

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Gabriel Candido de Souza

Matheus Sakano

Uso racional da água – aplicação de IoT na medição da água

São Caetano do Sul

2020

Gabriel Candido de Souza

Matheus Sakano

Uso racional da água – aplicação de IoT na medição de água

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Civil.

Orientador: Me. Milton Spencer Veras Neto

São Caetano do Sul

2020

Sakano, Matheus Sakano

Uso racional da água – aplicação de IoT na medição de água/ Matheus Sakano, Sakano, Gabriel Candido de Souza, Candido — São Caetano do Sul: CEUN-IMT, 2020.

75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil — Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2020. Orientador: Me. Milton Spencer Veras Neto.

1. crise hídrica 2. IoT 3. medidores de água 4. uso racional da água 5. Escassez I. Candido, Gabriel Candido de Souza II. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Escola de Engenharia Mauá. III. Uso racional da água – aplicação de IoT na medição de água.

Gabriel Candido de Souza
Matheus Sakano

Uso racional da água – aplicação de IoT na medição de água

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Civil.

Banca avaliadora:

Professor Me. Milton Spencer Veras Neto
Orientador

Professora Me. Gabriela Sá Leitão de Mello
Avaliadora

Professora Dra. Vânia Lúcia Rodrigues
Avaliadora

São Caetano do Sul, 07 de dezembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todo apoio que a **SABESP** por nos disponibilizar dados e informações para a realização deste estudo além de todo o auxílio prestado.

Agradecemos ao nosso orientador Professor **Mestre Milton Spencer Veras Neto** por todo o suporte, dedicação paciência e esforço dedicado ao nosso trabalho e principalmente por seus incentivos e correções.

RESUMO

Atualmente, o desperdício de água é uma das maiores preocupações da população mundial, por conta da escassez cada vez maior deste recurso. O presente trabalho tem como objetivo estudar o combate à escassez da água, através do conceito de uso racional da água e apresentar uma solução para o problema do consumo e desperdício de água, propondo um novo modelo de controle e gerenciamento de fluxo do recurso hídrico com o conceito denominado Internet das Coisas (IoT) em medidores de água, aplicado no Instituto Mauá de Tecnologia e estudado a mesma aplicabilidade na maior empresa de saneamento brasileira SABESP. A tecnologia permite uma atuação mais inteligente e eficaz, como uma análise de tendências de vazamentos, usos indevidos, fraudes e até mesmo facilita o acompanhamento de consumo de água diário avaliando dados a qualquer momento. A medição inteligente que permite ter mais informações é uma das alternativas para racionalizar o uso da água.

Palavras-chaves: crise hídrica, IoT, medidores de água, uso racional da água, escassez

ABSTRACT

The waste of water is one of the biggest concerns of the world population nowadays, mainly due to the scarcity of this resource. The aim of this study is to study the fight against water scarcity, through the concept of rational use of water and to present a solution to avoid excessive consumption and waste of water by proposing a new water flow management and control with the concept called Internet of Things (IoT) in water measures, applied in the dependencies of Instituto Mauá de Tecnologia and studied the same applicability in the largest Brazilian sanitation company SABESP. The technology allows a more intelligent and effective performance, such as analyzing leak trends, misuse, fraud and even the monitoring of daily water consumption by evaluating data at any time. Smart measurement that gives more information is one of the alternatives to rationalize the use of water.

Key words: water crises, IoT, water measures, rational use of water, scarcity

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOCE NO BRASIL	17
FIGURA 2 – MODELO REPRESENTATIVO DO SISTEMA DA CANTAREIRA	19
FIGURA 3 – GRÁFICO DEMONSTRATIVO DA PARTICIPAÇÃO DAS BACIAS NOS RESERVATÓRIO DA CANTAREIRA	20
FIGURA 4 – ESTIMATIVA DA TAXA DE CRESCIMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL DA RMSP	24
FIGURA 5 – MODELOS DE SISTEMAS DISTRIBUIDORES DE ÁGUA	28
FIGURA 6 – PILARES DO PROGRAMA PURA - SABESP	31
FIGURA 7 – ESQUEMA EVOLUTIVO DO CONSUMO DE ÁGUA DAS BACIAS SANITÁRIAS	32
FIGURA 8 – REDUÇÃO DO VOLUME CONSUMIDO POR DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS	33
FIGURA 9 – MODELO DE HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO	35
FIGURA 10 – MODELO DE SISTEMA DE TELEMEDIÇÃO E FUNCIONALIDADES ...	38
FIGURA 11 – ARQUITETURA DE REDE LoRa	41
FIGURA 12 - HISTÓRICO DOS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA DA SABESP	45
FIGURA 13 - MEDIÇÕES DIÁRIAS DA REGIÃO DE SÃO PAULO – APARELHOS COM IoT	46
FIGURA 14 - TELAS DO APLICATIVO SABESP MOBILE.....	47
FIGURA 15 - PROJETOS REALIZADOS NO CAMPUS MAUÁ DE TECNOLOGIA - SMART CAMPUS MAUÁ.....	49
FIGURA 16 - HIDRÔMETRO COM O SENSOR DE MEDIÇÃO ACOPLADO.	50
FIGURA 17 - APARELHO DE MEDIÇÃO DE ÁGUA.....	51
FIGURA 18 - POSICIONAMENTO DOS PREDIOS DO CAMPUS DE SÃO CAETANO DO SUL - IMT	54

FIGURA 19 - MODELO ESQUEMATICO DOS BANHEIROS DO BLOCO C – SMART CAMPUS ONLINE.....	57
FIGURA 20 - BLOCO D - SALAS E BANHEIROS - SMART CAPUS MAUA.....	57
FIGURA 21 - BLOCO E - VISÃO EM PLANTA - SMART CAMPUS MAUÁ.....	58
FIGURA 22 - BLOCO G - BANHEIROS E SALAS - SMART CAMPUS MAUÁ	59
FIGURA 23 - BLOCO H PISO H200 - BANHEIROS E SALAS.....	60
FIGURA 24 - BLOCO I - BANHEIROS E SALAS.....	61
FIGURA 25 - BLOCO J - ANDAR TÉRREO- BANHEIROS E SALAS	62
FIGURA 26 - BLOCO L - BANHEIROS E SALAS.....	63
FIGURA 27 - BLOCO M - BANHEIROS E SALAS	63
FIGURA 28 - BLOCO Q - TÉRREO - BANHEIROS E SALAS	64
FIGURA 29 - BLOCO R – 4º ANDAR - SALAS	65
FIGURA 30 - BLOCO U – TÉRREO - BANHEIROS E SALAS.....	66
FIGURA 31 - BLOCO W - BANHEIROS E SALAS	67
FIGURA 32 - COMPARATIVO DE EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS X EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES	68
FIGURA 33 - CONSUMO DE ÁGUA NO BLOCO S NO MÊS DE MAIO ATRAVÉS DOS ANOS	69
FIGURA 34 - ESTIMATIVA DE ECONOMIA COM BASE NOS DADOS LEVANTADOS DE QUANTIDADE DE LOUÇAS POR BLOCO DO IMT.....	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DE VALORES APROXIMADOS DA COMPOSIÇÃO DOS MANANCIAS DA RMSP	18
TABELA 2 – ÁREA DAS BACIAS FORMADORAS DO SISTEMA CANTAREIRA	20
TABELA 3 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JAGUARI	21
TABELA 4 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JACAREÍ.....	21
TABELA 5 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO CACHOEIRA	22
TABELA 6 – ÁREA DOS MUNICIPIOS INSERIDOS NA BACIA DO ATIBAINHA	22
TABELA 7 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JUQUERY (PAIVA CASTRO).....	23
TABELA 8 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA RMSP POR SISTEMA PRODUTOR. ...	27
TABELA 9 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO URBANA DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	29
TABELA 10 – DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de águas

CEMADEM - Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DAE – Departamento de Água e Esgoto

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

EUA – Estados Unidos da América

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMT – Instituto Mauá de Tecnologia

IoT – *Internet of Things*

ONU – Organização das Nações Unidas

PURA – Programa de Uso Racional da Água

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	16
	OBJETIVOS PRIMÁRIOS	16
	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	16
3	REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA E O CONCEITO DE ESCASSEZ	17
3.1.1	<i>DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DOCE NO BRASIL</i>	17
3.1.2	<i>SISTEMA CANTAREIRA - RMSP</i>	18
3.1.3	<i>BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RESERVATÓRIOS FORMADORES DO SISTEMA CANTAREIRA</i>	19
3.1.3.1	BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO JAGUARI	20
3.1.3.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO JACAREÍ	21
3.1.3.3	BACIA DO RESERVATÓRIO CACHOEIRA	21
3.1.3.4	BACIA DO RESERVATÓRIO ATIBAINHA	22
3.1.3.5	BACIA DO RESERVATÓRIO JUQUERY (PAIVA CASTRO)	22
3.1.4	<i>CONCEITO DE ESCASSEZ DE ÁGUA</i>	23
3.1.4.1	POPULAÇÃO	23
3.1.4.2	DESPERDÍCIO	24
3.1.4.3	CLIMA	25
3.1.5	<i>CRISE HÍDRICA</i>	25
3.2	MECANISMOS DE COMBATE A ESCASSEZ	26
3.2.1	<i>OFERTA DE ÁGUA</i>	26
3.2.2	<i>DEMANDA DE ÁGUA</i>	28
4	USO RACIONAL DA ÁGUA	30
4.1	PURA	30
4.2	OTIMIZAÇÃO DE APARELHOS-SANITÁRIOS	31
4.3	HIDRÔMETROS	33
4.3.1	<i>TIPOS DE HIDRÔMETROS</i>	33
4.3.1.1	HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO	34
4.3.1.2	HIDRÔMETROS DE VELOCIMÉTROS	35
4.3.1.3	HIDRÔMETRO COM RELOJOARIA SECA OU SUBMERSA	36
4.3.1.4	HIDRÔMETRO MAGNÉTICO	36
4.3.1.5	HIDRÔMETRO MECÂNICO	37
4.4	HIDROMETROS INTELIGENTES	37
5	INTERNET DAS COISAS (IOT)	39

5.1	APLICAÇÕES DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS.....	39
a)	SMARTWATCH.....	39
b)	SMARTHOMES.....	40
c)	CARROS INTELIGENTES.....	40
5.2	LIMITAÇÕES DA TECNOLOGIA	40
5.3	LoRa.....	40
5.3.1	MÓDULOS.....	41
5.3.2	GATEWAY.....	41
6	BENCHMARKING DO USO DE IOT NA MEDIÇÃO DE ÁGUA	43
6.1	BENCHMARKING SABESP	43
6.1.1	OBJETIVOS PRETENDIDOS PELA SABESP	43
6.1.2	CONTRATAÇÃO	44
6.1.3	BENEFÍCIOS E VANTAGENS	44
6.1.4	REDUÇÃO DE PERDAS – ECONOMIA DE ÁGUA	44
6.1.5	APLICATIVO.....	46
6.2	BENCHMARKING MAUÁ – IMPLANTAÇÃO DO SMART CAMPUS MAUÁ.....	48
6.2.1	SMART CAMPUS MAUÁ – EXPERIÊNCIAS ANTERIORES	48
6.2.2	MONITORAMENTO DE CONSUMO – ESTUDOS ANTERIORES	50
7	METODOLOGIA.....	53
8	ESTUDO DE CASO - PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE USO RACIONAL DE ÁGUA NA MAUÁ	54
8.1	MEDIÇÃO DE ÁGUA - REDUÇÃO DE PERDAS.....	54
8.2	PROPOSTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA.....	55
8.3	PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PREDIAL.....	56
8.3.1	BLOCOS A e B:.....	56
8.3.2	BLOCO C.....	57
8.3.3	BLOCO D.....	57
8.3.4	BLOCO E.....	58
8.3.5	BLOCO F.....	58
8.3.6	BLOCO G	59
8.3.7	BLOCO H	60
8.3.8	BLOCO I.....	61
8.3.9	BLOCO J.....	62
8.3.10	BLOCO L.....	63
8.3.11	BLOCO M.....	63
8.3.12	BLOCO Q.....	64
8.3.13	BLOCO R	65

8.3.14	BLOCO U.....	66
8.3.15	BLOCO W.....	67
8.4	RESULTADOS ESPERADOS	68
9	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável e abundante, ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97% desta água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo. Os 3% restantes, 2,5% estão presos em geleiras e os 0,5% distribuídos entre água superficial como rios e lagos e no formato de aquíferos subterrâneos.

Além de ser um recurso limitado a sua distribuição é desigual entre os países. Sendo que 60% destes recursos estão entre países como Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, EUA, Índia, Colômbia e Congo.

No Brasil, mesmo sendo um país privilegiado, por dispor de mais água doce que qualquer outro país no mundo podemos sentir o efeito de escassez de água. Esta escassez é tanto histórica que afeta a região nordeste quanto atual como o efeito das crises hídricas na região de São Paulo que ocorreu entre 2013 e 2014.

Dentro da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) temos como ponto focal de estudo, a fonte de abastecimento principal conhecida como Sistema da Cantareira. A partir do abastecimento de suas principais Bacias hidrográficas temos a distribuição de água para 9 milhões de habitantes. A crise ocorrida entre 2013 e 2014 demonstrou que é necessária uma forma de preservarmos este recurso, sendo o conceito do Uso Racional da Água uma destas possibilidades.

Uma das aplicações deste conceito foi um programa desenvolvido pela SABESP denominado Programa de uso Racional da água (PURA), este programa tem como pilares de sustentação Ações Educacionais e culturais, Ações Tecnológicas e ações de atuação dentro de leis e normas.

O nosso trabalho propõe partir do pilar tecnológico focando no objetivo de analisar as aplicações de um conceito denominado Internet das Coisas (IoT) aplicado na medição de água. Este conceito busca inovar a forma como é feita esta medição buscando melhorias como facilidade de acesso à informação, uso de recursos tecnológicos para identificar tendências como vazamentos, usos indevidos, fraudes e até mesmo facilitar o acompanhamento do consumo de água diário.

2 OBJETIVOS

OBJETIVOS PRIMÁRIOS

O Objetivo deste trabalho é estudar a aplicabilidade do conceito de IoT no Uso Racional da Água avaliando os resultados que este novo conceito.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Realizar um estudo de caso em que é feita a aplicação do teledetector em um ponto de distribuição de água e propor uma sugestão de melhoria com a utilização desta tecnologia.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA E O CONCEITO DE ESCASSEZ

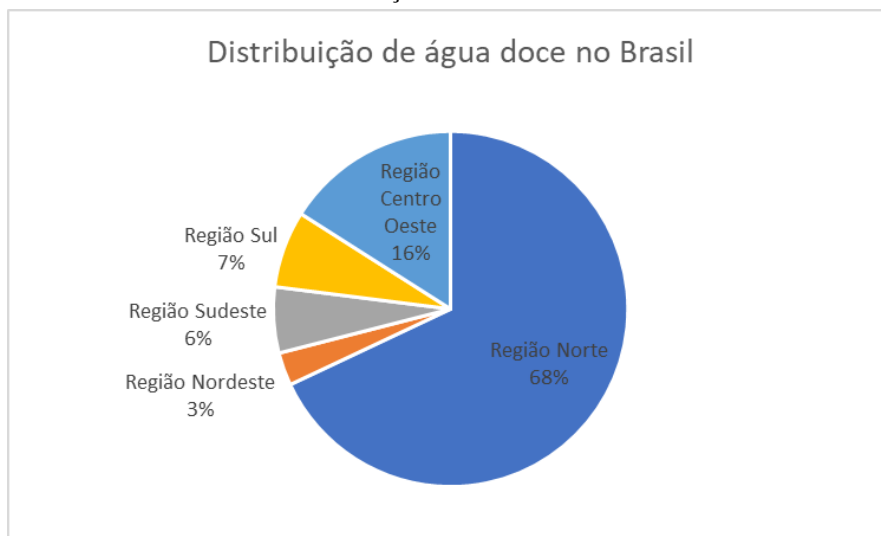
3.1.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DOCE NO BRASIL

É importante ressaltar a diferença entre a palavra água e a expressão “recurso hídrico”. Segundo a lei, tem sentidos diferentes. A água é o recurso natural, o elemento descomprometido com uso ou utilização. Já a expressão de “Recurso Hídrico” é o uso da água como um bem econômico (REBOUÇAS, 1999).

O Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua em torno de 12% da água doce disponível do planeta. Entretanto a distribuição deste recurso não é balanceada. A região norte possui aproximadamente 80% desta quantidade, mas com cerca de 5% da população brasileira somente. Já as regiões mais próximas do oceano atlântico possuem cerca de 45% da população e menos de 3% dos recursos Hídricos (ANA, 2020).

Na Figura 1 pode-se observar ver a distribuição de água no território brasileiro segundo o IBGE em 2010. Observa-se que a região norte possui maior concentração, resultado das três grandes bacias hidrográficas localizadas neste local (Amazonas, São Francisco e Paraná). Já a região sudeste apresenta 6% da distribuição total do Brasil.

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOCE NO BRASIL



Fonte: Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística – IBGE,2010

Na região sudeste há dos 6% disponíveis, 1,6% está concentrado na RMSP compostas pelo abastecimento das bacias hidrográficas Alto e Baixo Cotia, Alto Tietê, Guarapiranga, Rio Claro, Rio Grande, Ribeirão da Estiva, e Cantareira. Conforme a Tabela 1 podemos ver a composição e a capacidade nominal de cada bacia que compõe a alimentação da RMSP

TABELA 1 - TABELA DE VALORES APROXIMADOS DA COMPOSIÇÃO DOS MANANCIAS DA RMSP

Mananciais Superficiais				
Sistema Produtor	Disponib.Hídrica(m ³ /s)	Capacidade Nominal (m ³ /s)	Produção Média 2008 (m ³ /s)	(*) População Abastecida (Hab.)
Cantareira	31,3	33	30,4	9,1 Milhões
Guarapiranga	14	14	13,5	4,4 Milhões
Alto Tietê	15,6	10	11,2	3 Milhões
Rio Grande	4,8	4,8	4,9	41,4 Milhões
Rio claro	4	4	3,6	1,1 Milhões
Alto Cotia	1,1	1,2	1	350 Mil
Baixo Cotia	0,8	0,9	0,9	300 Mil
Ribeirão da Estiva	0,1	0,1	0,1	40 Mil
Total	71,7	68,0	65,6	19,4 Milhões

Fonte: MAGO/PMA

(*) Valores Aproximados

Como as fontes de águas subterrâneas no Brasil não compõem um volume significativo em relação ao total disponível, não serão abordadas neste trabalho.

3.1.2 SISTEMA CANTAREIRA - RMSP

O sistema da Cantareira é responsável por cerca de 50% do abastecimento da RMSP. Neste trabalho o objeto do estudo de caso será o Instituto Mauá de Tecnologia, localizado em São Caetano do Sul, que é abastecido pelo sistema da Cantareira. Sendo assim, será detalhada a descrição desse sistema nos tópicos abaixo.

O sistema Cantareira foi criado em 1973 e abastece aproximadamente 9 milhões de habitantes da RMSP. É composto pelas represas Jaguari/Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras (SABESP, 2020).

A sua capacidade de produção alcança em torno de 33m³/s através da ETA Guaraú atendendo cerca de 47% da demanda da RMSP e 65% da demanda do município de São Paulo (ANA, 2020).

Os reservatórios Jaguari e Cachoeira são de gestão federal, Jacareí e o Atibainha são estaduais, juntos formam uma espécie de cascata, chamada sistema equivalente como pode ser observado na Figura 2:

FIGURA 2 – MODELO REPRESENTATIVO DO SISTEMA DA CANTAREIRA



Fonte: (ANA, 2020)

3.1.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RESERVATÓRIOS FORMADORES DO SISTEMA CANTAREIRA

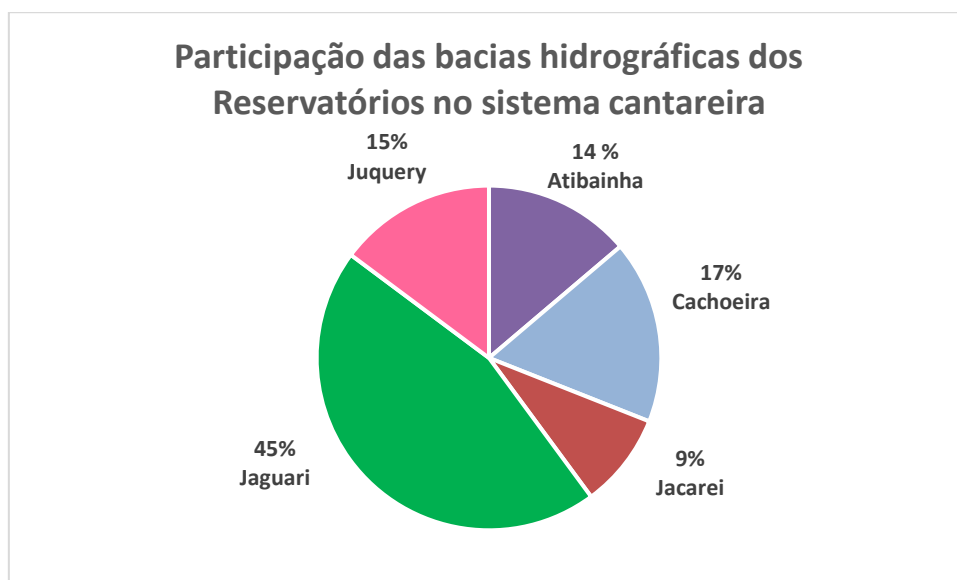
A água produzida pelo sistema Cantareira é composta primordialmente pelas bacias hidrográficas que alimentam cinco reservatórios: Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juquery (Paiva Castro). A partir destes 5 reservatórios, a água é bombeada na estação elevatória de Santa Inês para o reservatório Águas Claras no qual, por gravidade a água sai do reservatório e chega na ETA Guaraú. A Figura 3 e a Tabela 2 descrevem as bacias que compõem o sistema da Cantareira.

TABELA 2 – ÁREA DAS BACIAS FORMADORAS DO SISTEMA CANTAREIRA

Área das Bacias formadoras do Sistema Cantareira		
Bacias Hidrográficas	Área (em ha¹)	%²
Atibainha	31.476,90	13,80
Cachoeira	39.167,30	17,20
Jacareí	20.290,70	8,90
Jaguari	103.243,40	45,30
Juquery (Paiva Castro)	33.771,00	14,80
Área total do sistema	227.949,30	100,00

FONTE: (WHATELY e , 2007)

FIGURA 3 – GRÁFICO DEMONSTRATIVO DA PARTICIPAÇÃO DAS BACIAS NOS RESERVATÓRIO DA CANTAREIRA



Fonte: (WHATELY e , 2007)

3.1.3.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO JAGUARI

De acordo com a Tabela 3 a área de drenagem do rio Jaguari a montante da represa de 103.243,40 hectares, suas nascentes estão localizadas no estado de Minas Gerais. Recebe afluente do rio Camanducaia Mineiro e ao chegar no estado de São Paulo é represada dando origem a um dos reservatórios do sistema da Cantareira. Sua área de abrangência cobre quatro municípios mineiros e quinze paulistas, A Tabela 3 descreve os detalhes desta bacia. (WHATELY e , 2007).

TABELA 3 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JAGUARI

Área dos municípios inseridos na bacia do Jaguari				
Município	UF	área (em ha)	% ²	% ³
Camanducaia	MG	45.419,60	44,00	86,10
Extrema	MG	24.256,40	23,50	99,80
Itapeva	MG	17.736,80	17,20	100,00
Sapucaí-Mirim	MG	10.377,20	10,10	36,60
Joanópolis	SP	399,60	0,40	1,10
Vargem	SP	5.053,90	4,90	35,40
Total		103.243,40		

FONTE: (WHATELY e , 2007)

3.1.3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO JACAREÍ

De acordo com a Tabela 4 a bacia hidrográfica do rio Jacareí abrange uma área de drenagem de 20.290,7 hectares. A maior parte de suas nascentes estão localizadas no município de Joanópolis. Ao ser represado da origem a represa Jaguari e ligado através de um canal a represa Jaguari fazem que sejam considerados um único reservatório. A sua jusante encontra-se com outros formadores da bacia hidrográfica do rio Piracicaba (WHATELY e , 2007).

TABELA 4 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JACAREÍ

Área dos municípios inseridos na bacia do Jacareí				
Município	UF	área (em ha)	% ²	% ³
Bragança Paulista	SP	1.775,60	8,80	3,50
Joanópolis	SP	11.347,00	55,90	30,60
Piracaia	SP	5.915,90	29,20	15,10
Vargem	SP	1.252,20	6,20	8,80
Total		20.290,70		

FONTE: (WHATELY e , 2007)

3.1.3.3 BACIA DO RESERVATÓRIO CACHOEIRA

Conforme a tabela 5 a bacia hidrográfica do rio Cachoeira possui uma área de abrangência de 39.167,3 hectares. O reservatório Cachoeira fica localizado no município de Piracaia, é formado pelo represamento do rio Cachoeira e tem uma característica única de ser o reservatório que conta com grande área de propriedade da SABESP em seu entorno e isolado de sistemas

rodoviários de grande porte. Integrante da bacia do Piracicaba, este rio é considerado de domínio federal (WHATELY e , 2007).

TABELA 5 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO CACHOEIRA

Área dos municípios inseridos na bacia do Cachoeira				
Município	UF	área (em ha)	%²	%³
Camanducaia	MG	4.372,00	11,20	8,30
Joanópolis	SP	25.387,50	64,80	68,40
Piracaia	SP	9.407,80	24,00	24,00
Total		39.167,30		

FONTE: (WHATELY e , 2007)

3.1.3.4 BACIA DO RESERVATÓRIO ATIBAINHA

Segundo a tabela 6 a área de drenagem do rio Atibainha é de 31476,9 hectares. O reservatório Atibainha está inteiramente localizado no município de Nazaré Paulista, o rio Atibainha segue o seu curso e contribui com a formação da bacia do rio Piracicaba: (WHATELY e , 2007).

TABELA 6 – ÁREA DOS MUNICIPIOS INSERIDOS NA BACIA DO ATIBAINHA

Área dos municípios inseridos na bacia do Atibainha				
Município	UF	Área (em ha)	%²	%³
Nazaré Paulista	SP	19.923,90	63,30	61,80
Piracaia	SP	11.553,00	36,70	29,50
Total		31.476,90		

FONTE: (WHATELY e , 2007)

3.1.3.5 BACIA DO RESERVATÓRIO JUQUERY (PAIVA CASTRO)

Conforme a tabela 7 a bacia hidrográfica do rio Juquery alimenta o reservatório Paiva Castro em Mairiporã. Ela possui uma área de abrangência de 33.771 hectares e é a única que não faz parte da bacia do Piracicaba, sendo integrante da bacia do Alto do Tietê. Após o reservatório Paiva castro suas águas seguem curso para o reservatório Pirapora do Bom Jesus. Ela é uma bacia que possui intensa urbanização próxima e é a única que está inserida parcialmente entre os limites de áreas de proteção, cerca de 84% da sua área (WHATELY e , 2007).

Compreende parcialmente os municípios de Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã e Nazaré Paulista conforme abaixo:

TABELA 7 – ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO JUQUERY (PAIVA CASTRO)

Área dos municípios inseridos na bacia do Juquery (Paiva Castro)				
Município	UF	Área (em ha)	%²	%³
Caieiras	SP	1.859,80	5,50	19,90
Franco da Rocha	SP	699,40	2,10	5,10
Mairiporã	SP	25.854,70	76,60	80,70
Nazaré Paulista	SP	5.357,10	15,90	16,60
Total		33,771		

FONTE: (WHATELY e , 2007)

3.1.4 CONCEITO DE ESCASSEZ DE ÁGUA

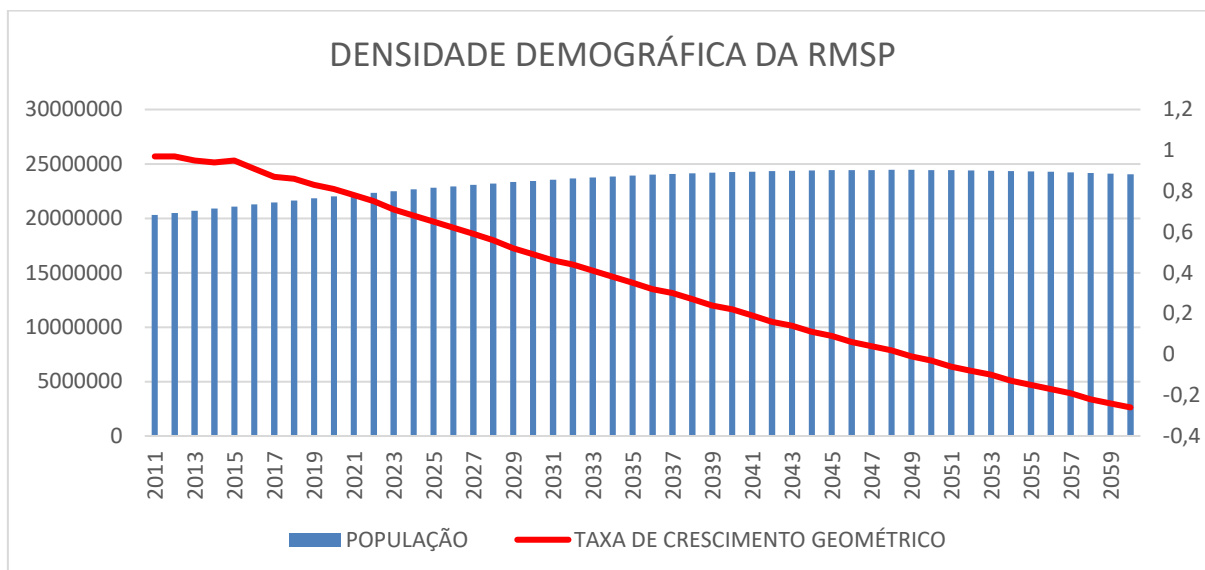
A seguir será discutido os fatores que influenciam quanto a escassez de água. Como o conceito é muito amplo iremos focar no motivo que gerou a crise hídrica no sistema da Cantareira que compõem aproximadamente 50% do abastecimento da RMSP.

