executadas (DAYCHOUW, 2013). O método foi proposto por Charles Kepner e Benjamin Tregou em 1981 e tem em seu nome a abreviação de Gravidade, Urgência e Tendência, fatores utilizados na elaboração da matriz de prioridades. Por **Gravidade** entende-se o impacto do problema caso não seja solucionado. **Urgência** está relacionada ao tempo para resolução do problema. **Tendência** está ligada à evolução do problema a depender de sua solução ou não. Além destes três fatores, neste trabalho também foi considerado o fator **Custo** no estabelecimento dos prazos e prioridades, isto porque ambientes públicos dependem de orçamento e planejamentos anuais para possibilitar a execução de determinadas ações. Por isso, a matriz será chamada GUT-C (ver Quadro 3.4).

Quadro 3.4 – Matriz GUT adaptada (GUT-C)

Ação	G	U	T	C	G x U x T x C	Prioridade
					Ordem decrecente ↓	Ordem Crescente ↑

Fonte: Adaptado de KEPNER e TREGOE (1981).

Foram atribuídas pontuações que variaram de 1 a 5 para cada um dos fatores e seu produto em ordem decrescente determinou a prioridade em ordem crescente para o



cumprimento das atividades. A pontuação dos fatores gravidade, urgência e tendência variam conforme seu efeito. De modo contrário, a pontuação do fator custo varia de modo inverso ao valor estimado para a implementação das intervenções, conforme demonstrado no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Pontuação utilizada na Matriz GUT-C

PONTOS	Gravidade - G	Urgência - U	Tendência - T	Custo - C
	<i>Consequência se nada for feito</i>	<i>Prazo para tomada da decisão</i>	<i>Agravamento do problema no futuro</i>	<i>Custo previsto para resolução do problema</i>
5	Extremamente graves	Necessária ação imediata	Agravamento imediato	até R\$8.000,00
4	Muito graves	Muito urgente	Agravamento em curto prazo	R\$8.000,00 - R\$25.000,00
3	Graves	Urgente	Agravamento em médio prazo	R\$25.000,00 - R\$50.000,00
2	Pouco graves	Pouco urgente	Agravamento em longo prazo	R\$50.000,00 - R\$100.000,00
1	Sem gravidade	Não é urgente	Não será agravado	Acima de R\$100.000,00

Fonte: Adaptado de KEPNER e TREGOE (1981).

Entendendo que a atribuição das pontuações para os fatores gravidade, urgência e tendência é, na realidade, a quantificação de algo que é qualificável e que, em decorrência disso, a análise varia a depender de quem a faça, neste trabalho foram consideradas a opinião de funcionários da Pró-Reitoria de Infraestrutura (técnicos do setor de Engenharia e Arquitetura – engenheiros civis e tecnólogos em edificações – e gestores da PROINFRA – pró-reitores e assessores). A consulta aos funcionários se deveu ao conhecimento técnico dos engenheiros e tecnólogo e à visão administrativa e de planejamento inerente aos gestores da Pro-Reitoria.

O formulário empregado para obter as avaliações na matriz GUT-C encontra-se no Apêndice 02. Para o cálculo do produto  $G \times U \times T \times C$  foi utilizada a média das pontuações sugeridas. Quanto ao fator custo, foi utilizado o mesmo orçamento calculado para o método 5W2H e a pontuação utilizada no método considerou os limites propostos também no Quadro 3.5. Esses valores foram escolhidos tendo como embasamento o limite para Dispensa de Licitação e os próprios custos calculados nesta etapa.

Estabelecidas as prioridades através da Matriz GUT-C, as metas para implantação das ações sugeridas foram definidas em Curto, Médio e Longo Prazo, considerando o resultado do produto  $G \times U \times T \times C$  e conforme delimitações apresentadas no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Prazo para implantação das ações considerando os resultados da Matriz GUT-C

<b>G x U x T x C</b>	<b>Prazo</b>
200 - 625	Curto prazo - 0 a 2 meses
100 - 200	Médio prazo - 2 meses a 1 ano
0 - 100	Longo prazo - 1 a 2 anos

Fonte: Autoria própria

### 3.5 Análise de viabilidade e tempo de retorno do investimento

A etapa final deste trabalho consistiu em analisar a viabilidade para implantação do plano proposto através da análise do tempo de retorno do investimento. Para isto, foi utilizada a metodologia proposta em Guedes (2009) e utilizada por Soares (2012).

Inicialmente, conhecendo a distribuição do consumo de água na instituição, as intervenções necessárias para um programa de uso racional da água e o consumo médio do recurso na instituição, foi possível calcular o Consumo demandado pelos Aparelhos Convencionais ( $CAC_i$ ). Este consumo foi calculado segundo a Equação 04:

$$CAC_i = DCA_i \times CMR_{UEPB} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

$CAC_i$  = consumo médio mensal do aparelho convencional “i” a ser substituído [ $m^3/mês$ ];

$CMR_{UEPB}$  = consumo médio mensal na Universidade Estadual da Paraíba [ $m^3/mês$ ].

Posteriormente, considerando o fator de redução no consumo proposto por Sautchúk *et al.* (2005), foi possível estimar o Consumo médio mensal em Aparelhos Poupadores ( $CAP_i$ ) através da Equação 05, possibilitando, assim, a previsão de Economia de Água ( $EDA_i$ ) ocasionada pela intervenção e substituição dos aparelhos convencionais por aparelhos poupadores (calculada a partir da Equação 06).

$$CAP_i = (1 - F_r) \times CAC_i \quad (\text{Equação 05})$$

$$EDA_i = CAC_i - CAP_i \quad (\text{Equação 06})$$

Onde:

$CAP_i$  = consumo mensal com a implementação do aparelho poupador [ $m^3/mês$ ];

$F_r$  = fator de redução de consumo de água por aparelho hidrossanitário “i” (dado proposto em Sautchúk *et al.* (2005), que representa a razão entre o consumo do aparelho poupador e do convencional) [adimensional];

$EDA_i$  = economia de água mensal ocasionada pela substituição do aparelho convencional pelo aparelho poupador “i” [ $m^3/mês$ ].

Conhecendo o consumo de água atual na instituição e a possível economia ocasionada pelas intervenções propostas, calculou-se, ainda, o Índice de Redução de Consumo (IR) através da Equação 07. Analisando isoladamente cada ação proposta, o IR é, na verdade, o fator de redução utilizado para o cálculo do consumo de água em aparelhos poupadores. Mas quando considerando um conjunto de ações ou a possibilidade de analisar vários cenários distintos, o IR facilita a tomada de decisões por indicar quais ações causam um maior impacto no consumo de água.

Assim,

$$IR_{(\%) } = \frac{\sum EDA_i}{\sum CAC_i} \times 100 \quad (\text{Equação 07})$$

Onde:

$IR_{\%}$  = Índice de redução no consumo de água ocasionado por intervenções nas instalações hidráulicas [%].

O Retorno do Investimento (RI) foi estimado considerando o Investimento para execução das intervenções ( $I_0$ ), orçado na etapa metodológica anterior, e a economia na fatura de água emitida pela distribuidora. Para isto, foi utilizado nos cálculos o valor do  $m^3$  de água excedente a  $10m^3$  constante na estrutura tarifária da CAGEPA no que concerne à categoria “público”, conforme apresentado no Quadro 3.7.

O RI por mês foi calculado utilizando a Equação 08, enquanto o *Payback*, ou seja, o Período de Retorno (T) do investimento foi estimado através da Equação 09.

Quadro 3.7 – Estrutura Tarifária da CAGEPA para a Categoria Público

<b>CATEGORIA PÚBLICO</b>				
<b>FAIXAS DE CONSUMO MENSAL</b>	<b>ÁGUA</b>	<b>ESGOTO</b>	<b>A + E</b>	<b>% ESGOTO</b>
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	76,83	76,83	153,66	100%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	12,89	12,89		100%

Fonte: CAGEPA (2018)

$$RI_{1mês} = EDA_i \times P \quad \text{(Equação 08)}$$

$$T = \frac{I_0}{RI_{1mês}} \quad \text{(Equação 09)}$$

Onde:

RI = Retorno do Investimento por mês [R\$/mês];

EDA<sub>i</sub> = economia mensal de água (calculada pela equação 06) [m<sup>3</sup>/mês];

P = Preço de 1m<sup>3</sup> de água distribuído pela concessionária de água [R\$/m<sup>3</sup>];

T = *Payback* ou Período de Retorno do Investimento [mês];

I<sub>0</sub> = Investimento inicial [R\$].

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estruturação de um plano de racionalização do uso da água exige o cumprimento de uma série de atividades. A seguir serão apresentados os resultados obtidos neste trabalho para elaboração de um Plano de Uso Racional da Água para o Campus I da Universidade Estadual da Paraíba.

### 4.1 Diagnóstico do Consumo e das Instalações Hidráulicas da Instituição

#### 4.1.1 Consumo de água na UEPB

O Campus I da UEPB é abastecido, exclusivamente, através da água distribuída pela Companhia de Saneamento do Estado – a CAGEPA. Estão instalados, atualmente, no Campus I da UEPB, 18 hidrômetros da CAGEPA, dos quais 10 estão localizados no Bairro Universitário.

Após visita realizada no Campus para verificação da situação dos Hidrômetros, foi possível conferir que, aparentemente, nem todos os aparelhos listados pela CAGEPA estão realmente localizados no terreno. Isso porque o código de um dos hidrômetros informados pela distribuidora não condiz com um dos hidrômetros instalados.

Cada hidrômetro possui um número de cadastro fornecido pela CAGEPA e controla o consumo de uma edificação ou de um grupo delas. Segundo a distribuidora, o hidrômetro nº D13X003888 afere o consumo de água do CCBS, no entanto, não é de conhecimento dos encanadores da instituição a localização do equipamento. Em contrapartida, existe um hidrômetro funcionando no CCT que não consta na fatura da CAGEPA. O registro fotográfico da primeira visita realizada no Campus para verificação dos hidrômetros está apresentado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário (continua)



Hidrômetro do CCT

(a)



Hidrômetro do CCBS – Entrada Principal

(b)

Figura 4.1– Hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário (continuação)



Hidrômetro do Complexo de Pesquisa Três Marias  
(c)



Hidrômetro do Biotério  
(d)



Hidrômetro da CIAC  
(e)



Hidrômetro de Educação Física  
(f)



Hidrômetro da Reitoria  
(g)



Hidrômetro da UAMA  
(h)



Hidrômetro da PROINFRA  
(i)



Hidrômetro do EAD  
(j)

Fonte: Autoria própria

Para facilitar o entendimento neste trabalho, cada hidrômetro foi identificado conforme apresentado na Tabela 4.1. Além disso, a tabela apresenta a(s) edificação(s) relacionada a cada um destes hidrômetros e o endereço cadastrado na Companhia de Saneamento.

Tabela 4.1 – Identificação dos Hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário

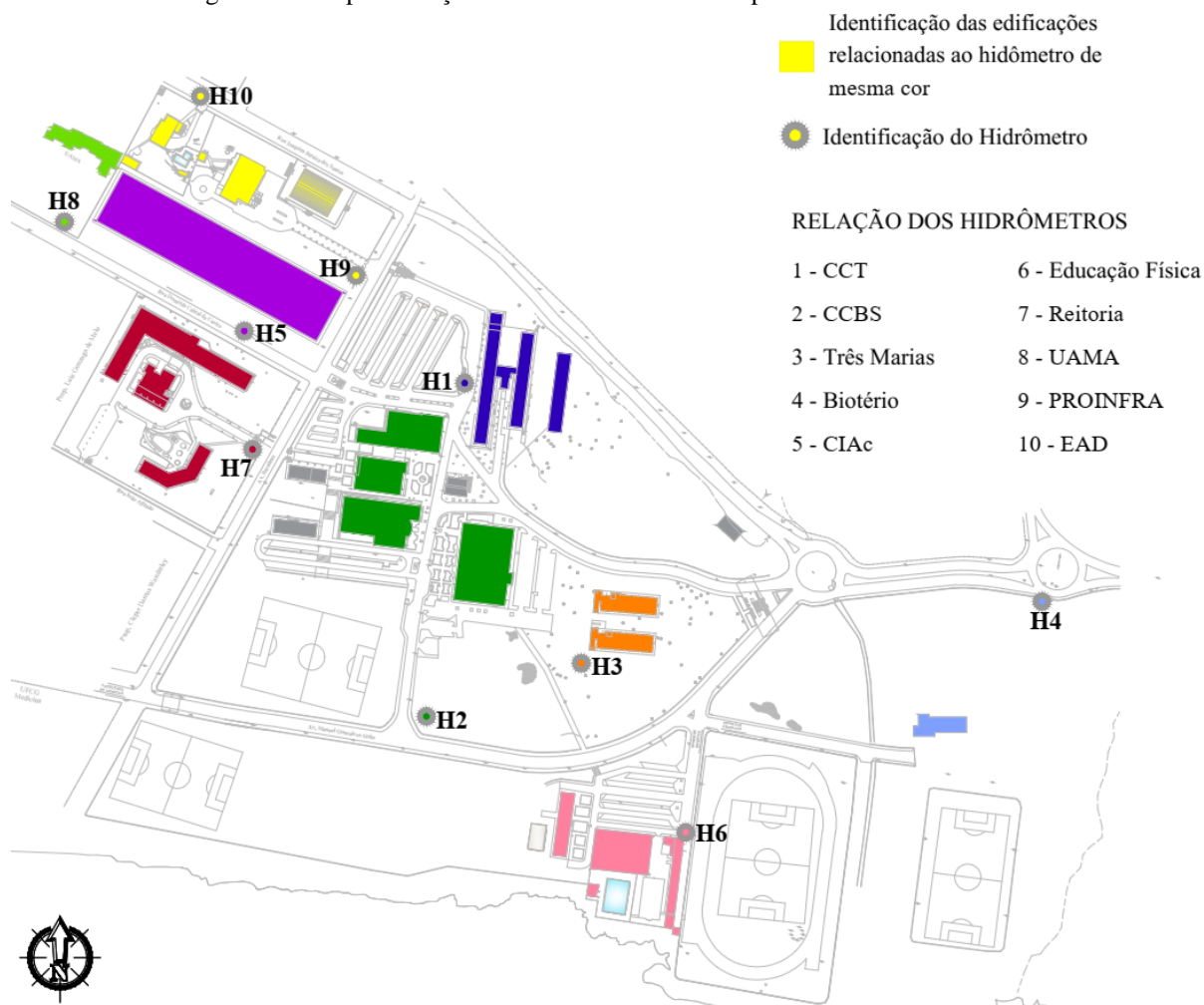
<b>Id</b>	<b>Nº Hidrômetro</b>	<b>Endereço Cadastrado</b>	<b>Localização e Edificações relacionadas</b>
-	D13X003888	Rua Juvêncio Arruda, s/n - Universitário Campina Grande PB	<b>Hidrômetro não localizado</b>
<b>1</b>	E02N001214	Não há cadastro deste hidrômetro na CAGEPA	<b>CCT (Centro de Ciência e Tecnologia)</b> Bloco A Bloco B Bloco C
<b>2</b>	E13X001189	Rua da Saúde, s/n - Universitário Campina Grande PB	<b>CCBS (Centro de Ciências Biológicas e da Saúde)</b> Odontologia Psicologia Fisioterapia Bloco central CCBS Praça de alimentação
<b>3</b>	B12F004054	Rua Juvêncio Arruda, s/n - Universitário Campina Grande PB	<b>Complexo Integrado de Pesquisa Três Marias</b> Bloco de Farmácia – Primeira Maria Bloco de Biologia – Segunda Maria
<b>4</b>	Y12N437040	Rua Maria Gonçalves Melo, s/n - Universitário Campina Grande PB	<b>Biotério</b>
<b>5</b>	E13X001808	Rua Domitila Cabral de Castro, 351 – A – Universitário Campina Grande PB	<b>CIAC (Centro de Integração Acadêmica)</b>
<b>6</b>	A12B103623	Rua Juvêncio Arruda, s/n - Universitário Campina Grande PB	<b>Educação Física</b> Bloco 1 - Academia/Administração Bloco 2 - Ginásio Bloco 3 - Área da piscina Bloco 4 - Salas de Aula
<b>7</b>	E13X001603	Rua da Baraúna, 351 - Universitário Campina Grande PB	<b>Reitoria</b> Central Administrativa Reitoria Biblioteca
<b>8</b>	A95T211189	Rua Domitila Cabral de Castro, 225 - Universitário Campina Grande PB	<b>UAMA</b>
<b>9</b>	B12F002901	Rua Joaquim Pereira Santos, 137 - Universitário Campina Grande PB	<b>PROINFRA</b>
<b>10</b>	D13X003891	Rua Joaquim Pereira Santos, 185 - Universitário Campina Grande PB	<b>EAD</b>

Fonte: Autoria própria

A visita no Campus foi realizada com o acompanhamento de um dos encanadores da UEPB, o qual sinalizou a localização de cada um dos medidores. Conforme pôde ser percebido nas imagens, aparentemente alguns dos hidrômetros estavam, há algum tempo, sem receber a devida atenção. Os aparelhos do CCT e da CIAC (Hidrômetros 1 e 5), por exemplo,

estavam com a caixa de proteção coberta de resíduos. No caso da CIAC, o hidrômetro se confundia com o lixo e o visor estava sujo, de tal forma, que não era possível a leitura do medidor. O Hidrômetro do Biotério (Hidrômetro 4) encontrava-se enterrado e o da UAMA (Hidrômetro 8) com o visor opaco. A Figura 4.2 apresenta a espacialização dos hidrômetros no Campus.

