



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ARIADNE GUEDES SANTOS

**DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NO IFTO – *CAMPUS* PALMAS E
CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO EFICIENTE**

**Palmas-TO
2021**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ARIADNE GUEDES SANTOS

**DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NO IFTO – *CAMPUS* PALMAS E
CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO EFICIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel
do Curso Superior de Engenharia
Civil do Instituto Federal do
Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientadora: Me. Adriana S. A.
Monteiro

**Palmas-TO
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S237d Santos, Ariadne Guedes
Diagnóstico do uso da água no IFTO - Campus Palmas e
considerações sobre o uso eficiente / Ariadne Guedes Santos. –
Palmas, TO, 2021.
95 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientadora: Ma. Adriana Monteiro
Coorientadora: Lailla Silva

1. Uso racional da água. 2. Redução de consumo. 3. PURA. I.
Monteiro, Adriana. II. Silva, Lailla. III. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

FOLHA DE APROVAÇÃO

ARIADNE GUEDES SANTOS

DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NO IFTO – CAMPUS PALMAS E CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO EFICIENTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Coordenação do curso de Engenharia Civil
do Instituto Federal do Tocantins - *Campus*
Palmas, como exigência à obtenção do grau
em Engenheiro Civil.

Aprovado em: 25/06/2021

BANCA AVALIADORA



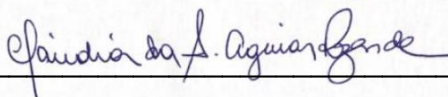
Orientadora: Profa. Me. Adriana S. A. Monteiro

IFTO – *Campus* Palmas



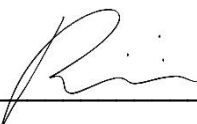
Co-Orientadora: Lailla Neto da Silva

Engenheira Civil



Profa. Dra. Cláudia da Silva Aguiar Rezende

IFTO – *Campus* Palmas



Prof. Me. Clerson Dalvani Reis

IFTO – *Campus* Gurupi

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Prof. Me. Adriana Soraya Alexandria, pela sabedoria, parceria e principalmente pela paciência ao longo dos anos do curso, que muitas vezes agiu mais do que como professora, virando uma grande amiga.

Aos meus amigos que fiz ao decorrer dos anos na faculdade, que fizeram a trajetória ser mais leve e nunca me deixaram desistir do meu sonho.

Agradeço imensamente à minha família por acreditar em mim e no meu potencial e que sempre foram os pilares da minha vida, dando todo o apoio que eu precisei independente das circunstâncias.

EPÍGRAFE

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.”

Eleanor Roosevelt

RESUMO

SANTOS, Ariadne Guedes. **Diagnóstico do uso da água no IFTO – *Campus Palmas* e considerações sobre o uso eficiente**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2021.

A água é um recurso finito e essencial para a vida. Ações que visam a redução do consumo de água, consumo consciente e redução de desperdícios vem sido implementadas de forma generalizada, principalmente em grandes centros urbanos, onde a escassez de água é uma realidade, porém, o cuidado com a água apresenta baixa eficiência nas edificações públicas, como Universidades. Esse fato se tornou o ponto de partida para diversos estudos visando integrar programas e ações relacionados ao uso racional, manejo sustentável e distribuição da água em escolas e *campus* universitários. Uma dessas pesquisas resultou no Programa de Uso Racional da Água – PURA, que objetiva analisar e caracterizar o consumo de água, para então promover intervenções que impactem de forma efetiva os sistemas hidráulicos prediais. Este trabalho aplica algumas etapas do PURA, abordando o levantamento da rede hidráulica do Instituto Federal de Educação – *Campus Palmas*, as intervenções no *Campus* e análise do impacto econômico das mesmas.

Palavras-chave: Uso racional da água; PURA; redução de consumo.

ABSTRACT

SANTOS, Ariadne Guedes. **Diagnosis of water use at IFTO – *Campus Palmas* and considerations on efficient use**. 2021. Project of final paper - Bachelor in Civil Engineering - Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins. Palmas, 2021.

Water is a finite and essential resource for life. Actions aimed at reducing water consumption, conscientious consumption and reducing waste have been widely implemented, especially in large urban centers, where water scarcity is a reality, however, water care has low efficiency in buildings public institutions such as Universities. This fact became the starting point for several studies aiming to integrate programs and actions related to the rational use, sustainable management and distribution of water in schools and university campuses. One of these surveys resulted in the Rational Use of Water Program – PURA, which aims to analyze and characterize water consumption, and then promote interventions that effectively impact building hydraulic systems. This work applies some stages of PURA, addressing the survey of the hydraulic network of Federal Institute of Education – Campus Palmas, interventions on the campus and analysis of their economic impact.

Keywords: Rational use of water; PURA; consumption reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hidrômetro de disco nutante	25
Figura 2 – Hidrômetro de êmbolo rotativo	26
Figura 3 – Hidrômetro velocimétrico de rotor com pás monojato	27
Figura 4 – Hidrômetro velocimétrico de rotor com pás multijato.....	28
Figura 5 – Hidrômetro de hélice Woltmann	28
Figura 6 – Fluxograma do Programa de Uso Racional da Água (PURA)	31
Figura 7 – Fluxograma do PURA na USP	36
Figura 8 – Relação gráfica do consumo de água de 2018/2019	39
Figura 9 – Fluxograma Metodologia de Gestão de Consumo de Água/Energia.....	44
Figura 10 – Imagem de Satélite do IFTO – <i>Campus</i> Palmas	49
Figura 11 – Rede de água parte A	56
Figura 12 – Rede de água parte B	57
Figura 13 – Rede de água parte C	58
Figura 14 – Rede de água parte D	59
Figura 15 – Rede de água parte E	60
Figura 16 – Rede de água parte F	61
Figura 17 – Rede de água parte G	62
Figura 18 – Rede de água parte H	63
Figura 19 – Rede de água parte I.....	64
Figura 20 – Reservatório elevado em concreto armado.....	65
Figura 21 – Vista superior do reservatório enterrado	65
Figura 22 – Vista dos ramais que saem dos reservatórios.....	66
Figura 23 – Ramal de água do bloco 02	67
Figura 24 – Registro de água do bloco 02	67
Figura 25 – Ramal de água do bloco 04	68
Figura 26 – Registro de água do bloco 04	68
Figura 27 – Tubulação de água do bloco 05	69
Figura 28 – Tubulação de água do bloco 05	69
Figura 29 – Ramal alimentador dos blocos 05, 07, 09 e 11	70
Figura 30 – Ramal alimentador dos blocos 04, 06, 08 e 10	70
Figura 31 – Tubulação de água do bloco 06	71
Figura 32 – Registro de água do bloco 06	71

Figura 33 – Tubulação de água do bloco 07	72
Figura 34 – Registro de água do bloco 07	72
Figura 35 – Tubulação de água do bloco 08	73
Figura 36 – Registro de água do bloco 08	73
Figura 37 – Tubulação de água do bloco 09	74
Figura 38 – Tubulação de água do bloco 10	74
Figura 39 – Registro de água do bloco 10	75
Figura 40 – Ramal de água do bloco 11	75
Figura 41 – Registro de água do bloco 11	76
Figura 42 – Tubulação de água do auditório Bloco 3	76
Figura 43 – Registro de água do auditório Bloco 3	77
Figura 44 – Vazamento na torneira no bloco 5.....	77
Figura 45 – Vazamento no registro no bloco 6.....	78
Figura 46 – Vazamento no ramal de água	78
Figura 47 – Vazamento no ramal de água	79
Figura 48 – Vazamento no ramal do bloco 10.....	79
Figura 49 – Vazamento no ramal de água do bloco 05.....	80
Figura 50 – Vazamento na tubulação que vem do hidrômetro	80
Figura 51 – Vazamento na tubulação que abastece a bacia sanitária no bloco 10...	81
Figura 52 – Vazamento na tubulação que abastece a bacia sanitária no bloco 02...	81
Figura 53 – Vazamento na rede do bloco 05	82
Figura 54 – Vazamento na rede do bloco 07	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo mensal de água (m^3) na Universidade Federal da Bahia	47
Gráfico 2 – Média de consumo mensal de água ao longo dos anos	48
Gráfico 3 – Relação gráfica do consumo de água em 2019 em m^3	51
Gráfico 4 – Relação gráfica do consumo de água de 2020 em m^3	52
Gráfico 5 – Consumo de água em 2020 em m^3 durante a pandemia.....	84
Gráfico 6 – Consumo de água após intervenção em m^3	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos vazamentos	22
Tabela 2 – Causa dos vazamentos	22
Tabela 3 – Indicadores de consumo de diversas escolas	29
Tabela 4 – Consumo mensal e médio de água entre agosto/96 e outubro/97	33
Tabela 5 – Consumo mensal e médio de água entre agosto/96 e outubro/98	34
Tabela 6 – Consumo em m ³ em 3 anos consecutivos.....	87
Tabela 7 – Consumo em reais (R\$) em 3 anos consecutivos	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantitativo de Professores e Técnico-administrativos.....	37
Quadro 2 – Quantitativo de Terceirizados, Lanchonete e Restaurante	37
Quadro 3 – Relação da quantidade de alunos por hidrômetro e semestre	38
Quadro 4 – Relação do consumo de água de 2018/2019	38
Quadro 5 – Diagnóstico (blocos antigos/biblioteca)	40
Quadro 6 – Diagnóstico (Blocos 14/15).....	40
Quadro 7 – Diagnóstico (Blocos 16/17).....	41
Quadro 8 – Relação do consumo de água em 2019 em m ³	50
Quadro 9 – Relação do consumo de água em 2019 em R\$	51
Quadro 10 – Relação do consumo de água em 2020 em m ³	52
Quadro 11 – Relação do consumo de água em 2020 em R\$	53
Quadro 12 – Tabela para pré-dimensionamento de hidrômetros.....	54
Quadro 13 – Consumo de água em 2020 em m ³ durante a pandemia	83
Quadro 14 – Consumo de água em 2020 em R\$ durante a pandemia.....	84
Quadro 15 – Consumo de água após intervenção em M ³	85
Quadro 16 – Consumo de água após intervenção em R\$	85

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – $IC = \text{consumo de água número de agentes consumidores}$	40
Equação 2 – $IV = PvPt * 100$	41
Equação 3 – $IP = VpVm * 100$	41
Equação 4 – $Cm = 0,03AC + 0,7F + 0,8BR + 50$	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
3	JUSTIFICATIVA	18
4	OBJETIVOS	19
4.1	Objetivo geral	19
4.2	Objetivos Específicos	19
5	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
5.1	Perdas de água.....	20
5.2	Medição.....	22
5.3	Hidrometria.....	23
5.3.1	Hidrômetros Volumétricos.....	24
5.3.2	Hidrômetros Velocimétricos	26
5.4	Gestão Sustentável da Água em Universidades	29
5.5	O PURA	30
5.5.1	Caso PURA EE.....	32
5.5.2	Caso Universidade de São Paulo – USP.....	35
5.5.3	Caso Instituto Federal do Tocantins -IFTO	37
5.6	Caso Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA.....	42
5.7	O AGUAPURA	42
5.7.1	Caso Universidade Federal da Bahia	45
5.7.2	O caso Hospital Veterinário	47
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
6.1	Auditoria	49
6.1.1	Seleção da Amostra	49
6.1.2	Histórico de consumidores	50
6.1.3	Indicador de consumo	50

6.1.4	Histórico de Consumo	50
6.2	Diagnóstico	53
6.2.1	Levantamento do Sistema Hidráulico	53
6.2.2	Detecção de Vazamentos.....	53
6.3	Plano de intervenção.....	54
6.3.1	Dimensionamento do hidrômetro.....	54
6.4	Avaliação do Impacto da Redução de Consumo	55
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
7.1	Levantamento do Sistema Hidráulico.....	55
8.1	Detecção e Correção de Vazamentos.....	77
9.1	Dimensionamento de hidrômetros	83
9.2	Avaliação do Impacto da Redução de Consumo	83
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
11	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	88
12	REFERÊNCIAS	90
13	APÊNDICE A.....	94

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito e essencial para a vida. O direito à água potável e limpa e o acesso ao saneamento são essenciais para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos, de acordo com a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio de sua Resolução nº 64/292 de 2010. Por ser um recurso cada vez mais escasso, é crescente a preocupação com a preservação de recursos hídricos e energéticos, principalmente sua disponibilidade para as gerações futuras.

Recentemente têm surgido diversas pesquisas em procedimentos para redução de perdas físicas e metodologias para monitoramento do sistema de distribuição de água, visando integrar programas e ações relacionados ao uso racional, manejo sustentável e distribuição da água. Esses estudos sobre a redução do consumo de água, consolidaram uma abordagem integrada dos diversos fatores que compõem o consumo total e um processo de intervenção com resultados efetivos em economia.

Podemos dividir o consumo em um prédio em quatro componentes: o necessário ao atendimento dos usuários; os desperdícios, que decorrentes de falta de cuidado ou interesse do usuário ou de equipamentos ineficientes; as perdas por vazamentos, por conta das características das instalações e sua manutenção, e a qualidade ambiental do prédio, entendida como as características que facilitam ou não a manutenção, a utilização de fontes alternativas de energia e a facilidade de correção de vazamentos (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014). O Manual de Conservação e Reuso da água em Edificações, de 2005, determina que edificações públicas, como escolas, universidades e hospitais, o uso da água é semelhante ao das edificações comerciais, onde o uso dos ambientes sanitários é significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

O Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Palmas, objeto de estudo desse trabalho, recebeu em 2019 o início da implantação do Programa de Uso Racional da água - PURA, objetivando caracterizar a população e seus indicadores e analisar o sistema hidráulico e sanitário visando a correção de defeitos (CASTRO, 2019). O PURA foi desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) juntamente com a Universidade de São Paulo (USP),

buscando conhecer características físicas e funcionais de um sistema para o planejamento de ações eficientes de redução de consumo de água e melhor atendimento às necessidades dos usuários (OLIVEIRA; GONÇALVES,1999).

O Manual de Conservação e Reuso da água em Edificações (2005) define a conservação da água como qualquer ação que reduza o consumo de água, reduza o desperdício de água, aumente a eficiência do uso de água ou aumente a reciclagem e o reuso de água. Para se implantar um programa de análise de consumo como o PURA, com ênfase na gestão da demanda em edificações existentes, deve-se realizar um diagnóstico do consumo de água, definir a execução do plano de intervenção e haver a implementação de um sistema de gestão de água.

Um controle efetivo e o monitoramento do consumo são requisitos básicos para que os diversos fatores determinantes do consumo possam ser racionalizados e estudados. Quanto mais setorizada puder ser a medição, mais detalhadas serão as informações obtidas sobre a influência dos diversos usos e setores no consumo global. Isso possibilita melhor controle e maior informação aos usuários sobre as consequências de suas ações (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014). Logo, quanto mais detalhado o sistema de medição estabelecido, melhor a qualidade dos dados obtidos.

A medição é uma ferramenta de gestão do consumo de água que permite monitorar o comportamento dessa grandeza ao longo da vida útil da edificação. O monitoramento do consumo pode ser realizado a partir de um único medidor, por meio da leitura visual dos volumes de água em períodos de tempo preestabelecidos, pelo acompanhamento das contas de água ou por intermédio de sistemas mais complexos. Para a aplicação da medição setorizada em edifícios, é de suma importância compreender os aspectos físicos, funcionais e temporais das edificações, e suas relações com os sistemas prediais. A adoção de um sistema de medição setorizada do consumo de água traz como principal benefício o controle de consumo, possibilitando também a pronta localização de vazamentos que levariam meses ou até anos para ser identificados (TAMAKI, 2004).

A partir do diagnóstico realizado por meio das medições, é possível elaborar o plano de intervenção, cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico

do sistema e, em geral, pela correção dos vazamentos detectados. Na execução de um plano de intervenção para reduzir o consumo de água é necessária a avaliação das ações implementadas, que pode ser feita após a implantação de cada uma delas ou no final do plano de intervenção. Dessa forma, a redução de perdas é obtida por meio da manutenção adequada, evitando-se as perdas por vazamento, mau desempenho do sistema ou por negligência do usuário (CASTRO, 2019).

Tendo esses conceitos em mente e munidos do estudo do consumo de água no IFTO – *Campus* Palmas, realizado por Castro (2019), propomos a continuação da pesquisa com o intuito de verificar as perdas físicas, mapeando os consumos através dos medidores instalados, assim como elaborar uma proposta de manutenção constante, evitando futuras patologias e perdas causadas por má ou falta de gestão do consumo e falta de manutenção.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais fatores levam ao elevado índice de despesas com água no Instituto Federal de Educação – *Campus* Palmas?

3 JUSTIFICATIVA

O fato de o usuário não ter tanta sensibilidade em relação ao uso racional da água das edificações, e frequentemente o sistema de manutenção ser precário, torna necessária a implantação de um programa de uso eficiente de água e uma medição melhor do consumo para agilizar o processo de correção de vazamentos.

Conforme o Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações (2005), a correção de vazamentos é uma das ações mais eficientes na redução do consumo de água em um sistema. É extremamente importante inclusive, a correção de vazamentos antes da substituição de componentes convencionais por economizadores de água, como forma de evitar resultados enganosos. Além disso, o permanente controle de desperdícios no sistema tende a deixá-lo o mais próximo de suas condições plenas de desempenho.

No IFTO – *Campus* Palmas, as contas de água são emitidas pela concessionária BRK Ambiental, a partir de 5 hidrômetros, contendo o consumo do mês, a leitura anterior e a atual e o consumo médio. Para a tarifação por parte das concessionárias, a leitura ocorre mensalmente e há defasagem entre a leitura e a

conta, o que torna difícil a identificação de vazamentos. Por exemplo: a conta emitida em setembro, se refere ao consumo do mês anterior até o dia da leitura e emissão da conta. Dessa forma, se houve vazamento, o problema apenas seria identificado por meio da observação do consumo faturado após muito tempo de o problema ter ocorrido. Assim, o monitoramento mensal das faturas não é instrumento eficaz para identificação de atipicidades no consumo. O controle do consumo por essa ferramenta é limitado à frequência mensal, portanto atipicidades ocorridas em dias subsequentes à leitura apenas seriam identificadas no mês posterior (SANTIAGO, 2016). Em vista disso, podemos ver que é urgente a adoção de medidas efetivas que mitiguem o desperdício e caminhem em direção do controle do sistema hidráulico de forma definitiva.

No caso de medição setorizada, há maior número de pontos de consumo monitorados e assim se tem um melhor acompanhamento do consumo, por exemplo, através da determinação com maior precisão da localização de um vazamento, justificando assim a necessidade de uma medição mais detalhada para sugerir as intervenções a serem realizadas (SILVA, 2005).