3.1.4.1 POPULAÇÃO

A população possui uma grande representatividade no que se refere ao volume disponível de água doce, já que ela necessita dela para o seu consumo próprio e em alguns casos para o desenvolvimento de atividades econômicas como agricultura, produção energética e processos industriais (REBOUÇAS, 1999).

Conforme a Figura 4 abaixo, podemos avaliar um crescimento populacional até 2048 da Grande São Paulo. A população irá atingir um valor aproximado de 24 milhões de pessoas em 2059 o aumento populacional se torna o principal ofensor no conceito de escassez de água.

FIGURA 4 – ESTIMATIVA DA TAXA DE CRESCIMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL DA RMSP.



FONTE: (IBGE,2020)

3.1.4.2 DESPERDÍCIO

De acordo com os dados da ONU, cada pessoa necessita de 3,3m³/mês. Porém no Brasil o consumo pode chegar 4,2m³/mês, ou seja, o consumo é 30% maior que o ideal. Este aumento pode indicar um uso descontrolado ou um desperdício deste recurso.

Os principais exemplos de desperdício são (BRAGA,2002):

- A atividade industrial, que utiliza sistemas ineficientes para atender à crescente demanda de consumo de água, gerando efluente que são desperdiçados, ou seja, lançado nos corpos de água. Sem nenhum sistema de reaproveitamento ou reuso;
- Os sistemas de irrigação, que utilizam mais de dois terços da água retirada dos rios e lagos;
- A atividade pecuária, que necessita de grande demanda para atender à manutenção de rebanho e no preparo industrial;
- Vazamentos e ligações clandestinas para aproveitamento do sistema de distribuição local;
- Hábitos de utilização excessiva da água para uso pessoal, como por exemplo, vários banhos ao dia.

3.1.4.3 CLIMA

O clima interfere quanto ao volume disponível de água no estado líquido, sendo que três variáveis o definem (OLIVA e GIANANTI,1995):

- O Brasil situa-se em uma posição favorável referente à concentração do recurso hídrico, uma vez que a distribuição de chuvas ocorre em maior intensidade nas regiões intertropicais e temperadas na terra;
- O escoamento superficial propiciado pelo aumento da vegetação natural gera uma diminuição no recurso hídrico disponível, devido à infiltração no solo;
- Os fluxos de água subterrânea e a recarga dos teores de umidade dos solos possibilitam uma reserva móvel à medida que ela pode ser captada fora da área onde ocorrem chuvas que lhe dão origem e abastecem os rios durante os períodos de estiagem.

A partir do conhecimento do conceito de escassez e do foco na RMSP será estudado o ocorrido na crise hídrica de 2013 e 2014.

3.1.5 CRISE HÍDRICA

Para compreender as circunstâncias que levaram alguns dos eventos referentes a crise é imprescindível conhecer o conteúdo do CEMADEM (Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), O objetivo do relatório do CEMADEM é avaliar, do ponto de vista hidrometeorológico da estação chuvosa com foco principal na região Sudeste e em grande parte da área do sistema da Cantareira (SABESP, 2015)

De acordo com esta análise entre 2013 e 2014 ocorreu uma formação de uma zona de alta pressão atmosférica a 6000 metros de altitude que impediu a chegada das frentes da zona de convergência do Atlântico Sul e das frentes frias do polo Sul caracterizando a ausência de chuva nestes períodos (SABESP, 2015).

Como o acúmulo de água nos reservatórios é caracterizada principalmente pelas chuvas nos meses chuvosos, de outubro a março, que garantem o abastecimento no período de estiagem. Neste período sem chuvas a demanda de água superou a oferta, Entre outubro e janeiro a

afluência média foi de 18,96m³/s contra o consumo médio de 35,61 m³/s, gerando uma diferença de 16,65m³/s que representava 18% do volume útil do Sistema da Cantareira (ANA, 2020).

Esta redução das vazões afluentes do sistema, foram menores que a média histórica registrada desde 1930. A vazão média de 2014 foi de 8,70 m³/s sendo o menor valor desde 1930, em 2015 a vazão média registrada foi de 19,67 m³/s, o segundo menor valor já registrado (ANA, 2020).

Com o agravamento da crise em maio de 2014, através de um comunicado da ANA-DAEE nº 233, foi feita a autorização do bombeamento de volumes de água abaixo dos níveis operacionais dos reservatórios de Jaguari-Jacareí, o chamado volume morto ou reserva técnica (ANA, 2020).

Em julho de 2014, a resolução conjunta ANA-DAEE nº 910 autorizou o bombeamento do volume morto dos demais reservatórios da bacia do rio Piracicaba e em outubro de 2014, a SABESP solicitou ao DAEE a autorização para captação de uma segunda cota da reserva que foi autorizada através da resolução conjunta ANA-DAEE nº 1672 que fez a definição de novas cotas de limite para bombeamento de água pela SABESP dos reservatórios Jaguari-Jacareí Cachoeira e Atibainha (ANA, 2020).

3.2 MECANISMOS DE COMBATE A ESCASSEZ

3.2.1 OFERTA DE ÁGUA

A população urbana brasileira é abastecida por águas superficiais e águas subterrâneas. A maior ou menor intensidade do uso destes recursos depende de cada localização das demandas e ofertas disponíveis, em quantidade e qualidade, capacidade técnica, financeira e institucional para aproveitamento destes recursos hídricos (ANA, 2020).

O conceito de disponibilidade hídrica superficial segundo a (ANA, 2020) se refere a quantidade de água disponível no manancial associada a uma probabilidade de ocorrência. Portanto, a disponibilidade em determinada seção de um curso d'água pode ser representada por grandezas como $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos) ou a Q_{95} (vazão com 95% de permanência no tempo).

No estudo realizado pela (ANA, 2020) foi considerada uma vazão de Q_{95} como parâmetro de comparação entre estados além de ser a vazão de referência de outorga da maioria dos estados.

Estas vazões são obtidas em bases de dados disponíveis em estudos de regionalização hidrológica, planos estaduais de recursos hídricos, planos de bacia, artigos técnicos entre outras publicações científicas (ANA, 2020).

Dos municípios brasileiros 47% são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 39% por recursos hídricos subterrâneos e 14% por ambos. Devido à dificuldade, o uso sem controle de recursos hídricos subterrâneos pode gerar a médio e curto prazo dificuldades no abastecimento como o rebaixamento natural do lençol freático.

Por este motivo a principal fonte de abastecimento são as águas superficiais. Na RMSP podemos ver na tabela 8 a oferta de água que cada bacia hidrográfica disponibiliza:

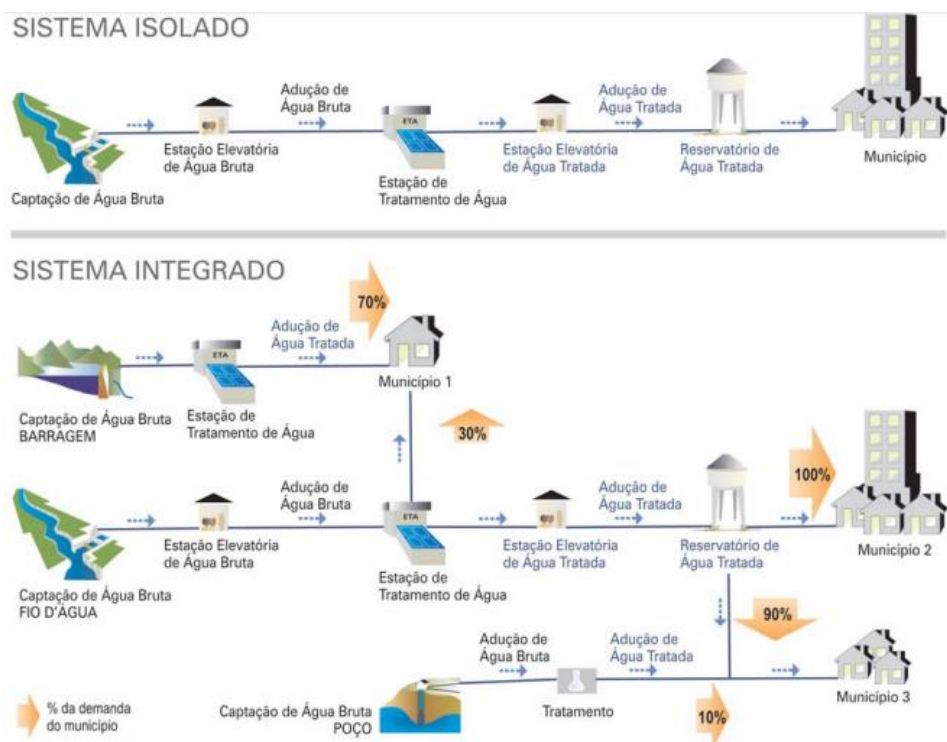
TABELA 8 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA RMSP POR SISTEMA PRODUTOR.

Sistema Produtor	Disponib.Hídrica(m ³ /s)
Cantareira	31,3
Guarapiranga	14
Alto Tietê	15,6
Rio Grande	4,8
Rio claro	4
Alto Cotia	1,1
Baixo Cotia	0,8
Ribeirão da Estiva	0,1
Total	71,7

FONTE: (SABESP, 2020)

Observa-se que a SABESP consegue disponibilizar cerca de 71,7m³/s para a RMSP porem esta distribuição é desigual, o sistema da Cantareira é responsável por cerca de 50% do abastecimento total. Para garantir o abastecimento é também usado outras bacias como a do rio Piracicaba, o conjunto de represas dos seus afluentes fornecem uma vazão de 40 m³/s para 29 cidades no Estado de São Paulo. O uso de mais de uma fonte de captação de água é conhecido como Sistema Integrado, permitindo ter mais segurança ao não depender exclusivamente de uma única fonte de captação. Conforme a Figura 5 temos o detalhamento de como funciona os modelos de sistemas de distribuição de água.

FIGURA 5 – MODELOS DE SISTEMAS DISTRIBUIDORES DE ÁGUA



3.2.2 DEMANDA DE ÁGUA

De acordo com Ribeiro (2011) é necessário analisar o abastecimento de água da RMSP de forma contínua. O crescimento populacional, as necessidades básicas de consumo, usos para lazer e o consumo de indústrias fazem a volumetria da demanda variar. Por este motivo é necessário estudar estes dados constantemente para atender a demanda de cada município.

Para entender a necessidade de consumo precisamos considerar os dados da RMSP. Com 39 municípios, 20.284.891 habitantes e uma área de 8.051km² temos a representação de consumo de cerca de 0,1% do território brasileiro, porém registrando cerca de 10% de todos os habitantes do Brasil em uma área que não tem abastecimento abundante conforme a representação abaixo (SCIELO, 2016):

No Brasil cerca de 84% da população encontra-se na capital ou em algum aglomerado urbano. (CENSO, 2010). Para o nosso planejamento temos que considerar o aumento populacional estimado para a RMSP, segundo o IBGE a previsão para o aumento de pessoas nos municípios da região sudeste está em torno de 32% a partir da população existente em 2000.

TABELA 9 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO URBANA DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

ANO	2000	2025
Região Geográfica	SE	SE
Municípios com população urbana superior a 250 mil habitantes (77 Sedes Municipais)	35,5	45,2
Municípios com população urbana entre 50 a 250 mil habitantes (335 sedes Municipais)	16,9	23,7
Municípios com população urbana <50 mil habitantes (5.153 sedes)	13,3	18,4
População Urbana Total	65,7	87,3

FONTE: (ANA, 2020)

Com base das informações demográficas e projeções o ATLAS fez uma estimativa para 2025 de consumo com base em dados disponibilizados pelo CENSO 2000 do IBGE e do sistema nacional de informações sobre saneamento. A região sudeste estima que terá um crescimento de consumo de 20% comparado ao ano de 2000 conforme a Tabela 10:

TABELA 10 – DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO

Ano	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Total (m ³ /s)
2005	34	115	33	247	65	494
2025	54	151	44	298	83	630

FONTE: (ANA, 2020)

Com o aumento do consumo, fontes de água finitas se torna uma necessidade buscar formas de reduzir consumo e aumentar a oferta de água para atender as demandas. Com esta necessidade uma das formas é a utilização de estudos como o uso racional da água (SABESP, 2020).

4 USO RACIONAL DA ÁGUA

O uso racional da água envolve diversas linhas de ação, conceitos e mudanças de hábitos com o objetivo de utilizá-la sem desperdício considerando-a uma prioridade social e ambiental de forma que a água tratada e saudável nunca falte para a nossa população. A partir do aumento da demanda podemos dizer que este conceito é uma solução que pode ser adotada e deve ser abordada com frequência devido ao escasso recurso hídrico que possuímos (TSUTIYA, 2014).

4.1 PURA

Em 1996, a SABESP criou o Programa de Uso Racional da Água (PURA) que relaciona ações tecnológicas e mudanças culturais para conscientização da população quanto ao desperdício de água através de mudanças de hábitos, aumentar a vida útil dos mananciais de modo a garantir o fornecimento de água a população, reduzir custos de tratamentos de água e esgoto e incentivo a novas tecnologias voltadas a redução de consumo (SABESP, 2020).

Com uma redução de consumo e desperdício de água, através do programa, estimasse que gera uma economia mínima de 15%. Esta redução é desde a mudança de hábito até o emprego das utilizações de novas tecnologias econômicas como uma torneira inteligente ou uma descarga automatizada (SABESP, 2020).

O programa PURA se inicia através da avaliação de três etapas distintas, também consideradas como pilares, que avaliarão quais soluções poderão ser adotadas (SABESP, 2020).

Diagnóstico Técnico: Esta etapa consiste na elaboração do levantamento de todo o processo de consumo e utilização de água, para que você possa detectar os pontos críticos e definir a margem de economia possível.

Projeto técnico: Nessa fase, com base no levantamento dos processos identificados na etapa anterior é possível estabelecer ações, investimento, prazo necessário para a execução de obras, treinamento de pessoal e mudança dos processos.

Suporte Operacional: A última etapa consiste na execução das obras necessárias e na manutenção dos sistemas críticos, aplicando a tecnologia selecionada. Ao mesmo tempo, a

SABESP pode realizar palestras de conscientização para funcionários, buscando a mudança da cultura e dos hábitos de utilização da água. A Figura 6 representa visualmente estas informações do programa PURA.