Figura 4.2 – Espacialização dos Hidrômetros no Campus I – Bairro Universitário

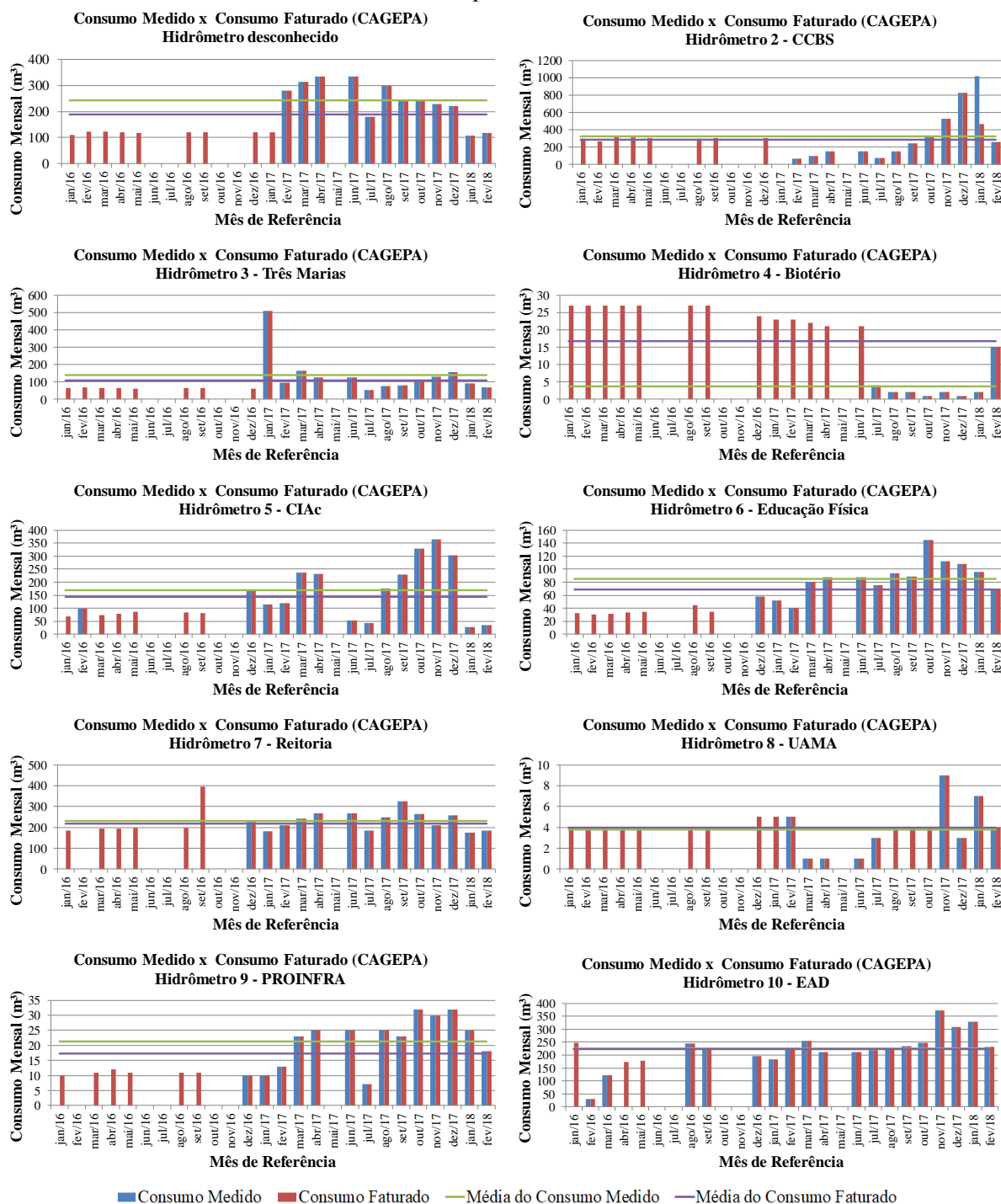


Fonte: Autoria própria

Foram disponibilizadas pelo Setor de Contratos da Pro-Reitoria de Gestão Administrativa da Universidade, após solicitação do fiscal do contrato entre a UEPB e a CAGEPA, as faturas de água do período compreendido entre janeiro de 2016 e fevereiro de 2018 (não foram encontradas as faturas referentes aos meses de junho, julho, outubro e novembro de 2016 e de maio de 2017). De acordo com a Companhia de Abastecimento, o consumo de água na instituição varia de acordo com o apresentado na Figura 4.3.



Figura 4.3 – Consumo medido e faturado pela CAGEPA no período de janeiro/2016 a fevereiro/2017 nos hidrômetros do Campus I – Bairro Universitário



■ Consumo Medido ■ Consumo Faturado — Média do Consumo Medido — Média do Consumo Faturado

Fonte: Autoria própria

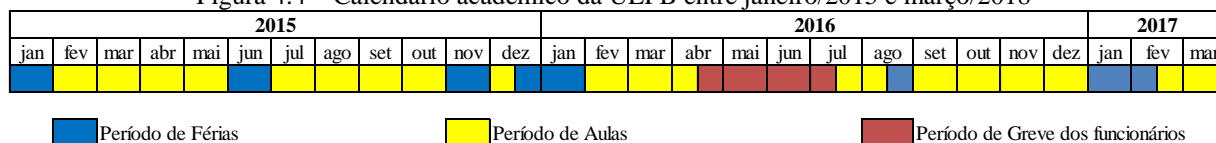
A CAGEPA disponibiliza mensalmente dois consumos: medido e faturado. A companhia usa desse método porque nem sempre é possível realizar a leitura mensal. Nessas ocasiões é faturada a média dos consumos mensais anteriores e no mês seguinte, quando a leitura é realizada, as medições são reajustadas. De acordo com as faturas, no ano de 2016 foram poucas as leituras realizadas por parte da CAGEPA, esse fato explica o consumo em

janeiro de 2017, mês de férias coletivas na instituição, encontrar-se acima da média no Complexo Três Marias.

A utilização deste artifício por parte da distribuidora é interessante quando realizada esporadicamente. No entanto, quando empregada por um período prolongado, mascara a realidade do consumo na instituição. Na UEPB, 80% dos hidrômetros analisados apresentaram a média de consumo medido superior à média de consumo faturado.

Conforme apresentado nos gráficos da Figura 4.3, o perfil no consumo variou muito a depender do hidrômetro analisado. Ainda assim, pode-se perceber que entre janeiro e fevereiro de 2017 quase todos os hidrômetros (com exceção da UAMA e Biotério – este último por não ter o consumo mensal aferido no período) apresentaram uma medição inferior aos meses subsequentes, indicando a redução nas atividades no período de férias e posterior início do período letivo. Para melhor entender a variação do consumo em relação às atividades da instituição, a Figura 4.4 apresenta o calendário acadêmico da UEPB no período analisado.

Figura 4.4 – Calendário acadêmico da UEPB entre janeiro/2015 e março/2018



Fonte: UEPB (2018)

O comportamento do gráfico elaborado para o hidrômetro da CIAc, especificamente, é o que mais aproxima das atividades realizadas na UEPB. Isso porque além das leituras abaixo da média no período de férias de 2017 e 2018, o consumo de água na edificação foi elevado acima da média nos meses dos períodos letivos 2016.2 e 2017.1 (março, abril e agosto e setembro, outubro, novembro e dezembro, respectivamente) e na época de greve (entre maio e julho) o consumo foi mais uma vez reduzido.

A greve na instituição esclarece também a redução no consumo do CCBS, Educação Física, UAMA e EAD. Neste período, as atividades nos setores da universidade funcionaram de forma parcial.

Devido à reforma no prédio central do CCBS, as aulas na edificação foram retomadas apenas em novembro de 2017, explicando, em parte, o aumento excessivo nas leituras de consumo do hidrômetro 02 a partir deste mês. Deve-se ressaltar também que o racionamento na cidade de Campina Grande foi finalizado em agosto de 2017, justificando os eventuais acréscimos no consumo a partir desta data.

No Biotério, em fevereiro de 2018 foi iniciada uma obra de reforma na edificação, por isso o alto consumo no referido mês.

Para validar as informações disponibilizadas pela CAGEPA, foi realizada a leitura diária em cada hidrômetro entre os dias 15 de setembro e 27 de outubro de 2017. Como todas as aferições foram realizadas no período da manhã, no início do expediente, às 07h, o consumo medido através da diferença entre dois dias subsequentes reflete, na realidade, o consumo do primeiro dia analisado.

A partir dessas leituras foi possível verificar que a ordem de grandeza dos valores constantes na fatura da distribuidora e os conferidos no local se aproximam. Inclusive, essa análise indicou que o hidrômetro D13X003888 apontado na fatura, mas não encontrado no local é, na realidade, o hidrômetro E02N001214, localizado no Centro de Ciência e Tecnologia. Assim, todas as análises realizadas neste trabalho consideraram os dois hidrômetros como sendo o mesmo.

A fatura da CAGEPA referente ao mês 10/2017 indica o dia 27 de outubro de 2017 como sendo a data de realização das leituras. Entendendo que a leitura é realizada de forma mensal, ou seja, a leitura do mês anterior provavelmente foi realizada em 27 de setembro de 2017, e considerando as leituras realizadas in loco, foi elaborada a Tabela 4.2, a qual apresenta as medições para o período, permitindo assim que seja realizada uma comparação entre os valores disponíveis na fatura da distribuidora e as medições realizadas no local.

Tabela 4.2 – Medição do consumo de água no mês 10/2017 no Campus I

HIDR.	LEITURAS CAGEPA			LEITURAS IN LOCO			ANÁLISE			
	Leitura 28/09/17 (m <sup>3</sup> ) [A]	Leitura 27/10/17 (m <sup>3</sup> ) [B]	Consumo 10/2017 (m <sup>3</sup> ) [C]= [B-A]	Leitura 28/09/17 (m <sup>3</sup> ) [D]	Leitura 27/10/17 (m <sup>3</sup> ) [E]	Consumo 10/2017 (m <sup>3</sup> ) [F]= [E-D]	Diferença real (m <sup>3</sup> ) [G]= [F]-[C]	Diferença relativa (%) [H]=[G/F] x100	Consumo Médio Diário (m <sup>3</sup> /dia) [I]	Diferença de dias entre as leituras (dias) [J]=[G/I]
1 - CCT	70335	70583	<b>248,0</b>	70490,5	70716,4	<b>225,9</b>	-22,1	-9,80%	12,39	-1,8
2 - CCBS	2631	2950	<b>319,0</b>	2826,7	3173,7	<b>347,0</b>	28,0	8,08%	17,86	1,6
3 - Três Marias	3119	3229	<b>110,0</b>	3186,1	3300,0	<b>113,9</b>	3,9	3,42%	6,00	0,6
4 - Biotério	496	497	<b>1,0</b>	497,5	498,1	<b>0,6</b>	-0,4	-61,29%	0,04	-9,5
5 - CIAc	4117	4446	<b>329,0</b>	4334,9	4703,6	<b>368,7</b>	39,7	10,76%	19,41	2,0
6 - Ed. Física	648	793	<b>145,0</b>	741,1	854,2	<b>113,1</b>	-31,9	-28,19%	6,59	-4,8
7 - Reitoria	2771	3036	<b>265,0</b>	2955,4	3169,2	<b>213,8</b>	-51,2	-23,96%	12,70	-4,0
8 - UAMA	1574	1578	<b>4,0</b>	1581,1	1586,2	<b>5,1</b>	1,1	21,10%	0,23	4,7
9 - PROINFRA	4845	4877	<b>32,0</b>	4867,4	4896,5	<b>29,1</b>	-2,9	-9,85%	1,63	-1,8
10 - EAD	7328	7575	<b>247,0</b>	7482,9	7824,2	<b>341,3</b>	94,3	27,63%	16,65	5,7

Fonte: Autoria própria

Para o mês analisado, no que se refere às leituras, como foi mencionada anteriormente, a ordem de grandeza se aproxima bastante. No que diz respeito ao consumo mensal, no entanto, a diferença entre o consumo calculado variou de 3,42% a -61,29%. Os valores negativos apresentados na tabela indicam que para o hidrômetro em questão, o consumo verificado no local foi menor que o indicado pela CAGEPA. Os valores positivos indicam o contrário – que o consumo verificado no local foi maior que o indicado pela distribuidora.

Também foi simulada a diferença, em dias, para as leituras realizadas. Isto é, a razão entre a diferença no consumo real (diferença entre o consumo calculado no local e o consumo disponibilizado pela CAGEPA) e a média de consumo diário. Quanto mais próximo de zero (0) for o valor calculado, maior a equivalência entre os consumos analisados. Para o Hidrômetro do Biotério, por exemplo, que teve um consumo medido pela distribuidora 61,29% maior que o verificado no local, é como se a concessionária tivesse realizado a leitura mensal no medidor considerando quase 40 dias de consumo. Além deste, os hidrômetros de Educação Física, Reitoria, UAMA e EAD também apresentaram grande divergência no que diz respeito aos consumos, com uma discrepância média de 25% da realidade (seja para mais ou para menos).

O comportamento diário do consumo em cada hidrômetro está apresentado na Figura 4.5. Além do consumo calculado através das medições diárias nos hidrômetros e sua média, os gráficos retratados na figura apresentam também a média calculada através do consumo fornecido pelas faturas da CAGEPA.

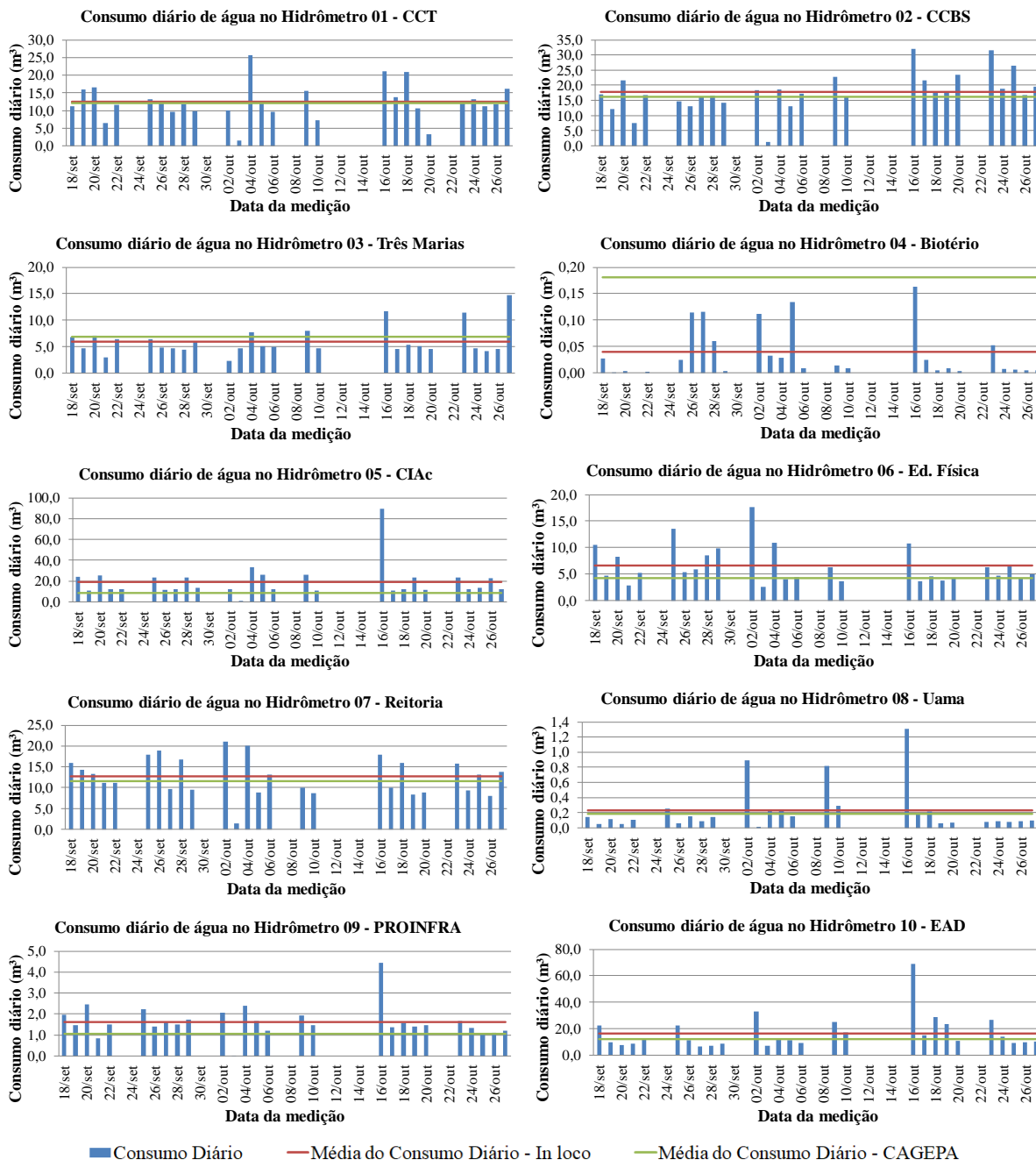
De modo geral, as leituras seguem uma regularidade. Os altos consumos no início da semana em alguns dos medidores podem ser reflexos da ocorrência de atividades acadêmicas nas edificações da instituição, bem como pode ser decorrente de vazamentos não visíveis. Isso pode ser confirmado nos hidrômetros do CCBS, Três Marias, Biotério, Reitoria, Educação Física e UAMA. Entre os dias 11 e 15 de outubro de 2017 ocorreu um feriado prolongado na cidade de Campina Grande e a leitura realizada no dia 16 de outubro reflete o acumulado em todo o feriado, justificando o consumo acima da média verificado em todos os hidrômetros.