Portanto, a oportunidade de tornar os gastos públicos eficientes, reduzir os gastos com despesas desnecessárias pagas com o dinheiro do contribuinte, e a necessidade de preservação dos recursos naturais consolidam a importância da valorização do uso racional da água por meio de medidas simples de gestão, controle dos recursos e manutenção das instalações. Frente ao cenário apresentado, é importante investir num programa de estudo de redução de perdas e desperdício de água, justificando o desenvolvimento deste trabalho.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O estudo de caso do IFTO – *Campus* Palmas objetiva fazer um diagnóstico do uso da água, caracterizando e analisando o atual sistema hidráulico.

4.2 Objetivos Específicos

- Caracterização do sistema implantado na Instituição;
- Cadastro das instalações hidráulicas implantadas no *Campus*;
- Intervenção para redução do consumo da água;

- Analisar a implantação do Programa de Uso Racional da Água – PURA;
- Proposta para controle de perdas e alternativas para setorização das unidades da Instituição.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Perdas de água

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil. O conjunto de diretrizes, metas e programas foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 2006. O objetivo geral do Plano é

(...) estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

Os objetivos específicos são

(...) assegurar 1) a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; 2) a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos e 3) a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

Sobre uma visão mais geral de uso racional de água em uma edificação, Oliveira (1999) fez algumas observações: dentre as ações que visam diminuir a utilização e o desperdício de água em um edifício, estão as econômicas, sociais e as tecnológicas. As ações econômicas se referem a incentivos e desincentivos econômicos, como subsídios para aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e diminuição de tarifas ou aumento das tarifas de água. No que diz às ações sociais, podemos citar campanhas educativas visando a redução do consumo de água. Já as ações tecnológicas se referem à substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida. As ações tecnológicas são as que mais geram resultados no combate ao desperdício de água nos sistemas prediais, visto que a maioria do desperdício é causada pelas

patologias decorrentes de vazamentos, impedindo assim a conservação de recursos hídricos.

De acordo com Lunardi et al. (2013) para o estabelecimento de um programa de uso racional, inicialmente, deve-se conhecer o consumo de água, o que pode ser obtido com a implantação de medição individualizada, agilizando o diagnóstico dos sistemas hidráulicos das edificações, identificando os pontos de uso de água, assim como os equipamentos utilizadores de água, os serviços de manutenção e ainda possibilita a tomada de decisão acerca da substituição dos aparelhos, quando necessária. Além disso, são incentivadas ações de combate ao desperdício da água através de detecção e correção de vazamentos, uso de aparelhos economizadores de água, divulgação de relatórios de consumo de água, desenvolvimento de campanhas de conscientização ambiental, reuso, reciclagem e minimização da geração de efluentes.

Quando pensamos em perda de água, temos a perda aparente, que corresponde ao volume consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, e a perda real, que é o volume de água produzido, mas não chega ao consumidor final devido à ocorrência de vazamentos (TSUTIYA, 2006). Consideramos o desperdício toda água de um sistema hidráulico que seja perdida antes de ser utilizada ou é utilizada de forma excessiva. Como a detecção de vazamentos é uma das atividades que pode evitar grandes desperdícios e perdas, podemos destacar dois grupos: os visíveis e os não visíveis. Os vazamentos visíveis se manifestam de forma direta, como escoamento ou gotejamento de água e são rapidamente detectados pelos usuários. Já os vazamentos não-visíveis aqueles que se manifestam de forma indireta, como constante entrada de água em reservatórios, manchas de umidade nas paredes ou pisos, etc (OLIVEIRA, 1999). Os vazamentos não-visíveis lançam mão de técnicas e equipamentos para detecção das fugas sem esperar que o vazamento aflore para fazer o reparo. De acordo com Tsutiya (2006), se essas atividades de pesquisa não forem realizadas com periodicidade, os vazamentos não-visíveis podem perdurar por meses ou anos, resultando em volumes consideráveis de água perdida. A Tabela 1 resume a classificação dos vazamentos e sintetiza suas características mais marcantes.

Tabela 1 – Características dos vazamentos

Tipo de vazamento	Características
<i>Inerente</i>	Vazamento não visível, não detectável, baixas vazões, longa duração
<i>Não visível</i>	Detectável, vazões moderadas, duração depende da frequência das pesquisas de vazamentos
<i>Visível</i>	Aflorante, altas vazões, curta duração

Fonte: adaptado de LAMBERT, 2000.

Essas perdas podem ser avaliadas, em geral, medindo-se a vazão no ponto inicial de uma fase e medindo-se novamente a vazão no ponto final: a diferença constitui, portanto, a perda. A Tabela 2 traz a principal causa dos vazamentos nas tubulações.

Tabela 2 – Causa dos vazamentos

Material	Execução	Operação	Ambiente	Desastres Naturais
Má qualidade dos materiais	Projeto Inadequado	Golpe de aríete	Carga de tráfego	Deslizamentos
Corrosão	Assentamento inadequado	Pressão alta	Poluição do solo	Movimentos sísmicos
Envelhecimento	Encaixes Inadequados	Qualidade da água (corrosão interna)	Agressividade do solo (corrosão externa)	Movimentos de terra ocasionados por obras

Fonte: adaptado de TSUTIYA, 2006.

5.2 Medição

A medição individual de consumo e cobrança por demanda é hoje considerado essencial para um sistema de distribuição viável. Para obtermos uma informação confiável da micromedição, é importante que o instrumento utilizado para obter a informação, o hidrômetro, opere dentro das condições para que foi construído, ou seja, que o mesmo esteja corretamente dimensionado (SANCHEZ, 1997). Medidores inadequadamente dimensionados podem resultar na submedição do consumo: quando as vazões no ramal de alimentação são inferiores à vazão

mínima dos hidrômetros, não sendo detectadas (PEREIRA,2007). Para consumos inferiores ao volume relativo à taxação mínima de tarifação de uma concessionária, o sistema de medição individualizada terá somente a função de propiciar o gerenciamento do consumo.

Somente através da medição é possível conhecer, diagnosticar e avaliar as diversas situações operacionais em um sistema de abastecimento de água. A macromedição é o conjunto de medições de vazão, pressão e nível de reservatório efetuadas nos sistemas de abastecimento de água, desde a captação no manancial até o ponto final de entrega para o consumo. A micromedição refere-se à medição do volume consumido pelos clientes da companhia de saneamento. Os hidrômetros são largamente empregados na micromedição (LAMBERT, 2000).

5.3 Hidrometria

A hidrometria é de grande importância na engenharia, sendo a área de estudo que determina uma informação essencial que é a vazão consumida (DOMINIQUINI, 2020). Quando conhecemos a vazão de uma rede com exatidão, além de proporcionar uma cobrança justa ao consumidor, teremos em mão a quantidade de água utilizada em um sistema, fornecendo informações importantes para analisar as perdas de água do sistema de abastecimento.

A vazão é medida pelos hidrômetros, que de acordo com Tsutiya (2006), são aparelhos destinados a medir e indicar a quantidade de água fornecida pela rede distribuidora a uma instalação predial. Da mesma forma, a NBR 16043-1:2021 define hidrômetro como um instrumento destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa. Para que o sistema apresente a eficiência necessária, é imprescindível a seleção adequada dos medidores a serem utilizados, de modo a minimizar os erros na contabilização dos consumos efetivamente ocorridos. Assim, o correto estabelecimento das vazões de projeto é uma das premissas para o atendimento ao requisito de desempenho de “confiabilidade” do sistema de medição individualizada (ILHA, et al, 2010).

A vazão nominal é designada pelas letras Y, A, B, C, D, E, e F, e as respectivas vazões nominais são estabelecidas em metro cúbico por hora (m³/h): 0,75 – 1,5 – 2,5 – 3,5 – 6,0 – 10 – 15. Além da vazão nominal encontra-se a vazão

máxima. Essa é a vazão até a qual o hidrômetro pode funcionar, de forma satisfatória e por curto período, sem danificar-se.

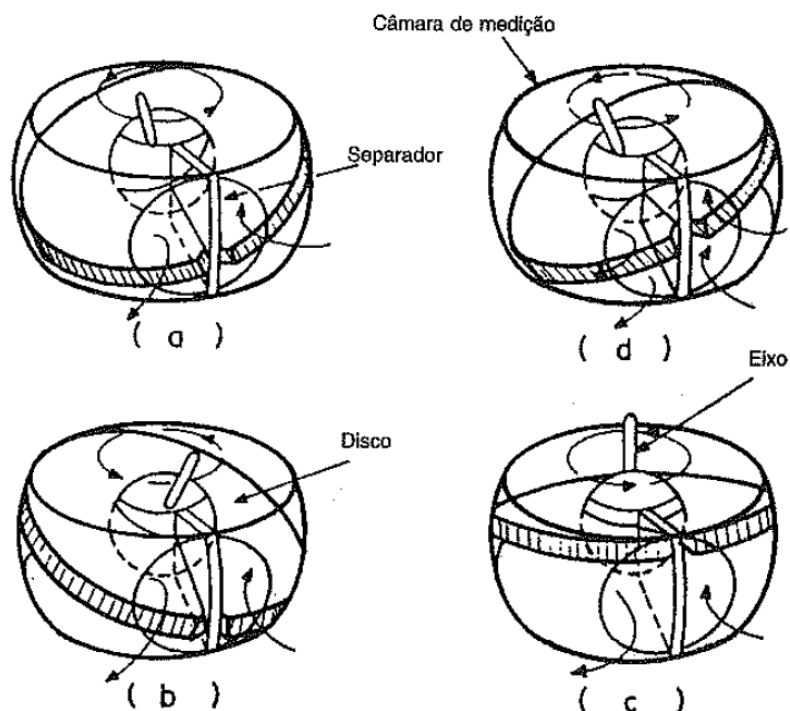
De acordo com seu princípio de funcionamento, os hidrômetros podem ser classificados como volumétrico ou velocimétrico. Os tipos mais usados em companhias de saneamento serão descritos a seguir.

5.3.1 Hidrômetros Volumétricos

Nesse tipo de hidrômetro, existem câmaras de volume conhecido que se enchem e esvaziam de maneira alternada e contínua, gerando um fluxo por um pistão ou disco existente dentro dessas câmaras (NIELSEN, 2003). Tsutiya (2006) diz que os hidrômetros de volume são sensíveis as baixas vazões e apresentam erros menores, mesmo com pouco escoamento. Desta forma, são recomendados quando queremos efetuar rigoroso combate a fuga e desperdícios. Os hidrômetros de volume mais comuns são os de disco nutante e o de êmbolo anular rotativo.

O hidrômetro de disco nutante (Figura 1) possui uma câmara com formato esférico, com duas aberturas laterais separadas por um septo, onde há um disco circular que se movimenta com o fluxo da água. A extremidade de um eixo colocado no centro do disco e na face superior faz um movimento circular, transmitido para os mecanismos de conversão, totalização e indicação do aparelho (TSUTIYA, 2006).

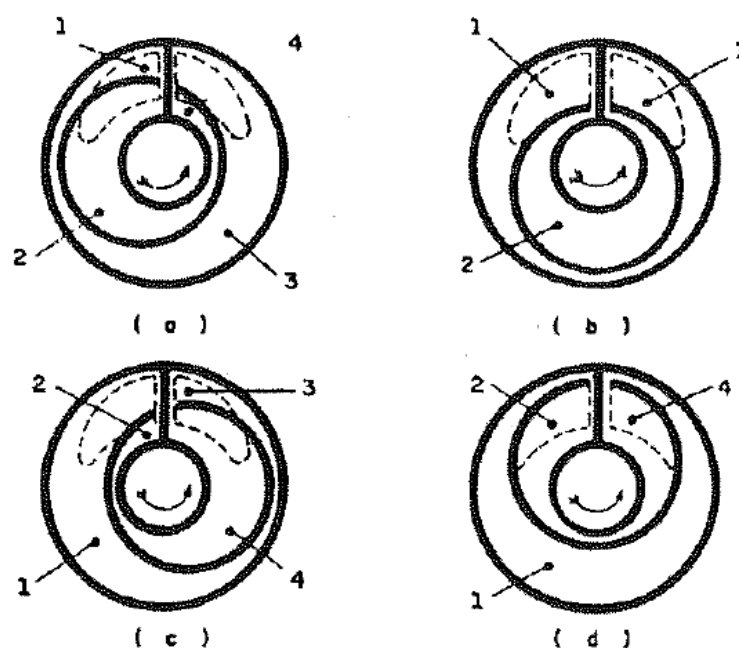
Figura 1 – Hidrômetro de disco nutante



Fonte: NOGAMI, 1976.

O hidrômetro de êmbolo rotativo (Figura 2) possui uma câmara cilíndrica com duas aberturas, uma na parte inferior e uma na superior, separadas verticalmente por um septo. Uma peça menor cilíndrica com um sulco lateral que se encaixa no septo, se movimenta com a passagem da água, proporcionando sucessivos enchimentos e esvaziamentos dos espaços dentro da câmara. Esse movimento circular transmite através de um eixo o número de voltas, que é o número de enchimentos e esvaziamentos do mecanismo superior (TSUTIYA, 2006).

Figura 2 – Hidrômetro de êmbolo rotativo



- a - Os compartimentos 1 e 2 se enchem enquanto os compartimentos 3 e 4 se esvaziam.
- b - O compartimento 4 completamente vazio desapareceu e o compartimento 2 está totalmente cheio.
- c - O compartimento 2 da figura precedente tomou-se o compartimento 4 e se esvazia. Um novo compartimento 2 aparece e se enche.
- d - O compartimento 3 completamente vazio desapareceu. O compartimento 1 está cheio e vai se esvaziar.

Fonte: NOGAMI, 1976.

Apesar de serem muito precisos e sensíveis, não são utilizados no país na medição convencional de água em sistemas de saneamento. Seu custo é alto e apresenta maior fragilidade operacional a partículas em suspensão na água, que podem até travar o movimento da peça móvel da câmara de medição, interrompendo a passagem da água para a edificação.

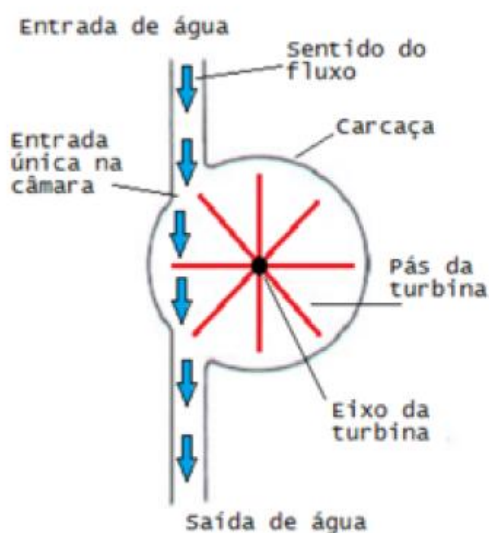
5.3.2 Hidrômetros Velocimétricos

Os hidrômetros velocimétricos convertem a velocidade de escoamento da água em número de rotações de uma turbina ou hélice, que está relacionado com o volume escoado. O volume escoado num determinado intervalo de tempo é inferido a partir da sua velocidade. Conforme o mecanismo giratório, os hidrômetros podem

ser do tipo de rotor com pás ou de hélice. Os de rotor com pás podem ser de jato único (monojato) ou de jatos múltiplos (multijato) (TSUTIYA, 2006). Estes hidrômetros podem ter sua relojoaria seca ou úmida e podem ser de transmissão magnética ou mecânica, como diz Minucci, 2013.

No hidrômetro velocimétrico de rotor com pás monojato (Figura 3), toda a corrente é guiada por um conjunto injetor e incide nas palhetas das turbinas, tangencialmente e na forma de um único jato. Estes medidores necessitam de boas condições de instalação, trechos retos de tubulações a montante e a jusante e boas condições de aproximação do fluxo de água para serem utilizados nas melhores condições (NIELSEN, 2003).

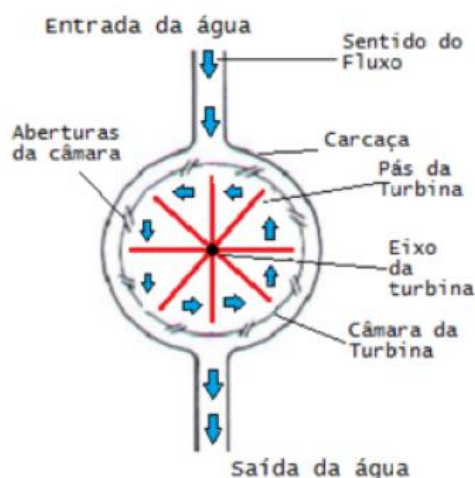
Figura 3 – Hidrômetro velocimétrico de rotor com pás monojato



Fonte: SILVA, 2018.

Já no hidrômetro velocimétrico de rotor com pás multijato (Figura 4), corrente de água é dividida por intermédio de uma caixa injetora (câmara de distribuição) em múltiplos jatos e estes incidem igualmente nas palhetas das turbinas (NIELSEN, 2003). O desenho hidráulico interno da câmara é desenvolvido de modo que a rotação da turbina tenha uma relação constante com o volume que passa por ela (ALVES et al., 2004).

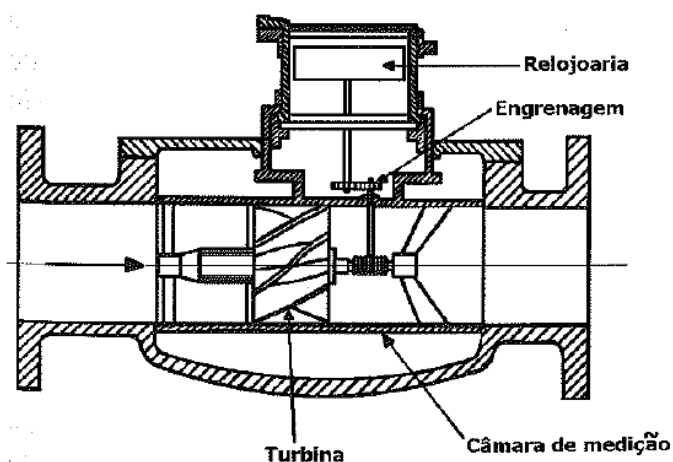
Figura 4 – Hidrômetro velocimétrico de rotor com pás multijato



Fonte: SILVA, 2018.