FIGURA 6 – PILARES DO PROGRAMA PURA - SABESP

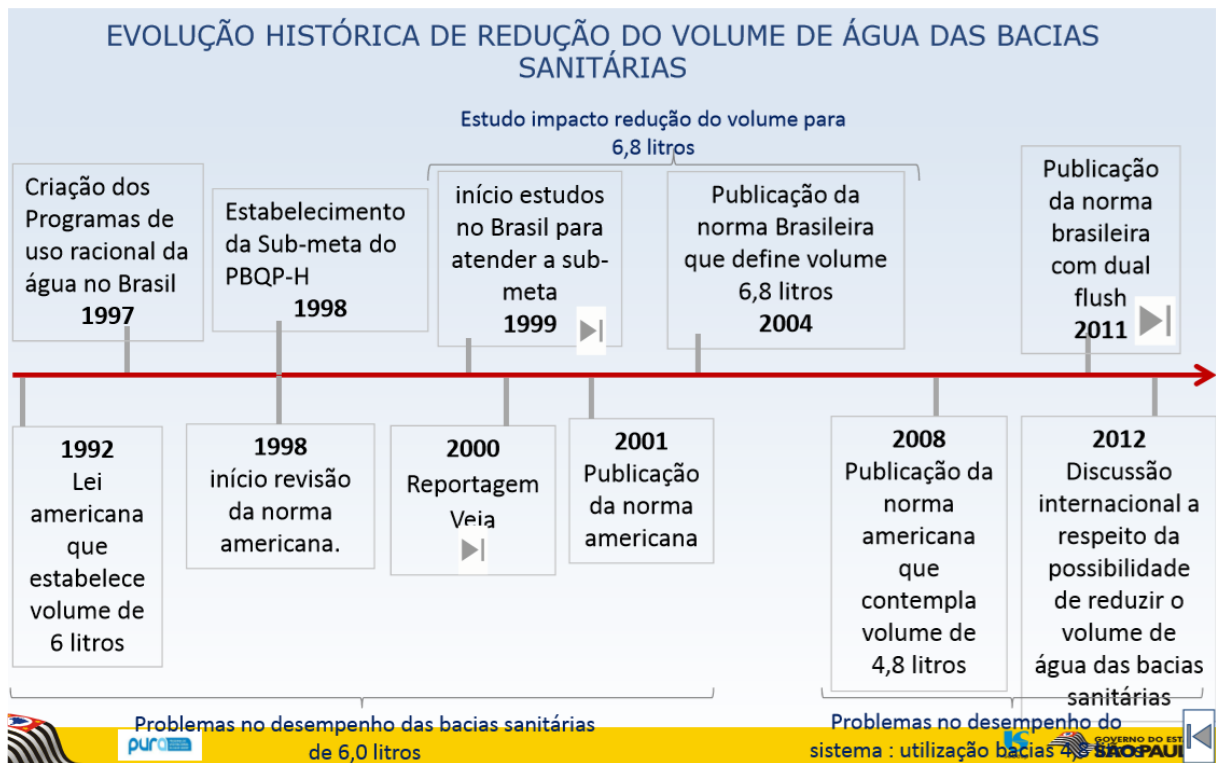


FONTE: (SABESP,2020)

4.2 OTIMIZAÇÃO DE APARELHOS-SANITÁRIOS

Focando no pilar tecnológico podemos ver algumas soluções que estão se tornando cada vez mais frequentes no nosso dia a dia. A Figura 7 demonstra o exemplo de louças sanitárias economizadoras, a evolução histórica demonstra como ocorre esta redução de consumo a partir de melhorias e avaliações de hábitos comuns:

FIGURA 7 – ESQUEMA EVOLUTIVO DO CONSUMO DE ÁGUA DAS BACIAS SANITÁRIAS



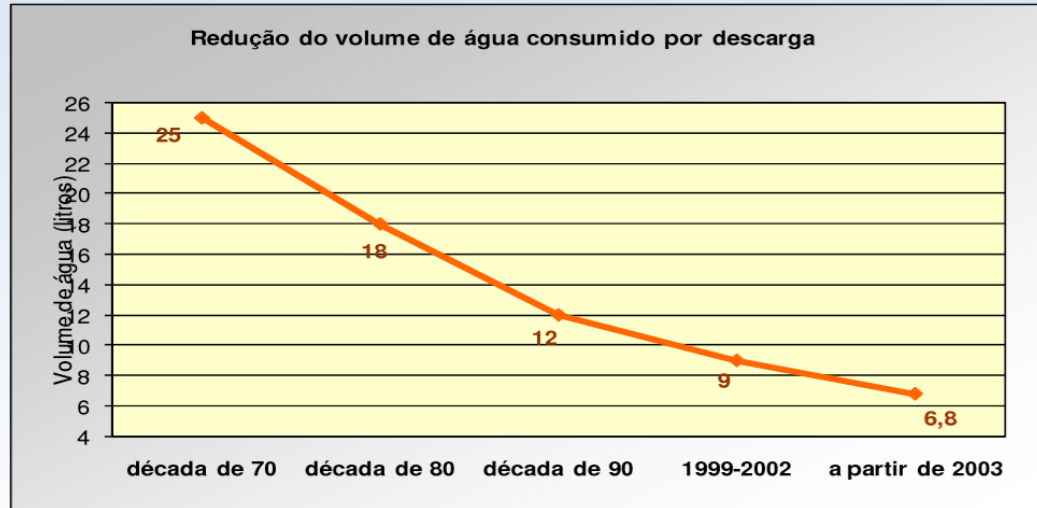
FONTE: (SABESP,2020)

O consumo de água das bacias sanitárias reduziu significativamente ao longo dos anos, entretanto, este consumo representa, em média 19,4% do consumo total de água de uma residência (SCIELO, 2016).

Ao decorrer dos anos foi possível avaliar uma queda no volume consumido por uma descarga de água, como é possível ver no gráfico da Figura 8. (SABESP, 2020).

FIGURA 8 – REDUÇÃO DO VOLUME CONSUMIDO POR DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS

ALTERAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA UTILIZADO PARA O FUNCIONAMENTO DAS BACIAS SANITÁRIAS



➔ Atualmente 100% das bacias sanitárias comercializadas no Brasil são de volume racional de descarga (6,8 litros)

FONTE: (SABESP, 2020)

4.3 HIDRÔMETROS

Para introduzir o uso do hidrômetro inteligente será necessário a contextualização do que é um hidrômetro. O hidrômetro, também conhecido como relógio ou medidor, é um aparelho destinado a medir e indicar o volume de água que atravessa. Geralmente indica a quantidade de água fornecida pela rede de distribuição a uma instalação.

- Utilização consciente de água pelos consumidores para satisfazer exclusivamente suas necessidades, evitando desperdícios;
- Distribuição de forma justa e equitativa, fazendo com que o serviço seja pago na proporção da quantidade de água consumida;
- Arrecadação proporcional à quantidade de água distribuída à população, de forma que se possa cobrir os gastos de exploração e ampliar os sistemas.

4.3.1 TIPOS DE HIDRÔMETROS

Os principais tipos de hidrômetros utilizados em sistemas de distribuição de água são:

- a) Volumétricos
- b) Taquimétricos ou Velocimétricos

Em ambos os casos, a construção do hidrômetro pode ser feita de forma a deixar o mecanismo registrador nas formas seca ou submersa.

Por fim, podem ser divididos entre mecânicos e magnéticos, de acordo com o sistema de transmissão utilizado.

4.3.1.1 HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO

É um recipiente que se enche com a entrada do líquido e transporta para a saída do medidor um determinado volume. O fenômeno de transporte dá-se pela diferença de pressão, que é maior na entrada do que na saída do aparelho. De forma circular o êmbolo circula em torno do seu próprio eixo, acionando o totalizador. A partir daí, o registro de volumes dá-se da mesma forma que nos demais hidrômetros (LACQUA BRASIL, 2020). Pode-se observar um exemplo de hidrômetro volumétrico na Figura 9.

Este tipo de hidrômetro pode ser subdividido em:

- a) Disco Nutante
- b) Êmbolo rotativo
- c) Pistão oscilatório
- d) Pistão de movimento alternado
- e) Parafuso

Destas cinco subdivisões, o Disco Nutante é o que possui maiores vantagens pela simplicidade de construção, sensibilidade contínua, baixa perda de carga, facilidade de manutenção e baixo custo.

Hidrômetros volumétricos possuem como desvantagem a necessidade de água de excelente qualidade, sem nenhum material em suspensão, pois partículas muito reduzidas podem ficar presas junto à peça móvel da câmara de medição, interrompendo a passagem de água. Praticamente não existem mais hidrômetros desse tipo nos ramais domiciliares brasileiros.

De modo geral, são sensíveis às baixas vazões e apresentam erros menores, mesmo com escoamento reduzido. Assim sendo, são indicados quando se pretende efetuar rigoroso conserto a fugas e desperdícios numa determinada instalação. O modelo de hidrômetro volumétrico pode ser observado na Figura 9:

FIGURA 9 – MODELO DE HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO



Fonte: (LACQUA BRASIL, 2020)

4.3.1.2 HIDRÔMETROS DE VELOCIMÉTROS

Neste tipo de hidrômetro o mecanismo interno do medidor é acionado pelo fluído em movimento, medido com uma certa velocidade. Ao entrar no medidor, o fluido é direcionado em forma de jato e aciona uma hélice gerando movimentos de rotação. O totalizador é acionado e registra valores proporcionais à rotação da hélice (DWYLER, 2020) ou seja, o consumo de água é medido pelo número de uma turbina ou hélice acionada pelo fluxo. Recebe este nome porque sua medição é proporcional à velocidade da água.

Equipamento que tem seu mecanismo interno acionado pelo líquido em movimento com determinada velocidade, ou seja, o consumo de água é medido pelo número de uma turbina ou hélice aciona o fluxo em forma de jato (DWYLER, 2020). Recebe este nome porque sua medição é proporcional à velocidade da água.

Os hidrômetros velocimétricos podem ser divididos em duas classes principais:

- a) Monojato
- b) Multijato

O medidor monojato, como o próprio nome diz, é aquele no qual a turbina é acionada por um jato líquido. São hidrômetros de construção simples, possuindo menores dimensões e, conseqüentemente, preços menores. Possuem a desvantagem de desgaste muito rápido nos mancais da turbina, devido ao esforço que é submetido.

O medidor multijato aciona o mecanismo interno através de diversos jatos. A existência de mais de um jato faz com que o acionamento da turbina seja feito de forma mais regular e equilibrada que o jato único. Conseqüentemente, permitem um equilíbrio de forças e ações, evitando o desgaste e a queda dos índices de precisão e dificultando a evasão de renda das empresas que exploram o serviço de água.

4.3.1.3 HIDRÔMETRO COM RELOJOARIA SECA OU SUBMERSA

Os dois tipos de hidrômetros já apresentados podem ser construídos de duas formas: tendo a relojoaria seca ou submersa.

Hidrômetros de relojoaria molhada são aqueles que possuem o mecanismo interno todo submerso no líquido medido. Já os hidrômetros que possuem a relojoaria seca têm suas engrenagens superiores isoladas da água que passa pelo medidor, ou seja, possuem uma placa separadora que isola o mecanismo do líquido.

4.3.1.4 HIDRÔMETRO MAGNÉTICO

A transmissão do movimento é feita por meio de um sistema magnético. É baseado em propriedade de ímãs permanentes, um posicionado acima e outro abaixo da placa separadora e pode ser aplicado tanto em hidrômetros volumétricos como de velocidade.

Um dos ímãs é posicionado na ponta do eixo da turbina e aciona o ímã instalado do outro lado da placa separadora. Assim, quando a turbina gira o contador também gira.

As principais desvantagens destes medidores são: perda das propriedades dos ímãs, depósito de ferro sobre os ímãs e a influência dos campos magnéticos externos. É um dos tipos mais modernos existentes.

4.3.1.5 HIDRÔMETRO MECÂNICO

Medem o deslocamento de pistões rotativos ou discos, que se movem quando existe passagem de fluxo de água. Tem um sistema de transmissão mecânica, fazendo com que os movimentos da turbina sejam transferidos mecanicamente ao conjunto de engrenagens que realiza a contagem.

4.4 HIDROMETROS INTELIGENTES

Como foco deste trabalho, será aprofundando o conceito de tecnologia IoT (*Internet Of Things* – Internet Das Coisas). A SABESP está utilizando esta nova tecnologia para auxiliar a forma de medição de água de seus clientes. Cerca de 100 mil hidrômetros já estão com a tecnologia aplicada e permitem que seus clientes possam avaliar o consumo de água diariamente e de forma totalmente remota.

Esta tecnologia é uma iniciativa pioneira na área de tecnologia e traz inovação e eficiência para o setor, sendo um derivado do pilar de tecnologia do programa PURA que permite através de melhorias diminuir perdas de água com baixo custo e melhorando o relacionamento com os clientes (SABESP, 2018).

Com um piloto em execução desde maio de 2018, foram instalados em mais de 500 pontos em toda RMSP que permitem acompanhar anomalias de consumo como uma consequência de vazamentos através de dados que podem ser lidos instantaneamente dos seus medidores. A Figura 10 demonstra como é feita a captação dos dados desde dos hidrômetros até chegar ao consumidor final.

FIGURA 10 – MODELO DE SISTEMA DE TELEMEDIÇÃO E FUNCIONALIDADES



FONTE: (SABESP, 2018)

No próximo capítulo entraremos em detalhes sobre como é o funcionamento da aplicação do IoT em algumas ferramentas, como elas evoluíram e permitiram a utilização nas mais diversas formas e como isso, em conjunto com o uso racional de água permite uma possibilidade de análises e estudos.

5 INTERNET DAS COISAS (IOT)

Internet das Coisas vai além de usar o smartphone para ligar lâmpadas ou mudar a temperatura do ar-condicionado. Não é apenas ligar as "coisas" pela internet, mas fazer das "coisas" mais inteligentes, capazes de transmitir e processar dados de onde os sensores estiverem conectados (OLIVEIRA, 2017). A implantação já é uma realidade e está mudando completamente a forma como interagimos com as coisas ao nosso redor, atingindo novos patamares de segurança, energia, meio ambiente, economia e logística.

Um aparelho com a tecnologia IoT é capaz de comunicar com outros sistemas por meio de uma conexão sem fio e transmitir dados de uma forma digital, semelhante a dispositivos conectados à Internet (TOTVS, 2019).

Um exemplo, seria um sensor aplicado em uma máquina para medir a sua temperatura ou até descobrir se um interruptor está ligado ou desligado, com a tecnologia IoT, é possível colocar a máquina em locais de difícil acesso, e assim, pela conectividade sem fio, ele envia os dados que o sensor coleta em tempo real para um software que traduz as informações e faz o monitoramento precisamente (TOTVS, 2019).

5.1 APLICAÇÕES DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS

Atualmente é encontrado a Internet das Coisas em nossa rotina, encontrando-a em aparelhos mais comuns como relógios, celulares e até em nossa casa, tornando-os inteligentes.

a) SMARTWATCH

O smartwatch é um excelente exemplo de internet das coisas, pois com ele conectado a um smartphone via IoT, estende suas capacidades com sistemas de monitoramento de batimento cardíacos, atividades físicas e otimiza funções comuns de um celular, tendo ele de fácil acesso em seu punho (TOTVS, 2019).

b) SMARTHOMES

Já em nossas casas, os eletrônicos adquirem novas funcionalidades, onde se comunicam com um telefone celular, permitindo que o usuário faça qualquer alteração na palma da sua mão. Televisão, ar-condicionado, lâmpadas, geladeiras inteligentes, são alguns exemplos da tecnologia (TOTVS, 2019).

c) CARROS INTELIGENTES

Com a tecnologia IoT os veículos também estão cada vez mais inteligentes. Podendo ter a troca de dados com o celular. Otimizando o trajeto em tempo real e com mais segurança e economia (TOTVS, 2019).

5.2 LIMITAÇÕES DA TECNOLOGIA

Um dos problemas encontrados é a série de sistemas diferentes que não se comunicam, tornando-os menos acessíveis e inclusivos a qualquer usuário, que é o contrário da proposta da tecnologia.