Além disso, o consumo muito abaixo da média no dia 03 de outubro, indicado na maioria dos medidores, se deve a interrupção no abastecimento de água por parte da CAGEPA para limpeza da rede no dia 02 de outubro.

Quanto à comparação entre as médias calculadas através da fatura da distribuidora e a calculada através das medições realizadas diariamente, observou-se, com exceção do hidrômetro 01 (CCT), cujas médias diárias mostraram uma diferença mínima, que os demais

apresentaram discrepância quanto aos valores calculados. A Tabela 4.3 ilustra esses valores e a diferença real e relativa entre eles.

Figura 4.5 – Consumo diário medido *in loco* nos hidrômetros localizados no Campus I – Bairro Universitário



Fonte: Autoria própria

A variação entre as médias foi de até 350% no caso mais crítico (Hidrômetro do Biotério). Assim como foi verificado para o mês 10/2017, especificamente, há situações na qual essa diferença foi positiva (indicando um consumo medido *in loco* maior que o medido pela CAGEPA) e há casos no qual a diferença é negativa (indicando um consumo medido *in loco* menor que o da distribuidora).

Tabela 4.3 – Consumo Médio Diário no Campus I

HIDRÔMETRO	Consumo Médio Diário CAGEPA (m <sup>3</sup> )	Consumo Médio Diário medido <i>in loco</i> (m <sup>3</sup> )	Diferença entre os Consumos médios (m <sup>3</sup> )	Diferença relativa (%)
1 - CCT	12,13	12,39	0,26	2,10%
2 - CCBS	16,19	17,86	1,67	9,35%
3 - Três Marias	6,87	6,00	-0,87	-14,50%
4 - Biotério	0,18	0,04	-0,14	-350,00%
5 - CIAC	8,45	19,41	10,96	56,47%
6 - Ed. Física	4,27	6,59	2,32	35,20%
7 - Reitoria	11,56	12,70	1,14	8,98%
8 - UAMA	0,19	0,23	0,04	17,39%
9 - PROINFRA	1,06	1,63	0,57	34,97%
10 - EAD	12,13	16,65	4,52	27,15%

Fonte: Autoria própria

Na CIAC, por exemplo, edificação que apresenta a maior média de consumo, o valor verificado através das medições realizadas no local é quase 11m<sup>3</sup> maior que a medida pela companhia de abastecimento, refletindo numa diferença relativa de 56,47%.

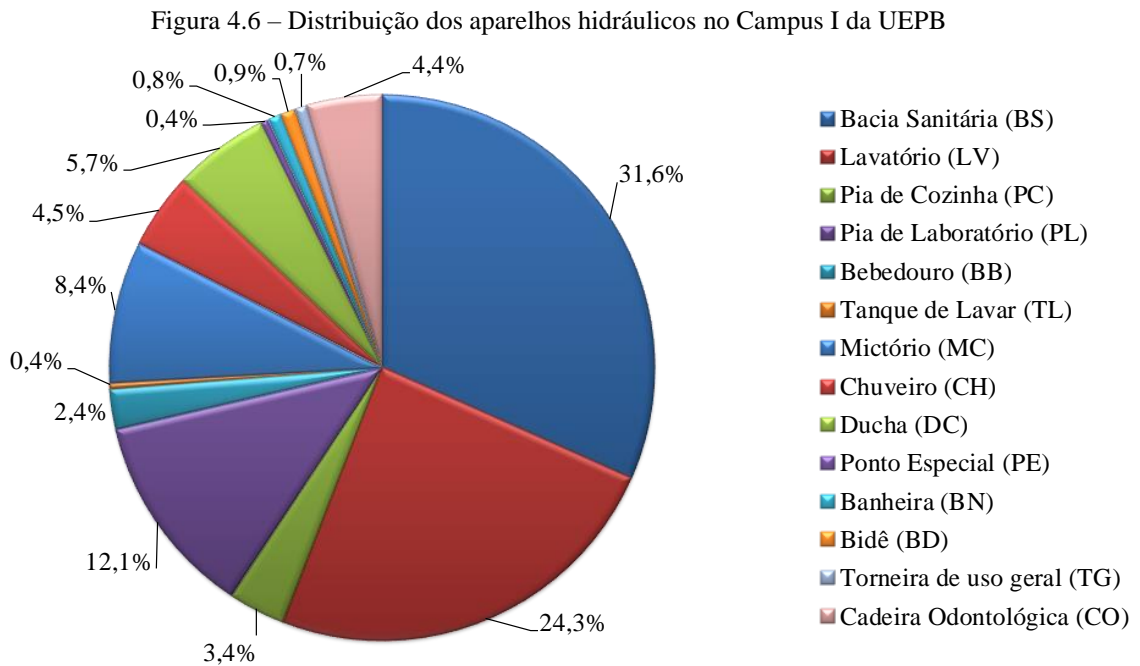
As discrepâncias apontadas para o mês de outubro/2017, no entanto, não causaram um grande prejuízo financeiro para nenhuma das duas instituições, dado que o somatório das diferenças verificadas para todos os hidrômetros totalizou, apenas, 3,33% (em termos financeiros a companhia de saneamento deixou de faturar R\$ 724,21 – de um montante de R\$20.982,55). Analisando individualmente, no entanto, a diferença média foi de 20,41% no consumo (para mais ou para menos).

Embora a ordem de grandeza para as leituras dos hidrômetros que consta na fatura da CAGEPA entejam de acordo com a verificada *in loco*, a média de consumo diário é, na maioria dos casos, muito destoante. As más condições as quais foram encontradas alguns dos equipamentos medidores é outro fator que desqualifica as medições realizadas pela distribuidora. Por isso, posteriormente, para o cálculo do Índice de Consumo na instituição, serão utilizadas, como base de cálculo, as médias calculadas a partir das medições realizadas no local no mês 10/2017.

#### 4.1.2 Instalações Hidráulicas da UEPB

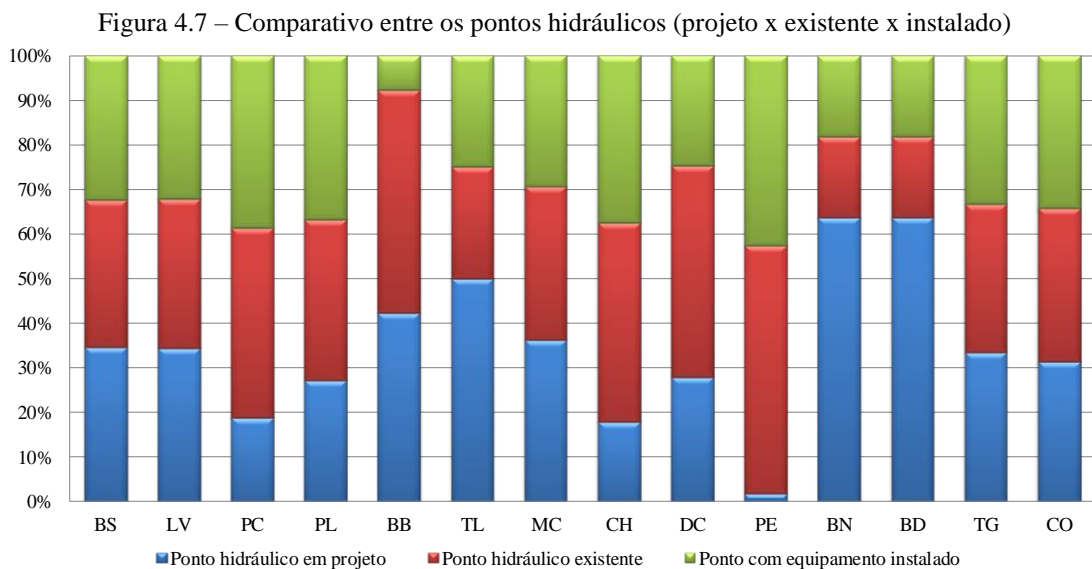
A análise dos projetos arquivados no Setor de Engenharia e Arquitetura da UEPB para o Campus I (Bairro Universitário) mostra a distribuição de 1.125 pontos hidráulicos em suas

edificações, entre bacias sanitárias (31,6%), lavatórios (24,5%), pias de laboratórios (11,8%), Mictórios (8,4%), dentre outros, conforme apresentado na Figura 4.6. No entanto, com o intuito de validar os projetos, bem como verificar a conjuntura das instalações hidráulicas, foram efetuadas visitas em todos os imóveis.



Fonte: Autoria própria

Após a vistoria foi possível verificar algumas discrepâncias entre os pontos existentes e equipamentos sanitários efetivamente instalados/funcionando em comparação com o demonstrado em projeto. A Figura 4.7 apresenta a comparação realizada.



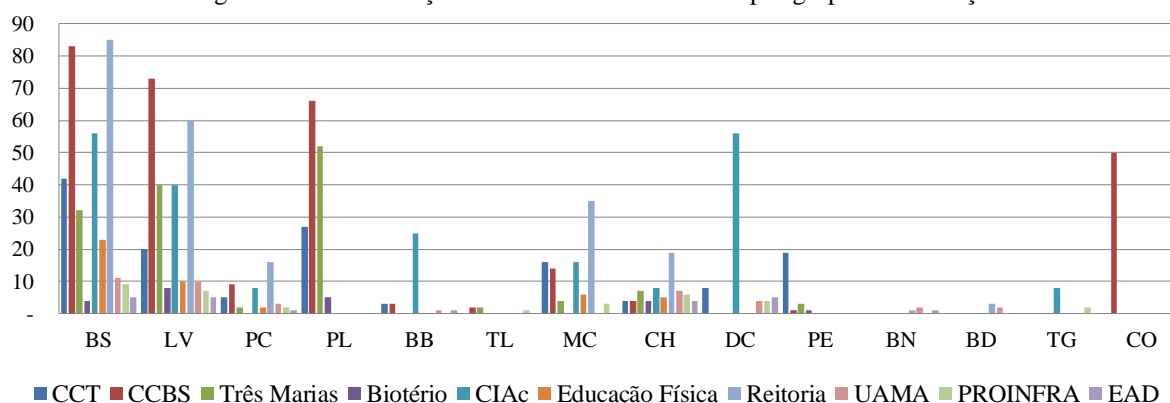
Fonte: Autoria própria

Os equipamentos hidráulicos que possuem proporções equivalentes para as variáveis analisadas são os que mais aproximam os projetos da realidade (Bacias sanitárias, lavatórios, torneiras de uso geral e cadeiras odontológicas). Por outro lado, alguns pontos que existem em projeto, notadamente as banheiras e bidês, foram retirados ou não possuem equipamentos instalados. Isso ocorre porque algumas edificações da instituição são provenientes de casas doadas/compradas na vizinhança do bairro. Aparentemente as casas foram reformadas, no entanto, não seguiram um projeto arquitetônico/hidráulico.

Há também casos em que os pontos hidráulicos não constam no projeto, mas foram verificadas no local (pias de cozinha, pias de laboratório, chuveiros, duchinhas e pontos de uso especial). É comum que no cotidiano da instituição os usuários verifiquem a necessidade de instalação de algum ponto hidráulico para o funcionamento de equipamentos, adequação às normas sanitárias ou de segurança ou mesmo para higienização dos funcionários que trabalham em serviços gerais e, ocasionalmente, solicitam a instalação de tais pontos ao setor de manutenção, sem que haja uma avaliação do setor de arquitetura e engenharia. Assim, os projetos não são atualizados e, muitas vezes, a adequação realizada não é a mais viável para o local. Quanto aos bebedouros, durante o racionamento ocorrido na cidade, vários equipamentos foram desinstalados no intuito de economizar água. Mesmo com o retorno do abastecimento normal, muitos aparelhos não foram reinstalados, ocasionando, inclusive, insatisfação por parte dos usuários.

A Figura 4.8 apresenta a distribuição dos equipamentos hidrossanitários associados ao grupo de edificações ligadas aos dez hidrômetros instalados no Campus. As edificações que concentram a maior quantidade de aparelhos instalados são o CCBS, a Central Administrativa e a CIAC, respectivamente.

Figura 4.8 – Distribuição dos elementos hidráulicos por grupo de edificações

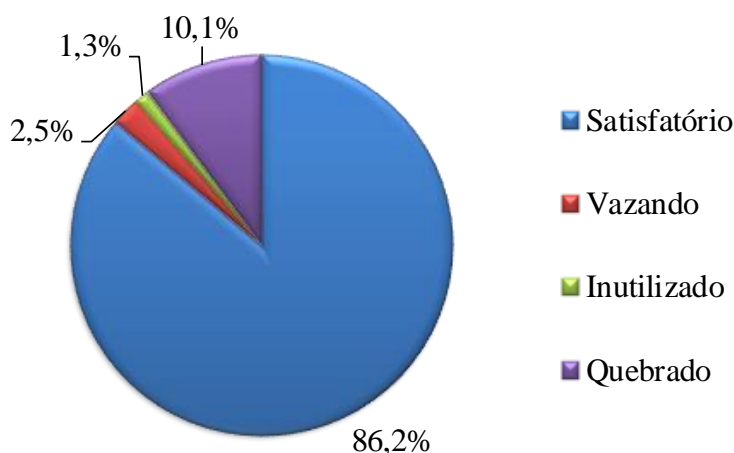


Fonte: Autoria própria



No que diz respeito à conservação e uso dos aparelhos hidrossanitários, de modo geral, a maioria apresenta um desempenho considerado satisfatório. Aproximadamente 86% das descargas das bacias sanitárias instaladas funcionam adequadamente (Figura 4.9). Ainda assim, são quase 13% dos equipamentos apresentando quebra ou problema de vazamento, o que acarreta o aumento da perda de água e, conseqüentemente, o valor da fatura a ser quitada. O problema visualizado com maior frequência é a quebra do botão de descarga. Tal problema, no entanto, na maioria dos casos, não impede o uso do aparelho.

