

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO
AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**ANÁLISE DOS PERFIS DE CONSUMO
DOMICILIAR DE ÁGUA E EFETIVIDADE DAS
CAMPANHAS DE GESTÃO DE DEMANDA**

Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

**Belo Horizonte
2023**

**ANÁLISE DOS PERFIS DE CONSUMO DOMICILIAR
DE ÁGUA E EFETIVIDADE DAS CAMPANHAS DE
GESTÃO DE DEMANDA**

Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

**ANÁLISE DOS PERFIS DE CONSUMO DOMICILIAR
DE ÁGUA E EFETIVIDADE DAS CAMPANHAS DE
GESTÃO DE DEMANDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Políticas Públicas e Gestão em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Orientador: Professor Dr. Nilo de Oliveira Nascimento

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2023

M393a	<p>Marzall, Vinícius Otto de Aguiar Ritzmann. <i>Análise dos perfis de consumo domiciliar de água e efetividade das campanhas de gestão de demanda</i> [recurso eletrônico] / Vinícius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall. – 2023. 1 recurso online (146 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: Nilo de Oliveira Nascimento.</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Apêndices: f. 139-144. Anexos: f. 145-146.</p> <p>Bibliografia: f. 124-138. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Engenharia sanitária – Teses. 2. Recursos hídricos – Administração – Teses. 3. Água – Consumo – Teses. 4. Abastecimento de água nas cidades – Teses. 5. Coleta de dados – Teses. I. Nascimento, Nilo de Oliveira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 628(043)</p>
-------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
[ESCOLA DE ENGENHARIA]
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO / PÓS-GRADUAÇÃO EM [SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS
HÍDRICOS]

FOLHA DE APROVAÇÃO

"Análise dos Perfis de Consumo Domiciliar de Água e Efetividade Nas
Campanhas de Gestão de Demand"

VINICIUS OTTO DE AGUIAR RITZMANN MARZALL

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

Prof. Nilo de Oliveira Nascimento

Prof. Gustavo Meirelles Lima

Prof. Marcelo Libânio

Prof. Asher Kiperstock

Prof. Eduardo Mario Menciondo

Profa Conceição de Maria Albuquerque Alves

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

Versão Final aprovada por

Profa. Priscilla Macedo Moura

Prof. Nilo de Oliveira Nascimento

Coordenadora

Orientador

Belo Horizonte, 16 de maio de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Nilo de Oliveira Nascimento, Presidente de comissão**, em 17/05/2023, às 03:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Meirelles Lima, Professor do Magistério Superior**, em 18/05/2023, às 09:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Conceição de Maria Albuquerque Alves, Usuária Externa**, em 18/05/2023, às 17:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Libanio, Professor do Magistério Superior**, em 19/05/2023, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Asher Kiperstok First, Usuário Externo**, em 04/06/2023, às 10:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Mario Mendiondo, Usuário Externo**, em 13/06/2023, às 16:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Priscilla Macedo Moura, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 14/06/2023, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2303509** e o código CRC **11B66B4B**.

Referência: Processo nº 23072.229256/2023-53

SEI nº 2303509

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, pois sem Ele nada mais seria possível.

À Pabliny, minha companheira nos bons e maus momentos, sempre juntos.

Aos meus familiares e amigos, que, entre idas e vindas do doutorado me ofereceram compreensão e palavras de conforto.

Ao professor Nilo, que ao longo do tempo me serviu com ensinamentos e paciência, sempre na tentativa de acalmar minha ansiedade. Muito obrigado, me sinto verdadeiramente honrado de ter sido orientado por você.

Ao corpo docente e técnicos administrativos do SMARH, graças a vocês aprendi muito do que deve ser um curso de pós-graduação através do respeito e carinho que demonstram pelos discentes.

Aos professores Asher, Mário, Gustavo, Conceição e Marcelo, por toda a paciência, respeito e orientações em relação a tese e seus desdobramentos, levarei para sempre esses ensinamentos.

Aos moradores do bairro Jardim Nova Esperança, que gentilmente cederam espaço em suas intimidades para que fosse possível o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimentos ainda a UFMG, CAPES e CNPq pelo amparo concedido para o desenvolvimento da pesquisa.