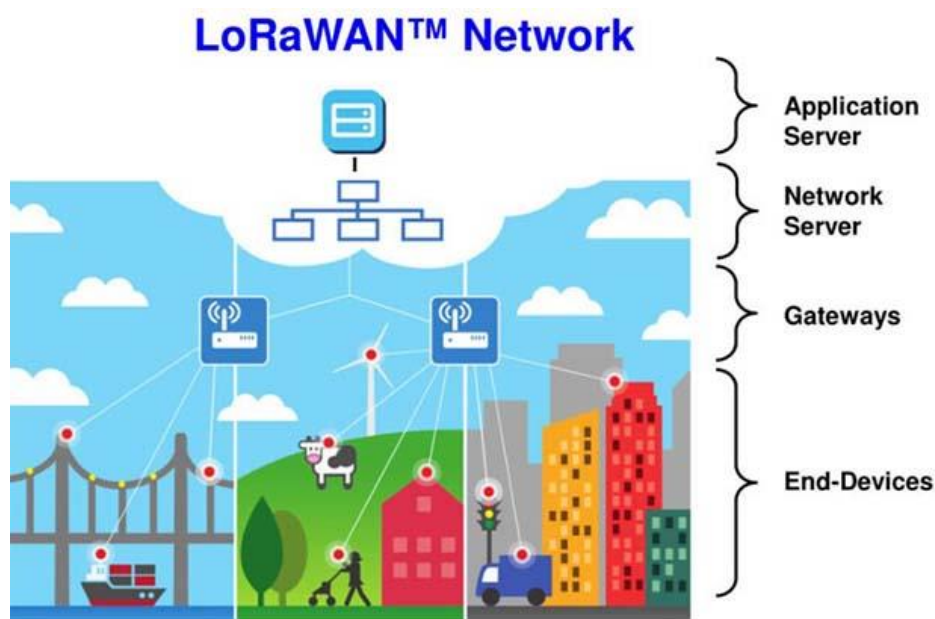
Para controlar uma família de dispositivos, é necessário ter em mãos diversos aplicativos para controlar diferentes aparelhos, invés de unificar todos em um único.

5.3 LORA

LoRa é uma tecnologia de rádio frequência que com um consumo mínimo de energia permite comunicação a longas distâncias, semelhante a uma rede de telefonia celular, *wireless*, *bluetooth*.

Os módulos enviam e recebem informações via conexão IP para servidores locais ou remotos, encaminhados por *Gateways*. O uso mais aplicado é em sistemas de *IoT* (internet das coisas) em sensores, enviando mensagens curtas e em alguns casos em locais de difícil acesso, para áreas urbanas o seu alcance chega a 4km, e em áreas rurais, até 12km ou mais. O fluxo de funcionamento do sistema LoRa se encontra na Figura 11. (SILVA JUNIOR, 2020)

FIGURA 11 – ARQUITETURA DE REDE LoRa



Fonte: (SILVA JUNIOR, 2020)

A rede LoRa é usada através de um protocolo chamado LoRaWAN que detalha e implementa informações para segurança, funcionamento, maximização de autonomia das baterias e qualidade de transmissão (SILVA JUNIOR, 2020).

5.3.1 MÓDULOS

Elementos básicos que tenham recepção ou emissão de informações que se conectam com o LoRa, como sensores e medidores. Baseia-se em “*chirp spread spectrum modulation*”, um tipo de modulação de espalhamento na qual varia a frequência de um sinal senoidal ao longo do tempo, essa variação de frequência segue uma equação polinomial que relaciona o tempo e frequência de operação (SILVA JUNIOR, 2020).

5.3.2 GATEWAY

São os receptores dos sinais enviados pelos módulos, é uma máquina intermediária com a função de interligar redes, separar domínios de colisão ou traduzir protocolos. Ele liga dois sistemas que usam diferentes protocolos de comunicação, diferentes estruturas de formatação de dados, diferentes linguagens e diferentes arquiteturas de rede (SILVA JUNIOR, 2020).

Os gateways habilitam a comunicação entre diferentes arquiteturas e ambientes através da conversão de dados de um ambiente para outro, de tal modo que cada ambiente entenda essas

informações, ou seja, ele irá ser o receptor de sinais enviados pelos módulos que transforma esses dados transmitidos em protocolo LoRaWAN, os quais poderão ser acessados nos servidores de rede (SILVA JUNIOR, 2020).

Entenderemos nos próximos capítulos como pode ser aplicado no nosso estudo de uso racional da água em hidrômetros.

6 BENCHMARKING DO USO DE IOT NA MEDIÇÃO DE ÁGUA

Na busca pela melhoria e inovação, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP implantou em 2018 um projeto piloto visando monitorar diariamente o consumo de 500 clientes, desde consumidores residenciais, indústrias, shoppings e condomínios, com a utilização dos hidrômetros ultrassônicos, fazendo uso de redes de baixo custo voltada a Internet das Coisas.

Os sensores implantados nos hidrômetros transmitem para a rede da SABESP duas vezes por dia o consumo acumulado até o momento. Com essas informações é possível realizar uma análise estatística do comportamento de consumo dos clientes, permitindo detectar e reparar possíveis vazamentos internos com mais facilidade (WEBINAR, 2019).

Com o resultado desse projeto piloto realizado em 2018, onde foram obtidos muitos benefícios, tanto para o usuário como para a SABESP de uma forma viável e produtiva, foi tomada a decisão de implantar o monitoramento em 100.000 clientes da RMSP em 2019 (WEBINAR, 2019).

6.1 BENCHMARKING SABESP

6.1.1 OBJETIVOS PRETENDIDOS PELA SABESP

Com a oportunidade de realização deste monitoramento através da utilização de equipamentos de menor custo, aliado a um custo de comunicação acessível, a SABESP, em 2018, realizou um projeto piloto visando avaliar a cobertura das redes de IoT na região onde atua. A ação foi bastante positiva e permitiu que, em 2019, a SABESP realizasse a primeira licitação voltada ao monitoramento de consumo através de redes de IoT.

Tendo uma empresa com a magnitude que a SABESP é, o projeto tem propriedade e importância para aprimorar estratégias ao combate às perdas e a prestação de um melhor serviço para todos os clientes não só de São Paulo, mas de todo o setor de saneamento, de forma que os benefícios e vantagens adquiridos sejam financeiramente viáveis (MELO, 2019).

6.1.2 CONTRATAÇÃO

Sendo um projeto com grande viabilidade no setor de saneamento, o modelo de contratação exige inovação, semelhante a uma contratação feita por performance, para garantir a antecipação da execução e postergar o desembolso por parte da SABESP, no início do contrato o fornecedor investe nos equipamentos e na mão de obra e no fim a SABESP paga pelos resultados (WEBINAR, 2019).

O contrato tem duração de 60 meses, o fornecedor é remunerado pelas medições mensais com base no atendimento do serviço, qualidade e disponibilidade dos dados obtidos pelos sensores (WEBINAR, 2019).

6.1.3 BENEFÍCIOS E VANTAGENS

Com o projeto ativo, um dos casos encontrados pela SABESP foi de uma escola em São Paulo, que apresentou uma anomalia de consumo, foi detectado no período noturno um valor mais alto que de costume, ao ser descoberto a fonte do vazamento a manutenção foi realizada e o prejuízo que apresentava nas medições foi desvendado.

Tendo o projeto implantado, foi aprimorado a gestão da SABESP com seus clientes, tendo um relacionamento ainda mais proativo, tendo em vista que o monitoramento de possíveis vazamentos internos, fraudes nas ligações monitoradas, foram disponibilizados através da tecnologia utilizada (WEBINAR, 2019).

Como as medições são diárias será possível uma melhor análise de consumo dos clientes, tendo em vista um equilíbrio entre demanda e a oferta de água distribuídas ao longo do dia (WEBINAR, 2019).

6.1.4 REDUÇÃO DE PERDAS – ECONOMIA DE ÁGUA

A SABESP conseguiu controlar de forma rápida e eficiente uma série de problemas relativos às redes de distribuição, sobretudo a detecção de fraudes e falhas na medição. A V2COM desenvolveu as tecnologias de telemetria que atuaram diretamente no combate às denominadas perdas aparentes (PINTO, 2020).

Algumas falhas decorrentes de erros de medições, hidrômetros inoperantes, fraudes, equívocos na calibração dos hidrômetros, ligações clandestinas, by-pass irregulares nos ramais das ligações, falhas no cadastro comercial são algumas situações relacionadas a esse padrão de perdas de volume de água que por algum motivo não foi medido ou contabilizado ao consumo do usuário. Dessa forma, a água é efetivamente consumida, porém não é faturada pelo prestador de serviços (PINTO, 2020).

Aplicando então os sensores de ponta a ponta, a tecnologia IoT garantiu que as perdas aparentes dos usuários fossem detectadas e com muito mais facilidade, a Figura 12 indica o quanto as perdas ao longo dos anos puderam ser combatidas.

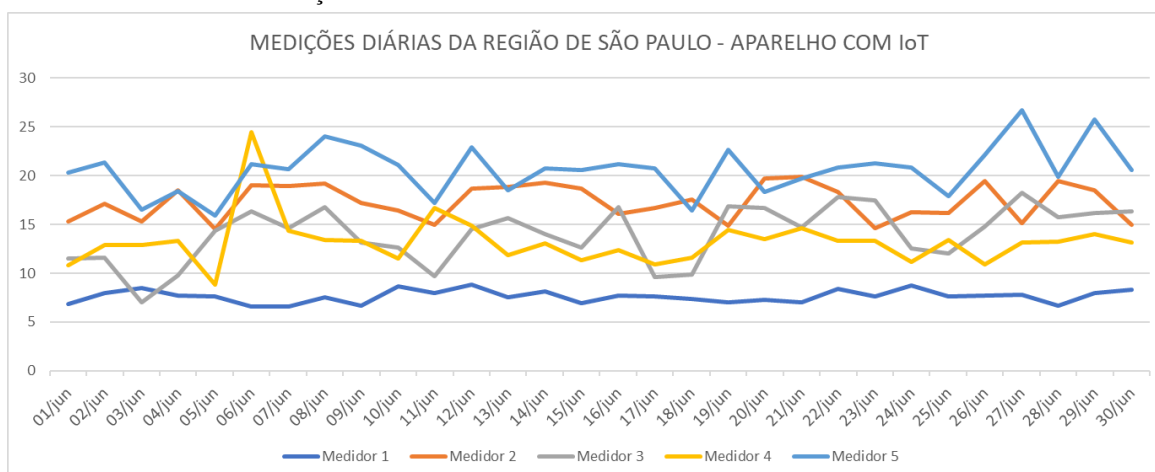
FIGURA 12 - HISTÓRICO DOS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA DA SABESP



FONTE: (PINTO, 2020)

Os sistemas de telemedição da V2COM permitem que os hidrômetros de grandes consumidores, como escolas, indústrias e prédios comerciais, enviassem informações sobre os padrões de consumo de água em intervalos regulares de tempo (PINTO, 2020), como na Figura 13, que mostra a medição de cinco medidores aleatórios durante um mês, com isso, é possível identificar vazamentos de maneira muito mais rápida, evitando o desperdício e custos desnecessários nas contas dos clientes.

FIGURA 13 - MEDIÇÕES DIÁRIAS DA REGIÃO DE SÃO PAULO – APARELHOS COM IoT



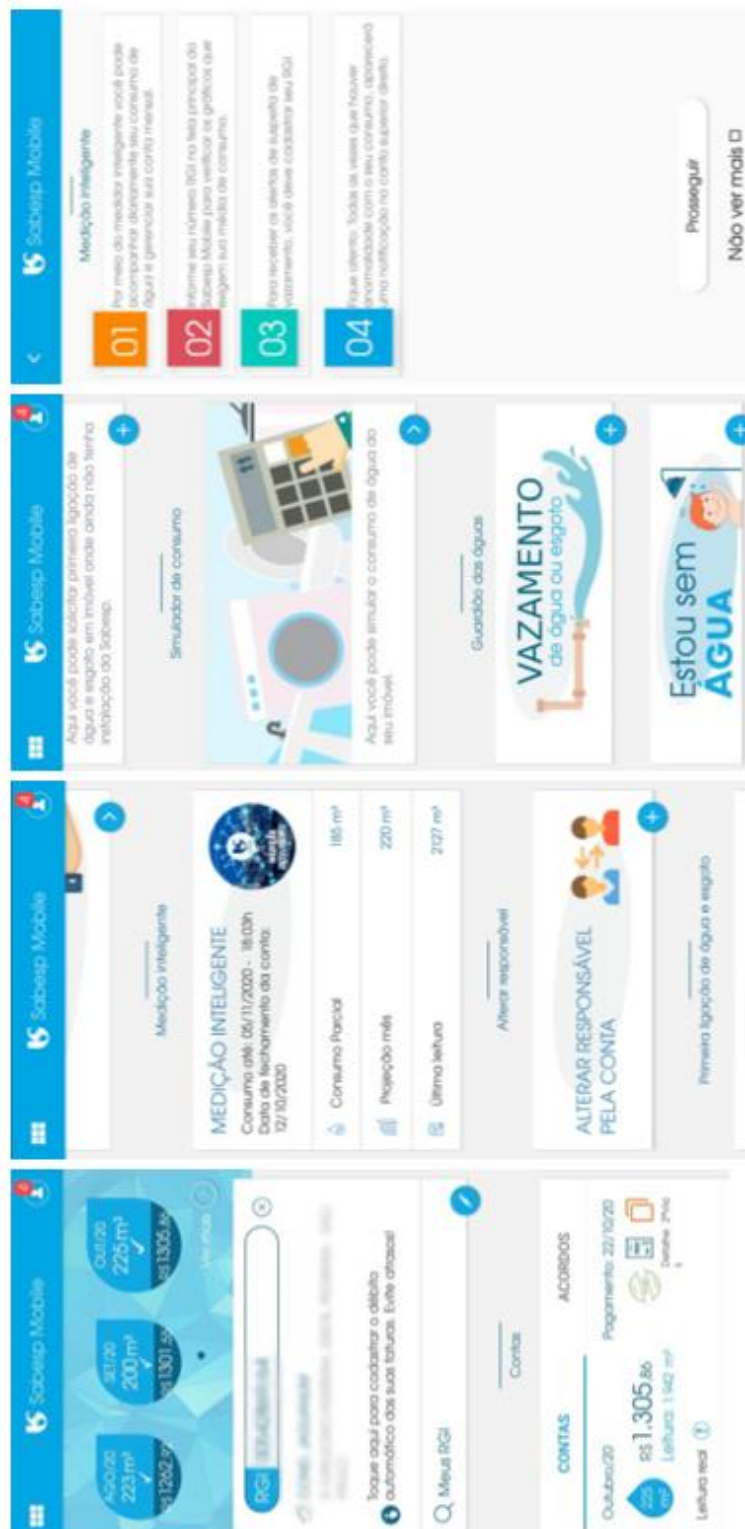
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA COM BASE NOS DADOS (SABESP, 2020)

6.1.5 APLICATIVO

A SABESP disponibilizou as medições diretamente para o consumidor, pelo aplicativo SABESP Mobile, o que possibilita que seja feita a gestão diária de seu consumo, diferente de como é feito hoje em dia, mensalmente, analisando eventuais aumentos e tendo um planejamento mais elaborado e confiável de seus gastos (SABESP, 2018).