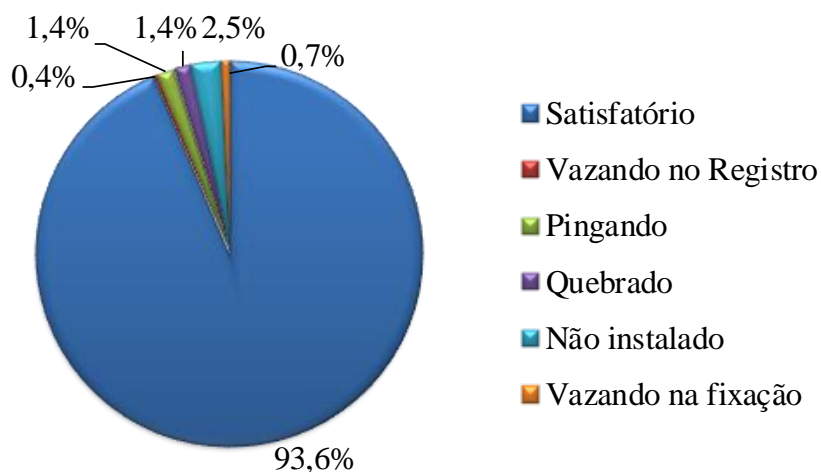
Figura 4.9 – Condições de operação das descargas das Bacias Sanitárias



Fonte: Autoria própria

As torneiras instaladas nas pias de cozinha, laboratório, lavatórios e pontos especiais, de modo semelhante, estão, em sua maior parte, com condições de uso adequadas (Figura 4.10). Aproximadamente 4% possuem algum defeito relacionado a vazamento ou quebra. Além disso, 2,5% das torneiras não estão instaladas no local devido.

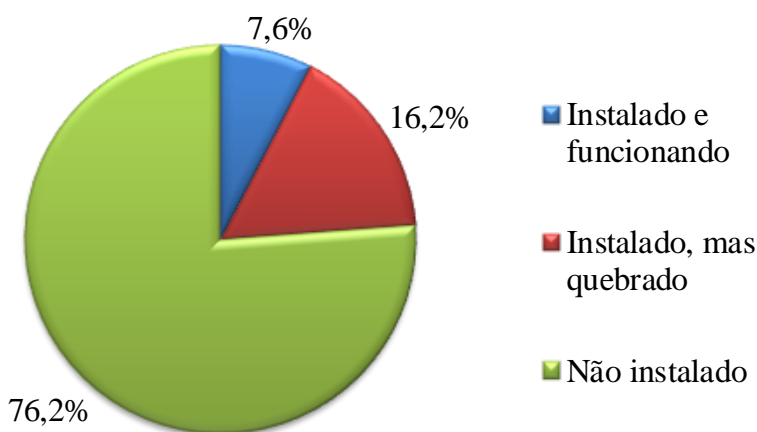
Figura 4.10 – Condições de operação das torneiras



Fonte: Autoria própria

O equipamento com maior índice de avaria é a ducha higiênica (Figura 4.11). Por esta razão, embora existam pontos de água, 76,2% dos dispositivos não estão instalados. Além disso, dos quase 24% verificados no local, 16,2% estão quebrados e, por isso, não funcionam. Provavelmente foi devido ao alto índice de problemas verificados para as duchas higiênicas que elas foram desinstaladas, justificando o porquê dos pontos hidráulicos existentes, mas sem utilização.

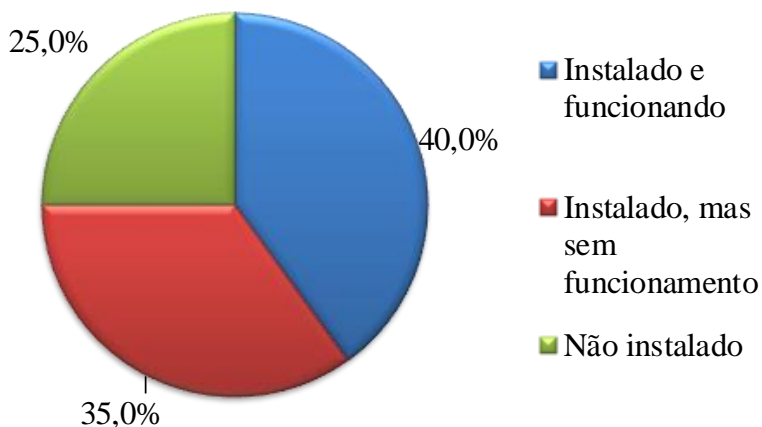
Figura 4.11 – Condições de operação das duchinhas higiênicas



Fonte: Autoria própria

Aproximadamente um terço dos pontos de chuveiro instalado está sem funcionamento, principalmente pela falta do registro de pressão (Figura 4.12). Isto pode ter ocorrido intencionalmente, para impedir o uso do chuveiro por parte dos estudantes (restringindo o uso apenas aos funcionários), ou por quebra do registro.

Figura 4.12 – Condições de operação dos chuveiros



Fonte: Autoria própria

As descargas dos mictórios são os aparelhos que, em sua totalidade, apresentam condições de uso consideradas satisfatória, ou seja, não mostraram nenhum tipo de vazamento. No entanto, 19,4% das louças dos mictórios estavam com entupimento. Em algumas das edificações os mictórios foram cobertos com sacos de lixo preto. A ação foi realizada no período de racionamento de água na tentativa de impedir o uso do aparelho (Figura 4.13). Segundo o setor de limpeza, o uso dos mictórios induz o mau cheiro nos banheiros.

Figura 4.13 – Mictórios da CIAC



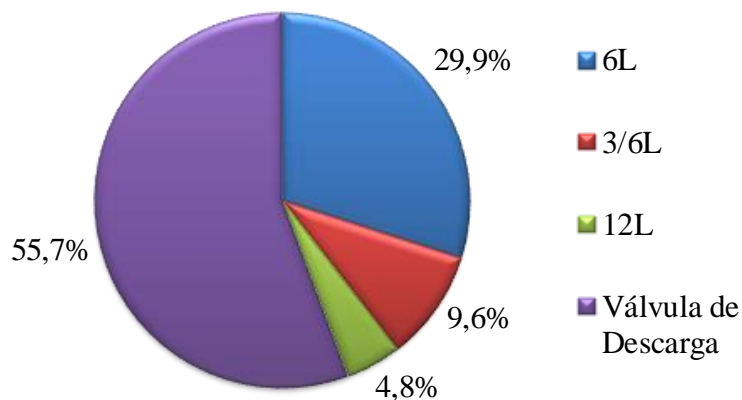
Fonte: Autoria própria

De modo geral, os aparelhos hidrossanitários da UEPB apresentam uma boa conservação. Isto é, provavelmente, reflexo da manutenção corretiva realizada na instituição. Embora a equipe de manutenção seja reduzida, todo o quadro de encanadores trabalha no Campus I, o que dá celeridade aos pedidos de manutenção. No entanto, apesar da porcentagem de equipamentos defeituosos ser pequena, não é adequado para uma instituição de ensino superior, local de formação de profissionais e cidadãos comprometidos com as causas ambientais, em época de crise hídrica, ter equipamentos quebrados, ocasionando o desperdício de água.

No tocante aos tipos de aparelhos instalados nas edificações, são os mais diversos possíveis. Mais de 50% das descargas de bacias sanitárias são do tipo válvula de descarga,

sendo estas as que apresentaram as avarias já mencionadas. As demais bacias sanitárias têm a caixa acoplada como ferramenta de evacuação dos efluentes. Destas, 29,9% utilizam 6 litros por fluxo de descarga, 9,6% são do tipo bicomando e 4,8% utilizam 12 litros por fluxo de descarga (Figura 4.14).

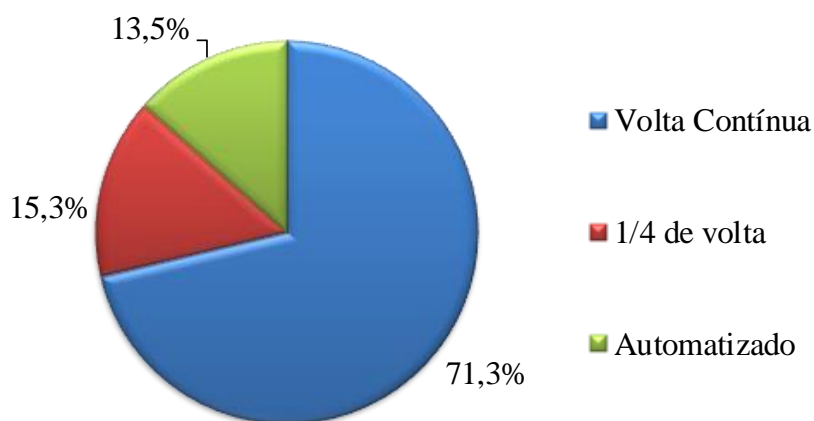
Figura 4.14 – Tipos de descarga das bacias sanitárias



Fonte: Autoria própria

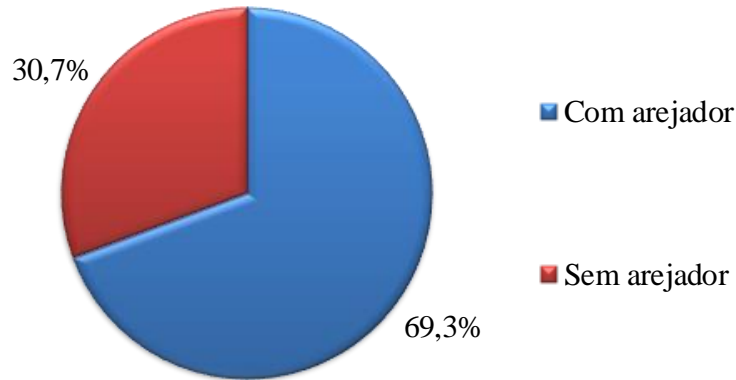
Quanto às torneiras, 71,3% tem o fechamento com registro de pressão com volta contínua, 15,3% possuem o sistema de abertura e fechamento com 1/4 de volta e 13,5% tem o sistema de fechamento automatizado, seja com torneiras hidromecânicas ou com sistema elétrico, com acionamento por pedal (Figura 4.15). Estas últimas são encontradas nas clínicas escola. Além disso, quase 70% das torneiras dos lavatórios, pias de cozinha, de laboratórios e demais torneiras possuem o arejador integrado (Figura 4.16).

Figura 4.15 – Sistema de abertura e fechamento das torneiras



Fonte: Autoria própria

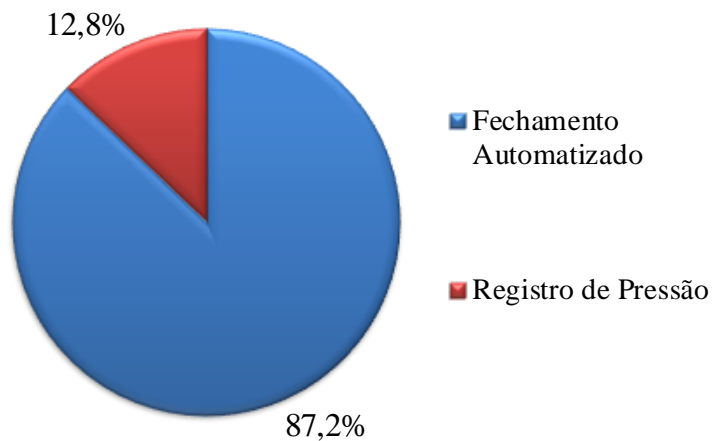
Figura 4.16 – Torneiras das pias e lavatórios que possuem arejador



Fonte: Autoria própria

Foram duas as formas de descarga visualizadas para os mictórios: Válvulas com fechamento hidromecânico e por registro de pressão, sendo 87,2% e 12,8% a proporção de equipamentos instalados para cada tipo de limpeza, respectivamente (Figura 4.17). No segundo caso, existe um registro de pressão para cada mictório em funcionamento.

Figura 4.17 – Sistemas de Descarga em Mictórios



Fonte: Autoria própria

Por fim, conhecendo a distribuição dos aparelhos sanitários na UEPB, foi calculada a Distribuição do Consumo de Água para os equipamentos com quantidade mais expressiva na instituição, conforme apresentado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Estimativa da Distribuição do Consumo de Água na UEPB

EQUIPAMENTO	UFCG (GOMES, 2013)		UEPB	
	APARELHOS	CONSUMO	APARELHOS	CONSUMO
Bacias Sanitárias	32,00%	27,80%	31,60%	27,07%
Lavatórios	47,00%	51,74%	36,40%	39,52%
Pia/Lavatórios em laboratórios				
Mictórios	8,00%	4,27%	8,40%	4,42%
Outros <sup>3</sup>	13,00%	16,19%	23,60%	28,99%

Fonte: Autoria própria

A semelhança considerada entre as instituições UEPB e UFCG para utilização da quantificação de aparelhos e distribuição do consumo, apresentados por Gomes (2013) para a UFCG, como parâmetro para a estimativa da DCA para a UEPB pôde ser confirmada quando analisados os aparelhos “Bacias Sanitárias” e “Mictórios”. A porcentagem destes aparelhos com relação a quantidade de aparelhos instalados para as duas IES são muito aproximadas, o que induz o entendimento de que o consumo gerado através destes equipamentos também é aproximado.

Quanto aos lavatórios e pias, embora apresentem uma porcentagem de aparelhos instalados e de consumo diferentes entre si, para ambas as instituições estes são os aparelhos que representam o maior consumo de água, o que requer uma análise mais criteriosa quanto a possíveis reduções no consumo. Os demais aparelhos e usos, representados por “outros”, abrangem usos característicos de cada instituição, além de perdas por vazamento e uso em serviços gerais.

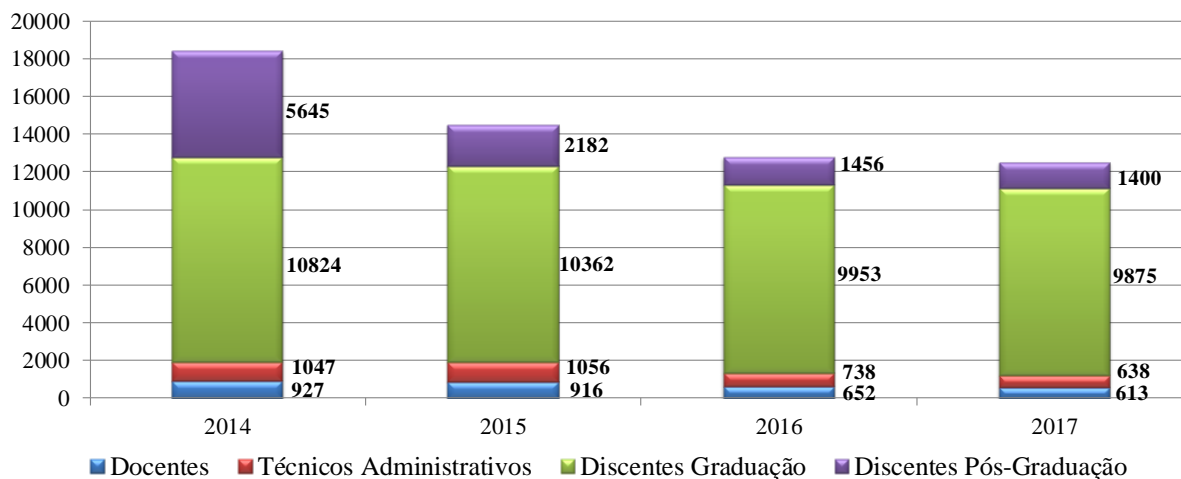
## 4.2 Prognóstico do Sistema Hidráulico

Tendo como base os relatórios de atividades divulgados anualmente pela Universidade Estadual da Paraíba, foi possível analisar a evolução da população ao longo dos anos. Contrariamente ao que ocorreu em outra universidade pública instalada na cidade de Campina Grande (SOARES, 2012; GOMES, 2013), a UEPB teve sua população fixa reduzida no período compreendido entre 2014 e 2017, conforme pode ser observado na Figura 4.18. Ainda

<sup>3</sup> Na categoria “Outros” estão inseridos todos os demais equipamentos hidráulicos não mencionados na tabela 3.1, bem como as possíveis perdas de água.

assim, vale enfatizar que, conforme demonstrado na etapa de diagnóstico, o consumo mensal na instituição não foi reduzido.

Figura 4.18 – Evolução da população fixa na UEPB entre 2014 e 2017



Fonte: Autoria própria

A população é compreendida, em sua grande maioria, por alunos (de graduação e pós-graduação), seguido por professores e técnicos administrativos, respectivamente. A população flutuante não foi considerada neste trabalho devida sua difícil quantificação.

A redução no número de atores na instituição se deve, possivelmente, a diversos fatores. Dentre eles, a redução de gastos verificada para a instituição no mesmo período. Além disso, com as futuras alterações na previdência, largamente divulgados na mídia, muitos funcionários solicitaram sua aposentadoria e conseqüente desligamento da instituição. Também deve ser considerada a crise financeira estabelecida no Brasil na mesma ocasião, o que fez com que muitos discentes trancassem suas matrículas por não ter condições de continuar frequentando a universidade (seja pela falta de recursos propriamente dita ou pela busca por emprego).