Os hidrômetros de hélice são utilizados para medições de alto consumo de indústrias, edifícios públicos e outros edifícios com alta demanda de água. Também podem ser usados em adutoras, estações de tratamento, reservatórios, etc. O modelo mais conhecido é o Woltmann, conforme podemos ver na Figura 5. Geralmente tem o diâmetro nominal de 50 a 500mm, com vazões entre 20 e 3000m³/h. Sua precisão de leitura varia de acordo com a posição da instalação (TSUTIYA, 2006). Estes medidores não são muito sensíveis a presença de sólidos e fibras, que eventualmente sejam transportados pela água, devem operar sempre cheios de água e apresentam baixa perda de carga (NIELSEN, 2003).

Figura 5 – Hidrômetro de hélice Woltmann



Fonte: NOGAMI, 1976.

5.4 Gestão Sustentável da Água em Universidades

Em meio a um panorama de adequação ao uso racional da água, diversas universidades no Brasil e em outros países elaboraram programas de uso racional de água, motivados pela necessidade de redução de custos com o consumo de água, a necessidade de reservas quantitativas e qualitativas de água em período de secas e a preocupações com a escassez de água. No Brasil existem universidades em diversos tipos de estágios na implantação dos programas de uso racional de água, que vão desde a monitoração dos consumos até as etapas completas de implantação (MENDES, 2006).

Segundo estudos realizados por Oliveira (1999), Gonçalves et. al. (2005), Oliveira (2013), em escolas no Brasil, foi possível obter uma série de indicadores de consumo referência, como indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores de consumo de diversas escolas

REFERÊNCIA	CONSUMO DE ÁGUA
GONÇALVES ET. AL., 2005, CAMPINAS	51,1 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 2013, ITUIUTABA	13,86 a 51,26 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 2013, MONTE CARMELO	10,59 a 62,23 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 2013, PATOS DE MINAS	6,42 a 40,21 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 2013, PATROCÍNIO	7,15 a 20,61 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 2013, UBERABA	7,27 a 47,4 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 1999, CAMPINAS	81,1 l/aluno/dia
OLIVEIRA, 1999, CAMPINAS (DEPOIS DO PURA)	4,5 l/aluno/dia
NUNES, 2000, CAMPINAS	134 l/aluno/dia
NUNES, CAMPINAS (DEPOIS DO PURA)	8 l/aluno/dia

Fonte: Adaptado de GONÇALVES et. al. (2005), NUNES (2000), OLIVEIRA (1999) e OLIVEIRA (2013).

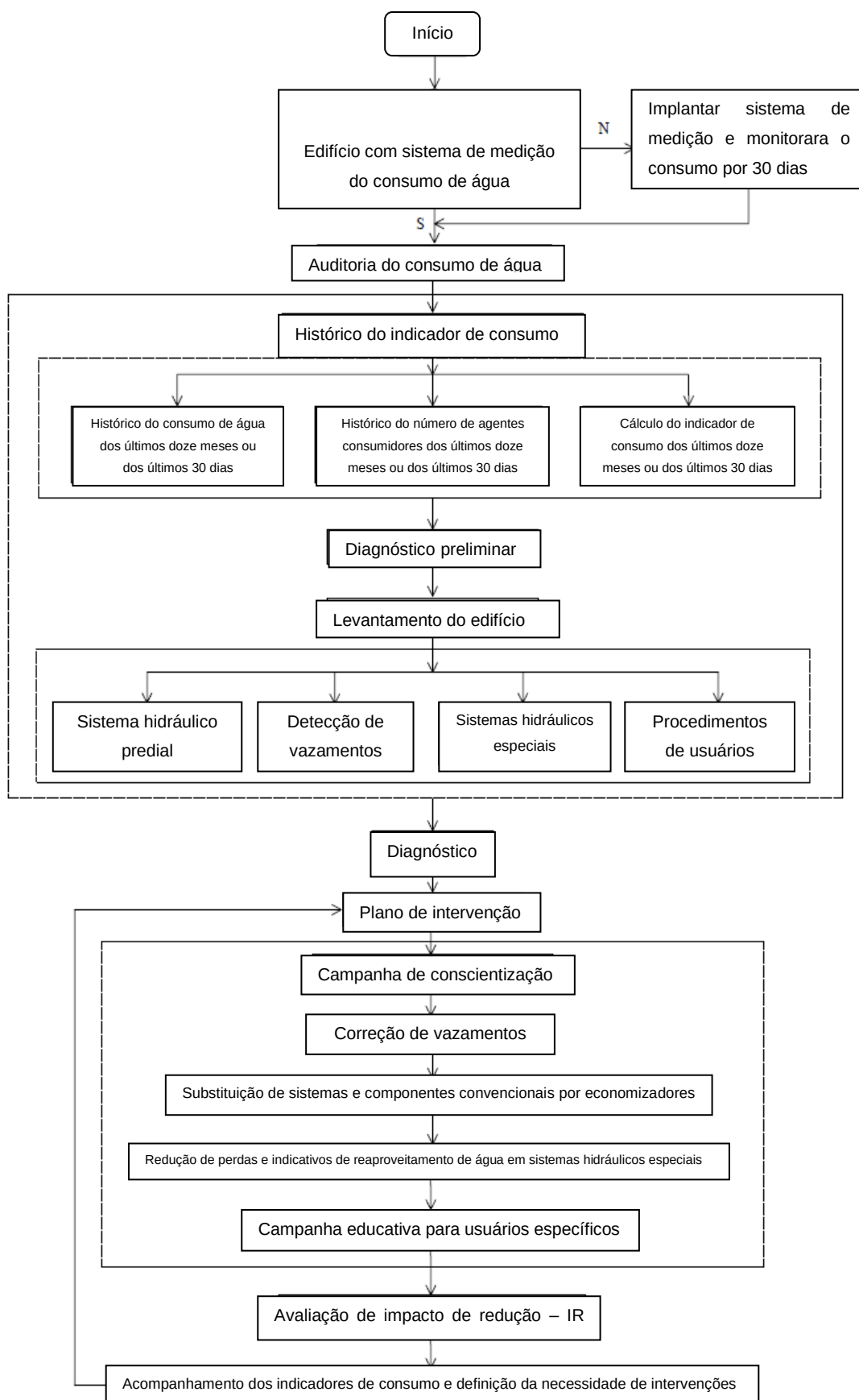
Esses valores encontrados apresentam indicadores diferentes em diferentes edifícios da tipologia escolar, tendo em vista que os estudos ocorreram em diferentes localidades, o que reflete em costumes e hábitos diferentes, assim como não foi levado em consideração se os alunos apresentam a mesma faixa

etária, classe social, entre outros fatores que possam influenciar no consumo diário de água em uma escola (NUNES, 2005).

5.5 O PURA

O Programa de Uso Racional da Água foi iniciado em 1995 pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), em parceria com a Universidade de São Paulo (USP), destacando que o conhecimento do sistema hidráulico, do consumo da água, as atividades desenvolvidas no edifício e a forma de utilização dos usuários é fundamental para a implantação de um programa dessa natureza. Por esses fatores, a metodologia propõe que as intervenções sejam feitas de forma que as ações para redução do consumo de água sejam resultantes de um conhecimento amplo do sistema, garantindo os níveis mínimos de uso e desperdício de água. A principal ferramenta para o conhecimento do sistema predial hidráulico, é a adoção de uma medição setorizada, trazendo maior controle do consumo de água, movida pela redução dos valores mensais das contas de água, uma vez que uma das causas causa de perdas de água nos sistemas prediais é a falta de manutenção dos sistemas hidráulicos. Em outros casos, ocorre em função da própria inércia do usuário que permanece com um vazamento por longo período porque o problema não está incomodando. O PURA é estruturado em quatro etapas, conforme fluxograma da Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma do Programa de Uso Racional da Água (PURA)



Fonte: adaptado de OLIVEIRA & GONÇALVES, 1999.

O primeiro passo é a auditoria do consumo de água, que permite o conhecimento da utilização da água no sistema através do planejamento adequado para a realização de levantamento documental, características físicas e funcionais do edifício. Em seguida deve ser realizado o diagnóstico, contendo uma síntese organizada das informações, obtidas na auditoria, identificando as condições de operação, os problemas e pontos fracos do sistema. Após isso temos o plano de intervenção, com o conjunto de ações objetivando reduzir usos e desperdícios de água no sistema predial, e por último, a avaliação do impacto de redução do consumo, verificando o efeito de cada uma das ações implementadas no sistema.

Após a conclusão das etapas referidas, recomenda-se a continuidade da monitoração como forma de detectar e controlar os desperdícios, assim que eles se manifestarem, para serem corrigidos no menor tempo possível. Oliveira (1999) ressalta que o PURA não deve ser interrompido, correndo o risco do sistema retornar às condições iniciais. O PURA é considerado o marco inicial entre os programas de uso racional da água desenvolvidos em edificações no país.

5.5.1 Caso PURA EE

A Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Fernão Dias Paes na cidade de São Paulo teve a metodologia aplicada em suas instalações. A Escola tem uma área de construção de 5184 m² e possui 22 salas de aula, 8 sanitários de alunos e 4 de professores. O PURA EE foi implantado no período de outubro/97 a outubro/98. A SABESP forneceu os valores dos consumos mensais de água de agosto/96 a outubro/97, portanto 15 meses, que é superior ao mínimo recomendado pela metodologia (12 meses). A partir desses valores foram determinados os consumos médios diários dividindo-se o consumo mensal pelo número de dias entre as leituras, os resultados podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo mensal e médio de água entre agosto/96 e outubro/97

Mês	Consumo mensal (m³)		Consumo médio diário (m³)	
	1996	1997	1996	1997
<i>Janeiro</i>	.	4232	.	137
<i>Fevereiro</i>	.	4232	.	151
<i>Março</i>	.	4130	.	133
<i>Abril</i>	.	4130	.	138
<i>Maio</i>	.	4501	.	145
<i>Junho</i>	.	3987	.	133
<i>Julho</i>	.	3922	.	127
<i>Agosto</i>	3869	4130	125	133
<i>Setembro</i>	3764	3928	125	131
<i>Outubro</i>	4315	3842	139	124
<i>Novembro</i>	4130	.	138	.
<i>Dezembro</i>	4510	.	145	.
Total	20588	41034	672	1352
Média	4128	4103	134	135

Fonte: GONÇALVES, 1999.

A população fixa da escola é constituída de alunos, professores e funcionários, com um total de 2590 pessoas entre 1996 e 1997, sendo a de alunos a mais expressiva, formando 94%. Desta forma, considerando que o tipo do edifício é uma escola estadual de primeiro e segundo grau, foi encontrado durante a auditoria o consumo médio diário de água por aluno de 81,1 l/aluno/dia. Esse valor é 62% superior ao valor de 50 l/aluno/dia, como diz Ilha e Gonçalves (1994).

A comparação entre esses valores pode indicar a existência de um grande desperdício de água no sistema, por vazamentos, consumo excessivo ou procedimentos adequados. Durante o levantamento do sistema hidráulico, externamente foram encontrados dois vazamentos visíveis em extravasores.

Com base no diagnóstico, após elaborado o plano de intervenção que incluía a correção de vazamentos e substituição de componentes convencionais por economizadores, o indicador de consumo reduziu de 81,1 l/aluno/dia para 4,1l/aluno/dia, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 – Consumo mensal e médio de água entre agosto/96 e outubro/98

Mês	Consumo mensal (m³)			Consumo médio diário (m³)		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
<i>Janeiro</i>	.	4232	120	.	137	4
<i>Fevereiro</i>	.	4232	176	.	151	6
<i>Março</i>	.	4130	232	.	133	7
<i>Abril</i>	.	4130	222	.	138	7
<i>Mai</i>	.	4501	242	.	145	8
<i>Junho</i>	.	3987	176	.	133	6
<i>Julho</i>	.	3922	127	.	127	4
<i>Agosto</i>	3869	4130	242	125	133	8
<i>Setembro</i>	3764	3928	254	125	131	8
<i>Outubro</i>	4315	3842	232	139	124	7
<i>Novembro</i>	4130	.	.	138	.	.
<i>Dezembro</i>	4510	.	.	145	.	.
Total	20588	41034	2023	672	1352	65
Média	4128	4103	202	134	135	7

Fonte: GONÇALVES, 1999.

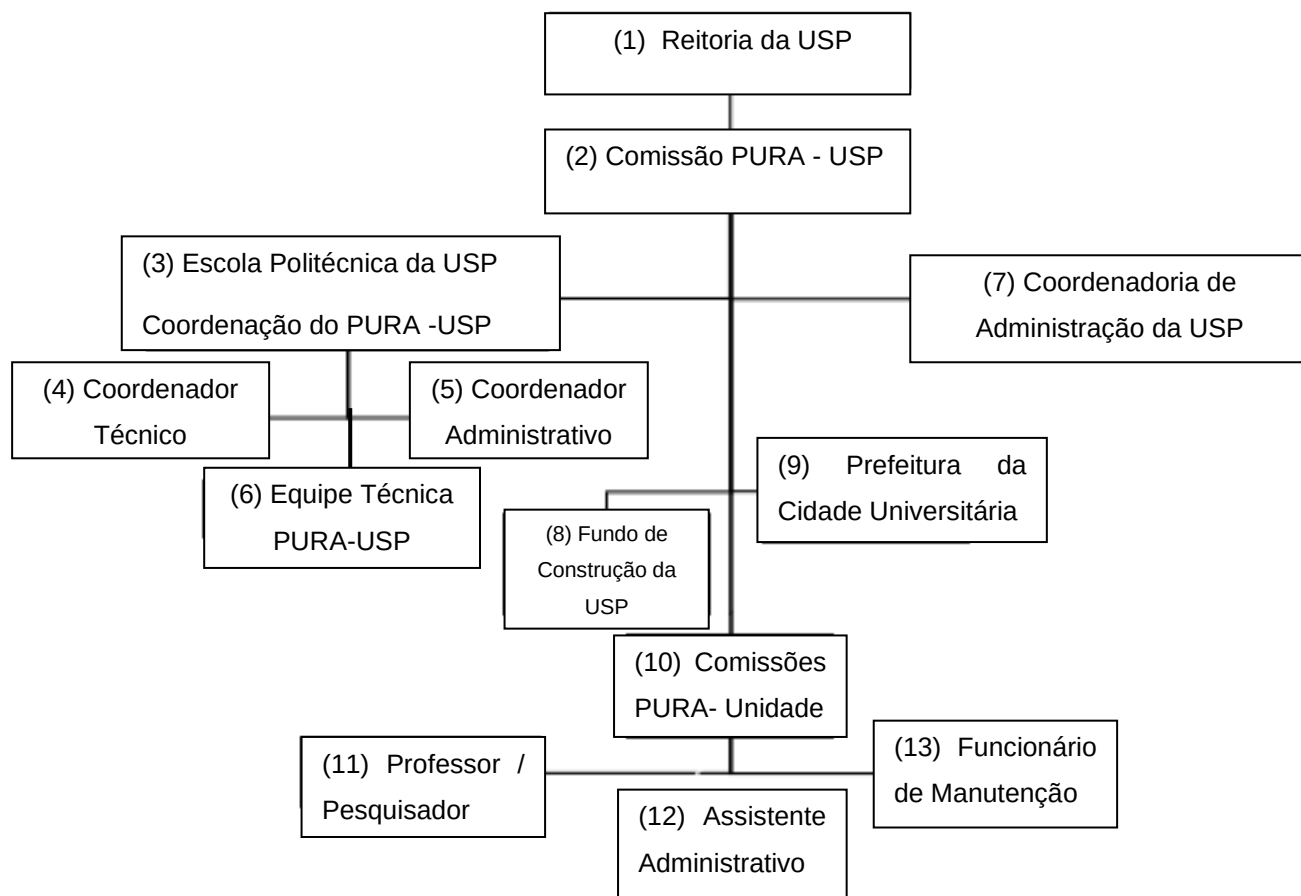
Os resultados mostram a importância da detecção e correção de vazamentos. Assim, o impacto de redução total do consumo de água verificado foi de 95%, o que corresponde a um valor de consumo mensal aproximadamente de 4142m³ em relação ao consumo médio mensal de água no período histórico.

5.5.2 Caso Universidade de São Paulo – USP

O estudo de caso do PURA- USP abordou aspectos relacionados à implantação da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água, ocorrendo no *campus* Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira – CUASO, em São Paulo – SP, entre 1998 e 2002. O *campus* da CUASO foi criado em 1944, e desde então sofreu diversas alterações e ampliações, resultando em uma área construída de aproximadamente 740 mil m² com construções de diversas idades (USP, 2002). O fornecimento de água é realizado por uma única entrada para o *campus* todo, com um volume total de 180mil m³/mês no medidor principal, antes das ações do PURA.

O PURA surgiu com o intuito de reduzir o consumo de água no *campus* em virtude dos valores expressivos de consumo e seus reflexos no orçamento da Universidade. Para viabilizar o programa no CUASO, a SABESP concedeu 25% de desconto sobre o valor das contas de água mensais para se custear as intervenções necessárias, e a USP ficou responsável por uma redução efetiva no consumo de água a ser obtida com a implantação de todos os passos propostos e desenvolvimento da metodologia. Para isso, foi criada uma estrutura de trabalho envolvendo os meios técnicos e administrativos em diferentes níveis da Universidade, conforme Figura 7.

Figura 7 – Fluxograma do PURA na USP



Fonte: adaptado de SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2002.

Juntamente às etapas de intervenção físicas do programa, foi vista a necessidade de um sistema de medição dos dados de consumo de forma a promover a gestão e manter reduzido o consumo. Assim, adotou-se um sistema de telemedição dos hidrômetros que possibilitasse a verificação da demanda de água, tratamento e análise dos dados em tempo hábil. Os resultados mais importantes do PURA – USP até 2002 foram a redução de 33% em todo o *campus*, utilização de um sistema de gerenciamento dos dados de consumo, revisão do sistema hidráulico predial e recuperação de parte do sistema, adoção de equipamentos sanitários mais econômicos e a criação de uma estrutura permanente e de referência na Universidade no que se relaciona ao uso de água sob a visão da economia do recurso.

5.5.3 Caso Instituto Federal do Tocantins -IFTO

Esse estudo de caso do IFTO – *Campus* Palmas, tinha como objetivar caracterizar a população e analisar o atual sistema hidráulico e sanitário visando a correção de defeitos e propondo o início do Programa de Uso Racional da Água (PURA). A metodologia foi baseada na proposta por Oliveira (1999), estruturando-se nas seguintes etapas: seleção da amostra, levantamento documental, diagnóstico preliminar do consumo de água, levantamento cadastral e de manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários: detecção tátil-visual de vazamentos nos pontos de consumo de água, diagnóstico do consumo de água no edifício, plano de intervenção e avaliação do impacto de redução do consumo de água (CASTRO, 2019).