O aplicativo também disponibiliza os valores das medições anteriores e uma projeção do mês seguinte baseado no seu histórico de consumo, com uma interface de fácil acesso, tudo é centralizado no aplicativo onde o usuário pode contatar qualquer anomalia encontrada nas medições e encontrar mais instruções a respeito do projeto. A Figura 14 permite ver algumas das telas do aplicativo.

FIGURA 14 - TELAS DO APLICATIVO SABESP MOBILE



FONTE: (SABESP, 2020)

6.2 BENCHMARKING MAUÁ – IMPLANTAÇÃO DO SMART CAMPUS MAUÁ

O Instituto Mauá de Tecnologia no Campus São Caetano do Sul possui um centro de pesquisas da divisão de Eletrônica e Telecomunicações que iniciou um projeto denominado “Smart Campus Mauá”. Este projeto possui o foco em centralizar todos os projetos relacionados a IoT em um único local.

Em contato com o coordenador da área, o Engenheiro Fernando de Almeida Martins nos apresentou as atividades realizadas pelo departamento, com o objetivo de tornar o campus da faculdade mais “Smart” foi criado vários projetos com a aplicação de IoT, desde projetos de economia de energia com o uso de lâmpadas inteligentes até projetos de aplicações do conceito de IoT para medição de água.

Para compreender as atividades e os projetos em andamento, começamos a estudar as atividades do Smart Campus Mauá. No próximo tópico entraremos em detalhes do objetivo do projeto desenvolvido pelo centro de pesquisas e os projetos em andamento.

6.2.1 SMART CAMPUS MAUÁ – EXPERIÊNCIAS ANTERIORES

Com vários projetos e desenvolvimentos tecnológicos ocorrendo dentro do campus da Mauá, surgiu um motivador de unificar todas estas atividades em um único local. Assim surgiu o projeto *Smart Campus*. O campus de São Caetano do Sul conta com um sistema de aquisição de dados via rádio, baseado no protocolo LoRaWAN. O protocolo foi justamente escolhido para uso do conceito de IoT, onde o baixo consumo energético e as transmissões a longas distancias são primordiais para o funcionamento dos dispositivos conectados a esta tecnologia.

Os objetivos deste projeto realizado no campus são: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

- Inclusão e reconhecimento do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT) no meio acadêmico como conhecedor em IoT e criação de *Smart Campus*, com aplicações reais e práticas, criando um *show room* tecnológico que demonstra aplicabilidade e potencial para a resolução de problemas reais, tanto para a indústria quanto para a sociedade;

- Estudo e implementação de trabalhos com foco em integração de dados e análises de *Big Data*;
- Desenvolvimento de estrutura, equipamentos, software e logística para implementação de propostas para questões públicas e privadas em assuntos relacionados a sensoriamento, *Big Data*, *Smart Cities* e fábricas inteligentes;
- Inserção de alunos e professores no mundo da Internet das Coisas, por meio de atividades práticas;
- Apoio a trabalhos de graduação em IoT com criação de ambiente para o desenvolvimento de novos trabalhos.

Com os objetivos do centro de pesquisas bem detalhados, no estudo dos casos já realizados no próprio campus, onde estavam os projetos mostrados na Figura 15:

FIGURA 15 - PROJETOS REALIZADOS NO CAMPUS MAUÁ DE TECNOLOGIA - SMART CAMPUS MAUÁ

SMART CAMPUS MAUÁ

Alguns projetos realizados em nosso campus

- Monitoramento de Nivel de Reservatório.
- Balizador Aéreo: Temperatura / Umidade / Pressão/ Descarga Elétrica/ Dashboard / Analytics.
- Aparelhos de Ar Condicionado: Temperatura;Ciclo de Operação; Analytics (Manutenção Preventiva).
- Monitoramento de Armamento de Vigilantes: Alarme de Movimentação, Disparo.
- Monitoramento Transformadores de Poste: Diferença de Temperatura;Vibração;Analytics.
- Monitoramento de Consumo (água/luz): Instalação;Dashboard / Analytics.
- Luzes de Emergência: "Smart Light", presença, ruído, temperatura, fumaça.Dashboard / Analytics.

Plataforma aberta para o desenvolvimento de toda a comunidade

FONTE: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

6.2.2 MONITORAMENTO DE CONSUMO – ESTUDOS ANTERIORES

Entre os projetos apresentados na Figura 15, destaca-se o projeto de monitoramento de consumo de água e luz. Este projeto teve origem a partir de um trabalho de conclusão de curso realizado em 2017 por um grupo de alunos da graduação de Elétrica e Eletrônica. Com o objetivo de criar um produto inovador para combater o problema de desperdício de água e redução dos custos com manutenção no campus de São Caetano do Sul do IMT (RUBIO, PAVAN, *et al.*, 2017).

O produto desenvolvido é um aparelho que permite medir os valores de medição de um hidrômetro e enviá-los de forma rápida e simples para uma base de dados. Com estes dados é possível criar informativos para alertar o consumidor referente aos gastos do dia e possivelmente identificar padrões de anomalias como vazamentos ou consumos irregulares.

O aparelho desenvolvido encaminha estes dados a cada 7 minutos para uma base de dados do centro de pesquisas. Para conseguir medir estas informações foi utilizado um sensor magnético em um hidrômetro convencional, este sensor magnético gerava um pulso elétrico cada vez que o relógio do hidrômetro completava uma volta registrando assim o valor de 1 litro e depois encaminhando o valor total para a base no intervalo mencionado acima. Na Figura 16 pode-se ver como foi aplicado o sensor no hidrômetro.

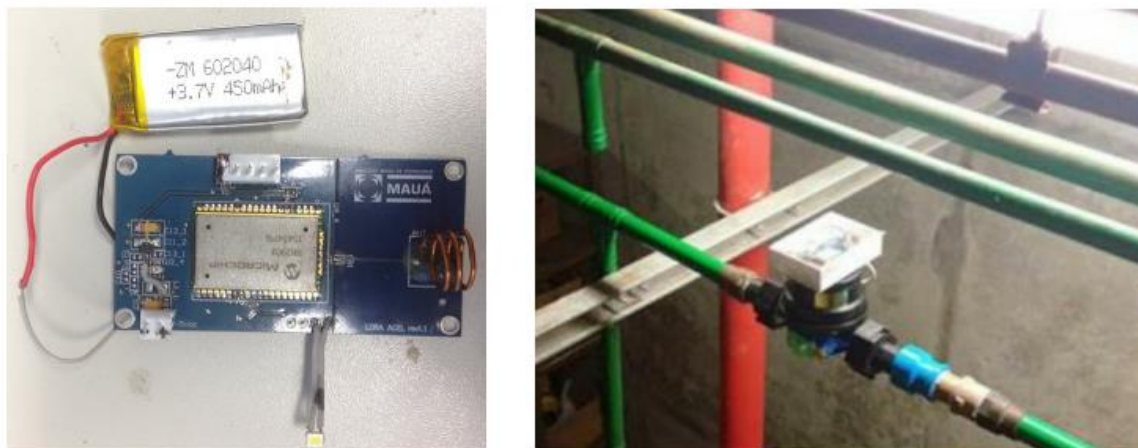
FIGURA 16 - HIDRÔMETRO COM O SENSOR DE MEDIÇÃO ACOPLADO.



Fonte: (RUBIO, PAVAN, *et al.*, 2017)

Na Figura 17 pode-se observar como é a estrutura do aparelho que armazena e envia estes dados. O projeto realizado pelo grupo em 2017 foi feito de forma que tivesse o menor custo possível para se tornar um produto

FIGURA 17 - APARELHO DE MEDIÇÃO DE ÁGUA



Fonte: (RUBIO, PAVAN, *et al.*, 2017)

O grupo estimou um preço de produção deste aparelho avaliado em R\$849,88 incluindo a infraestrutura necessária para armazenamento dos dados. Este valor teve o preço reajustado do projeto para o valor de cotação do dólar turismo de hoje 16/11/2020 de R\$5,46 (RUBIO, PAVAN, *et al.*, 2017).

Ao fazer as medições em um período curto, não se conseguiu identificar nenhum padrão com a ferramenta de análise da inteligência artificial, por este motivo foi necessário transformar a vazão medida a cada 7 minutos em uma vazão média por dia para ter um gráfico menos poluído de informações.

Foi observado que os valores negativos e nulos do aparelho eram, referentes a momentos em que não houve corrente de água ou uma corrente de fluxo reversa (RUBIO, PAVAN, *et al.*, 2017).

Após analisar estas informações, questionamos ao centro de pesquisas o que aconteceu com o aparelho que foi desenvolvido pelo grupo de trabalho anterior. Foi informado que o aparelho foi desligado devido a apresentação de falhas por causa de uma infestação de formigas que danificou a placa de comunicação. Como os dados não eram mantidos por longos períodos não

houve nenhum histórico de informações que conseguíssemos aproveitar para a nossa proposta de implantação.

7 METODOLOGIA

Para um embasamento maior sobre a questão da escassez hídrica, bem como no conceito de IoT e do uso racional da água, foi feita uma pesquisa de referência bibliográfica, utilizando livros, sites e artigos.

Com o objetivo de analisar uma aplicação do conceito do uso racional da água em conjunto com o IoT (Internet das Coisas) na medição de água foi analisado um caso com a finalidade de analisar medições realizadas com um medidor convencional e um medidor com a tecnologia de IoT aplicada, este novo medidor possui sensores que capturam os dados da medição e através de uma rede e encaminha a um servidor que armazena e permite o acesso das informações de forma remota ao usuário final.

Foram realizadas entrevistas com especialistas no assunto. Na busca de conhecimento, houve uma reunião com a gerência do projeto PURA da empresa SABESP, onde foi feita uma explanação sobre esse projeto. Também foi feita uma reunião com especialistas da SABESP, responsáveis pela implantação de um estudo piloto para a utilização de hidrômetros inteligentes na Região Metropolitana de São Paulo. Este projeto se torna um Benchmarking de sucesso demonstrando como foi feita a aplicação do IoT e os resultados esperados dos benefícios da tecnologia.

Além do benchmarking realizado com a SABESP fomos recebidos pelo centro de pesquisas do Instituto Mauá de Tecnologia, onde a área de Eletrônica e Telecomunicações nos ajudou a conhecer as aplicações já realizadas pelos próprios estudantes do campus em conjunto com esta área.

A seguir, este trabalho propõe uma aplicação do uso racional de água em conjunto com a tecnologia do IoT na medição de água em todo o campus, de forma que possa ser implementada soluções econômicas desde redução de perdas com o estudo das medições de água, conscientização do uso da água dos nossos usuários do campus e a substituição de equipamentos convencionais por versões mais econômicas com a finalidade de ter um aumento na economia de água.

Ao ter todos os blocos interligados com a tecnologia do IoT e sem os problemas de medições incorretas e valores negativos devido ao refluxo de água, vamos sugerir uma frequência de medições a cada uma hora de uso.

O motivo da frequência ser maior que a utilizada no projeto SABESP mencionado acima é para identificação de padrões de consumo e identificação de vazamentos no período da madrugada. Com esta identificação pode ser feita a ação para eliminar definitivamente e ter um sistema de acompanhamento em tempo real.

Como os prédios possuem usos distintos, devemos separar a avaliação de consumo por horário e por público. Os blocos J, U, Q, H, W, A, B, C, D e E possuem uso principal para ministração de aulas. Por este motivo iremos monitorar o principal consumo sendo de alunos e professores no período de Segunda a Sexta-feira horário das 07h40 às 22h30 e aos Sábados no horário de 07h40 às 13h.

Os demais blocos deverão ter o acompanhamento inicial em horário comercial de Segunda a Sexta entre 08h as 18h da tarde. Devemos fazer o levantamento dos cargos e posições de cada bloco para avaliar o tipo de usuários que teremos o acompanhamento do consumo. Exemplo: Plantonistas de TI do bloco Q acabam utilizando o prédio durante a madrugada enquanto usuários administrativos geralmente utilizam somente até as 18h.

Com o levantamento do tipo de usuário de cada bloco, poderá ser criado uma estimativa de consumo média, facilitando a identificação de consumos irregulares. Deverá ser levantado o cronograma de utilização dos blocos para usos pontuais como lavagens ou atividades que irão utilizar uma volumetria de água diferente do consumo natural. Este diário de atividades propõe possibilitar eliminar valores anormais.

8.2 PROPOSTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA

Como proposta, este trabalho propõe que seja aplicada os conceitos do programa PURA, ao público que frequenta o campus do Instituto Mauá de Tecnologia. A partir do programa do PURA proposto pela SABESP, deverá ser criado palestras de conscientização para o público-alvo que compõe o Instituto Mauá de Tecnologia.

Como o público é variado deverá ser feita a separação entre os alunos e funcionários para atender a disponibilidade de horários. As palestras deverão ser quinzenais durante o período de um ano para iniciar a avaliação dos resultados após a conscientização. Estas palestras podem ser administradas diretamente com o setor administrativo da faculdade mencionando os benefícios já referenciados neste trabalho.

Além do auxílio do setor administrativo da faculdade, poderá ser utilizada a área de marketing para divulgação. Esta divulgação permite que seja atingido o maior número de pessoas possíveis. Durante as apresentações deverá ser utilizada uma ficha de registro para controle de qual prédio cada pessoa do público-alvo representa para auxiliar na identificação de tendências de consumo, possibilitando criar um programa mais eficiente de economia junto com os demais recursos propostos neste trabalho.

8.3 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PREDIAL

Outro tópico que pode ser explorado do uso racional de água, seria a utilização de produtos economizadores de águas. Podendo ser bacias sanitárias econômicas, registros e torneiras de baixo consumo, duchas inteligentes e outros.

No instituto Mauá já foi realizado um estudo de implantação de bacias sanitárias econômicas no passado. A ideia de implementação seria realizar o estudo de todo o campus com o objetivo de substituir todos os modelos possíveis por versões mais econômicas no campus todo.

Avaliando por bloco temos:

8.3.1 BLOCOS A e B:

Não possuem banheiros nas plantas. Sendo assim seria necessário avaliar outras opções dentro do bloco. Como não são blocos exclusivos de aulas podem ter torneiras de laboratórios ou outras formas que precisam ser avaliadas. Será necessário a avaliação dos usuários deste bloco para estimar o uso dos banheiros próximos.

8.3.2 BLOCO C

FIGURA 19 - MODELO ESQUEMATICO DOS BANHEIROS DO BLOCO C – SMART CAMPUS ONLINE

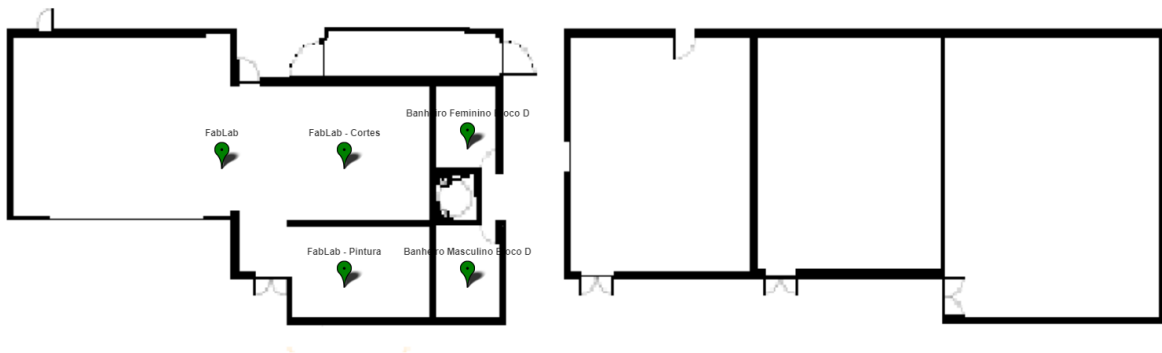


Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

Conforme a imagem acima da Figura 19 podemos avaliar a existência de 9 bacias sanitárias e 7 pias. Podemos avaliar a eficiência do material do fabricante e sugerir produtos mais econômicos conforme a frequência de uso do bloco.