Quanto à redução da quantidade de discentes, também deve ser destacada a ampliação do Ensino Superior na rede privada de ensino através de programas de financiamento, bem como a ampliação e maior divulgação de cursos do Ensino à Distância. Essas alternativas de Ensino têm sido largamente utilizadas por aqueles que não podem ou conseguem ingressar na rede regular pública de Ensino Superior.

Discriminando as categorias que constituem a população real total e corrigindo através dos pesos apresentados na etapa metodológica, foi calculada a população equivalente do Campus I (Tabela 4.5). Embora a população real que frequenta a instituição diariamente seja

um número expressivo, quando considerada a relação entre o tempo de permanência médio e as horas úteis diárias da UEPB, o valor da População Equivalente reduz consideravelmente.

Tabela 4.5 – População Equivalente na UEPB em 2017

<b>Categoria</b>	<b>Populaçã o real</b>	<b>Fator de correção</b>	<b>População Equivalente</b>	<b>Média de Consumo Diário (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Indicador de Consumo [ℓ/(P<sub>Eq</sub>.dia)]</b>
Discentes graduação - diurno	1399	0,25	350	93,50	28,44
Discentes graduação - noturno	4122	0,20	824		
Discentes graduação - integral	4354	0,30	1306		
Discentes Pós graduação	1400	0,15	210		
Docentes T40	639	0,53	339		
Docentes T20	13	0,27	4		
Técnicos Administrativos	638	0,40	255		
<b>TOTAL</b>			<b>3288</b>		

Fonte: Autoria própria

Também foi calculado e apresentado na tabela o valor do indicador de consumo de água para o Campus I da Universidade, considerando o consumo médio diário apresentado na etapa de diagnóstico. Como mencionado anteriormente, foi utilizado nesta etapa o consumo médio diário calculado *in loco* no mês de outubro de 2017. Sendo assim, embora conhecendo a evolução da população ao longo dos anos, foram utilizados os dados referentes ao período letivo 2017.1 (período no qual outubro/2017 esteve inserido).

O indicador de consumo para o período foi calculado em 28,44 ℓ/(P<sub>Eq</sub>.dia). Valor inferior ao encontrado em muitas instituições públicas do país, como a própria UFCG que teve a média do indicador de consumo calculada em 33,8 ℓ/(P<sub>Eq</sub>.dia) (GOMES, 2013) e ao utilizado como referência no cálculo para o dimensionamento das instalações hidráulicas de escolas 50 ℓ/(aluno.dia) (CREDER, 2006). No entanto, trabalhos como UFCG-PU (2016) mostram a possibilidade de redução desse indicador quando implantados instrumentos de gestão da demanda de água na edificação.

Para uma melhor averiguação do consumo de água na instituição, foi calculado o indicador de consumo por grupo de edificações (tendo como referência o consumo apontado nas leituras dos hidrômetros existentes). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 4.6.

Os hidrômetros da PROINFRA e do EAD foram analisados de forma conjunta porque, quando separados, o indicador de consumo do EAD se mostrou muito elevado. Quando verificado o alto índice, buscou-se a justificativa para tal valor. Segundo os encanadores da PROINFRA, a rede da CAGEPA que abastece o EAD é diferente da que abastece a Pro-



Reitoria de Infraestrutura e possui uma pressão disponível maior. Por isso, no período de racionamento de água (quando a pressão disponível era ainda mais reduzida em alguns pontos da rede da distribuidora), foi realizada uma interligação das instalações do EAD para a PROINFRA. Assim, embora o indicador de consumo de água na Pro-Reitoria de Infraestrutura esteja dentro da média calculada para a instituição, este, assim como o do EAD, não caracterizam a realidade.

Tabela 4.6 – Indicador de Consumo por grupo de edificações do Campus I

Hidrômetro de Referência	População Equivalente	Média de Consumo Diário (m <sup>3</sup> )	Indicador de Consumo [ℓ/(P <sub>Eq</sub> .dia)]
1 - CCT	672	12,39	<b>18,44</b>
2 - CCBS	543	17,86	<b>32,89</b>
3 - Três Marias	154	6,00	<b>38,96</b>
4 - Biotério	3	0,04	<b>13,33</b>
5 - CIAc	1277	19,41	<b>15,20</b>
6 - Ed. Física	189	6,59	<b>34,87</b>
7 - Reitoria	135	12,70	<b>94,07</b>
8 - UAMA	15	0,23	<b>15,33</b>
9 - PROINFRA	66	18,28	<b>276,97</b>
10 - EAD			

Fonte: Autoria própria

Mesmo considerando os consumos de forma conjunta, o IC ainda foi o maior das edificações analisadas. Isso pode ter ocorrido devido ao uso da água para lavagem de carros do setor de transportes na Pro-reitoria de Infraestrutura, para manutenção da piscina instalada no EAD ou mesmo para os serviços diários da PROINFRA. Além disso, existe a possibilidade de vazamentos na rede, sendo necessária, entretanto, uma averiguação mais aprofundada no local com técnicas de detecção de vazamentos (com o uso do geofone, por exemplo).

O indicador variou de 13,33 a 276,97 ℓ/(P<sub>Eq</sub>.dia) no mês de outubro de 2017, dependendo do grupo de edificações analisado.

O IC calculado para o grupo de edificações ligado ao hidrômetro 07 (Reitoria) apresentou um valor três vezes acima da média. Isso se deve, em parte, ao grande acesso de discentes e da comunidade em geral à Central Administrativa e à Biblioteca Central. Assim, a população calculada deve ter sido subdimensionada. Recomenda-se o estudo detalhado da população e sua permanência nas edificações que constituem o Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. Também há a possibilidade de vazamentos, no entanto, de forma similar a análise anterior, faz-se necessário uma averiguação com instrumentos apropriados.

Além da verificação mais detalhada de possíveis vazamentos nas edificações e na rede interna à instituição, outro fator que ajudaria reduzir os altos índices de consumo em algumas

edificações é a instalação de equipamentos poupadores. Sob este mesmo raciocínio, a Tabela 4.7 apresenta os maiores problemas encontrados nas edificações quando da realização das visitas ao local para cadastramento dos pontos hidráulicos.

Tabela 4.7 – Problemas nas instalações hidráulicas do Campus I da UEPB

Item	Problemas Verificados
1	Equipamentos hidrossanitários quebrados
2	Equipamentos hidrossanitários antigos que demandam muita água
3	Subutilização de aparelhos hidrossanitários
4	Impossibilidade de monitoramento no consumo de água por edificação
5	Execução de alterações sem o devido planejamento e conhecimento do setor de engenharia e arquitetura
6	Desconhecimento da rede interna de abastecimento de água
7	Dificuldade de acesso aos reservatórios das edificações e falta de manutenção preventiva contra vazamentos

Fonte: Autoria própria

Posteriormente, através da utilização de ferramentas do planejamento, serão abordadas possíveis formas de solucionar cada uma das questões ora apresentadas. Ressalta-se, ainda, que, por não ser objetivo da pesquisa, a análise dos métodos de utilização de equipamentos quanto ao uso eficiente não foi considerada neste estudo, fazendo-se necessário um trabalho mais específico, como o de Nakagawa (2009), por exemplo.

### 4.3 Diretrizes para elaboração de Plano para otimização do uso da água

A escolha das ações teve como base uma análise técnica e o estudo da literatura acerca do assunto. Para resolver os problemas relacionados aos equipamentos quebrados e aqueles que demandam muita água, por exemplo, a literatura aponta a viabilidade da substituição por aparelhos poupadores. Nunes (2000), Silva, Tamaki e Gonçalves (2006), Nakagawa (2009), Soares (2012), UFCG-PU (2016) e PURA (2017) são exemplos de estudos que mostram a viabilidade da implantação de um programa de uso racional da água em instituições de ensino superior, apresentando as ações que integraram o planejamento de tais programas.

Para cada problema verificado neste trabalho, ações foram propostas, conforme etapas “What” e “Why” da metodologia 5W2H. Também foram sugeridos os responsáveis, os locais de intervenção e o procedimento a ser seguido – etapas “When”, “Where” e “How”, respectivamente (ver Tabela 4.8). Estas cinco etapas correspondem aquelas apreciadas com base no diagnóstico e prognóstico do sistema.

Tabela 4.8 – Problemas e soluções apontadas para as instalações hidráulicas do Campus I da UEPB

<i>Why? - Por que?</i> <b>Motivo</b>	<i>What? - O que?</i> <b>Ação</b>	<i>Where? - Onde?</i> <b>Local</b>	<i>When? - Quem?</i> <b>Responsável</b>	<i>How? - Como?</i> <b>Metodologia</b>
Equipamentos hidrossanitários quebrados	Substituição de equipamentos quebrados por equipamentos novos poupadores	Análise individual por edificação	PROAD; PROINFRA	Realização de levantamento e especificações pelo setor de Engenharia da PROINFRA que será enviado para o setor de compras da PROAD para providências. Após compras, o setor de manutenção da PROINFRA deverá instalar os equipamentos sob a supervisão do Setor de Engenharia
Equipamentos hidrossanitários antigos que demandam muita água	Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	Análise individual por edificação		
	Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento			
	Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico			
	Instalação de arejadores nas torneiras que não os possuem			
	Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem esse dispositivo			
Impossibilidade de monitoramento no consumo de água por edificação	Instalação de medidores de vazão por edificação	Todas as edificações		
Subutilização de aparelhos hidrossanitários	Manutenção dos equipamentos subutilizados e instrução dos funcionários para viabilizar o devido funcionamento	CIAc	PROINFRA	A equipe de encanadores da PROINFRA se encarregará de fazer a manutenção nos equipamentos devidos, buscar os que foram retirados em tempo de racionamento e reinstalá-los
	Reinstalação de Mictórios nos WC's masculinos	Análise individual por edificação		
Execução de alterações sem o devido planejamento e conhecimento do setor de engenharia e arquitetura	Designação de responsável técnico que acompanhe a equipe de manutenção	PROINFRA	Funcionário do setor de Engenharia da PROINFRA	A PROINFRA deverá designar funcionário competente do setor de Engenharia para tais atividades
Desconhecimento da rede interna de abastecimento de água	Traçado e execução de uma nova rede de abastecimento para o Campus	Campus I	PROAD; PROINFRA	Realização de projeto e orçamento pelo setor de Engenharia da PROINFRA que será enviado para o setor Licitação da PROAD para providências. Após licitação, a empresa contratada executará os serviços sob a supervisão do Setor de Engenharia da PROINFRA
Dificuldade de acesso aos reservatórios das edificações e falta de manutenção preventiva contra vazamentos	Impermeabilização e manutenção dos reservatórios das edificações			

Fonte: Autoria própria

Durante a etapa de diagnóstico também foi possível verificar que nem sempre é realizado o acompanhamento das alterações realizadas nas edificações no que diz respeito às instalações hidráulicas. Isto ocorre, dentre outros fatores, devido à pouca quantidade de mão-de-obra, tanto no setor de engenharia quanto no setor de manutenção. No entanto, é importante o acompanhamento de qualquer modificação nas instalações da instituição por um profissional habilitado não apenas para adequar as solicitações aos projetos existentes, mas para propor as melhores soluções para as solicitações realizadas.

O bom estado da rede de abastecimento interno e dos reservatórios de acumulação das edificações também tem sido amplamente apontado como um dos itens que deve ser considerado num programa de racionalização do uso da água. Por isso, embora, aparentemente, a rede interna do Campus I não apresente diretamente nenhum problema, é de suma importância a verificação in loco, com métodos adequados, de possíveis vazamentos não-visíveis. Foi sugerido, neste caso, o traçado e execução de uma nova rede, além da manutenção e impermeabilização de todos os reservatórios, inclusive por entender que com o tempo há um desgaste natural das instalações e necessidade de substituição da rede existente.

As duas últimas ações devem ser executadas por empresa especializada, após contratação por licitação. O responsável pela contratação é o setor de Licitação da Pro-reitoria de Gestão Administrativa. Os projetos que serão enviados para licitação e a fiscalização da empresa contratada deverá ser fiscalizada pela Pro-reitoria de Infraestrutura.

Todas as ações foram orçadas, conforme Planilha Orçamentária Básica demonstrada na Figura 4.19. Os custos encontrados servem de base para o planejamento proposto no método 5W2H no que se refere à etapa “How much”, bem como alimentar a tabela de prioridades GUT-C. As composições utilizadas para elaboração da planilha elaborada encontram-se no Apêndice 03.

O item 1.1 da Figura 4.19 se refere à substituição dos equipamentos avariados por equipamentos poupadores. Os itens 1.2 a 1.6 se referem à substituição de aparelhos em bom estado, mas que demandam muita água para a utilização. Os itens 1.7 e 1.8 estão relacionados ao monitoramento do consumo de água nas edificações. Os itens 1.9 e 1.10 dizem respeito à substituição da rede interna de abastecimento e à manutenção dos reservatórios através da impermeabilização dos mesmos, respectivamente.

Quanto ao orçamento, dos itens 1.1 a 1.8 não foi considerado o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) nos custos por entender que estes serviços podem ser executados pelos funcionários da instituição. Os itens 1.9 e 1.10 foram orçados considerando um BDI de 25%,

isto porque a quantidade de serviços não é suportável pela equipe de encanadores e ajudantes da UEPB (para a rede hidráulica) ou porque são serviços que demandam uma mão-de-obra especializada (para a impermeabilização), sendo necessário, nas duas ações, a contratação de empresa através de licitação de serviços.

Figura 4.19 – Custos para implantação do Plano para o Uso Racional da Água no Campus I

	<b>GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA</b> <b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA</b> <b>PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA</b> <b>SETOR DE ENGENHARIA E ARQUITETURA</b>	<b>OBRA:</b>	<b>PLANO PARA O USO RACIONAL DA</b>		
		<b>CAMPUS:</b>	<b>ÁGUA</b>		
		<b>LOCAL :</b>	<b>CAMPUS I - BODOCONGÓ</b>		
<b>PLANILHA ORÇAMENTÁRIA BÁSICA</b>					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>Plano para o Uso Racional da Água</b>				<b>357.116,31</b>
1.1	Válvula de descarga com duplo acionamento	und	34,00	299,32	10.177,03
1.2	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca com descarga 3/6l - fornecimento e instalação para substituição de descargas de 9 ou 12l.	und	14,00	263,81	3.693,32
1.3	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca com descarga 3/6l - fornecimento e instalação para substituição de descargas de 6l.	und	95,00	263,81	25.061,82
1.4	Torneira de mesa com fechamento automático, linha Decamat Eco, ref.1173.C, DECA ou similar	und	195,00	273,49	53.331,25
1.5	Arejador para torneiras - fornecimento e instalação	und	116,00	21,46	2.489,32
1.6	Valvula com fechamento automático para mictório	und	13,00	181,78	2.363,13
1.7	Hidrômetro dn 20 (1/2"), 1,5 m³/h ? fornecimento e instalação. af. 11/2016	und	10,00	102,53	1.025,29
1.8	Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável dn 25 (1") fornecimento e instalação (exclusive hidrômetro). af. 11/2016	und	10,00	151,12	1.511,15
1.9	Rede de distribuição de água	und	1.513,00	136,23	206.108,42
1.10	Impermeabilizacao de superficie, com impermeabilizante flexivel a base acrilica.	und	400,00	128,39	51.355,58
<b>TOTAL GERAL EM R\$</b>					<b>357.116,31</b>

Fonte: Autoria própria

Os custos para realização das ações envolvendo a subutilização dos mictórios não foram estimados por entender que a correção deste problema envolve apenas serviços de manutenção realizados pela mão-de-obra já contratada na UEPB e a reinstalação de aparelhos que estão guardados.

Deve-se ressaltar, ainda, a importância de um estudo minucioso quanto à outras ações que se mostrem necessárias durante a aplicação das intervenções já descritas, complementando a efetividade do programa de uso racional da água.