E, por fim, a todos aqueles que de alguma forma fizeram parte desse caminho.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”
(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

A demanda residencial de água tem representado um papel crítico para muitas metrópoles, principalmente pela redução em qualidade e oferta conjugadas com o aumento da demanda nos últimos anos. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida se propôs a analisar o consumo de água residencial de acordo com os usos finais, identificando o impacto e perenidade de campanhas de gestão de demanda para racionalização do consumo hídrico residencial, bem como identificar possibilidades na substituição de água tratada por fontes alternativas baseadas nos consumos medidos. Para tanto, a pesquisa foi realizada na cidade de Goiânia, mais especificamente no bairro Jardim Nova Esperança. Após o processo de entrevistas, critérios de filtragem e desistências, foram acompanhadas 60 famílias durante a pesquisa, sendo que destas, 15 receberam medidores telemétricos para acompanhamento do consumo detalhado de água. Baseado nos dados de consumo obtidos nas residências, em especial nas que tiveram medidores inteligentes instalados, foi desenvolvida uma campanha de incentivo ao consumo otimizado utilizando conceitos de marketing social, economia e ciência comportamental. Por meio de sorteio e critérios de consumo, as famílias foram divididas em dois grupos de igual tamanho; o grupo de intervenção (GI), que sofreu interferência através da campanha de incentivo e o grupo de controle (GC), que serviu como parâmetro para as mudanças observadas no primeiro grupo. A coleta de dados para a campanha ocorreu durante os primeiros cinco meses de acompanhamento, enquanto a verificação dos resultados se deu nos últimos sete meses, totalizando um ano. A identificação dos consumos obtidos no medidor telemétrico utilizou conceitos de aprendizado de máquina, em especial redes neurais artificiais, e também do uso de vetor gradiente para separação de eventos e episódios. Dessa forma, observou-se que no mês posterior ao da realização da campanha houve uma variação de consumo de - 5,67% no GI, enquanto no GC houve uma variação de 5,34%, e na sequência dos meses houve uma manutenção na redução observada inicialmente no GI. O mesmo se pode afirmar em relação aos consumos de chuveiro, bacia sanitária e torneiras, não sendo observado tal comportamento na máquina de lavar, piscina e usos externos. Em relação aos usos alternativos, utilizando-se dos dados de consumo obtidos durante a pesquisa, observou-se uma possibilidade de redução de até 61,57% no consumo de água tratada em substituição por águas cinzas e pluviais para usos como rega de plantas, lavagem de pátio e descarga sanitária, com possibilidade de diminuição importante no faturamento da concessionária se aplicada em larga escala. Assim, o potencial das informações de consumo no desenvolvimento de campanhas para gestão de demanda fica demonstrado, permitindo o desenvolvimento de ferramentas importantes para a gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: usos finais de água, gestão de demanda, medidores telemétricos, coleta de dados, perfil de consumo.

ABSTRACT

The residential use of water has played a critical role for many cities, mainly due to the reduction in quality and supply combined with the increase in demand in recent years. In this sense, the research carried out proposed to analyze residential water consumption according to end uses, identifying the impact and continuity of demand management campaigns to rationalize residential water consumption, as well as identifying possibilities for replacing treated water with alternative sources based on measured consumption. Therefore, the research was carried out in the city of Goiania, more specifically in the Jardim Nova Esperanca. After the interview process, filtering criteria, and withdrawals, 60 families were monitored during the research, and of these, 15 received telemetric meters to monitor the detailed consumption of water. Based on consumption data obtained from homes, especially those with smart meters installed, a campaign was developed to encourage optimized consumption using concepts of social marketing, economics, and behavioral science. Through drawing lots and consumption criteria, families were divided into two groups of equal size; the intervention group (IG), which suffered interference through the incentive campaign, and the control group (GC), which served as a parameter for the changes observed in the first group. Data collection for the development of the campaign took place during the first five months of follow-up, while verification of the results took place in the last seven months, totaling one year of data collection. The identification of the consumptions obtained in the telemetric meter used machine learning concepts, in particular artificial neural networks, and also the use of a gradient vector to separate events and episodes. Thus, it was observed that in the month following the campaign, there was a consumption variation of -5.67% in the GI, while in the CG there was a variation of 5.34%, and in the sequence of months there was a maintenance in the reduction initially observed in GI. This can be said in relation to the consumption of showers, toilets, and faucets, with no such behavior being observed in the washing machine, swimming pool, and external uses. Regarding alternative uses, there was a reduction of up to 61.57% in the consumption of treated water in substitution for greywater and rainwater, with the possibility of a significant reduction in the concessionaire's billing if applied on a large scale. Thus, the potential of using consumption information in the development of campaigns for demand management is demonstrated, allowing the development of important tools for the management of water resources.