8.3.3 BLOCO D

FIGURA 20 - BLOCO D - SALAS E BANHEIROS - SMART CAPUS MAUA

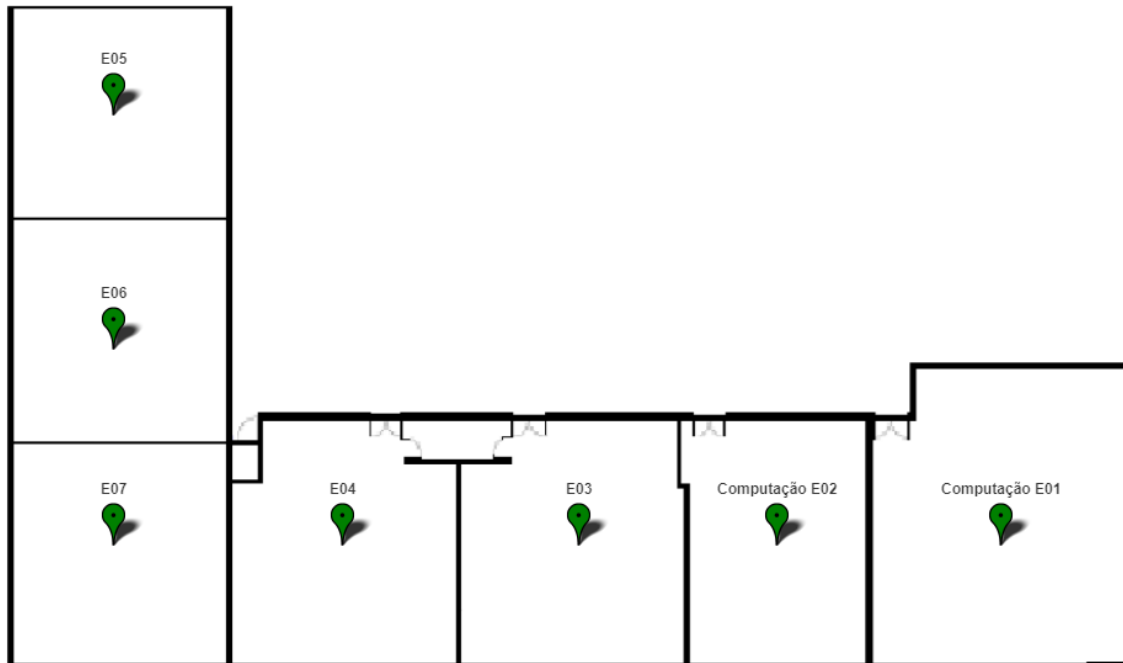


Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

Este bloco D mencionado na Figura 20 foi reformado em 2018. É necessário avaliar a quantidade de equipamentos que possuem para sugestão de estudo. Neste caso por possuírem 2 banheiros podemos estimar pelo menos a necessidade de avaliar 4 vasos sanitários e 4 pias.

8.3.4 BLOCO E

FIGURA 21 - BLOCO E - VISÃO EM PLANTA - SMART CAMPUS MAUÁ



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

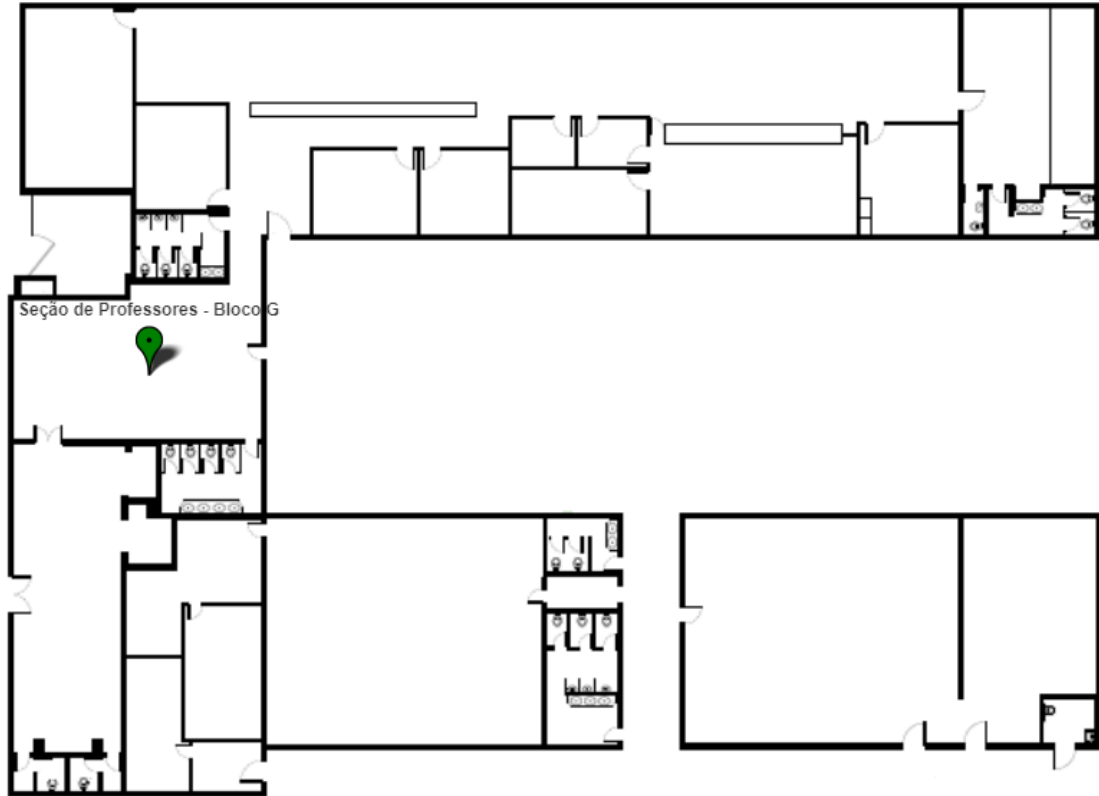
O bloco E mencionado na Figura 21 não possui banheiros, da mesma forma que os blocos A e B será necessário avaliar se não possui utilização específica para outros equipamentos como torneiras e avaliar o uso do bloco para estimar o impacto no banheiro mais próximo.

8.3.5 BLOCO F

O bloco F necessita ter a avaliação dos laboratórios, existem dois banheiros no modelo antigo no campus. Deve ser feito o levantamento, será estimado que possui 4 vasos sanitários, 4 mictórios e 4 pias.

8.3.6 BLOCO G

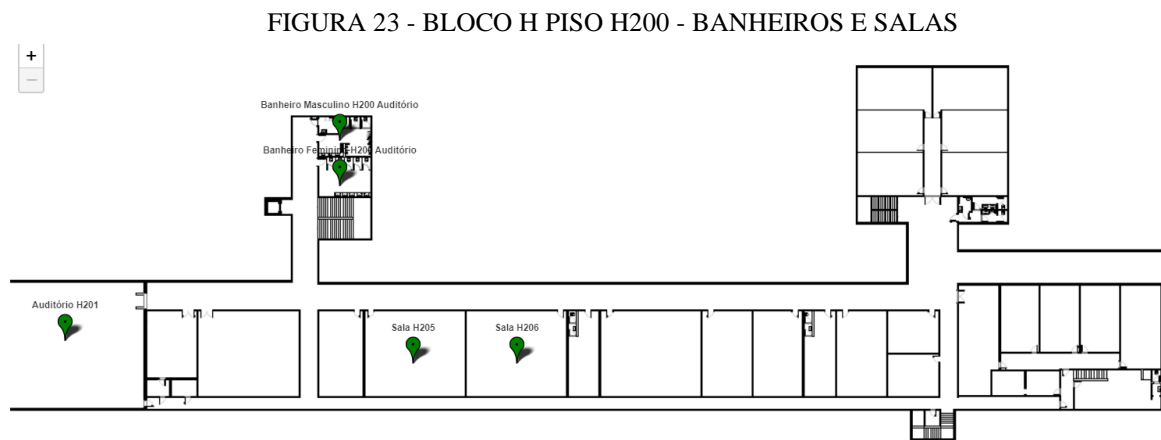
FIGURA 22 - BLOCO G - BANHEIROS E SALAS - SMART CAMPUS MAUÁ



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco G mencionado na Figura 22 já possui uma atividade diferente dos demais, o foco não é uso para ministração de aulas. Porem existe um fluxo de alunos e professores devido a secretaria da faculdade estar centrada nesta construção. Será necessário avaliar a quantidade estimada de 4 banheiros, sendo 14 vasos sanitários, 11 pias e 4 chuveiros.

8.3.7 BLOCO H



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

Este bloco H mencionado na Figura 23 possui 3 andares, sendo os dois primeiros basicamente iguais. Existem 4 banheiros grandes estimando 20 vasos sanitários 16 pias. Algumas salas são destinadas a atividades extracurriculares que possuem banheiros próprios. Existem 2 salas por andar, sendo assim 4 vasos sanitários e 4 pias. Entre os dois primeiros andares possuem banheiros próximos salas em direção a escada do terceiro andar. Sendo assim podemos contabilizar mais 4 vasos e 2 pias. O total deste bloco seria 28 vasos sanitários e 22 pias.

8.3.8 BLOCO I

FIGURA 24 - BLOCO I - BANHEIROS E SALAS

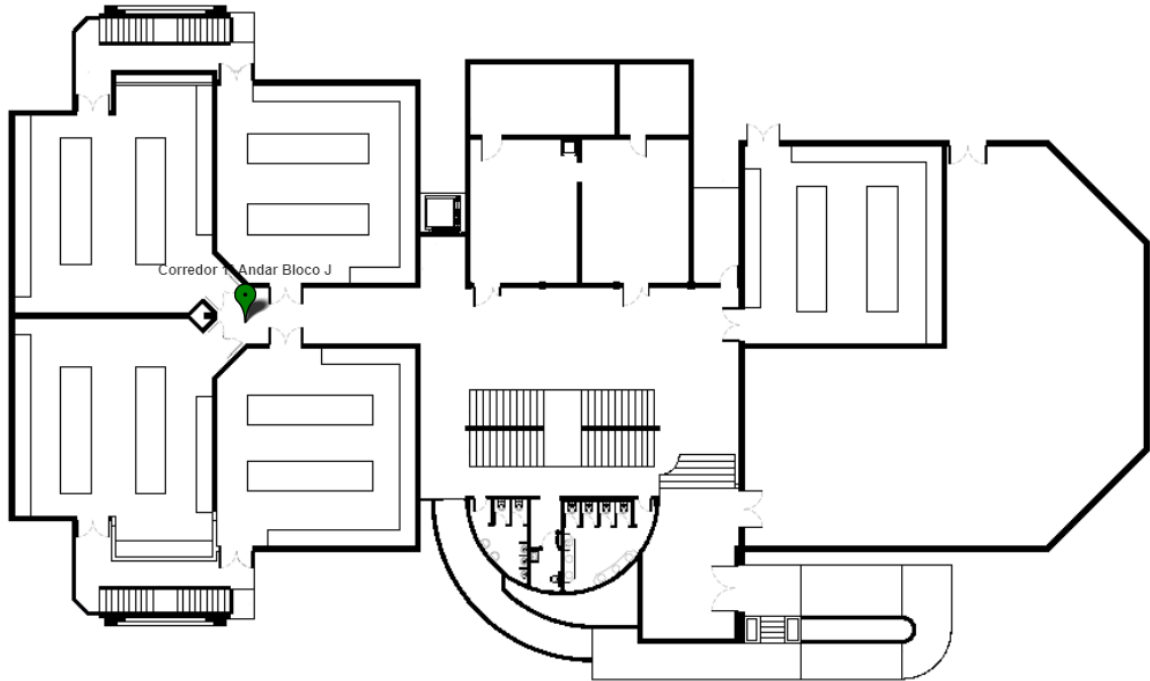


Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco I mencionado na Figura 24 possui foco em pesquisas da área de engenharia Química e de Alimentos. Este bloco pela vista em planta possui 5 banheiros totalizando a quantidade 6 vasos sanitários 6 pias e algumas outras instalações de laboratórios que devem ser avaliadas em questão de uso e finalidade para sugerir a melhor proposta de utilização para este tipo de ambiente.

8.3.9 BLOCO J

FIGURA 25 - BLOCO J - ANDAR TÉRREO- BANHEIROS E SALAS

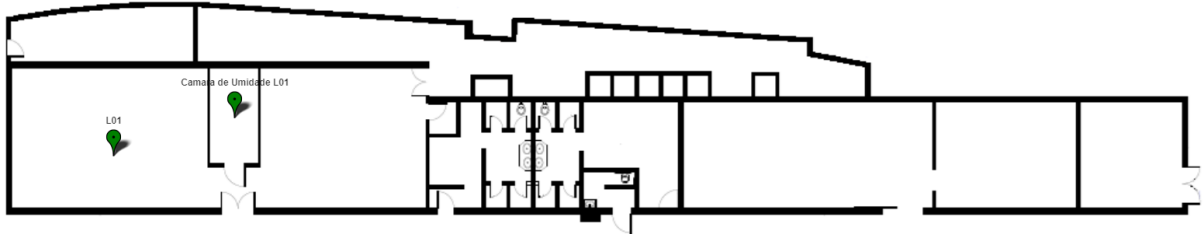


Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco J mencionado na Figura 25 possui 3 andares, a planta acima esquematiza somente um único andar. Vamos inicialmente considerar eles cópia do pavimento tipo porem será necessário avaliar pontualidades. Existem 2 banheiros com a quantidade de 6 vasos sanitários e 6 pias. Este prédio possui também instalações específicas para o uso de laboratórios. Conforme o bloco I deve ser avaliado a aplicação para a melhor sugestão de equipamentos.

8.3.10 BLOCO L

FIGURA 26 - BLOCO L - BANHEIROS E SALAS



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco L mencionado na Figura 26 é um laboratório de concreto. Existem mesas e bancadas específicas para o uso das atividades que precisam ser avaliadas de forma pontual para sugestão correta em relação a sua utilização.

8.3.11 BLOCO M

FIGURA 27 - BLOCO M - BANHEIROS E SALAS



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco M mencionado na Figura 27 é um bloco centralizado na utilização da divisão de motores do Instituto Mauá de tecnologia. O uso dele possui características pontuais como utilização de grandes volumes de água para resfriamento de motores de combustão. Como possui características pontuais deve ser estudado da mesma forma que os demais laboratórios mencionados acima.