A etapa “When” foi avaliada a partir da matriz GUT-C. Considerando as ações previstas, foram atribuídas pontuações, a depender do aspecto avaliado, que variaram de 1 a 5, conforme já explicitado na metodologia deste trabalho. Para as três primeiras variáveis foi calculada a média das pontuações sugeridas por 10 funcionários da PROINFRA e, posteriormente, foi calculado o produto das pontuações para cada ação, o que possibilitou a definição de prioridade para o plano proposto. As pontuações atribuídas e as prioridades obtidas a partir da análise realizada estão apresentadas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Tabela GUT-C para o Plano de Racionalização do Uso da Água da UEPB

<b>Ação</b>	<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>G x U x T x C</b>	<b>Prioridade</b>
Substituição de equipamentos quebrados por equipamentos novos, poupadores	4,2	4,1	4,5	4,0	310,0	1
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	3,6	3,6	3,7	5,0	239,8	3
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento	3,4	2,7	3,0	3,0	82,6	9
Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico	3,4	3,2	3,0	2,0	65,3	11
Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem	2,7	2,7	2,5	5,0	91,1	8
Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem	4,0	3,6	3,7	5,0	266,4	2
Manutenção dos equipamentos subutilizados e instrução dos funcionários para viabilizar o devido funcionamento	3,3	3,3	3,4	5,0	185,1	4
Reinstalação de Mictórios nos WC's masculinos	3,1	3,0	3,1	5,0	144,2	6
Instalação de medidores de vazão por edificação	3,2	3,3	3,3	5,0	174,2	5
Designação de responsável técnico que acompanhe a equipe de manutenção	2,9	3,3	3,0	4,0	114,8	7
Traçado e execução de uma nova rede de abastecimento para o Campus	2,8	2,6	2,6	1,0	27,0	12
Impermeabilização e manutenção dos reservatórios das edificações	3,4	3,4	3,3	2,0	76,3	10

Fonte: Autoria própria

Segundo os resultados da matriz GUT-C, a ação prioritária deverá ser a substituição dos equipamentos quebrados (310pts), seguido da instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não as possuem (266,4pts) e da substituição das bacias sanitárias com descarga de 12ℓ (239,8pts), respectivamente. Isto se deve às pontuações elevadas para todos os fatores analisados. Devido às pontuações obtidas, essas foram as intervenções que, segundo o método, deverão ser realizadas em curto prazo.

Algumas ações cujo custo é reduzido, por não terem sido consideradas graves, urgentes ou com tendência de agravamento não estão entre as ações prioritárias pelo método, ou seja, são ações de médio ou mesmo longo prazo, como a instalação de arejadores nas torneiras que não os possuem, reinstalação dos mictórios e instalação dos medidores para controle do consumo.

Assim, as atividades cujo produto  $GxUxTx C$  resultou num valor inferior a 100 pontos foram consideradas passíveis de ser executada em longo prazo. Dentre elas, a substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ e a substituição de torneiras convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico são ações que permitirão uma maior conservação do uso da água mas que, entretanto, são de custo elevado. A dificuldade em conseguir verba, principalmente entendendo a situação financeira vivenciada na instituição, foi o fator determinante para estas ações não serem consideradas prioritárias num Plano de Uso Racional da água para a UEPB.

De forma similar, a execução de uma nova rede de abastecimento e a manutenção das caixas d'água são atividades de alto custo. Como não foram verificados vazamentos aparentes que tornem a execução destes serviços grave, urgente e imprescindível para a redução do consumo de água a curto prazo, o produto entre as variáveis analisadas foi reduzido, tornando-as, pela análise da matriz GUT-C, atividades que deverão ser realizadas a longo prazo.

A utilização da matriz, por considerar fatores técnicos (GUT) e econômicos (C), se mostrou uma ferramenta de grande utilidade para o processo de planejamento. Ações consideradas urgentes ou graves, por exemplo, mas que demandam um alto custo para execução, podem não ser as mais prioritárias. Analogamente, intervenções que do ponto de vista técnico não se mostram urgentes, mas têm um baixo custo para implantação, podem se tornar prioritárias devido a viabilidade econômica para sua execução. Decisões que envolvem este tipo de análise são recorrentes em ambientes públicos, pois nem tudo que é urgente pode ser executado prioritariamente devido à falta de orçamento para realização de determinadas ações.

Embora o uso da matriz tenha se mostrado satisfatório, a análise da prioridade item por item é imperiosa. Isto porque os resultados disponibilizado pela matriz GUT e todas as suas adaptações (neste estudo, matriz GUT-C) são, na verdade, sugestões de prioridade que podem ser acatadas ou não.

Outra observação que deve ser feita quanto ao método é a liberdade em acrescentar variáveis consideradas importantes na tomada de decisão, como o *payback* do investimento, por exemplo (quanto mais rápido fosse o retorno do valor investido, maior a pontuação utilizada no método).

A Tabela 4.10 apresenta as pontuações e prioridades obtidas, em ordem crescente, para o Plano de Uso Racional da Água através da matriz GUT-C e sua relação com o prazo

estipulado e utilizado no método 5W2H. Mais uma vez deve-se enfatizar que estas são sugestões de prioridades e metas. No entanto, faz parte do processo de planejamento a análise se as alternativas sugeridas pela matriz são, realmente, as opção mais adequadas.

Tabela 4.10 – Relação entre o nível de prioridade obtido através da matriz GUT-C e o prazo de execução das ações propostas

<b>Ação</b>	<b>G x U x T x C</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Prazo</b>
Substituição de equipamentos quebrados por equipamentos novos, poupadores	310,0	1	Curto prazo - 0 a 2 meses
Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem	266,4	2	
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	239,8	3	
Manutenção dos equipamentos subutilizados e instrução dos funcionários para viabilizar o devido funcionamento	185,1	4	Médio prazo - 2 meses a 1 ano
Instalação de medidores de vazão por edificação	174,2	5	
Reinstalação de Mictórios nos WC's masculinos	144,2	6	
Designação de responsável técnico que acompanhe a equipe de manutenção	114,8	7	
Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem	91,1	8	Longo prazo - 1 a 2 anos
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6l pelas de duplo acionamento	82,6	9	
Impermeabilização e manutenção dos reservatórios das edificações	76,3	10	
Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico	65,3	11	
Traçado e execução de uma nova rede de abastecimento para o Campus	27,0	12	

Fonte: Autoria própria

Por fim, analisados os sete questionamentos norteados pelo método 5W2H para elaboração de um plano de ação, a Tabela 4.11 apresenta o resumo dos resultados obtidos.



Tabela 4.11 – Plano de Ação elaborado através do método 5W2H (continua)

<i>Why? - Por que?</i> <b>Motivo</b>	<i>What? - O que?</i> <b>Ação</b>	<i>Where? - Onde?</i> <b>Local</b>	<i>When? - Quem?</i> <b>Responsável</b>	<i>How? - Como?</i> <b>Metodologia</b>	<i>How much? - Quanto Custa?</i> <b>Valor</b>	<i>When? - Quando?</i> <b>Prazo</b>
Equipamentos hidrossanitários quebrados	Substituição de equipamentos quebrados por equipamentos novos poupadores	Análise individual por edificação		Realização de levantamento e especificações pelo setor de Engenharia da PROINFRA que será enviado para o setor de Compras da PROAD para providências. Após compras, o setor de manutenção da PROINFRA deverá instalar os equipamentos sob a supervisão do Setor de Engenharia	R\$ 10.177,03	Curto Prazo
Equipamentos hidrossanitários antigos que demandam muita água	Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	Análise individual por edificação	PROAD; PROINFRA		R\$ 3.693,32	Curto Prazo
	Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento				R\$ 25.061,82	Longo Prazo
	Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico				R\$ 53.331,25	Longo Prazo
	Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem				R\$ 2.489,32	Longo Prazo
	Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem				R\$ 2.363,13	Curto Prazo
Impossibilidade de monitoramento no consumo de água por edificação	Instalação de medidores de vazão por edificação	Todas as edificações			R\$ 2.536,44	Médio Prazo
Subutilização de aparelhos hidrossanitários	Manutenção dos equipamentos subutilizados e instrução dos funcionários para viabilizar o devido funcionamento	CIAC	PROINFRA		A equipe de encanadores da PROINFRA se encarregará de fazer a manutenção nos equipamentos devidos, buscar os que foram retirados em tempo de racionamento e reinstalá-los	R\$ -
	Reinstalação de Mictórios nos WC's masculinos	Análise individual por edificação		R\$ -	Médio Prazo	
Execução de alterações sem o devido planejamento e conhecimento do setor de engenharia e arquitetura	Designação de responsável técnico que acompanhe a equipe de manutenção	PROINFRA	funcionário do setor de Engenharia da PROINFRA	A PROINFRA deverá designar funcionário competente do setor de Engenharia para tais atividades	Deve ser avaliada a necessidade de contratação de pessoa especializada	Médio Prazo

Fonte: Autoria própria

Tabela 4.11 – Plano de Ação elaborado através do método 5W2H (continuação)

<i>Why? - Por que?</i> <b>Motivo</b>	<i>What? - O que?</i> <b>Ação</b>	<i>Where? - Onde?</i> <b>Local</b>	<i>When? - Quem?</i> <b>Responsável</b>	<i>How? - Como?</i> <b>Metodologia</b>	<i>How much? - Quanto Custa?</i> <b>Valor</b>	<i>When? - Quando?</i> <b>Prazo</b>
Desconhecimento da rede interna de abastecimento de água	Traçado e execução de uma nova rede de abastecimento para o Campus	Campus I	PROAD; PROINFRA	Realização de levantamento e especificações pelo setor de Engenharia da PROINFRA que será enviado para o setor Licitação da PROAD para providências. Após licitação, a empresa contratada executará os serviços sob a supervisão do Setor de Engenharia da PROINFRA	R\$ 164.886,74	Longo Prazo
Dificuldade de acesso aos reservatórios das edificações e falta de manutenção preventiva contra vazamentos	Impermeabilização e manutenção dos reservatórios das edificações				R\$ 51.355,58	Longo Prazo

Fonte: Autoria própria

#### 4.4 Análise de viabilidade e tempo de retorno do investimento

Foi realizada a análise da viabilidade e cálculo do *payback* para o investimento das ações relacionadas à substituição de equipamentos que demandam um maior consumo de água. A economia atribuída às ações que tratam da rede de abastecimento, manutenção de reservatórios, individualização do sistema através da instalação de hidrômetros, dentre outros, são de difícil quantificação. No entanto, a literatura aponta casos reais de economia no consumo após terem sido implantadas tais ações, como, por exemplo, os resultados obtidos na UFCG (UFCG-PU, 2016) e após a implantação do PURA na USP (PURA, 2017).

Inicialmente, foram utilizadas a Distribuição de Consumo de Água ( $DCA_i$ ) e o Consumo Médio Mensal de Água (CMA) na instituição, apresentados na etapa de diagnóstico do sistema, para o cálculo do Consumo Médio Mensal de Água por aparelho convencional ( $CAC_i$ ). Quanto à DCA, deve-se ressaltar ainda que foram consideradas também as porcentagens de aparelhos que serão substituídos, tendo em vista que é a possibilidade de redução de consumo desses equipamentos que deve ser analisada.

Posteriormente, foi estimado o consumo de água com a utilização de equipamentos poupadores ( $CAP_i$ ), considerando os fatores de redução no consumo apresentados por Sautchúk, *et al.* (2005). Assim, foi possível estimar a economia de água gerada pela utilização de tais equipamentos ( $EDA_i$ ). Os resultados estão apresentados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Análise da Estimativa de Economia no Consumo de Água

AÇÃO	$DCA_i$ (%)	$CM_{UEPB}$ (m <sup>3</sup> /mês)	$CAC_i$ (m <sup>3</sup> /mês)	$F_r$ (Sautchuk <i>et al.</i> , 2005)	$CAP_i$ (m <sup>3</sup> /mês)	$EDA_i$ (m <sup>3</sup> /mês)
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	2,00%	1276,95	25,58	0,63	9,46	16,12
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento	6,23%		79,50	0,25	59,63	19,88
Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico	20,87%		266,51	0,48	138,58	127,92
Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem	12,13%		154,93	0,24	117,75	37,18
Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem	0,57%		7,22	0,50	3,61	3,61

Fonte: Autoria própria

Considerando a execução de todas as ações, haveria uma economia de mais de 200m<sup>3</sup> de água por mês, o que, do ponto de vista ambiental, acarreta grandes benefícios. Pois além da economia de água proporcionada pela redução do volume necessário ao abastecimento da instituição sem alterar as atividades diárias dos usuários, o volume de esgoto a ser tratado e depois descartado no ambiente também seria reduzido, minimizando o impacto ambiental gerado pelo lançamento de efluentes (ver Tabela 4.13).

Tabela 4.13 – Análise Geral da economia de água e *payback* do investimento considerando a substituição de todos os aparelhos convencionais por poupadores

CAC (m <sup>3</sup> /mês)	CAP (m <sup>3</sup> /mês)	EDA (m <sup>3</sup> /mês)	IR (%)	Custo CAGEPA (R\$/m <sup>3</sup> )	Investimento - I <sub>0</sub> (R\$)	RI <sub>1mês</sub> (R\$)	T (meses)
533,74	329,03	204,71	38,35%	R\$ 12,89	R\$ 86.938,84	R\$ 2.638,70	33

Fonte: Autoria própria

O Índice de Redução no consumo de água simulando a substituição de todos os aparelhos convencionais por equipamentos poupadores é de mais de 38%, com um *PayBack* de 33 meses, mostrando, aparentemente, a viabilidade econômica para realização das intervenções. Essa análise, entretanto, quando realizada para cada ação proposta, isoladamente, mostra que nem todas as intervenções são viáveis financeiramente, conforme apresentado na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Análise detalhada, por ação proposta, da economia de água e *payback* do investimento considerando a substituição de todos os aparelhos convencionais por poupadores

AÇÃO	EDA <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /mês)	Custo CAGEPA (R\$/m <sup>3</sup> )	Investimento - I <sub>0</sub> (R\$)	RI <sub>1mês</sub> (R\$)	T (meses)	T (anos)
1 Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento	16,12	R\$ 12,89	R\$ 3.693,32	R\$ 207,72	18	1,5
2 Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento	19,88		R\$ 25.061,82	R\$ 256,20	98	8,2
3 Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico	127,92		R\$ 53.331,25	R\$ 1.648,93	32	2,7
4 Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem	37,18		R\$ 2.489,32	R\$ 479,28	5	0,4
5 Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem	3,61		R\$ 2.363,13	R\$ 46,56	51	4,3

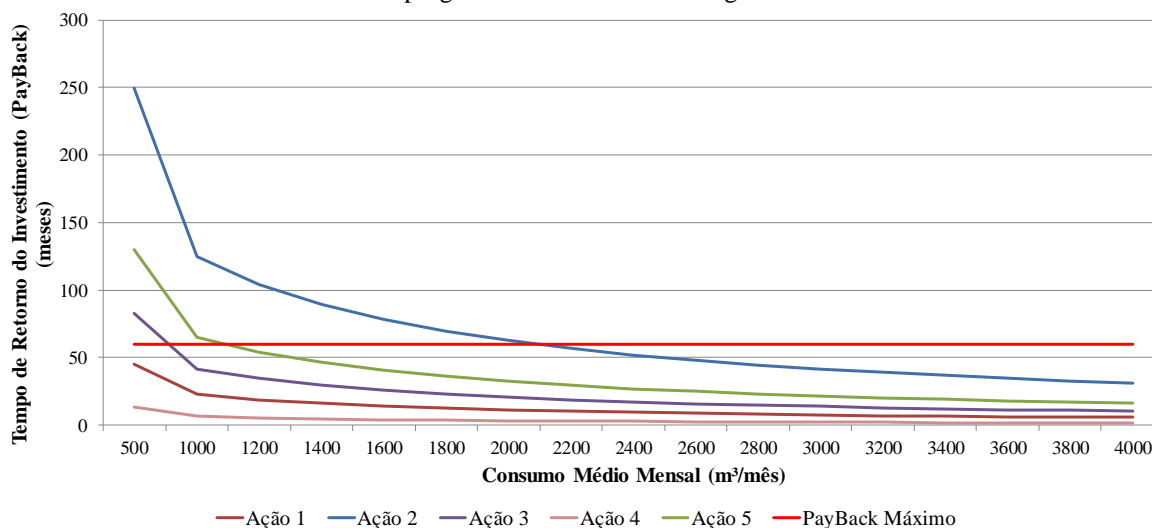
Fonte: Autoria própria

De acordo com as simulações realizadas, a substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga com fluxo de descarga de 6ℓ por aquelas com duplo fluxo, para o consumo de água atual da instituição, não é viável, tendo um tempo de retorno do investimento de mais de 8 anos. As demais ações mostraram-se viáveis ambiental, técnica e economicamente. O investimento na instalação de arejadores nas torneiras, por exemplo, trará um retorno financeiro a partir do quinto mês após sua execução. Deve-se enfatizar, entretanto, que a análise econômica realizada neste trabalho é superficial, não considerando todas as variáveis econômicas necessárias para um estudo mais aprofundado.