A população era composta por professores, técnicos administrativos (quadro 1), vigilantes, limpeza e apoio, além da equipe do restaurante e da lanchonete (quadro 2), assim como e acadêmicos. A população de alunos foi caracterizada de acordo com o hidrômetro, no Quadro 3.

Quadro 1 – Quantitativo de Professores e Técnico-administrativos

Professores*, Técnico-administrativos				
Data da extração	20h	25h	30h	40h
30/08/2017	33	1	3	315
29/12/2017	32	1	3	314
22/08/2018	37	1	2	322

Fonte: CASTRO, 2019.

Quadro 2 – Quantitativo de Terceirizados, Lanchonete e Restaurante

Terceirizados (Vigias, Limpeza e Apoio), Lanchonete e Restaurante			
	40h	42h	44h
Vigias		20	
Limpeza	40		
Apoio	36		
Lanchonete	2		
Restaurante			14

Fonte: CASTRO, 2019.

Quadro 3 – Relação da quantidade de alunos por hidrômetro e semestre

Hidrômetro	2017/1	2017/2	2018/1
Y14S711852 (Blocos 14/15)	960	1038	1408
A17S623255 (Blocos 16/17)	0	0	993
C15S009871 / C13S00550 (Blocos antigos/Biblioteca)	958	1166	737
Somatório	1918	2204	3138

Fonte: CASTRO, 2019.

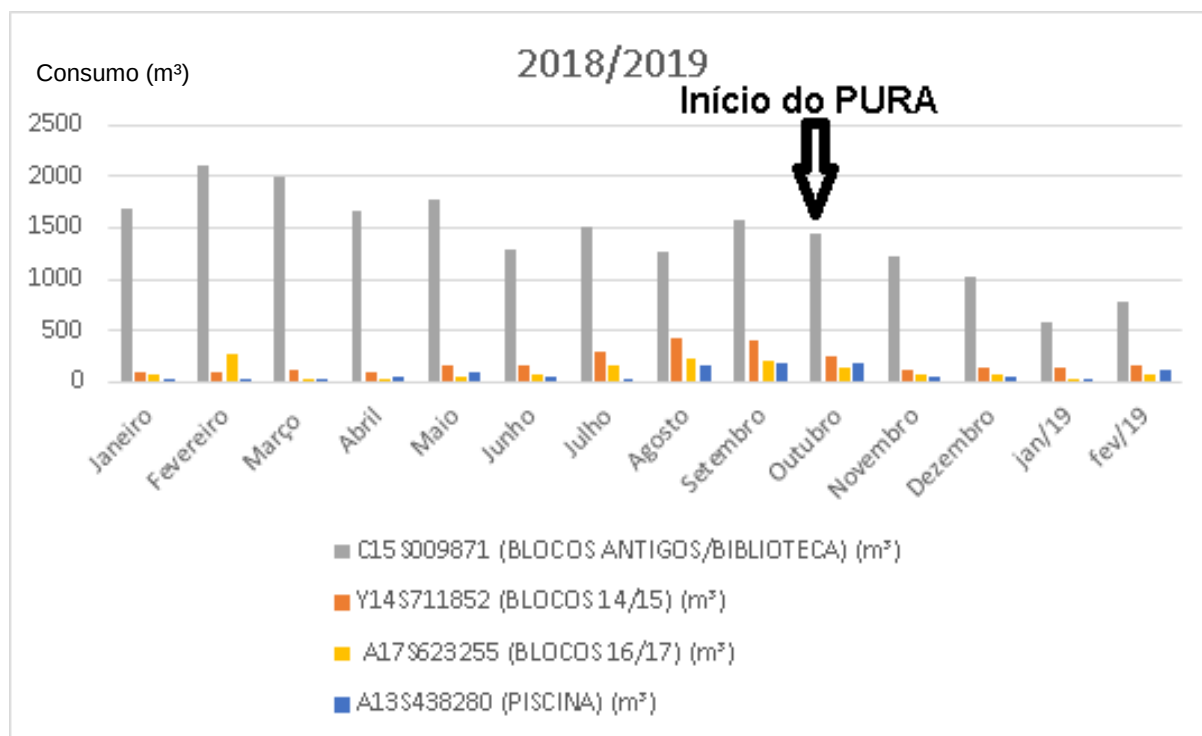
No Quadro 4 e Figura 8, temos o consumo no *Campus* entre 2018 e 2019, contemplando o início da implantação do PURA. Podemos verificar no quadro 4 já o início da redução de gastos relacionados ao PURA, que decresce ao longo dos meses.

Quadro 4 – Relação do consumo de água de 2018/2019

2018/2019				
Mês	C15S009871 (BLOCOS ANTIGOS/BIBLIOTECA) (m³)	Y14S711852 (BLOCOS 14/15) (m³)	A17S623255 (BLOCOS 16/17) (m³)	A13S438280 (PISCINA) (m³)
Janeiro	1686	87	66	15
Fevereiro	2095	105	265	15
Março	1993	116	12	15
Abril	1663	92	14	43
Maio	1783	164	56	87
Junho	1279	155	76	45
Julho	1518	301	161	32
Agosto	1277	436	218	166
Setembro	1578	402	217	174
Outubro	1448	249	131	182
Novembro	1223	119	83	49
Dezembro	1023	132	68	55
jan/19	593	149	41	15
fev/19	781	167	66	112
* Início do PURA				

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Figura 8 – Relação gráfica do consumo de água de 2018/2019



Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Após o início do período de intervenções físicas objetivando redução de consumo, foi possível observar a redução gradativa do volume de água consumida. Diminuindo de outubro para dezembro de 2018, 425 m³. CASTRO (2019) diz que durante os meses de janeiro e fevereiro de 2019 (atípicos) foi possível perceber a influência da população de alunos e servidores no consumo de água, em janeiro (término de férias, apenas 10 dias de funcionamento) o consumo baixou para 593 m³, e em fevereiro (instituição já em funcionamento, porém em transição de período) 781 m³.

O diagnóstico possibilitou uma avaliação prévia do consumo de água viabilizando uma comparação futura. Nesta etapa, a informação base foi o histórico das contas de água, a quantidade de dias úteis no mês foi escolhida como padrão de 22 dias úteis, realizando uma média e obtendo o valor do consumo em m³/mês. O cálculo do número de agentes consumidores foi obtido pela caracterização da população equivalente realizada na primeira etapa no Quadro 3.

A determinação do indicador de consumo – IC (Equação 1) foi a relação do volume de água consumida pelo número de agentes consumidores (SAUTCHÚK, 2005).

$$\text{Equação 1 – IC} = \frac{\text{consumo de água}}{\text{número de agentes consumidores}}$$

O resultado obtido por CASTRO (2019) em relação ao índice de consumo se encontra nos Quadros 5, 6 e 7.

Quadro 5 – Diagnóstico (blocos antigos/biblioteca)

INDICADORES DE CONSUMO 2018			
MÊS	TOTAL DE INDIVÍDUOS	VOLUME (litros)	IC (litros/indivíduo/dia)
jan*	961	59136	62
fev	961	77727	81
mar*	872	73091	84
abr	782	58091	74
mai	782	63545	81
jun	782	40636	52
jul*	782	51500	66
ago	782	40545	52

Fonte: CASTRO, 2019.

Quadro 6 – Diagnóstico (Blocos 14/15)

INDICADORES DE CONSUMO 2018			
MÊS	TOTAL DE INDIVÍDUOS	VOLUME (litros)	IC (litros/indivíduo/dia)
jan*	507	3955	8
fev	507	4773	9
mar*	899	5273	6
abr	714	4182	6
mai	714	7455	10
jun	714	7045	10
jul*	714	13682	19
ago	714	19818	28

Fonte: CASTRO, 2019.

Quadro 7 – Diagnóstico (Blocos 16/17)

INDICADORES DE CONSUMO 2018			
MÊS	TOTAL DE INDIVÍDUOS	VOLUME (litros)	IC (litros/indivíduo/dia)
mar*	397	545	1
abr	397	636	2
mai	397	2545	6
jun	397	3455	9
jul*	397	7318	18
ago	397	9909	25

Fonte: CASTRO, 2019.

O índice de vazamento é definido pela divisão entre o somatório do número de pontos de utilização com vazamento e do número total de pontos de utilização no sistema, em porcentagem (Equação 2), afim de mensurar a quantidade de aparelhos defeituosos. Com os dados do mês de dezembro foi calculado segundo Gonçalves (2005) pela seguinte equação:

$$\text{Equação 2 – IV} = \frac{\sum Pv}{\sum Pt} * 100$$

Em 2019, foi obtido o IV=15,7%.

O índice de perda é definido pela divisão entre o somatório das perdas diárias devidas a vazamentos encontrados nas instalações e o consumo médio diário (Equação 3), a fim de mensurar a quantidade de água perdida por vazamentos. Calculado, segundo Gonçalves (2005), pela seguinte equação:

$$\text{Equação 3 – IP} = \frac{\sum Vp}{\sum Vm} * 100$$

Em 2019, foi obtido IP=17,5%.

A partir dos dados apresentados no trabalho, foi possível estabelecer indicadores de uso da água, que estabelecem parâmetros para possíveis melhorias no sistema predial de água e de aparelhos hidrossanitários, afim de dar início ao desenvolvimento de projetos voltados para a diminuição do uso da água, detecção e correção de vazamentos.

5.6 Caso Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA

Em 2013, foi elaborado um plano de logística sustentável para a Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) – *Campus* Mossoró, sugerindo a instalação de medidores de água nas edificações, visando contribuir para a implantação futura de um programa de uso racional de água.

Considerando que para o estabelecimento de um programa de uso racional, inicialmente, deve-se conhecer o consumo de água, a medição individualizada se apresenta como uma das primeiras ações a serem executadas de modo a se buscar sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos (LIRA, 2013). Assim, foi feito levantamento de todas as edificações da instituição, a partir de mapas fornecidos pela Superintendência de Infraestrutura e com visitas *in loco*, identificando a existência de 112 edificações em uso e 04 em construção; na época do estudo, a população da UFERSA – *Campus* Mossoró era de 8343 pessoas (dentre alunos, professores, técnicos administrativos, terceirizados, entre outros).

Em seguida foi especificado um tipo de hidrômetro a ser utilizado com base na revisão de literatura: segundo Gameiro (2007), o medidor velocimétrico tipo multijato é o mais tradicional no Brasil. Os medidores multijatos comparado aos monojatos têm sua sensibilidade melhorada devido às diferenças na câmara de medição pois não apresentam desgaste precoce do eixo e consequentemente têm uma vida útil maior (GULARTE, 2005). Por último elaborou-se um modelo padrão para instalação dos hidrômetros. A partir do número levantado de edificações em uso e em construção, recomendou-se a instalação de 116 hidrômetros do tipo velocimétrico multijato com transmissão magnética, dando assim o primeiro passo para uma futura implantação de um PURA.

5.7 O AGUAPURA

Na Bahia, a partir de 2001, a Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos – Teclim, desenvolveu diversos projetos com objetivos que contemplaram o estudo do uso racional e a conservação da água, e, assim, também tem contribuído de forma significativa para o alcance dos objetivos do PNDCA. Um desses projetos é o Programa de Uso Racional da água – AGUAPURA, visando a implantação de tecnologias limpas, minimização das perdas e desperdícios, assim

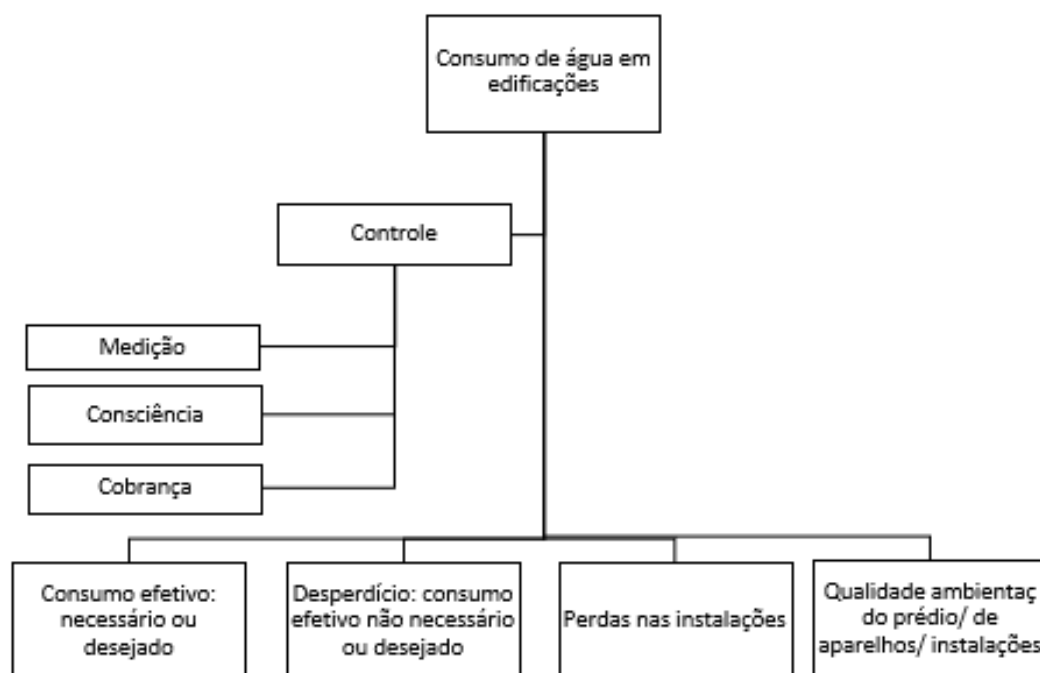
como a implantação de equipamentos e orientação sobre seu uso mais racional (NAKAGAWA, 2009).

A implementação do ÁGUAPURA teve como motivo as despesas com o consumo de água e energia elétrica da UFBA, que em 1998 atingiu o montante de R\$ 5.300.000,00, comprometendo o orçamento da instituição (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

Segundo Nakagawa (2009), o ÁGUAPURA contava apenas com um encanador e um auxiliar, além do coordenador do projeto, com a função somente de dar manutenção corretiva e cadastramento de todas as unidades da UFBA. Em 2004, já com mais componentes na equipe, foi elaborado um sistema informatizado, o ÁGUAPURA Via Net, onde se passou a inserir as informações adquiridas das unidades da UFBA. Em janeiro de 2005, com a participação de voluntários, deu-se início à inserção de dados coletados dos hidrômetros e lançados no ÁGUAPURA Via Net. A partir de maio de 2005, com a incorporação de novo coordenador das atividades de campo iniciam-se ações de manutenção preventiva através de varreduras nas instalações prediais.

O programa AGUAPURA e sua metodologia se fundamentou na proposta do fluxograma de Kiperstok (2008) conforme Figura 9 para a esquematização do gerenciamento de consumo de água e energia em edificações, uma vez que o requisito básico para a gestão do consumo de água é o conhecimento do mesmo. Segundo o autor, o controle do que se é consumido é influenciado pelo monitoramento da medição, a consciência do usuário e gestor e a tarifa cobrada pela utilização da água.

Figura 9 – Fluxograma Metodologia de Gestão de Consumo de Água/Energia



Fonte: adaptado de KIPERSTOK, 2008.

A metodologia utilizada pelo Programa ÁGUAPURA inclui cinco atividades sequenciais.

- 1- Levantamento do Sistema Hidráulico Predial:** consiste no cadastro dos componentes do sistema de abastecimento e número do medidor; localização e cadastro da quantidade e capacidade dos reservatórios; verificação das condições de operação da torneira boia e o local de deságue do extravasor e da tubulação de limpeza do reservatório; cadastro dos pontos de utilização do sistema, suas características e condições de operação, armazenando as informações em banco de dados (DOURADO; KIPERSTOK, 2006), localização, cadastramento e quantificação de todos os sanitários femininos e masculinos, torneiras, chuveiros, destiladores e outros equipamentos que consomem água (NAKAGAWA, 2008).
- 2- Monitoramento e Análise do Consumo de Água das Unidades:** é realizada leitura dos hidrômetros e os dados inseridos no AGUAPURA Via Net, onde há o processamento inicial dos dados com formação de gráficos, cálculo do consumo médio, etc.

- 3- Detecção e Correção de Vazamentos Visíveis e Não Visíveis:** varreduras constantes realizadas por equipes de campo, detectando e consertando vazamentos visíveis e não visíveis, visto que a parcela de perda por vazamento é a mais significativa num sistema hidráulico e a com mais potencial de redução do consumo de água. Uma das ferramentas de gerenciamento das manutenções realizadas é o mapa de produtividade da equipe de campo, disponível no ÁGUAPURA Via Net. As equipes mantêm atualizada a página com informações de quantas varreduras foram realizadas no mês e quantas intervenções de substituição de peças e materiais foram necessárias.
- 4- Levantamento dos Hábitos dos Usuários:** realizado por estudantes de graduação através de questionários e observação visual, objetivando determinar o consumo do prédio e avaliar o comportamento e o grau de satisfação do usuário.
- 5- Utilização de Tecnologias de Processo e Produto para Racionalização do Consumo:** Tecnologias de Processo são aquelas que causam alterações no próprio ou em outros sistemas prediais. Já as Tecnologias de Produto são aquelas aplicáveis nos pontos de utilização do sistema, ou seja, equipamentos economizadores de água (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999). Como exemplo de tecnologia de processo têm-se a instalação de reservatórios inferiores temporários, em substituição aos pré-existentes com vazamentos. Como exemplo de aplicação das tecnologias de produto tem-se a instalação de equipamentos redutores de consumo.

5.7.1 Caso Universidade Federal da Bahia

O Programa AGUAPURA aplicado nos prédios da UFBA visava caracterizar o consumo dos prédios da UFBA, além do combate às perdas e ao desperdício de água. Para o cálculo dos consumos mensais de água se utilizou a Equação 4, sugerida por Rocha et al. (1998).