Keywords: water end uses, water demand management, smart metering, data collection, water consumption profile.

LISTA DE FIGURAS

4.1	Demandas de Uso da Água no Brasil em 2017	27
4.2	Custo de Produção de Água de acordo com a Fonte.	33
4.3	Personagens Paulo e Mariana - Campanha Economizar Água é Muito Simples.	55
4.4	Personagens Banja e Sato - Campanha Consumo Consciente preserva o Meio Ambiente.	56
4.5	Modos de Coleta de Dados de Consumo de Água.	58
4.6	Sensor de Consumo instalado em um Dispositivo Sanitário (Abordagem Individualizada).	59
4.7	Apresentação de dados de consumo de água em pulsos (0,1 litro/pulso).	62
4.8	Dados de consumo em pulsos e transformados em média móvel.	63
4.9	Série sintética de vazão em relação a vazão real. Otimização de pulsos de 0,1 litro com duas médias móveis de ordem 3 e 3.	65
4.10	Geometrização de Evento de Consumo.	66
4.11	Modelo de um Neurônio	68
4.12	Estrutura Genérica de uma Rede Neural Artificial.	69
4.13	Exemplo de uma Cadeia Oculta de Markov (HMM) para um Vetor de Observação.	70
4.14	Exemplo de Procedimento para Classificação de Eventos Isolados de Consumo de Água Residencial.	72
5.1	Fluxograma de Metodologia Proposta para a Pesquisa.	77
5.2	Mapa de Localização do Bairro Jardim Nova Esperança, de Goiânia e de Goiás no Brasil. Posição Aproximada das Casas Participantes do Estudo.	78
5.3	Número de amostras dos grupos de intervenção e controle.	80
5.4	Domicílios de Goiânia segmentados socioeconomicamente de acordo com o critério CCEB.	82
5.5	Fluxograma de Instalação dos Sensores com <i>Datalogger</i> em Edificações com Reservatório de Água.	84
5.6	Hidrômetro Ultrassônico com Interface Geradora de Pulsos de Vazão.	85
5.7	Sistema Embarcado de Coleta de Dados para Gravação de Vazões Instantâneas Residenciais. Fotos fechado e aberto.	86
5.8	Diagrama de funcionamento do Sistema Embarcado de Coleta de Dados (<i>Data Logger</i>).	86
5.9	Fluxograma de Leitura e Classificação de Dados de Consumo.	87
6.1	Classes Socioeconômicas (Critério ABEP) das Famílias Entrevistadas.	95
6.2	Escolaridade do Chefe de Família - Entrevistas.	96