Para todos os cálculos de *payback* foi utilizado o custo do m<sup>3</sup> de água distribuído pela Companhia de Abastecimento para o Setor Público, desprezando os custos do m<sup>3</sup> do esgoto despejado. Isto porque, no entorno da instituição não há um sistema de coleta de esgoto, sendo a própria UEPB a responsável pelo tratamento dos efluentes gerados.

O tempo de retorno neste tipo de investimento é função do consumo de água. Assim, considerando as mesmas condições físicas das instalações hidráulicas da universidade, é possível que o tempo de retorno estimado seja alterado, inclusive a ponto de tornar a substituição das caixas de descarga de 6ℓ pelas de duplo fluxo viável. A Figura 4.20 apresenta a curva que relaciona o consumo de água e o tempo de retorno para as cinco ações propostas.

Figura 4.20 – Relação entre Consumo Médio Mensal e Payback na implantação de ações de um programa de uso racional da água



Fonte: Autoria própria

O gráfico apresentado na Figura 4.20 mostra que para as mesmas condições físicas da instituição, uma ação pode ou não ser viável (isso dependerá do possível aumento no

consumo mensal). Conforme já exposto, a ação 02, que para as condições atuais da instituição se mostra inviável, pode tornar-se viável caso o consumo mensal seja superior a 2.100m<sup>3</sup>/mês, aproximadamente.

Considerando 5 anos como sendo o limite máximo para o tempo de retorno do investimento, ou seja, 60 meses, tem-se que todos os pontos das curvas apresentadas, cujo consumo é superior à interseção entre a própria curva e a reta indicada em vermelho, correspondem a ações estimadas viáveis economicamente. A Tabela 4.15 apresenta as simulações realizadas e utilizadas para a elaboração do gráfico “Consumo Médio Mensal x *Payback*”, já apresentado.

Tabela 4.15 – Relação “Consumo Médio Mensal x Tempo de Retorno (*Payback*)” para implantação de ações de um programa de uso racional da água

Ação	Consumo Médio Mensal (m <sup>3</sup> /mês)																
	500	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000
1	45	23	19	16	14	13	11	10	9	9	8	8	7	7	6	6	6
2	250	125	104	89	78	69	62	57	52	48	45	42	39	37	35	33	31
3	83	41	34	30	26	23	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10
4	13	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
5	130	65	54	46	41	36	32	29	27	25	23	22	20	19	18	17	16

Fonte: Autoria própria

A análise de viabilidade se mostrou de grande relevância, isto porque embora tenha sido proposto inicialmente, mesmo que em longo prazo, a substituição das caixas de 6ℓ por caixas de duplo acionamento, só a partir das simulações de viabilidade foi possível verificar que com o consumo médio de água atual na instituição, esta não é uma ação viável de ser executada. Além disso, o estudo da viabilidade também mostrou que a execução das demais ações propostas é indicada, com o tempo de retorno variando entre 5 e 51 meses, a depender da intervenção analisada.

Esta é uma ferramenta importante e imprescindível no auxílio à tomada de decisão, podendo, inclusive, ser uma variável a ser utilizada na estimativa de prioridades através da matriz GUT. Neste caso, quanto menor o tempo de retorno do investimento, maior a pontuação atribuída na matriz e vice-versa. Neste sentido, considerando o rápido *payback* da instalação dos arejadores, bem como o baixo custo para sua execução, recomenda-se a alteração da meta referente a esta ação de longo prazo (como sugerido pelo método GUT-C) para curto prazo.

Além disso, entendendo a inviabilidade da substituição das caixas de 6ℓ pelas de duplo acionamento para a atual média de consumo medida pela CAGEPA, deve-se excluir, por ora, a ação proposta no plano de intervenção. Neste caso, o Índice de Redução no consumo de água simulado foi de mais de 40%, com um *PayBack* de 26 meses.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A etapa de diagnóstico do consumo permitiu a verificação de indícios de descaso nos hidrômetros instalados para aferição do consumo da universidade. Isto porque, além dos sinais de abandono verificados (caixa do hidrômetro cheia de lixo, alguns sem visibilidade no visor e outro enterrado), as leituras realizadas no local durante um mês de referência não condizem com a medição disponibilizada na fatura para este mesmo mês. Quando comparadas as medições (disponibilizada na fatura e medida *in loco*) e considerando a média do consumo diário, este estudo apontou até 9,5 dias de diferença entre as leituras, para a pior situação. Essa diferença significa que, tendo como base 30 dias de consumo, o leiturista da concessionária de água, teoricamente, teria realizado com até 9,5 dias de diferença a mais ou a menos da data de referência. Assim, qualquer trabalho que utilize o consumo de água na UEPB, analisado por hidrômetro individualmente, que tenha como base a fatura disponibilizada pela distribuidora, pode não apresentar a realidade. A diferença entre o consumo diário médio disponibilizado pela CAGEPA e o verificado *in loco* variou de 2,1% a 350%.

Ainda na etapa de diagnóstico, foi possível verificar que as instalações hidráulicas da universidade, de modo geral, apresentaram boas condições de operação, o que mostra o empenho da administração da universidade em minimizar quaisquer problemas de ordem estrutural na rede de abastecimento do Campus. Considerando o sistema de compra da universidade (licitação por menor preço) e que, geralmente, esse sistema induz a obtenção de material de baixa qualidade, o bom estado das instalações é um fator extremamente positivo no âmbito do uso racional da água. Também foi possível verificar que a quantidade de aparelhos poupadores instalados na instituição soma um número bem reduzido e não existe a individualização dos medidores de vazão por bloco, o que impossibilitou o acompanhamento do consumo por edificação.

O indicador de consumo obtido para a universidade como um todo ( $28,44 \text{ l}/(P_{Eq} \cdot \text{dia})$ ) foi inferior ao apresentado em diversas literaturas, refletindo as boas condições de operação verificada para as instalações. No entanto, estudos que tratam de IES que implantaram um programa de conservação do uso da água apontam um indicador de consumo aproximadamente 50% menor que o verificado para a UEPB. Assim, comprova-se a validade em estudar o uso da água e formas de minimizar seu consumo, tudo isso materializado através de um plano de intervenção que almeje o uso consciente da água.



Entendendo as diferenças construtivas, condições de uso, tipos de edificação, dentre outros, é recomendável que a ordem para as intervenções sejam determinadas por edificação, isto porque o indicador de consumo variou amplamente para os hidrômetros em estudo (31,33 a 276,97  $\ell/(P_{Eq}.dia)$ ). No entanto, os indicadores calculados fazem referência a um grupo de edificações (a depender do hidrômetro analisado), o que impediu um maior detalhamento do consumo e evidenciando mais uma vez a importância da individualização da ligação de água nas edificações.

Quanto ao plano de ação sugerido, a utilização do método 5W2H mostrou-se de grande valia por levantar e organizar questionamentos de forma direta e precisa, como é esperado em um plano de ação. Ao ter conhecimento dos problemas das edificações, foi possível propor ações e delinear o local da intervenção, responsáveis e metodologia a ser cumprida, além da estimativa do custo e dos prazos para cumprimento.

A dificuldade em estipular esses prazos foi solucionada através da utilização da matriz de prioridades GUT-C. A maior limitação para uso da matriz é proveniente da subjetividade em pontuar cada uma das variáveis consideradas. Desse modo, recomenda-se a consulta e apreciação de um grupo de técnicos, gestores e interessados no objeto em questão no intuito de corroborar os resultados do método. Ainda quanto a matriz de prioridades, observou-se que a utilização de outra variável, como o tempo de retorno do investimento para solução do problema, por exemplo, é bastante plausível. No entanto, quanto maior o número de variáveis, menor será a interferência de cada fator isolado na definição das prioridades, devendo, esse número ser limitado. O resultado da matriz GUT e de todas as suas adaptações (Matriz GUT-C, por exemplo) são sugestões de prioridades. De posse desses resultados, o gestor deve analisar quais são, realmente, as ações prevaletentes para cada situação.

Por fim, a análise de viabilidade permitiu comprovar a exequibilidade das ações propostas. Neste caso, embora todas as ações tenham se mostrado viáveis ambientalmente (pois além de reduzir a quantidade de água consumida, diminui também o volume de efluentes lançados), nem todas as ações são viáveis economicamente. No que se refere ao uso racional da água, foi possível verificar que, para as ações propostas, a viabilidade econômica varia em função do consumo. Assim, embora uma das intervenções não seja, no momento, praticável, com o passar do tempo, caso o consumo de água seja ampliado, é possível que a mesma ação se torne viável e imprescindível num plano de uso racional da água. Segundo este estudo, a substituição das bacias sanitárias de 12 $\ell$  e das torneiras convencionais por equipamentos poupadores e a instalação de arejadores nas torneiras e de válvulas de descarga

com fechamento hidromecânico em mictórios trará uma redução de mais de 40% no consumo de água para estes equipamentos, com um período de retorno do investimento estimado em 26 meses.

De modo geral, deve-se ressaltar a singularidade de cada edificação e a importância em analisá-la individualmente de modo planejado. Para executar o plano de ação proposto, devem ser elaborados projetos detalhados. A mesma metodologia utilizada nesta pesquisa pode ser estendida aos demais *Campi*. Quanto ao processo de planejamento, ele não é finalizado com a publicação de um documento. Entendendo a dinâmica das atividades numa IES (e em qualquer outro tipo de edificação), evidencia-se a necessidade de retroalimentação das informações e readaptações, quando necessário, das atividades a serem executadas. Além disso, atividades educativas relacionadas ao meio ambiente e à escassez hídrica são imprescindíveis no percurso rumo ao uso racional da água.

Durante a elaboração desta dissertação, várias foram as dificuldades encontradas no que tange a análise dos resultados e que servem de recomendação para estudos posteriores, como:

- Estudo detalhado da população (características sócio-culturais, frequência na instituição, hábitos de consumo e outras características) e sua relação com o consumo de água na instituição;
- Análise das demandas hidrossanitárias solicitadas ao setor de manutenção e o tempo de resposta para as solicitações (relacionar o tempo de resposta às perdas de água);
- Verificação de perdas de água na rede de abastecimento utilizando equipamentos adequados, como o geofone, por exemplo;
- Aplicação de outra metodologia para a distribuição do consumo de água nos aparelhos hidrossanitários.

Além disso, recomenda-se também:

- Estudos utilizando outros métodos para a análise de viabilidade econômica;
- Análise da viabilidade do reuso de água na instituição;
- Análise da viabilidade do aproveitamento de águas pluviais.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVES, W. C.; ROCHA, A. L.; GONÇALVES, R. F. Aparelhos Sanitários Economizadores. In: GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 267-321.

ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em: junho de 2018.

BARROS, M. B.; RUFINO, I. A. A.; MIRANDA, L. I. B. Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, 21, n. 1, 2016. 251-262.

BARROS, M. D. B. **Avaliação de Mecanismos Poupadores de Água como Suporte ao Planejamento Urbano em Campina Grande - PB**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - UFCG. Campina Grande. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.**, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**, Brasília, DF, 2007.

BRUSCHI, G. F. J. **A articulação entre a autoavaliação e os processos de planejamento em instituições de ensino superior no Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Gestão Educacional) - UNISINOS. Porto Alegre. 2015.

CAGEPA. Estrutura Tarifária da Cagepa. **CAGEPA**, 2018. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/outras-informacoes/estrutura-tarifaria/>>. Acesso em: maio 2018.

CAGNON, J. A. et al. **Supervision System for Water Control and Measurement in Buildings**. 12th Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission. [S.l.]: [s.n.]. 2017.

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total, no estilo japonês**. 8ª. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256 p.

CARVALHO, H. M. D. **Introdução à teoria do planejamento**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1978.

CP-FORPLAD. **Planejamento estratégico em Instituições Federais de Ensino Superior: proposta de processo participativo**. Brasília. 1995.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

DAYCHOUW, M. **40+10 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 5<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

GOMES, M. I. L. **Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás - estudo de caso edifício da reitoria**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente) – UFGO. Goiânia. 2011.

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

GONÇALVES, O. M. et al. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, 5, n. 3, 2005. 35-48.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para detecção e correção de perdas de água por vazamentos em sistemas hidráulicos prediais**. LSP/PCC/EPUSP. São Paulo. 1998. (Relatório final - Projeto Fapesp).

GONÇALVES, O. M.; VALENCIO, I. P. **Avaliação Laboratorial de Desempenho de Bacias Sanitárias de Volume de Descarga de 4,8 litros**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo: ANTAC. 2016. p. 4633-4647.

GUEDES, M. J. F. **Gerenciamento da Demanda de Água: Proposta de Alternativas na Escala de uma Cidade**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - UFCG. Campina Grande. 2009.

GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. D. C. L. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, 19, n. 2, 2014. 123-134.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: junho de 2018.

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

KAMPAGOU, E.; LEKKAS, D. F.; ASSIMACOPOULOS, D. Water demand management: implementation principles and indicative case studies. **Water and Environment Journal**, 25, 2011. 466-476.

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

MATUS, C. O. O Plano como Aposta. In: GIACOMONI, J.; PAGNUSSAT, J. L. **Planejamento e orçamento governamental (coletânea)**. Brasília: ENAP, 2006. p. 115-144.

MISTURINI, D. D.; NASCIMENTO, C. A. D. Redução do impacto ambiental: uma abordagem no setor de modelagem em uma empresa calçadista. **Revista de Ciências da Administração**, 18, n. 46, 2016. 120-137.

MMA/CNRH. Resolução CNRH nº 145 de 12 de dezembro de 2012. **Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências**, 2012.

MOURA, M. R. F. D. **A Gestão do Consumo de Água em Prédios Públicos: o caso da secretaria de infraestrutura de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - UPE. Recife. 2015.

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

NUNES, S. S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no Campus da Universidade Estadual de Campinas**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil) - UNICAMP. Campinas. 2000.

OLIVEIRA, G. L. et al. Metodologia TECLIM para uso racional de água na indústria: o banco de ideias no contexto da metodologia front-end loading. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 21, n. 4, 2016. 753-764.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios**. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Salvador: Anais ENTAC. 2000.

OLIVEIRA, V. I. D. **Percepção e prática dos dirigentes universitários em relação ao planejamento: um estudo de caso da Universidade Federal de Uberlândia**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Administração) - UFSC. Florianópolis. 1992.

PAGNUSSAT, J. L. Introdução. In: GIACOMONI, J.; PAGNUSSAT, J. L. **Planejamento e orçamento governamental (coletânea)**. Brasília: ENAP, v. 1, 2006. p. 9-65.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília. 2013.

PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande – Diagnóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico**. Campina Grande, 2014

PMSS. Programa de Modernização do Setor de Saneamento, 2017. Disponível em: <<http://www.pms.gov.br/index.php/projeto-com-agua/apresentacao>>. Acesso em: 2017.

PNCDA. **Tecnologias Poupadoras de Água nos Sistemas Prediais - DTA-F1**. Brasília. 1999.

PNCDA. **Produtos Economizadores nos Sistemas Prediais - DTA-F2**. Brasília. 2003.

PNRH. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília. 2011.

PROINFRA. Projetos. **Setor de Engenharia e Arquitetura**, Campina Grande, 2018.

PURA. Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.pura.usp.br/resultados/reducao-da-demanda-de-agua/>>. Acesso em: maio 2017.

RIZZATTI, G.; RIZZATTI JUNIOR, G. **Importância do planejamento para as universidades.** V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur. Mar del Plata: [s.n.]. 2005.

ROCHA, S. K.; PFITSCHER, E. D.; CARVALHO, F. N. D. Sustentabilidade Ambiental: Estudo em Uma Instituição De Ensino Superior Pública Catarinense. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 4, n. 1, 2015. 46-58.

SANTOS, J. L. S.; FREITAS Junior, O. de G.; VARVAKIS, G.; BARBIRATO, J. C. C. **Modelo de planejamento estratégico em uma universidade pública brasileira: desenvolvimento e implementação na Universidade Federal de Alagoas.** IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Florianópolis: [s.n.]. 2009.

SAUTCHÚK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. da S. N.; SCHMIDT, W. **Conservação e Reúso da Água em Edificações.** São Paulo: FIESP/SindusConSP, 2005.

SILVA, A. S.; MEDEIROS, C. F.; VIEIRA, R. K. Cleaner Production and PDCA Cycle: Practical Application for Reducing the Cans Loss Index in a Beverage Company. **Journal of Cleaner Production**, 150, 2017. 324-338.

SILVA, C. L.; BASSI, N. S. S.; ROCHA JUNIOR, W. F. D. Technologies for rational water use in Brazilian agriculture. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, 11, n. 2, 2016. 239-249.

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

SILVA, J. K. et al. Assessment of water-saving equipment to support the urban management of water. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, 22, n. 44, 2017.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - DTA-A1.** Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília. 1998.