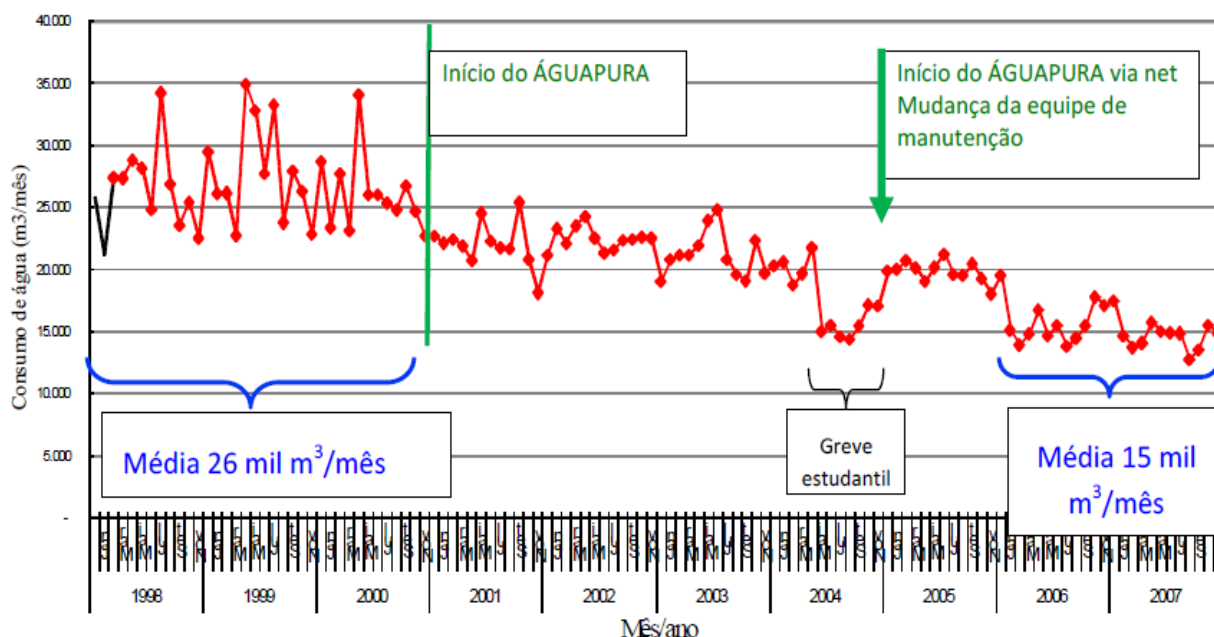
$$\text{Equação 4} - Cm = 0,03AC + 0,7F + 0,8BR + 50$$

Onde: Cm = consumo mensal de água em escolas de nível superior em m³; AC = área construída em m²; F= número de funcionários; BS = número de bacias sanitárias.

Inicialmente as unidades da UFBA foram classificadas em unidades de ensino com e sem laboratório, administrativo, hospitais, residências e outros, realizando-se o diagnóstico preliminar do sistema para levantar dados do sistema hidráulico de cada unidade. Entre as 41 unidades estudadas, fazendo a aplicação da equação para a obtenção do consumo de água em escola de nível superior foi encontrado o valor médio de 30 litros/aluno/dia, que é inferior à recomendada pela bibliografia no valor de 50 litros/aluno/dia. Esses dados foram inseridos no Sistema AGUAPURA Via Net, juntamente com as leituras dos hidrômetros, constituindo a segunda etapa da metodologia. Em seguida, foram levantados os vazamentos e feitas manutenções e substituição de peças danificadas nos sistemas dos prédios. Já na próxima etapa foram aplicados questionários e realizada observação visual para determinação do consumo de cada prédio, inclusive avaliado o comportamento e o grau de satisfação do usuário. A última fase foi voltada para modificações nos sistemas prediais.

O consumo de água, incluindo o uso, desperdício e perda existente, nos prédios da Universidade Federal da Bahia levou, em 2003, a um pagamento superior a R\$ 200.000,00 para a concessionária de abastecimento de água do Estado da Bahia, EMBASA. No Gráfico 1 é representada a série histórica mensal do consumo da universidade de 1998 até 2007 obtidos das contas da EMBASA. Verifica-se uma redução gradativa no consumo da água, e um período de estabilização nos últimos dois anos. Em média, o consumo mensal no período de 1998 a 2000, foi aproximadamente 26.000 m³ reduzindo-se a 15.000 m³ nos anos de 2006 e 2007, uma redução de 42% no consumo (NAKAGAWA,2008). Essa redução se torna ainda mais significativa quando se considera o crescimento populacional da universidade.

Gráfico 1 – Consumo mensal de água (m³) na Universidade Federal da Bahia



Fonte: NAKAGAWA, 2008.

5.7.2 O caso Hospital Veterinário

A unidade do Hospital de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia - UFBA participou do projeto com leitura dos hidrômetros diariamente desde fevereiro de 2005. O HospMev é composto por três blocos: o hospital, propriamente dito, o Canil e o Setor de Reprodução, com área construída de aproximadamente 2367,18 m² e quase 750 alunos.

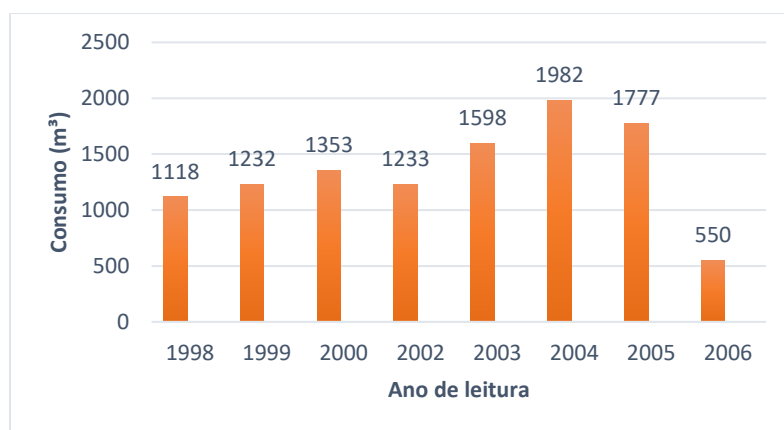
Em junho de 2005, foi dado início aos primeiros procedimentos de correção do projeto, denominados de varredura, com inspeção local da unidade por uma equipe composta por um técnico em edificações e uma equipe de um encanador e um auxiliar. A varredura inicial realizada pelo ÁGUAPURA levantou os componentes hidráulicos do prédio, como torneiras, pias, chuveiros e bebedouros. O diagnóstico realizado na unidade constatou vazamentos em tubulações visíveis, nos reservatórios, banheiros masculinos e femininos, bebedouros para animais, torneiras manuais, registros de pressão e, através de testes expeditos, vazamentos em tubulações enterradas. A primeira varredura perdurou por 34 dias, surtindo imediatamente os efeitos das ações de combate às perdas de água existente na

unidade. Junto à varredura, foram feitos trabalhos de conscientização aos usuários, como o V Seminário do Programa ÁGUAPURA.

No início do projeto, o máximo consumo médio diário do HospMev atingiu o valor de 56,7 m³ /dia. Já em julho de 2005 a unidade atingiu um consumo médio diário de 6,7 m³/dia, mínimo alcançado na unidade, considerado um excelente resultado, porém o projeto precisou retornar seguidas vezes para manutenção corretiva, em decorrência da ineficiência do sistema de manutenção da universidade. De setembro a novembro houve 4 retornos de emergência, causando atraso nas atividades próprias do projeto manutenção preventiva. Nos últimos 3 meses do trabalho apresentado (abril a junho de 2006) a média de consumo diário foi de 13,8 m³/dia.

O consumo médio anual do Hospital de Medicina Veterinária vinha se mantendo constante de 1998 a 2002, e aumentando em seguida até 2004, período anterior às intervenções do ÁGUAPURA, como apresentado no Gráfico 2. Dados da prestação de contas da UFBA com a Embasa (SAD/UFBA, 2006) mostram que as médias dos consumos mensais nos anos de 2003 e 2004 foram de 1598,3 m³/mês e 1982 m³/mês, respectivamente, representando um elevado consumo. Após as varreduras realizadas pela equipe do projeto foi verificada uma redução significativa do consumo chegando a 550 m³ em 2006 (NAKAGAWA,2008). Esse estudo permitiu chegar a resultados exemplares no HospMev- UFBA, reduzindo 80% do consumo até junho/06 e tendo uma economia financeira de cerca de R\$ 42 mil somente no 1º semestre de 2006.

Gráfico 2 – Média de consumo mensal de água ao longo dos anos



Fonte: adaptado de NAKAGAWA, 2008.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia é baseada na proposta de Oliveira (1999), estabelecendo as etapas do Programa de Uso Racional da Água – PURA: auditoria, diagnóstico, plano de intervenção e avaliação do impacto da redução do consumo.

6.1 Auditoria

6.1.1 Seleção da Amostra

O estudo foi feito no Instituto Federal do Tocantins - *Campus* Palmas - Quadra 310 Sul, Lo 5, s/n - Plano Diretor Sul, Palmas – TO, visto na Figura 10. O *Campus* tem área total de aproximadamente 128.500 m² e uma área construída de aproximadamente 29.400 m². Para este trabalho, o foco foi apenas nos blocos antigos.

Figura 10 – Imagem de Satélite do IFTO – *Campus* Palmas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

6.1.2 Histórico de consumidores

O trabalho foi realizado durante a pandemia de Coronavírus, que começou no Brasil em março de 2020 e se alastra até a data de apresentação deste estudo, junho de 2021. Desde o início da pandemia, as atividades presenciais no *Campus* foram suspensas, recebendo apenas alguns poucos servidores e nenhum estudante, não sendo possível quantificar. Desta forma, foi inviável fazer o cálculo de consumidores e relacionar com o consumo de água do *Campus*, pois não seria acurado nem fiel à realidade atual.

6.1.3 Indicador de consumo

Para o indicador de consumo, foi necessário do histórico do consumo de água e do histórico do número de agentes consumidores de 1 ano, que, nessa tipologia de edifício, são os estudantes. Como estamos no período de pandemia, e a pouca população do *Campus* é fluída, a mais de um ano, torna-se incapaz realizar o cálculo de indicador de consumo (Equação 1), pois o consumo não é fixo tampouco a população.

$$\text{Equação 1} - IC = \frac{\text{consumo de água do período}}{\text{número de agentes consumidores}}$$

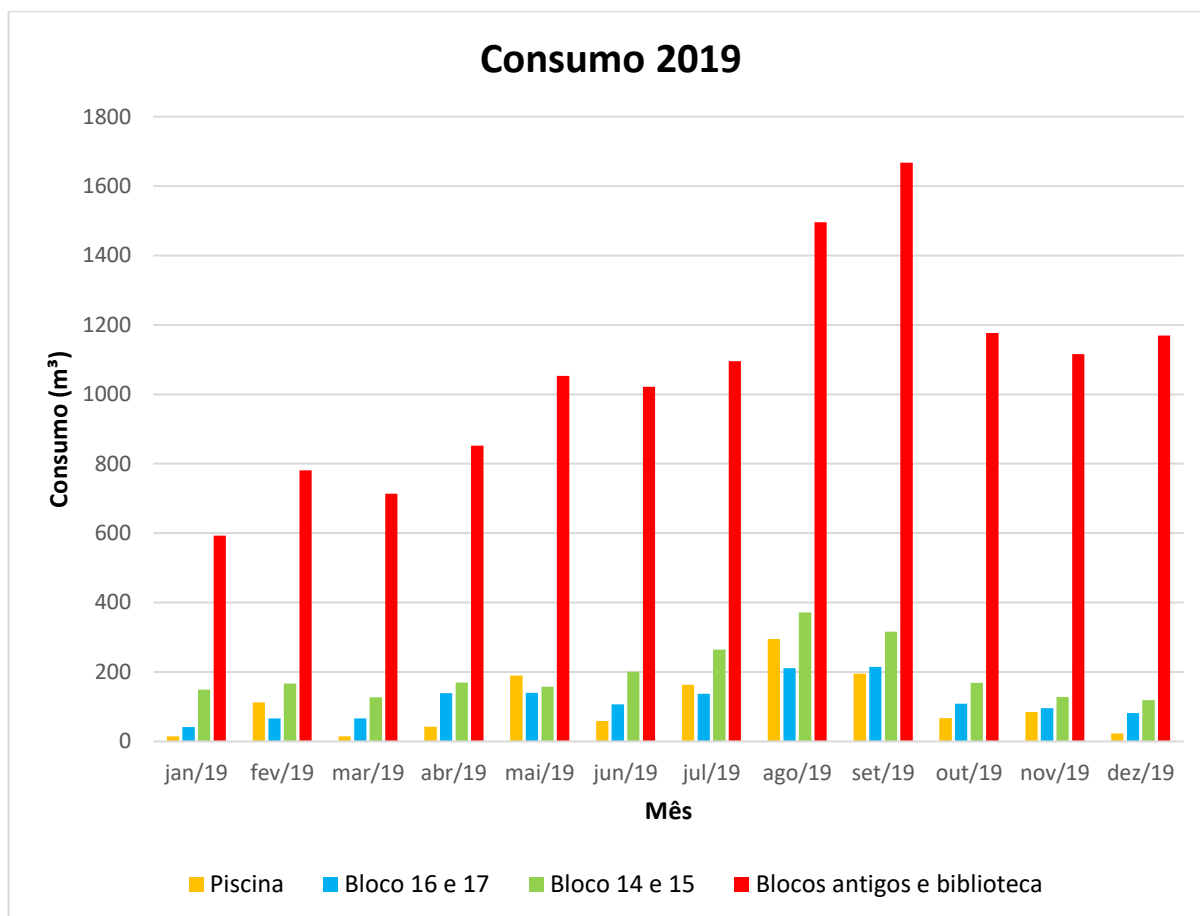
6.1.4 Histórico de Consumo

Quadro 8 – Relação do consumo de água em 2019 em m³

Consumo de água 2019 (m³)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
jan/19	41	593	15	149
fev/19	66	781	112	167
mar/19	66	714	15	127
abr/19	139	852	42	170
mai/19	140	1053	190	158
jun/19	107	1022	59	201
jul/19	137	1096	163	265
ago/19	211	1496	295	372
set/19	215	1667	195	316
out/19	109	1177	67	169
nov/19	96	1116	85	128
dez/19	82	1169	23	119

Em negrito: fim do acompanhamento do PURA por CASTRO 2019.

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Gráfico 3 – Relação gráfica do consumo de água em 2019 em m³

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 9 – Relação do consumo de água em 2019 em R\$

Consumo de água 2019 (R\$)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
jan/19	672,66	10954,3	188,38	2684,29
fev/19	1149,52	14456,03	1995,12	3019,57
mar/19	1138,32	13208,06	188,38	2274,53
abr/19	2498,02	15778,47	691,29	3075,43
mai/19	2516,66	19522,33	3447,97	2851,93
jun/19	1901,98	18944,92	1007,94	3652,86
jul/19	2460,78	20323,25	2945,04	4844,92
ago/19	3839,12	27773,72	5403,71	6839,92
set/19	3913,62	30958,8	3541,09	5794,86
out/19	1939,23	21831,97	1156,95	3056,83
nov/19	1697,1	20695,8	1826,85	2293,13
dez/19	1436,33	21682,97	337,37	2125,51

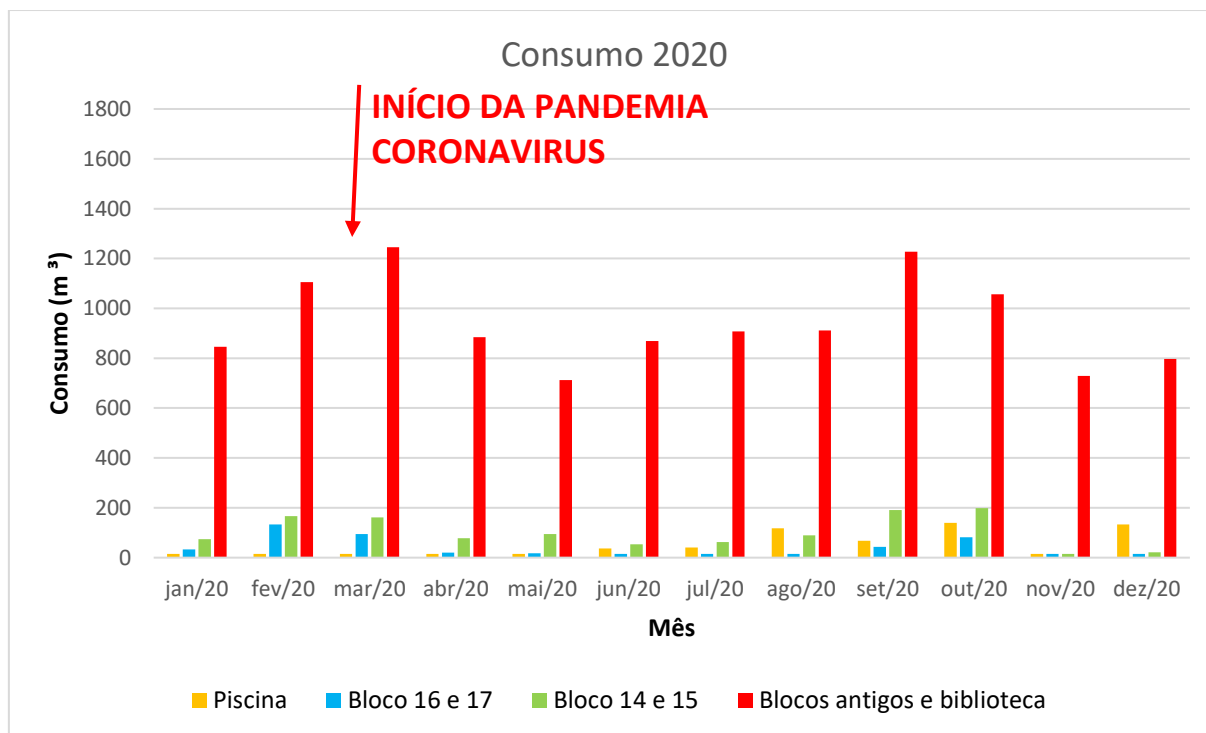
Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 10 – Relação do consumo de água em 2020 em m³

Consumo de água 2020 (m³)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
jan/20	33	846	15	74
fev/20	133	1106	15	167
mar/20	95	1246	15	162
abr/20	20	885	15	78
mai/20	18	713	15	95
jun/20	15	869	37	53
jul/20	15	907	41	62
ago/20	15	912	118	90
set/20	43	1227	67	191
out/20	82	1057	139	199
nov/20	15	729	15	15
dez/20	15	797	133	21

Em negrito: período de pandemia

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Gráfico 4 – Relação gráfica do consumo de água de 2020 em m³

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 11 – Relação do consumo de água em 2020 em R\$

Consumo de água 2020 (R\$)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
jan/20	523,66	15666,71	188,38	1287,32
fev/20	2386,28	20509,53	188,38	3019,57
mar/20	1398,73	19264,27	156,99	2438,7
abr/20	234,6	13660,91	156,99	1134,87
mai/20	203,55	10991,19	156,99	1398,73
jun/20	156,99	13412,59	498,45	746,82
jul/20	188,38	16802,92	672,66	1063,82
ago/20	188,38	16896,05	2106,88	1585,35
set/20	709,92	22763,3	1156,95	3466,58
out/20	1502,7	20837,21	2516,79	3752,83
nov/20	254,75	14727,82	207,15	325,62
dez/20	188,38	14754,04	2386,28	300,15

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

6.2 Diagnóstico

Esta etapa contém uma síntese das informações obtidas na auditoria.