8.3.12 BLOCO Q

FIGURA 28 - BLOCO Q - TÉRREO - BANHEIROS E SALAS



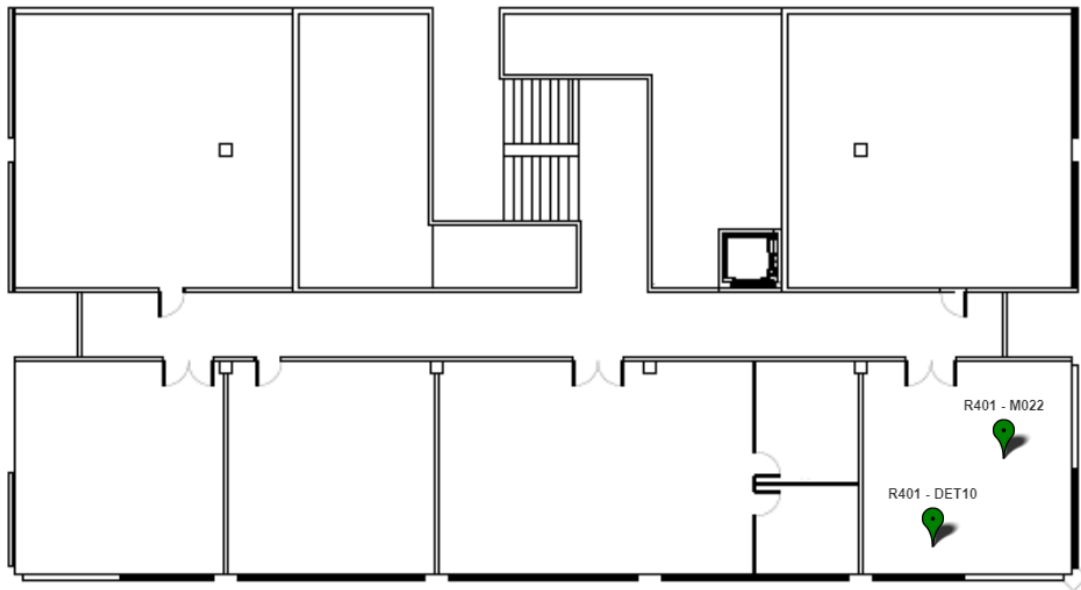
Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco Q mencionado na Figura 28 possui os seus banheiros no subsolo. Os demais banheiros mencionados acima são referentes ao acesso administrativo da reitoria. Vamos estimar o uso

inicial somente da parte da reitoria, porem deve ser levantado as peças do andar inferior para atingir a análise total do projeto 6 vasos sanitários e 6 pias.

8.3.13 BLOCO R

FIGURA 29 - BLOCO R – 4º ANDAR - SALAS



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco R mencionado na Figura 29 é um bloco mesclado entre laboratórios e salas administrativas. Existem ao todo 4 andares. Necessita avaliar a quantidade de banheiros já que a planta que adquirimos não exemplifica a posição. O uso de água deste bloco deve possuir um padrão diferenciado.

8.3.14 BLOCO U

FIGURA 30 - BLOCO U – TÉRREO - BANHEIROS E SALAS



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco U mencionado na Figura 30 possui uso principal de alunos e professores, possui 3 andares sendo que somente 2 deles possuem banheiros e bebedouros. A quantidade de louças a ser avaliada seria de 48 vasos sanitários e 20 pias. Este bloco já foi o ponto focal do trabalho realizado pelo grupo de 2017 mencionado no estudo de caso e possui grande volume de trânsito de pessoas.

8.3.15 BLOCO W

FIGURA 31 - BLOCO W - BANHEIROS E SALAS



Fonte: (SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT, 2020)

O bloco W mencionado na Figura 31 possui 4 andares. A quantidade de louças pode ser estimada de forma igual por andar. 36 vasos sanitários e 28 pias. Este é o bloco mais novo da Mauá. O recomendado a ser estudado neste caso seria a eficiência das novas peças que foram utilizadas para a montagem do prédio e avaliar se podem ser otimizadas.

O levantamento dos tipos de louças é fundamental para a aplicação da substituição por equipamentos economizadores. A proposta de estudo permite além de sugerir a substituição, realizar testes dos produtos para validar se a economia é real e conforme as especificações dos fornecedores. Conforme a Figura 32 podemos ver algumas informações da quantidade de economia que a troca pode oferecer.

FIGURA 32 - COMPARATIVO DE EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS X EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES

COMPARATIVO DE EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS X EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES				
Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

Fonte: (SABESP, 2020)

8.4 RESULTADOS ESPERADOS

Com a aplicação da medição de dados com o uso do IoT em todo o campus, podemos criar uma forma de acompanhar os valores de consumo e identificar as tendências de consumo por bloco. Ao aplicar campanhas de conscientização junto com a substituição de equipamentos por versões mais econômicas podemos ter uma redução significativa do consumo de água. Conforme a Figura 33 podemos verificar que já estamos em uma tendência de queda no consumo:

FIGURA 33 - CONSUMO DE ÁGUA NO BLOCO S NO MÊS DE MAIO ATRAVÉS DOS ANOS



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA COM BASE NOS DADOS DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

Os dados da figura 33 foram criados a partir dos pagamentos realizados pela gerência de manutenção do Campus de São Caetano no bloco S. Se forem utilizadas as medições por hora, pode-se identificar tendências em horários de picos semelhantes e avaliar o padrão de consumo dos nossos usuários.

A substituição por equipamentos econômicos se tornará mais evidente a partir do momento em que for acompanhado os hábitos de consumo de cada bloco permitindo avaliar se houve eficiência ou não na substituição. Na figura 34 podemos observar uma estimativa resumida de todos os blocos analisados com a redução esperada mencionada na Figura 32:

FIGURA 34 - ESTIMATIVA DE ECONOMIA COM BASE NOS DADOS LEVANTADOS DE QUANTIDADE DE LOUÇAS POR BLOCO DO IMT

BLOCO	BACIAS SANITARIAS [QNTD]	PIAS [QNTD]	CONSUMO POR ACIONAMENTO - BACIA SANITÁRIA [l/acionamento]	CONSUMO POR ACIONAMENTO - PIA [l/acionamento]	CONSUMO TOTAL [l/acionamento]	ECONOMIA BS [l/acionamento]	ECONOMIA PIA [l/acionamento]	TOTAL ECONOMIZADO [l/acionamento]
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0
C	9	7	108	3	111	54	2	56
D	4	4	48	2	50	24	1	25
E	0	0	0	0	0	0	0	0
F	4	4	48	2	50	24	1	25
G	14	11	168	5	173	84	4	88
H	28	22	336	9	345	168	7	175
I	6	6	72	3	75	36	2	38
J	6	6	72	3	75	36	2	38
L	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	6	6	72	3	75	36	2	38
R	0	0	0	0	0	0	0	0
U	48	20	576	8	584	288	6	294
W	36	28	432	12	444	216	9	225
TOTAL	161	114	1932	48	1980	966	36	1002

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA COM BASE NOS DADOS DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

Com a aplicação de louças econômicas se estima que será economizado aproximadamente 50% do consumo de água por acionamento no campus. Este valor se deverá se tornar mais expressivo com o detalhamento dos valores e com as condições especiais de cada bloco.

9 CONCLUSÕES

Com o conhecimento do uso racional da água e a forma de aplicação do conceito de IoT em cases estudados em uma empresa de grande porte (SABESP) e no próprio campus do Instituto Mauá de Tecnologia foi possível concluir os benefícios que a aplicação traz e que permite expandir para diversas áreas dentro do uso de água.

No caso estudado da SABESP, ver uma implantação de sucesso no projeto piloto de 500 pontos implantando na RMSP. Permitindo resultados como redução de perdas, diminuição de fraudes, facilidade com o uso da tecnologia no qual permite acessar inúmeras informações através de um aplicativo na palma da mão. O projeto trouxe benefícios tecnológicos e econômicos, justificando a sua expansão para mais de 100 mil pontos distribuídos em toda região metropolitana.

O estudo de caso realizado no Instituto Mauá de Tecnologia junto ao centro de pesquisas, foi possível identificar oportunidades de aplicação desta tecnologia no campus de forma que os resultados possam ser aproveitados para disseminar e implantar melhorias com o conceito de uso racional da água. A identificação de padrões de consumo e a redução de perdas de água são formas de aplicações do conceito que já trazem benefícios visíveis.

A substituição de equipamentos convencionais para equipamentos economizadores e a conscientização das pessoas iria permitir este retorno da economia de água a longo prazo. Estas afirmações dos benefícios do uso racional da água poderão ser concluídas após a conclusão dos estudos iniciados e propostos da nossa metodologia.

A medição de consumo antigamente era feita mensalmente, e era usada apenas para a cobrança da água. Com a aplicação do IoT nos medidores, uma série de outras funções úteis são incorporadas: A possibilidade de acompanhamento do consumo *par-i-passo* permite trazer todas as possibilidades mencionadas acima e ainda abrir portas para novos estudos.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6028. **NBR 6028: Informação e documentação - Resumo - Procedimento.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 2. 2003.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/uso-racional-da-a-gua-a-c-a-soluassapso-para-a.2019-03-15.1643221791#:~:text=Uso%20racional%20da%20%C3%A1gua%20%C3%A9%20a%20solu%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20desse%20recurso,-por%20Tribuna%20Rur>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

ATLAS. ANA, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

BRASIL, A. AGÊNCIA BRASIL. **AGÊNCIA BRASIL**, 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/sabesp-instalara-hidrometros-supersonicos-para-monitorar-consumidores>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL, W. SABESP IMPLANTA TECNOLOGIA IOT USANDO TECNOLOGIA @SIGFOX EM MEDIDORES DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO. **WND GROUP**, 2020. Disponível em: <<https://www.wndgroup.io/2019/11/22/sabesp-implanta-tecnologia-iot-usando-tecnologia-sigfox-em-medidores-de-agua-na-regiao-metropolitana-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

COMO FUNCIONA OS MEDIDORES DE VAZÃO NAS NOSSAS RESIDÊNCIAS. **DWYLER**, 2020. Disponível em: <<https://www.dwyler.com.br/destaques/como-funcionam-os-medidores-de-vazao-nas-nossas-residencias/>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

CONHEÇA A TECNOLOGIA LORA E O PROTOCOLO LORAWAN LOR 001. **INSTITUTO NCB**, 2020. Disponível em: <<https://newtoncbraga.com.br/index.php/eletronica/52-artigos-diversos/11992-conheca-a-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan-lor001>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

DWYLER. **DWYLER. DWYLER**, 2020. Disponível em: <<https://www.dwyler.com.br/destaques/como-funcionam-os-medidores-de-vazao-nas-nossas-residencias/#:~:text=Os%20medidores%20de%20vaz%C3%A3o%20residenciais,quatro%20pontos%20e%20dois%20vermelhos.>>. Acesso em: 4 nov. 2020.

FINEP. **PROSAB**, 2020. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

GLASMAN-DEAL, H. **Science research writing**: for non-native speakers of English. London, UK: Imperial College Press, 2010.

HOLANDA, M. A. A. G. D. **MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: CONTROLE E REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL.** DISSERTAÇÃO (MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS:

CONTROLE E REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL - PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL) – UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO. RECIFE. 2007.

JUNIOR, W. B. L. **MODELAGEM DE UM SISTEMA MULTIPARÂMETRO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS**. Dissertação (MODELAGEM DE UM SISTEMA MULTIPARÂMETRO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS - Pós Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. PALMAS. 2019.

LACQUA BRASIL. **LACQUA BRASIL**, 2020. Disponível em: <<https://www.lacquabrasil.com.br/blog/o-que-e-um-hidrometro#:~:text=Hidr%C3%B4metro%20ou%20contador%20de%20%C3%A1gua,volume%20consumido%20por%20cada%20um.>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

MELO, S. **AESABESP. AESABESP**, 2019. Disponível em: <<https://www.aesabesp.org.br/2020/03/25/iot-no-saneamento-a-novidade-da-sabesp-que-reduz-perdas-contribui-com-o-meio-ambiente-e-melhora-o-relacionamento-com-o-cliente/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

MONTE, A. S. S. D. **IMPACTOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA NO CONSUMO DE ÁGUA EM**. DISSERTAÇÃO (IMPACTOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA NO CONSUMO DE ÁGUA EM - PÓS GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO AMBIENTAL) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. FORTALEZA. 2018.

MONTEIRO, D. R. **UM SERVIÇO DE RACIOCÍNIO COMPUTACIONAL EM TEMPO REAL PARA A INTERNET DAS COISAS**. Dissertação de Mestrado (A Real-Time Reasoning Service for the Internet of Things - Graduação em Informática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2019.

O problema da escassez de água no mundo. **Cetesb**, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escassez-de-agua-no-mundo/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

O QUE É UM HIDROMETRO. **LACQUA BRASIL**, 2020. Disponível em: <<https://www.lacquabrasil.com.br/blog/o-que-e-um-hidrometro>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

OLIVEIRA, D. **internet das coisas: com ESP8266,Arduino e Raspberry PI**. São Paulo: Novatec, 2017.

PCJ, A. Agência das Bacias PCJ. **Agência das Bacias PCJ**, 2020. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/images/stories/fehidro/6-retrospectiva>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

PINTO, G. V2COM. **V2COM**, 2020. Disponível em: <<https://v2com.com/2020/10/09/iot-combate-fraude-consumo-agua/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

PROGRAMA Nacional Combate ao Desperdício Água - PNCDA. **PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO**, 2015. Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

REBOUÇAS, A. C. **Águas doces do Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editoria e Distribuidora de Livros Ltda, 1999.

RUBIO, A. et al. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA EM IoT**. Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, p. 88. 2017.

SABESP. **CHESSE, CRISE HÍDRICA, ESTRATÉGIA E SOLUÇÕES DA SABESP**, 2015. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess_crise_hidrica.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SABESP. **HIDRÔMETROS INTELIGENTES**, 2018. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=732>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SABESP. **PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA: AVANÇOS NA ÁREA SANITÁRIA E ALCANCE NACIONAL**, 2020. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoId=66&id=7765>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

SABESP. **SABESP. SABESP, 2020**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=587>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SCIELO. **Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres**, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2016000100003&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SILVA JUNIOR, V. P. INSTITUTO NEWTON C.BRAGA. **NEWTONCBRAGA**, 2020. Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/11992-conheca-a-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan-lor001>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SILVA JUNIOR, V. P. INSTITUTO NEWTON C.BRAGA. **NEWTONCBRAGA**, 2020. Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/11992-conheca-a-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan-lor001>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SMART CAMPUS MAUÁ - PLATAFORMA PARA SOLUÇÕES EM IoT. **SMART CAMPUS MAUÁ**, 2020. Disponível em: <<https://smartcampus.maua.br/#inicio>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

TOTVS. **TOTVS. TOTVS, 2019**. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/inovacoes/aplicacoes-da-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

TOTVS, E. **APLICACOES DA INTERNET DAS COISAS. TOTVS, 2019**. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/inovacoes/aplicacoes-da-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

TSUTIYA, M. T. **ABASTECIMENTO DE ÁGUA**. 4. ed. SÃO PAULO: departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitaria da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

WEBINAR, T. TELECOM WEBINAR. **TELECOM WEBINAR**, 2019. Disponível em: <<https://telecomwebinar.com/webinar/o-monitoramento-de-consumo-atraves-de-redes-de-iot-na-sabesp/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

WHATELY, M.; , P. C. BIBLIOTECA DIGITAL. **BIBLIOTECADIGITAL**, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/1200/10289.pdf?se>>. Acesso em: 20 jul. 2020.