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

SOTO, M. J. D. C. M. Planejamento Institucional – capacidade de conduzir ações. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, 17, n. 3-4, 2003. 198-204.

TAMAKI, H. O.; SILVA, G. S. D.; GONÇALVES, O. M. A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais: estudo de caso na Universidade de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, 6, n. 1, 2006. 63-74.

TEIXEIRA, J. B. Formulação, administração e execução de políticas públicas. In: \_\_\_\_\_ **Serviço Social: Direitos Sociais e Competências Profissionais**. Brasília: CFESS e ABEPSS, 2009. p. 553-574.

UEPB. Universidade Estadual da Paraíba, 2018. Disponível em: <<http://www.uepb.edu.br/>>. Acesso em: fevereiro 2018.

UFCG-PU. **Consumo de Água da UFCG**. Campina Grande. 2016.

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

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. Os impactos do sistema individualizado de medição de água. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 2001. 1-13.



## APÊNDICE 01

(Formulário utilizado nas visitas às edificações da UEPB)

		LOCAL		"NOME DA EDIFICAÇÃO"								TOTAL					
				1	2	3	4	5	6	7	8						
		Descrição		"AMB. MOLHADO 1"	"AMB. MOLHADO 2"	"AMB. MOLHADO 3"	"AMB. MOLHADO 4"	"AMB. MOLHADO 5"	"AMB. MOLHADO 6"	"AMB. MOLHADO 7"	"AMB. MOLHADO 8"						
				<b>BACIASANITÁRIA</b>		DESCARGA	TIPO	6L								0	
3/6L													0				
12L														0			
VD														0			
CONDIÇÕES		SATIS													0		
		VAZ													0		
		QUEB														0	
		BOTQ														0	
		LOUÇA						OPERAÇÃO	SATIS								0
									QUEB								
ENGATE		TIPO	PVC											0			
			MET											0			
			OPERAÇÃO			SATIS									0		
VAZ													0				
<b>Pontos em projeto</b>		BS	BS												0		
			LV													0	
			PC													0	
			PL													0	
			BB													0	
			TL													0	
			MC											0			
			CH											0			
			DC											0			
			PE											0			
		BN	BN											0			
			BD											0			
			TG											0			
			CO											0			
			<b>Pontos existentes no local</b>		BS	BS										0	
						LV											0
						PC											0
						PL											0
						BB											0
						TL											0
MC														0			
CH														0			
DC														0			
PE														0			
BN	BN											0					
	BD											0					
	TG											0					
	CO											0					
	<b>Pontos existentes e com equipamento instalado</b>		BS	BS										0			
				LV											0		
				PC											0		
				PL											0		
				BB											0		
				TL											0		
MC														0			
CH														0			
DC														0			
PE														0			
BN	BN											0					
	BD											0					
	TG											0					
	CO											0					
	<b>MICTÓRIO</b>		EQUIPAMENTO	TIPO	IND									0			
				COL											0		
				MATERIAL	INO										0		
				OUT											0		
				OPER	AD										0		
			FUNC	INAD										0			
DESCARGA			TIPO	AUT										0			
			RP											0			
			OUT											0			
			OPER	SATIS										0			
	QUEB											0					
DUCHINHA	EQUIPA	TIPO	N INST									0					
		OPER	INST FUNC									0					
CHUVEIRO	EQUIPA	TIPO	N INST									0					
		OPER	INST FUNC									0					
<b>PIA DE COZINHA/PIA DE LABORATÓRIO/TANQUE DE LAVAR/LAVATÓRIOS</b>		CUBA	TIPO	LOU									0				
				INO										0			
			CONSERVAÇÃO	OUT											0		
				SATIS											0		
		FLEXÍVEL	TIPO	PVC										0			
				CROM										0			
			OPERAÇÃO	SATIS										0			
				VAZ										0			
		TORNEIRA	TIPO	PAR										0			
				BANC										0			
				OUTRO										0			
			FIXAÇÃO	ADEQ											0		
				INADEQ											0		
				MATERIAL	MET										0		
		FECHAMENTO	PVC											0			
			CONTÍNUA											0			
			1/4											0			
			AUT											0			
		AREJADOR	TIPO	SIM										0			
				NÃO										0			
ADEQ												0					
OPER	VAZ RP											0					
	PING											0					
	QUEB											0					
USO	N INST										0						
	VAZ FIX										0						
	EQUIP										0						
											0						
<b>MICTÓRIO</b>		EQUIPAMENTO	TIPO	IND									0				
			COL											0			
			MATERIAL	INO										0			
			OUT											0			
			OPER	AD										0			
		FUNC	INAD										0				
		DESCARGA	TIPO	AUT										0			
			RP											0			
			OUT											0			
			OPER	SATIS										0			
QUEB												0					
DUCHINHA	EQUIPA	TIPO	N INST									0					
		OPER	INST FUNC									0					
CHUVEIRO	EQUIPA	TIPO	N INST									0					
		OPER	INST FUNC									0					
<b>PIA DE COZINHA/PIA DE LABORATÓRIO/TANQUE DE LAVAR/LAVATÓRIOS</b>		CUBA	TIPO	LOU									0				
				INO										0			
			CONSERVAÇÃO	OUT											0		
				SATIS											0		
		FLEXÍVEL	TIPO	PVC										0			
				CROM										0			
			OPERAÇÃO	SATIS										0			
				VAZ										0			
		TORNEIRA	TIPO	PAR										0			
				BANC										0			
				OUTRO										0			
			FIXAÇÃO	ADEQ											0		
				INADEQ											0		
				MATERIAL	MET										0		
		FECHAMENTO	PVC											0			
			CONTÍNUA											0			
			1/4											0			
			AUT											0			
		AREJADOR	TIPO	SIM										0			
				NÃO										0			
ADEQ												0					
OPER	VAZ RP											0					
	PING											0					
	QUEB											0					
USO	N INST										0						
	VAZ FIX										0						
	EQUIP										0						
											0						

## APÊNDICE 02

(Formulário utilizado para pontuação da Matriz GUT-C)

### FORMULÁRIO

Este formulário faz parte da metodologia utilizada na Dissertação de Mestrado intitulada **DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE USO RACIONAL DA ÁGUA NUMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**, produto do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

No estudo foram propostas ações que possibilitam o Uso Racional da Água na UEPB. No entanto, devem ser estabelecidas prioridades quanto à tomada de Decisão. Neste sentido, a Matriz GUT é uma ferramenta de auxílio no processo de planejamento.

No entanto, para utilização deste método deve ser realizado um exame subjetivo quanto à Gravidade, Urgência e Tendência para cada ação proposta no plano, atribuindo pontos, conforme apresentado na Tabela 01. A pontuação sugerida deverá ser colocada na Tabela 02.

Ressalta-se que a análise deverá ser realizada visando o consumo de água proveniente da implantação, ou não, de cada ação.

Tabela 01 – Pontuação utilizada na Matriz GUT-C


<b>Pontos</b>	<b>Análise quando o consumo de água for:</b>	<b>Gravidade - G</b> <i>Consequência se nada for feito</i>	<b>Urgência - U</b> <i>Prazo para tomada da decisão</i>	<b>Tendência - T</b> <i>Agravamento do problema no futuro</i>
5	Gasto de água de forma contínua	Extremamente graves	Necessária ação imediata	Agravamento imediato
4	Gasto de água acima do normal, podendo economizar	Muito graves	Muito urgente	Agravamento em curto prazo
3	Gasto de água normal, podendo economizar	Graves	Urgente	Agravamento em médio prazo
2	Gasto de água abaixo do normal, podendo economizar	Pouco graves	Pouco urgente	Agravamento em longo prazo
1	Gasto de água de forma econômica	Sem gravidade	Não é urgente	Não será agravado


Tabela 02 – Matriz GUT para o Plano de Racionalização do Uso da Água da UEPB

<b>Ação</b>	<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>
Substituição de equipamentos quebrados por equipamentos novos, poupadores			
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 12ℓ pelas de duplo acionamento			
Substituição de bacias sanitárias com caixa acoplada de 6ℓ pelas de duplo acionamento			
Substituição de torneiras de lavatório convencionais por torneiras com fechamento hidromecânico			
Instalação de arejadores nas torneiras que não o possuem			
Instalação de válvulas de fechamento automático nos mictórios que não possuem			
Manutenção dos equipamentos subutilizados (mictórios) e instrução dos funcionários para viabilizar o devido funcionamento			
Reinstalação de mictórios nos WC's masculinos (retirados no período de racionamento de água devido à limpeza do ambiente)			
Instalação de medidores de vazão por edificação			
Designação de responsável técnico que acompanhe a equipe de manutenção			
Traçado e execução de uma nova rede de abastecimento para o Campus			
Impermeabilização e manutenção dos reservatórios das edificações			

## APÊNDICE 03

(Composições de Custo Unitário)

	<b>GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA</b> <b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA</b> <b>PRÓ - REITORIA DE INFRAESTRUTURA</b> <b>SETOR DE ENGENHARIA E ARQUITETURA</b>	<b>OBRA:</b> <b>BAIRRO:</b> <b>LOCAL :</b>	<b>PLANO PARA O USO RACIONAL DA</b> <b>ÁGUA</b> <b>CAMPUS I</b> <b>CAMPINA GRANDE/PB</b>		
<b>COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO</b>					
<b>Válvula de descarga com duplo acionamento</b>					
			<b>und</b>		
Pesquisa Internet	Valvula De Descarga Hydra Duo 1.1/2 Deca	und	1,0000	183,37	183,37
00981/ORSE	Fita veda rosca 18mm	m	1,8800	0,18	0,34
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,0000	13,68	27,36
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,0000	17,08	34,16
		Custo do material			183,71
		mão de Obra			61,52
		Leis Sociais		87,93%	54,09
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>299,32</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>299,32</b>
<b>Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca com descarga 3/6l - fornecimento e instalação.</b>					
					<b>und</b>
04384/SINAPI	Parafuso niquelado com acabamento cromado para fixar peça sanitária, inclui porca cega, arruela e bucha de nylon tamanho s-10	und	2,0000	10,39	20,78
06138/SINAPI	Vedacao pvc, 100 mm, para saída vaso sanitário	und	1,0000	1,47	1,47
Pesquisa Internet	Vaso Sanitário com Caixa Acoplada 3/6L Eco Plus Branco Celite	und	1,0000	200,00	200,00
37329/SINAPI	Rejunte epoxi branco	kg	0,1469	35,44	5,21
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,4400	13,68	6,02
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,7800	17,08	13,32
		Custo do material			227,46
		mão de Obra			19,34
		Leis Sociais		87,93%	17,01
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>263,81</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>263,81</b>
<b>Torneira de mesa com fechamento automático, linha Decamatic Eco, ref.1173.C, DECA ou similar</b>					
					<b>und</b>
00981/ORSE	Fita veda rosca 18mm	m	0,5000	0,18	0,09
10053/ORSE	Torneira de mesa com fechamento automático, ref.1173, linha Decamatic Eco, DECA ou similar	und	1,0000	244,50	244,50
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,5000	13,68	6,84
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,5000	17,08	8,54
		Custo do material			244,59
		mão de Obra			15,38
		Leis Sociais		87,93%	13,52
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>273,49</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>273,49</b>
<b>Arejador para torneiras - fornecimento e instalação</b>					
					<b>und</b>
Pesquisa internet	Arejador Metal Cromado Com Articulação Torneira Rosca 22mm	und	1,0000	15,00	15,00
00981/ORSE	Fita veda rosca 18mm	m	0,2000	0,18	0,04
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,2000	17,08	3,42
		Custo do material			15,04
		mão de Obra			3,42
		Leis Sociais		87,93%	3,00
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>21,46</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>21,46</b>
<b>Valvula com fechamento automático para mictório</b>					
					<b>und</b>
Pesquisa Internet	Válvula de Mictório Pressmatic Compact Docol	und	1,0000	172,06	172,06
00981/ORSE	Fita veda rosca 18mm	m	0,5000	0,18	0,09
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,3000	17,08	5,12
		Custo do material			172,15
		mão de Obra			5,12
		Leis Sociais		87,93%	4,51
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>181,78</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>181,78</b>

	<b>GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA</b> <b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA</b> <b>PRÓ - REITORIA DE INFRAESTRUTURA</b> <b>SETOR DE ENGENHARIA E ARQUITETURA</b>	<b>OBRA:</b>	<b>PLANO PARA O USO RACIONAL DA</b>
		<b>BAIRRO:</b>	<b>ÁGUA</b>
		<b>LOCAL :</b>	<b>CAMPUS I</b>
			<b>CAMPINA GRANDE/PB</b>

**COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO**

<b>Hidrômetro dn 20 (½"), 1,5 m³/h ? fornecimento e instalação. af_11/2016</b>					<b>und</b>
03148/SINAPI	Fita veda rosca em rolos de 18 mm x 50 m (1 x c)	und	0,0159	9,22	0,15
12769/SINAPI	Hidrometro unijato, vazao maxima de 1,5 m3/h, de 1/2"	und	1,0000	76,10	76,10
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,4546	13,68	6,22
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,4546	17,08	7,76
		Custo do material			76,25
		mão de Obra			13,98
		Leis Sociais		87,93%	12,30
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>102,53</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>102,53</b>

<b>Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável dn 25 (¾ ) fornecimento e instalação (exclusive hidrômetro). af_11/2016</b>					<b>und</b>
00065/SINAPI	Adaptador pvc soldavel curto com bolsa e rosca, 25 mm x 3/4", para agua fria	und	2,0000	0,72	1,44
00813/SINAPI	Bucha de reducao de pvc, soldavel, longa, com 50 x 25 mm, para agua fria predial	und	1,0000	2,74	2,74
03529/SINAPI	Joelho pvc, soldavel, 90 graus, 25 mm, para agua fria predial	und	2,0000	0,55	1,10
03540/SINAPI	Joelho pvc, soldavel, 90 graus, 50 mm, para agua fria predial	und	2,0000	3,86	7,72
06016/SINAPI	Registro gaveta bruto em latao forjado, bitola 3/4 " (ref 1509)	und	1,0000	24,80	24,80
09868/SINAPI	Tubo pvc, soldavel, dn 25 mm, agua fria (nbr-5648)	m	3,0252	2,78	8,41
09875/SINAPI	Tubo pvc, soldavel, dn 50 mm, para agua fria (nbr-5648)	m	0,9553	10,76	10,28
20080/SINAPI	Adesivo plastico para pvc, frasco com 175 gr	und	0,4455	13,62	6,07
20083/SINAPI	Solucao limpadora para pvc, frasco com 1000 cm3	und	0,1100	37,26	4,10
38383/SINAPI	Lixa d'agua em folha, grao 100	und	0,4460	1,34	0,60
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,4506	13,68	19,84
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	1,4506	17,08	24,78
		Custo do material			67,26
		mão de Obra			44,62
		Leis Sociais		87,93%	39,23
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>151,12</b>
		BDI		0,00%	0,00
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>151,12</b>

<b>Rede de distribuição de água</b>					<b>m</b>
00072/ORSE	Reaterro manual de valas, com compactação utilizando sêpo, sem controle do grau de compactação	m³	0,450	23,57	10,61
02497/ORSE	Escavação manual de vala ou cava em material de 1ª categoria, profundidade até 1,50m	m³	0,450	35,36	15,91
05151/ORSE	Remoção de adutora / rede em pvc diam. = 100 mm	m	1,000	1,00	1,00
05158/ORSE	Sinalização Diurna com Tela tapume em pvc - 10 usos	m	1,000	2,73	2,73
05299/ORSE	Assentamento de tubo de pvc junta elástica, ponta e bolsa diam. = 100 mm	m	1,000	1,83	1,83
01035/ORSE	Tubo pvc rígido soldável narromp/ água, d = 110 mm (4")	m	1,000	76,90	76,90
		Custo do material			108,98
		mão de Obra			0,00
		Leis Sociais		87,93%	0,00
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>108,98</b>
		BDI		25,00%	27,25
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>136,23</b>

<b>Impermeabilização de superfície, com impermeabilizante flexível a base acrílica.</b>					<b>m²</b>
00140/SINAPI	Impermeabilizante flexível branco de base acrílica para coberturas	kg	2,500	15,53	38,83
88270/SINAPI	Impermeabilizador com encargos complementares	h	1,400	17,81	24,93
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,700	12,94	9,06
		Custo do material			38,83
		mão de Obra			33,99
		Leis Sociais		87,93%	29,89
		<b>SUBTOTAL (R\$)</b>			<b>102,71</b>
		BDI		25,00%	25,68
		<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>128,39</b>