6.2.1 Levantamento do Sistema Hidráulico

A parte do *Campus* com a maioria de blocos foi concedida pelo Estado. Por se tratar de uma parte mais antiga, já não existia projeto ou planta que contemplasse a rede hidráulica desse setor, contribuindo com a dificuldade de localizar e corrigir eventuais vazamentos na tubulação. Dessa forma, foi decidido fazer o mapeamento da rede de água e incêndio da parte antiga do *Campus*, que compreende dos blocos 01 a 13.

As escavações se iniciaram em novembro de 2020 e estão sendo realizadas até a data de apresentação deste trabalho, junho de 2021, não tendo sido terminadas ainda. Por isso será apresentado a parte da rede que já foi mapeada até a presente data.

6.2.2 Detecção de Vazamentos

Ao mesmo tempo em que foram realizadas as escavações para encontrar a tubulação de água, foram sendo encontradas as patologias nos ramais de fornecimento de água, sendo corrigidas logo em seguida.

6.3 Plano de intervenção

O plano de intervenção foi focado na correção de vazamentos e instalação de novos hidrômetros em alguns blocos antigos, para facilitar e agilizar futuras manutenções da rede hidráulica e identificação de novos vazamentos. Foi implementado em duas etapas:

- Primeira etapa: ações de correção e monitoramento de consumo.
- Segunda etapa: sugestão de instalação de novos hidrômetros.

Para a instalação dos hidrômetros, antes é necessário o seu dimensionamento.

6.3.1 Dimensionamento do hidrômetro

O dimensionamento dos hidrômetros será feito baseado no Quadro 12 para pré-dimensionamento de hidrômetros fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

Quadro 12 – Tabela para pré-dimensionamento de hidrômetros

TABELA PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE HIDROMÊTROS 2017						
Consumo (m³/mês)	Vazão Nominal Qn (m³/h)	Diâmetro (pol)	Classe	Tipo	Código SMA	Tempo recomendado de troca preventiva
00 - 05	0,75	3/4"	B	unijato (reloj. plana/inclinada)	282816/276081	somente corretiva
06 - 10	0,75	3/4"	B	unijato (reloj. plana/inclinada)	282816/276081	10 anos
11 - 20	0,75	3/4"	B	unijato (reloj. plana/inclinada)	282816/276081	06 anos
21 - 30	1,5	3/4"	C	multijato/volumétrico	067598/282088	09 anos
31 - 60	1,5	3/4"	C	multijato/volumétrico	067598/282088	06 anos
61 - 200	1,5	3/4"	C	multijato/volumétrico	067598/282088	05 anos
201 - 400	2,5	3/4"	C	multijato/volumétrico	259870/263516	04 anos
401 - 800	3,5	1"	C	multijato	264113	
801 - 1000	10	1.1/2"	C	multijato	264253	
1001 - 3000	15	2"	C	multijato	264156	
3001 - 7000	15	2"	B	multijato/woltmann	283528/19550	
7001 - 22000	55	3"	B	Woltmann Vertical	19577	
22001 - 33000	90	4"	B	Woltmann Vertical	19585	
33001 - 66000	150	6"	B	Woltmann Horizontal	19593	
> 66000	200	8"	B	Woltmann Horizontal	65951	

Fonte: SANEPAR, 2017.

6.4 Avaliação do Impacto da Redução de Consumo

A última etapa da metodologia estudada, foi realizada paralela à implementação das ações de correção, fazendo o acompanhamento das faturas de água mensalmente e observar se haveria redução de consumo de água.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Levantamento do Sistema Hidráulico

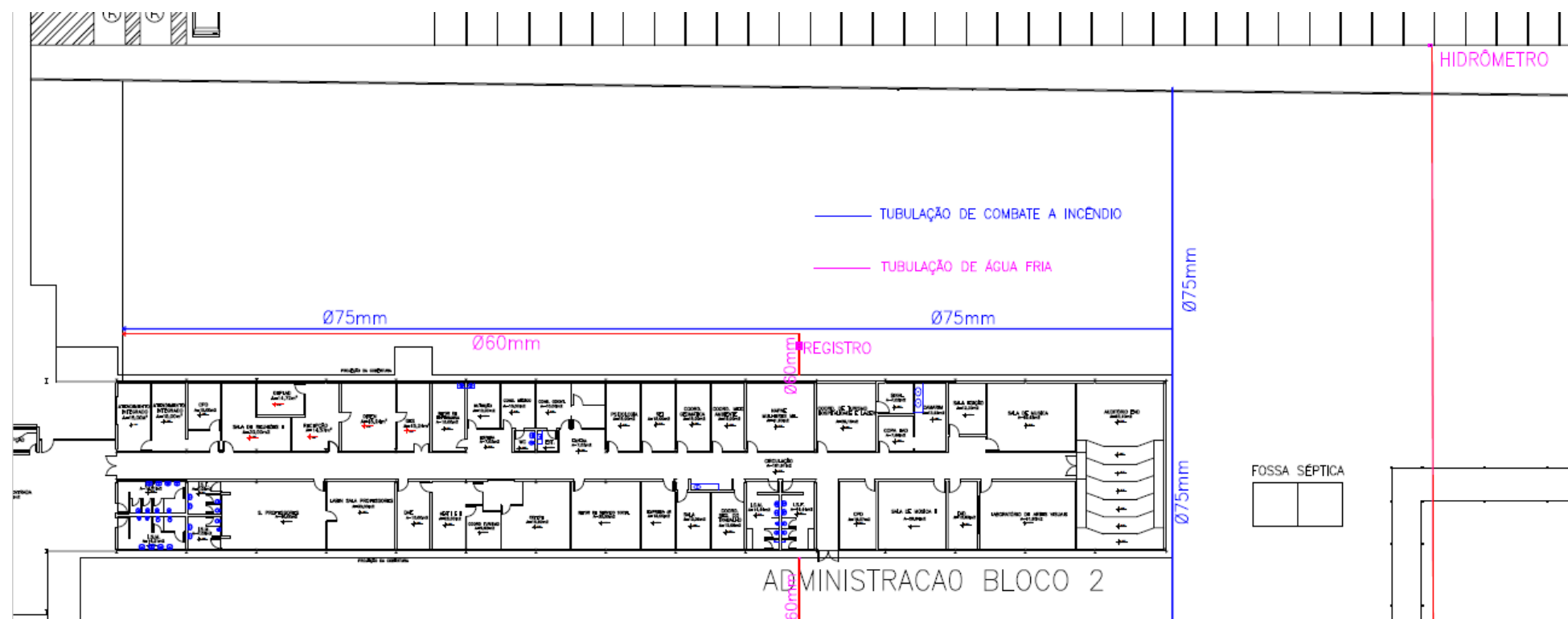
Atualmente o IFTO *Campus* Palmas é abastecido pela rede pública da concessionária BRK Ambiental. Para a parte antiga do *Campus*, existem dois hidrômetros: um para os reservatórios enterrado e elevado, e outro para a piscina. Estes hidrômetros foram monitorados como parte da aplicação do PURA por Castro em 2019. Os blocos 14 e 15 possuem um hidrômetro para sua medição, assim como os blocos 16 e 17. O novo restaurante, que ainda não entrou em funcionamento, teve o hidrômetro instalado em dezembro de 2020. Toda a tubulação de água fria e combate à incêndio é de PVC.

Para questões de melhor visualização, a planta baixa do *Campus* com a rede de água fria e incêndio mapeada, será dividida por bloco (sem escala):

- Parte A: compreende o bloco 02 (Figura 11);
- Parte B: compreende o bloco 05 (Figura 12);
- Parte C: compreende o bloco 07 (Figura 13);
- Parte D: compreende o bloco 09 (Figura 14);
- Parte E: compreende o bloco 11 (Figura 15);
- Parte F: compreende o bloco 04 (Figura 16);
- Parte G: compreende o bloco 06 (Figura 17);
- Parte H: compreende o bloco 08 (Figura 18);
- Parte I: compreende o bloco 10 (Figura 19).

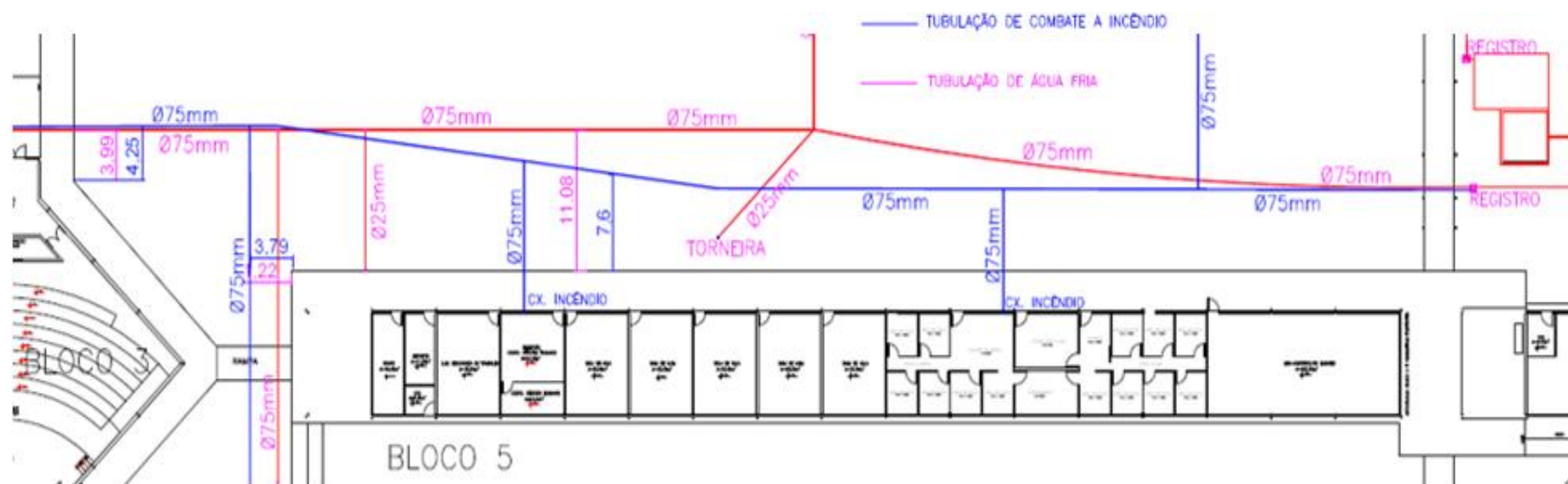
Demais blocos não foram contemplados na planta baixa por não terem sido mapeados ainda.

Figura 11 – Rede de água parte A



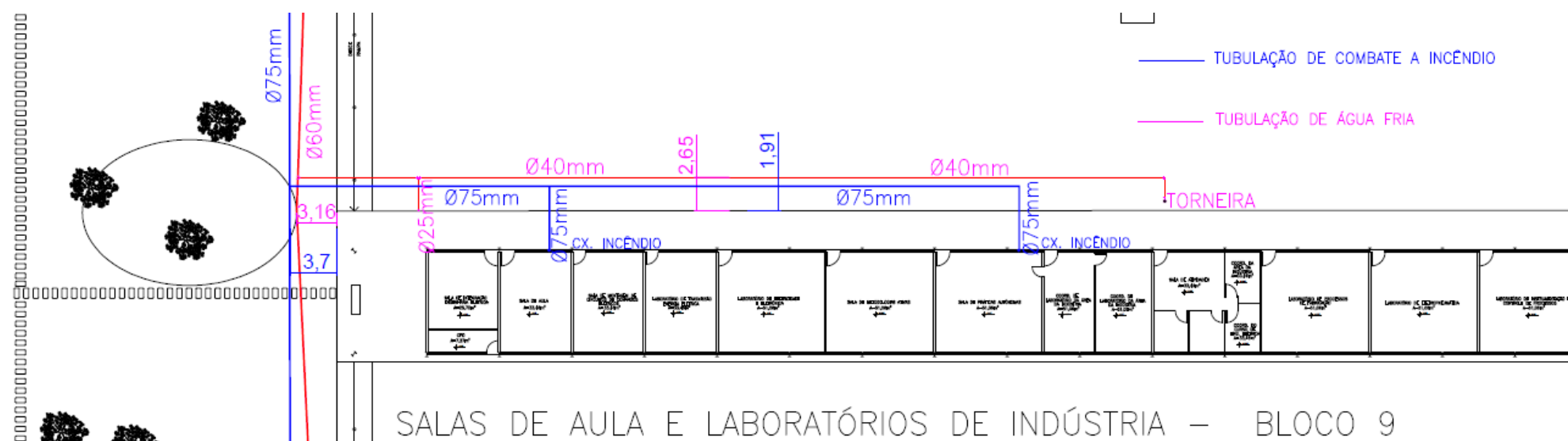
Fonte: O autor, 2021.

Figura 12 – Rede de água parte B



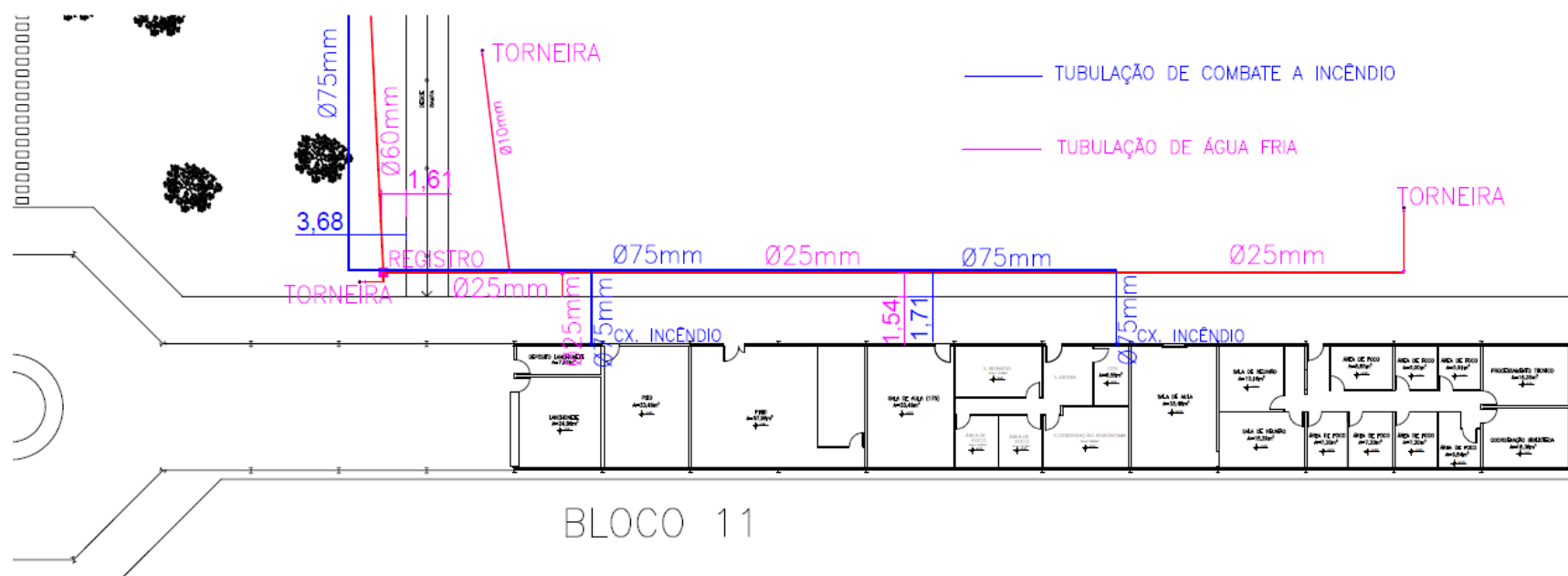
Fonte: O autor, 2021.

Figura 14 – Rede de água parte D



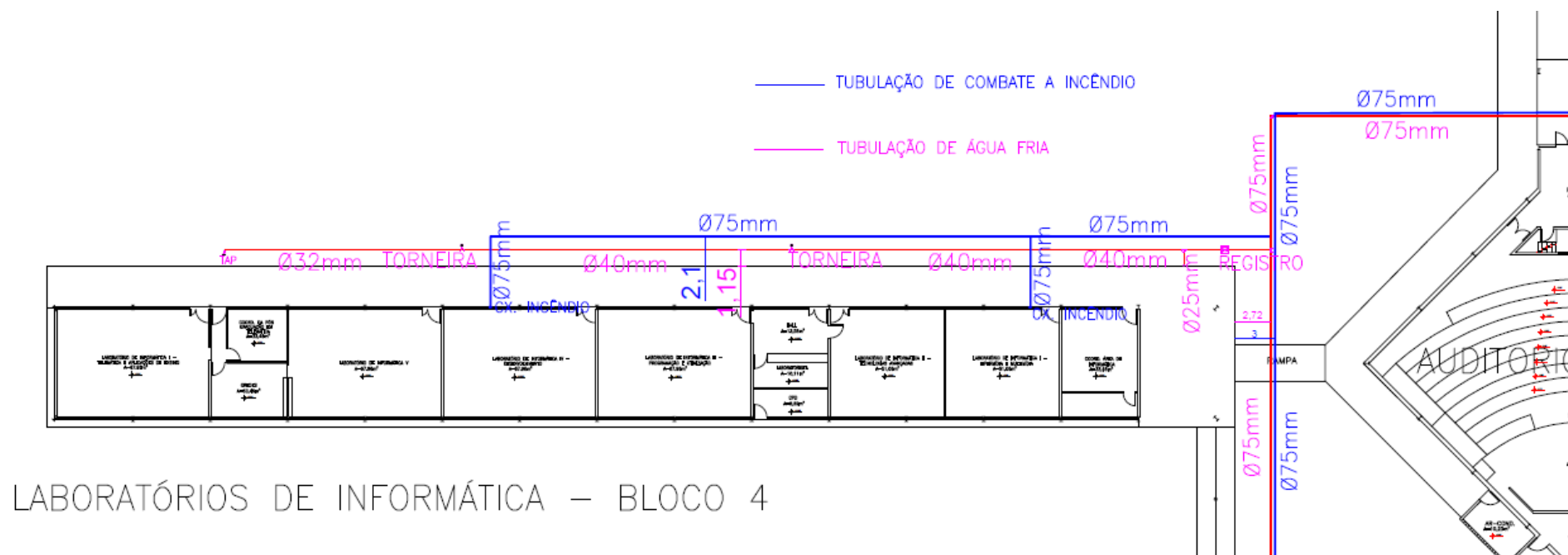
Fonte: O autor, 2021.

Figura 15 – Rede de água parte E



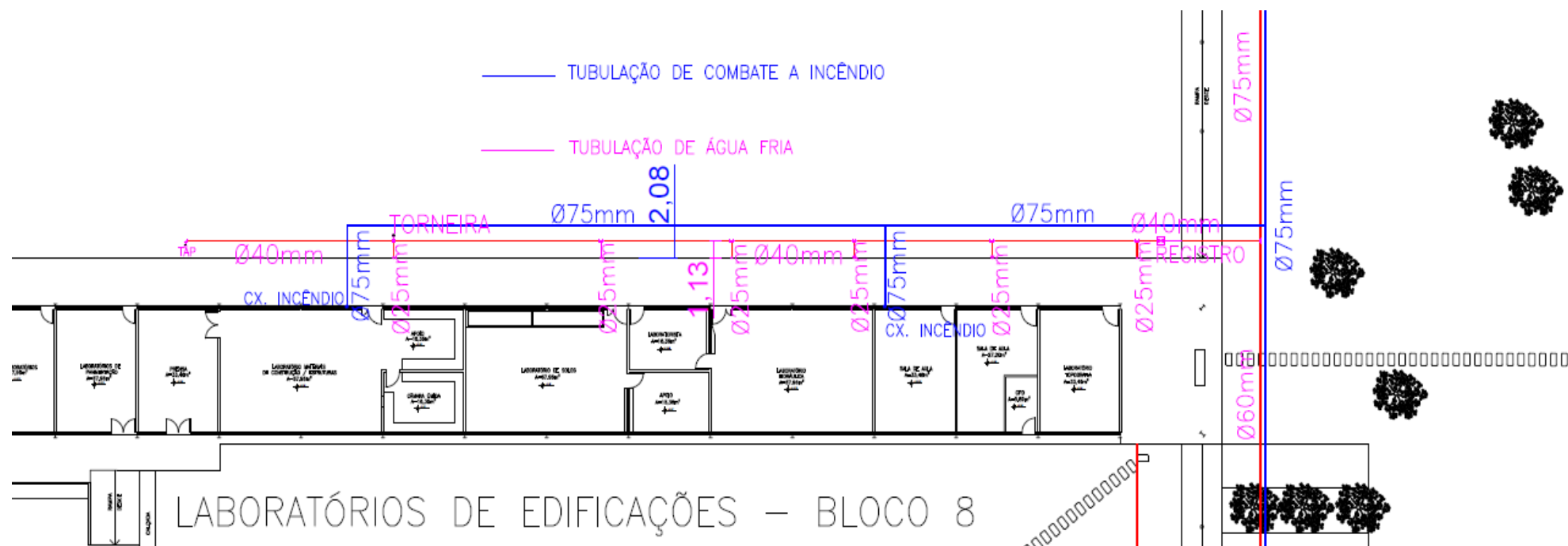
Fonte: O autor, 2021.

Figura 16 – Rede de água parte F



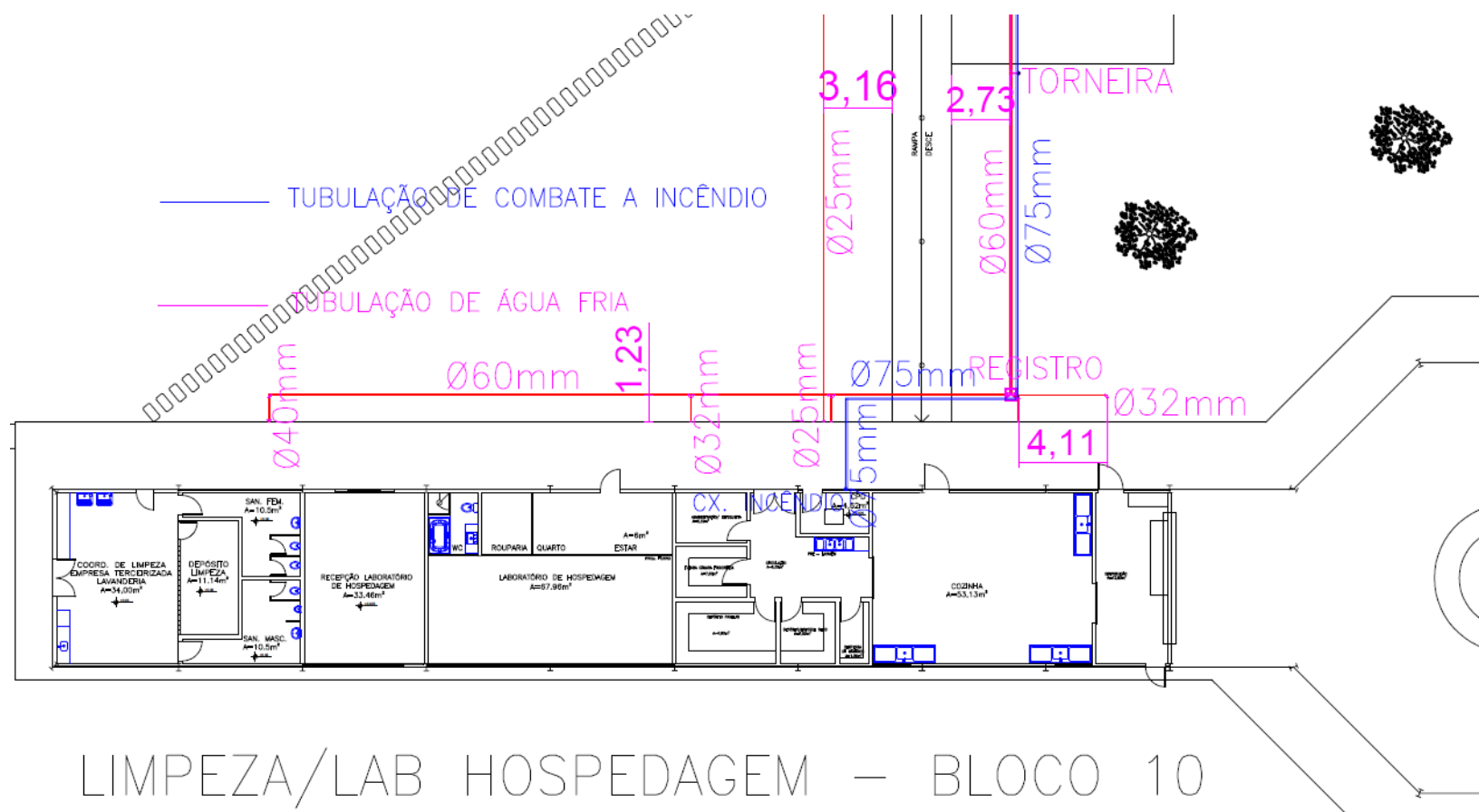
Fonte: O autor, 2021.

Figura 18 – Rede de água parte H



Fonte: O autor, 2021.

Figura 19 – Rede de água parte I



O sistema geral possui um conjunto de um reservatório inferior, instalação elevatória com bombas, um reservatório superior e sistema de combate a incêndio. O reservatório elevado é em estrutura de concreto armado com volume de 70 m³ sendo 25 m³ de reserva técnica de incêndio, mostrado na Figura 20.

Figura 20 – Reservatório elevado em concreto armado



Fonte: O autor, 2021.

O reservatório enterrado é construído em estrutura em concreto armado com volume de aproximadamente 50,5 m³, mostrado na Figura 21.

Figura 21 – Vista superior do reservatório enterrado



Fonte: O autor, 2021.

A partir do reservatório superior temos os ramais principais que irão abastecer os blocos antigos, conforme Figura 22.

Figura 22 – Vista dos ramais que saem dos reservatórios



Fonte: O autor, 2021.

Figura 23 – Ramal de água do bloco 02

ÁGUA FRIA

INCÊNDIO



Fonte: O autor, 2021.

Figura 24 – Registro de água do bloco 02



Fonte: O autor, 2021.

Figura 25 – Ramal de água do bloco 04



Fonte: O autor, 2021.

Figura 26 – Registro de água do bloco 04



Fonte: O autor, 2021.

Figura 27 – Tubulação de água do bloco 05



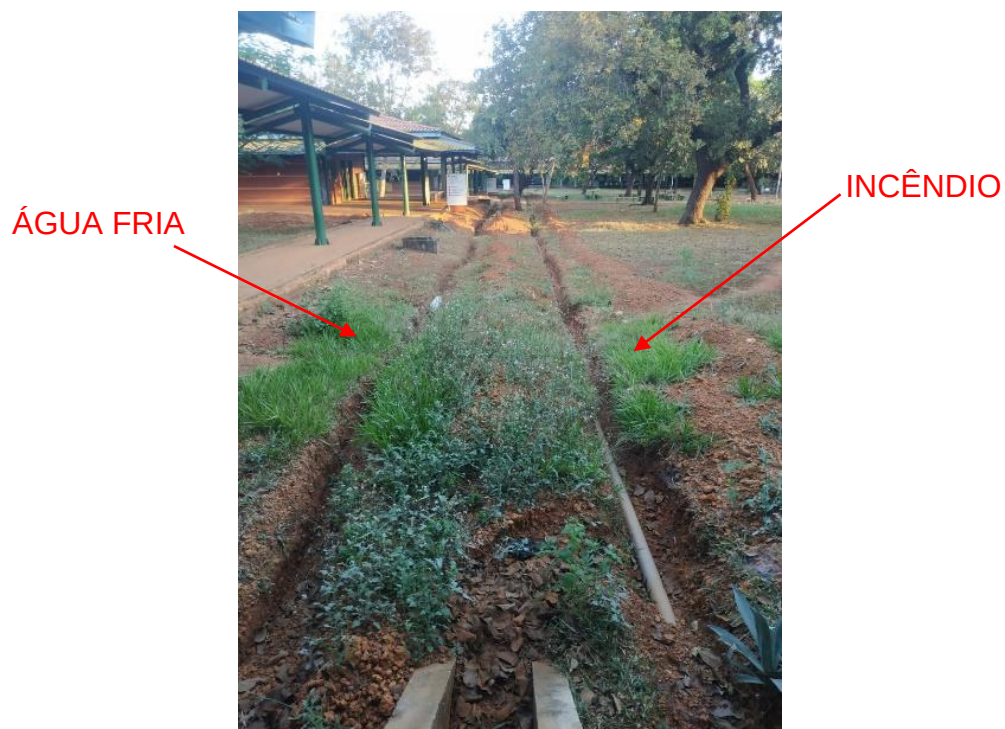
Fonte: O autor, 2021.

Figura 28 – Tubulação de água do bloco 05



Fonte: O autor, 2021.

Figura 29 – Ramal alimentador dos blocos 05, 07, 09 e 11



Fonte: O autor, 2021.

Figura 30 – Ramal alimentador dos blocos 04, 06, 08 e 10



Fonte: O autor, 2021.

Figura 31 – Tubulação de água do bloco 06



Fonte: O autor, 2021.

Figura 32 – Registro de água do bloco 06



Fonte: O autor, 2021.

Figura 33 – Tubulação de água do bloco 07



Fonte: O autor, 2021.

Figura 34 – Registro de água do bloco 07



Fonte: O autor, 2021.

Figura 35 – Tubulação de água do bloco 08

ÁGUA FRIA



INCÊNDIO

Fonte: O autor, 2021.

Figura 36 – Registro de água do bloco 08



Fonte: O autor, 2021.

Figura 37 – Tubulação de água do bloco 09

ÁGUA FRIA



Fonte: O autor, 2021.

Figura 38 – Tubulação de água do bloco 10

ÁGUA FRIA



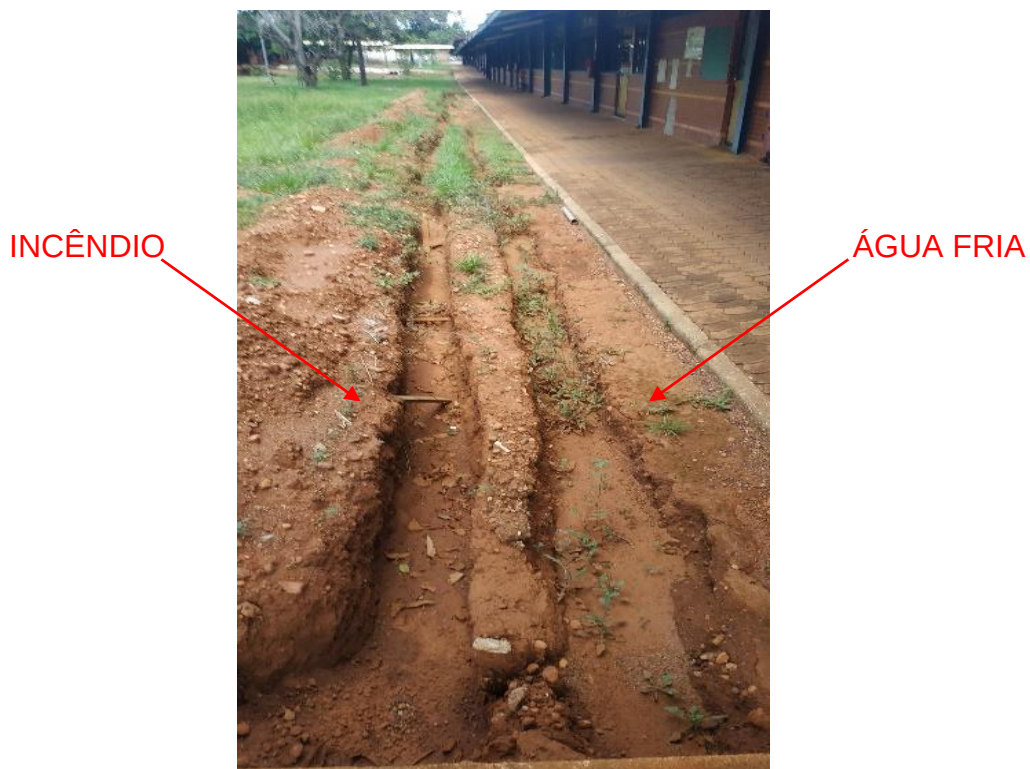
Fonte: O autor, 2021.

Figura 39 – Registro de água do bloco 10



Fonte: O autor, 2021.

Figura 40 – Ramal de água do bloco 11



Fonte: O autor, 2021.

Figura 41 – Registro de água do bloco 11



Fonte: O autor, 2021.

Figura 42 – Tubulação de água do auditório Bloco 3



ÁGUA FRIA

Fonte: O autor, 2021.

Figura 43 – Registro de água do auditório Bloco 3



8 Fonte: O autor, 2021.

8.1 Detecção e Correção de Vazamentos

Na torneira que há próximo ao bloco 5, havia um pequeno vazamento, porém constante, mostrado na Figura 44.

Figura 44 – Vazamento na torneira no bloco 5



Fonte: O autor, 2021.

O registro do bloco 06 apresentava vazamento (Figura 45).

Figura 45 – Vazamento no registro no bloco 6



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento no ramal alimentador entre os blocos 05 e 07 (Figura 46). Foi instalado um registro de gaveta. Nesse trecho há a mudança de diâmetro da tubulação de 75mm para 60mm.

Figura 46 – Vazamento no ramal de água



Fonte: O autor, 2021.

Um dos maiores vazamentos corrigido, onde a raiz de uma árvore havia danificado a tubulação de 60mm (Figura 47). A árvore foi totalmente removida.

Figura 47 – Vazamento no ramal de água



Fonte: O autor, 2021.

Tubulação no bloco 10 apresentava vazamento no Tê de Redução de 60mm para 32mm. Trecho da tubulação foi trocado (Figura 48).

Figura 48 – Vazamento no ramal do bloco 10



Fonte: O autor, 2021.

Grande vazamento no ramal de água do bloco 05 onde havia um jardim, entre as junções de diâmetro 75mm. Trecho da tubulação foi trocado (Figura 49).

Figura 49 – Vazamento no ramal de água do bloco 05



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento na tubulação que vem do hidrômetro dos blocos antigos, logo antes do registro de entrada do reservatório inferior (Figura 50).

Figura 50 – Vazamento na tubulação que vem do hidrômetro



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento corrigido na tubulação que abastece uma bacia sanitária no banheiro masculino no bloco 10 (Figura 51). Foi descoberto pois estava correndo água limpa continuamente na caixa de esgoto.

Figura 51 – Vazamento na tubulação que abastece a bacia sanitária no bloco 10



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento na tubulação que abastece uma bacia sanitária no banheiro feminino no bloco 02 (Figura 52). Foi descoberto pois estava surgindo água por baixo da bacia sanitária.

Figura 52 – Vazamento na tubulação que abastece a bacia sanitária no bloco 02



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento em uma junção na tubulação do bloco 05 (Figura 53).

Figura 53 – Vazamento na rede do bloco 05



Fonte: O autor, 2021.

Vazamento corrigido em uma junção na tubulação do bloco 05 (Figura 54).

Figura 54 – Vazamento na rede do bloco 07



9 Fonte: O autor, 2021.

9.1 Dimensionamento de hidrômetros

Para o dimensionamento, consideramos o uso simultâneo de equipamentos mais prováveis de terem tal uso. Por exemplo, todas as pias de um banheiro não serão utilizadas ao mesmo tempo que todos os chuveiros, bacias ou todos os mictórios.

Desta forma, para os blocos 02, 04, 09, 10 e 11 o hidrômetro unijato de vazão nominal $Q_n=0,75\text{m}^3/\text{s}$ é suficiente, pois além do bebedouro há apenas uma ou duas torneiras de jardim, ou seja, demanda pouca pressão. Para os blocos 06, 07, 08 e biblioteca, o hidrômetro multijato de vazão nominal $Q_n= 1,5\text{m}^3/\text{s}$ é suficiente para atender os banheiros e laboratórios.

9.2 Avaliação do Impacto da Redução de Consumo

Após a intervenção no *Campus* no quesito correção de vazamentos podemos verificar o consumo de água durante a pandemia, com população consumidora muito baixa considerando que as atividades presenciais foram suspensas antes do início do cadastro do sistema hidráulico e após a retirada dos vazamentos não visíveis nos blocos antigos, conforme ilustrado nos Quadros 13, 14, 15 e 16 e Gráficos 5 e 6. Os dados foram obtidos a partir do acompanhamento das faturas de água emitidas pela concessionária BRK Ambiental.

Quadro 13 – Consumo de água em 2020 em m^3 durante a pandemia

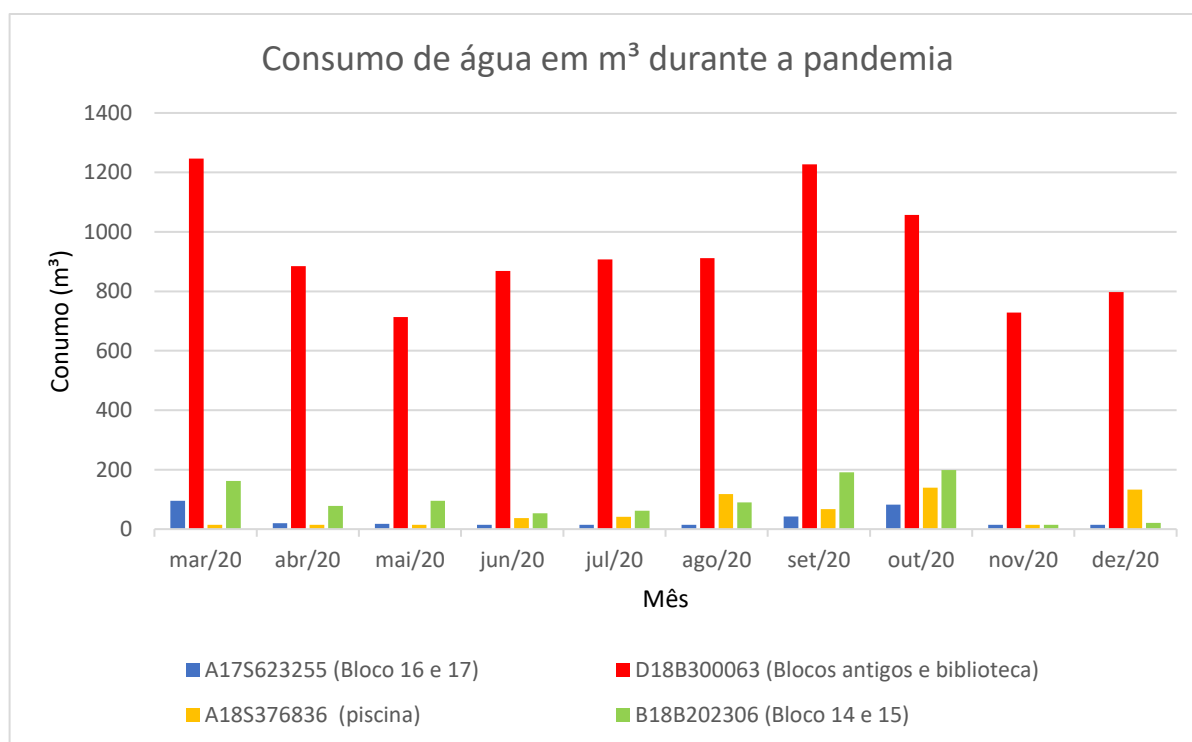
Consumo de água durante a pandemia 2020 (m^3)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
mar/20	95	1246	15	162
abr/20	20	885	15	78
mai/20	18	713	15	95
jun/20	15	869	37	53
jul/20	15	907	41	62
ago/20	15	912	118	90
set/20	43	1227	67	191
out/20	82	1057	139	199

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 14 – Consumo de água em 2020 em R\$ durante a pandemia

Consumo de água durante a pandemia 2020 (R\$)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
mar/20	1398,73	19264,27	156,99	2438,7
abr/20	234,6	13660,91	156,99	1134,87
mai/20	203,55	10991,19	156,99	1398,73
jun/20	156,99	13412,59	498,45	746,82
jul/20	188,38	16802,92	672,66	1063,82
ago/20	188,38	16896,05	2106,88	1585,35
set/20	709,92	22763,3	1156,95	3466,58
out/20	1502,7	20837,21	2516,79	3752,83

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Gráfico 5 – Consumo de água em 2020 em m³ durante a pandemia

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 15 – Consumo de água após intervenção em M³

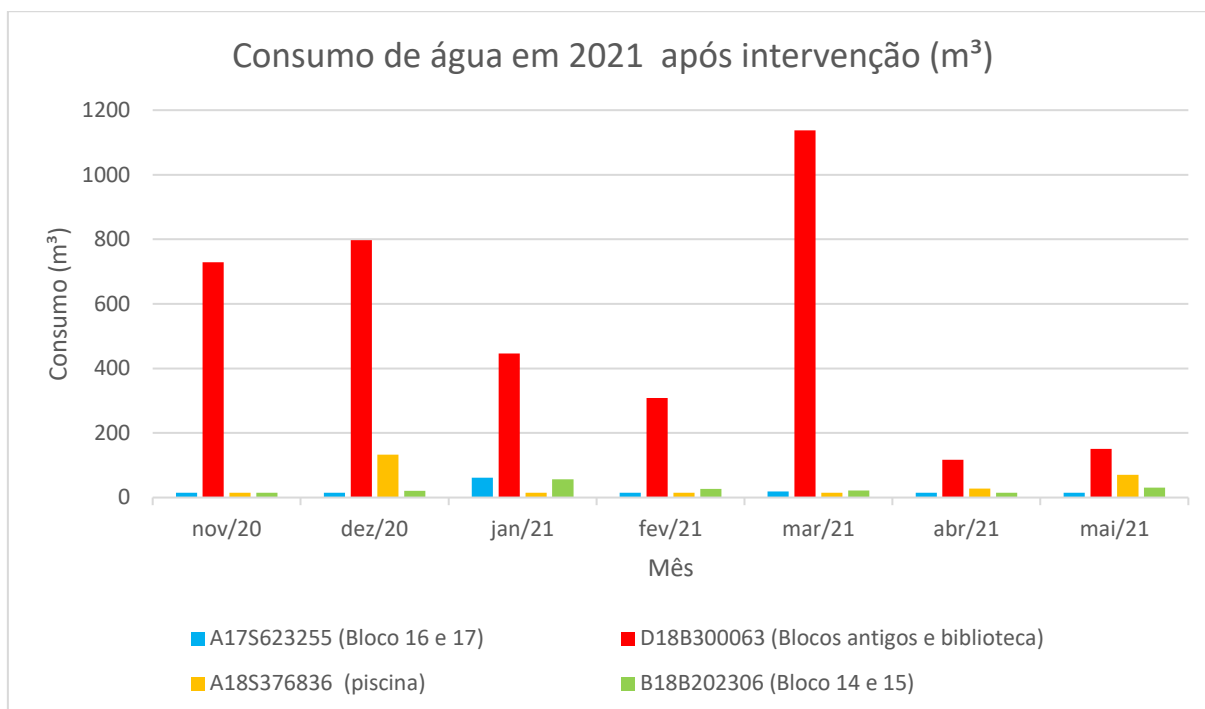
Consumo de água 2021 após intervenção (m³)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
nov/20	15	729	15	15
dez/20	15	797	133	21
jan/21	61	446	15	57
fev/21	15	308	15	27
mar/21	19	1137	15	22
abr/21	15	117	28	15
mai/21	15	151	70	31

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Quadro 16 – Consumo de água após intervenção em R\$

Consumo de água 2021 após intervenção (R\$)				
Mês	A17S623255 (Bloco 16 e 17)	D18B300063 (Blocos antigos e biblioteca)	A18S376836 (piscina)	B18B202306 (Bloco 14 e 15)
nov/20	254,75	14727,82	207,15	325,62
dez/20	188,38	14754,04	2386,28	300,15
jan/21	1058,46	8483,89	188,38	998,12
fev/21	188,38	5645,83	188,38	411,9
mar/21	262,89	21086,93	188,38	344,11
abr/21	193,16	2231,49	435,31	205,71
mai/21	188,38	2721,54	1212,82	486,41

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

Gráfico 6 – Consumo de água após intervenção em m³

Fonte: SEI Processo contrato água IFTO: 23236.000253/2018-52

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das atividades executadas neste trabalho, foi possível munir a direção do *Campus* com uma planta atualizada de parte da rede hidráulica, ferramenta que irá auxiliar a manutenção e correções de vazamentos. A instalação dos hidrômetros nos blocos irá possibilitar um acompanhamento mais acurado do consumo nas edificações, facilitando a detecção de vazamentos e desperdícios. O novo restaurante do *Campus* possui um hidrômetro próprio, o que contribui na setorização do consumo, visto que é uma edificação com tipologia de consumo diferenciado.

O fato de o trabalho ser realizado durante o período de pandemia, onde não havia atividades presenciais no *Campus*, tornou-se inviável o cálculo de indicadores de consumo, visto que, por não haver população a ser considerada, o consumo faturado era basicamente de vazamentos, algumas limpezas e uso esporádico de algum laboratório. Mesmo que algum indicador fosse calculado, não corresponderia de fato à realidade e não teria aplicabilidade prática.

Durante o mapeamento da rede, foram detectados vazamentos em diversos pontos da rede de água dos blocos antigos, em ramais de diâmetros

consideráveis, o que causava alto consumo de água mesmo em período em que não havia nenhuma atividade presencial no *Campus*. Quando Castro (2019) iniciou a aplicação do PURA no *Campus*, foi percebido uma notória redução no consumo da água. Após o trabalho, por falta do devido acompanhamento e manutenção preventiva, o consumo voltou a aumentar. Para que isso não se repita, e esse projeto se prolongue ao decorrer dos anos, necessitamos de uma comissão de leitura e manutenção constante.

Tendo em vista os quadros apresentados no item 6.1.4. Histórico de consumo, quando comparamos os consumos de água na parte antiga do *Campus* durante os primeiros meses de pandemia, podemos perceber que se mantinham praticamente nos mesmos patamares de quando estavam havendo atividades presenciais. Isso indica um alto índice de desperdício. Após o início das intervenções, com o mapeamento de parte da rede de água dos blocos antigos e sua manutenção pudemos ver o consumo diminuindo progressivamente atingindo patamares satisfatórios. Apenas no mês de março de 2021, houve novamente um aumento no consumo, que foi justificado pelo aparecimento de um vazamento causado por um rompimento na tubulação que perdurou por um fim de semana, até ser descoberto e corrigido. Esses fatores demonstram que o consumo na parte antiga do *Campus* estava pouco sendo influenciado pela população consumidora. Houveram ainda alguns vazamentos ao decorrer do trabalho, que refletiu no consumo de água, mas que, após sua correção, no mês seguinte já se pôde verificar a diminuição do consumo novamente. Tomando como exemplo os seguintes meses:

Tabela 6 – Consumo em m³ em 3 anos consecutivos

Mês	2019	2020	2021
<i>Abril</i>	852	885	117
<i>Maio</i>	1053	713	151

Fonte: O autor (2021).

Tabela 7 – Consumo em reais (R\$) em 3 anos consecutivos

Mês	2019	2020	2021
<i>Abril</i>	15778,47	13660,91	2231,49
<i>Maio</i>	19522,33	10991,19	2721,54

Fonte: O autor (2021).

Desta forma, o impacto de redução total do consumo de água nos blocos antigos verificado foi em torno de 85%, o que corresponde a um valor de consumo mensal aproximadamente de 900m³ em relação ao consumo médio mensal de água no período histórico de maio. Estes resultados demonstram a grande importância da detecção e correção de vazamentos.

Os blocos 16 e 17 foram os que tiveram consumo muito reduzidos, assim como os 14 e 15, pois haviam sido fechados, e funcionavam as vezes apenas para limpeza e conservação das salas, havendo a cobrança de taxa mínima de consumo pela concessionária (15m³) ou pouco acima disso.

Durante as escavações, notamos que a tubulação de combate a incêndio é quase totalmente paralela à rede de água fria, porém, diferente do projeto da rede de combate a incêndio disponibilizado pela Coordenação de Materiais, que diz que a rede é de aço galvanizado, a rede de incêndio é de PVC, indo contra a Norma Técnica 17 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Tocantins, que recomenda a rede de combate a incêndio seja de aço galvanizado ou carbono.

11 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante do estudo realizado, sugerimos a instalação imediata dos hidrômetros, para que ocorra antes do retorno das aulas presenciais, uma vez que o dimensionamento dos hidrômetros para a rede mapeada até então foi feito.

Recomendamos a continuidade das escavações na parte antiga do *Campus* para se concluir o cadastro da rede hidráulica e dimensionamento de hidrômetros.

Sugerimos ainda que haja a implantação de uma comissão permanente para que haja o monitoramento diário dos hidrômetros, a partir de dispositivos

eletrônicos e armazenamento em um banco de dados digital afim de perceber e acompanhar o consumo de água, sendo mais fácil a detecção de vazamentos, mesmo que não visíveis, pois, sem acompanhamento, há a grande possibilidade de o consumo voltar a aumentar.

12 REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16043: Medidores para água potável fria e água quente - Parte 1: Requisitos técnicos e metrológicos**. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. NBR 5626 - **Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 1998.

ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional da Água da UFBA. Disponível em: < <http://teclim.ufba.br/aguapura2/index.php> > Acesso em 06 de outubro de 2020.

ALMEIDA, A. P.; ALVES, I.; TEIXEIRA, M. **Racionalização de consumo de água do prédio da Escola Politécnica da UFBA**. Trabalho de graduação. UFBA. Salvador, 2005.

ALVES, W. C; PEIXOTO J. B.; SANCHEZ J. G.; LEITE S. R. Micromedicação: DTA D3. **Programa de Combate ao Desperdício de Água – PNCD**. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana. 171p. Brasília, 2004.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan. 1997.

CASTRO, G.G. **Determinação dos indicadores de consumo e uso eficiente da água no IFTO – Campus Palmas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO TOCANTINS. **NT 17 – Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio**. Tocantins, 2021.

DOMINQUINI, E. **Hidrômetros: vilões da sobretaxação?**. 2020. XXVIII Congresso de Iniciação Científica da Unicamp. Campinas, 2020.

DOURADO, H. V.; KIPERSTOK, A. **Otimização do Uso dos Recursos Hídricos no Contexto Urbano: Subprojeto 01 Águapura: Projeto de uso racional da água na Universidade Federal da Bahia**. Rede de Tecnologias Limpas - TECLIM, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2006.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; SINDUSCON-SP. **Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

GAMEIRO, A. G. F. **Avaliação de métodos de determinação de consumo de água potável e de dimensionamento de hidrômetro: Estudo de caso em Londrina/PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

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

GONÇALVES, R. F; JORDÃO, E. P. Introdução. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28.

GULARTE, C. B. **Um estudo sobre a submedição em hidrômetros para aplicação no controle de perdas aparentes no sistema de abastecimento de água de Blumenau**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Blumenau, 2005.

ILHA, M.S.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. **Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros?** Revista eng sanit ambiente. V15 n2; abr/jun 2010. Pag 177-186

ILHA, M. S. O; GONÇALVES, O. M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. Texto técnico. TT/PCC/08. São Paulo 1994.

KIPERSTOK, A. CHEUNG, P. COHIM, E. ALVES, W. PHILIPPI, L. S. ZANELLA, L. ABE, N. GOMES, H P. SILVA, B C. PERTEL, M. GONÇALVES, F. Consumo de Água. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2008. p 36-98.

LAMBERT, A.; THORNOTON, J. **Avaliação de perdas reais**. Consultoria à SABESP. São Paulo, 2002.

LIRA, J. A. de. **Uso racional de água na Universidade Federal Rural do Semiárido: proposta para implantação de medidores**. Monografia. Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2013.

LUNARDI, D. G.; VARELLA, F. K. de O. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; LUNARDI, V. de O.; CARNEIRO, B. T. S.; ALMEIDA, N. R. A. de. **Plano de gestão de logística sustentável da UFERSA**. Disponível em < <https://reitoria.ufersa.edu.br/comissoes/pls/> >. Acesso em 06 de outubro de 2020.

MARINHO, M. B.; GONÇALVES, M. D. S.; KIPERSTOK, A. **Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university**. Journal of Cleaner Production, v. 62, p. 98–106, 2014.

MINUCCI, A. da S.; LIMA, F. A. **Automação no processo de leitura de hidrômetros**. Monografia. Universidade Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

MENDES, C. F. **Estudo exploratório de programas de uso racional de água em instituições de ensino superior e a pré-implantação no anel viário do campus do vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

NAKAGAWA, A.K. **Caracterização Do Consumo De Água Em Prédios Universitários: O Caso Da UFBA**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

NIELSEN, M. J.; TREVISAN J.; BONATO A.; SACHET M. A. **Medição de água – estratégias e experimentações**. 200p. Curitiba: Sanepar, 2005.

NOGAMI, P. S. **LIGAÇÕES PREDIAIS E MEDIDORES**. Capítulo 15. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**. Volume I, 2ª Ed. CETESB. São Paulo, 1976.

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

OLIVEIRA, L. H; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, M. A. **Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de instituições federais de ensino superior**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010: The human right to water and sanitation**. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292>. Acesso em 22 de outubro de 2020.

PEREIRA, L. G. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas**. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ROCHA, A. L. **Métodos para estimativa de vazões em instalações prediais: uma revisão crítica**, 13º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, Maceió, 1985

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e Monitoramento do Consumo Predial de Água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998.

SANCHEZ, J. G. **Dimensionamento de hidrômetros e análise de traço**. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. Anais do Congresso. 1997. v.1. p.1925 – 1939

SANCHEZ, J.G.; CARVALHO, S.M. **Hidrômetros: a importância do correto dimensionamento II- Dimensionando hidrômetros por demanda**. Saneamento e municípios, n 54, p 2, mar/abr 96

SANCHEZ, J.G.; CARVALHO, S.M. **Hidrômetros: a importância do correto dimensionamento III- Dimensionando hidrômetros por consumo**. Saneamento e municípios, n 56, p 2, mai/jun 96

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Tabela para pré-dimensionamento de hidrômetros**. Disponível em: < <https://site.sanepar.com.br/informacoes-tecnicas/tabela-para-pre-dimensionamento-de-hidrometros-0> >. Acesso em 30 de maio de 2021.

SANTIAGO, V. R. B. **Barreiras para a implementação do programa de racionalização do consumo de água em prédios públicos administrativos do estado da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.

SAUTCÚCK, C. A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implantação de programas de uso racional da água em campi universitários**. CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. São Paulo, 2002.

SILVA, G. S. **Programas permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitário. Estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SILVA, J. **Como aplicar hidrômetros individuais em edificações**. Disponível em < <https://maisengenharia.altoqi.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ebook-hidro-hidrometro-individual.pdf> > Acesso em 27 de maio de 2021.

SOUZA, Í. R. P. **Diagnóstico do sistema hidráulico de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN**. Monografia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2013.

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3.ed. São Paulo: Poli – USP, 2006.

13 APÊNDICE A

PLANTA BAIXA REDE DE ÁGUA E COMBATE A INCÊNDIO – DETALHAMENTO

Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1PIAJMWPr1FiR3qR3VZVzCn9krmVh2LA-/view?usp=sharing>