6.3	Quantidade de Moradores por Residência Segmentados nos Grupos de Intervenção e Controle.	97
6.4	Temperatura Máxima e Precipitação Diária em Goiânia Durante Período Inicial de Coleta.	97
6.5	Consumo Médio de Água por Dia das Residências da Amostra - Período 20/08/2020 a 22/12/2020.	98
6.6	Grupos de Intervenção e Controle de acordo com o Consumo por Morador por Dia.	99
6.7	Correlação entre o Número de Moradores por Residência e Consumo por Morador por Dia.	100
6.8	Correlação entre Renda Média (Critério ABEP) e Consumo por Morador por Dia.	100
6.9	Grupos de Intervenção e Controle com Equipamento Instalado.	101
6.10	Média Diária de Consumo de Água de acordo com os Usos Finais.	102
6.11	Consumo Médio Horário de Água por Uso Final - Pré-Campanha.	104
6.12	Consumo interno, unidade relativa e temperatura diários médios.	106
6.13	Correlação dos usos internos consumidos <i>per capita</i> e temperatura média diários.	106
6.14	Respostas da Entrevista Inicial - Conhecimento Sobre Consumo de Água.	107
6.15	Folder A4 Campanha de Incentivo ao Uso Racional da Água - Frente e Verso. Formato de Impressão	109
6.16	Adesivos Campanha de Incentivo ao Consumo Racional da Água.	110
6.17	Evolução no consumo de água mensal - Grupos Controle X Intervenção - Todas as Amostras.	111
6.18	Evolução no uso de chuveiro - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	112
6.19	Evolução no uso da descarga - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	112
6.20	Evolução no uso da torneira - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	113
6.21	Evolução no uso da máquina de lavar e da piscina - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	114
6.22	Evolução nos usos externos (e.g., rega, lavagem de carro e pátio) - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	114
6.23	Vazamentos - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.	115
6.24	Evolução de consumo geral no grupo de intervenção - Amostras com <i>versus</i> sem telemetria.	116
6.25	Avaliação de aspectos subjetivos em relação a campanha de intervenção.	116

6.26 Impactos no faturamento de água. Cenários possíveis.	120
---	-----

LISTA DE TABELAS

4.1	Maiores Vazões Retiradas (em m ³ /s) por Município em 2017	28
4.2	Variação de Consumo Hídrico entre 2016 e 2019.	57
5.1	Renda Nominal Mensal Residencial de Goiânia (2010)	79
5.2	Estratificação Socioeconômica - Critério ABEP.	81
5.3	Arquitetura e Precisão das Redes MLP Para Cada Residência com Telemetria.	89
6.1	Demografia das Famílias Entrevistadas.	96
6.2	Comparativo - Pesquisas com Medidores Telemétricos e Determinação de Usos Finais de Água Residencial.	103
6.3	Descrição Estatística dos Usos Finais de Acordo com o Volume e Duração.	105

LISTA DE QUADROS

4.1 Anomalias Cognitivas na Tomada de Decisão	35
4.2 Países com Iniciativas Políticas Relacionadas à Ciência Comportamental	42
4.3 Resumo das Etapas para Elaboração de um Plano Sistemático	49
4.4 Pesquisas para avaliação do comportamento de consumo e técnicas utilizadas para categorização dos dados	75
5.1 Sistema de pontos do CCEB para definição do estrato socioeconômico. Tabela de pontuações de acordo com estrato socioeconômico	83
6.1 Potenciais cenários de geração de águas cinzas aproveitáveis - Grupo Controle (com telemetria).	118

LISTA DE SÍMBOLOS

cm Centímetros.

σ_{xy} Coeficiente de correlação.

$COV(X, Y)$ Covariância de duas séries de dados.

σ_x Desvio padrão de uma série.

$S_{\bar{x}}$ Erro padrão de uma série.

$\varphi(k)$ Função de ativação da rede neural.

$l/pc.d$ Litros *per capita* por dia.

l/s Litros por segundo.

\bar{x} Média de dados de uma série.

m^3 Metros cúbicos.

m^3/s Metros cúbicos por segundo.

$R\$$ Reais.

s Segundos.

Σ Somatório.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PROSAB	Programa de Pesquisas e Saneamento Básico
SANEAGO	Saneamento de Goiás
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	JUSTIFICATIVA	24
3	OBJETIVOS	25
3.1	OBJETIVO GERAL	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	REVISÃO DE LITERATURA	26
4.1	PANORAMA DA SITUAÇÃO HÍDRICA BRASILEIRA	26
4.2	GESTÃO DE DEMANDA DE ÁGUA	29
4.2.1	<i>Possibilidades no Uso de Fontes Alternativas de Água</i>	31
4.3	ECONOMIA COMPORTAMENTAL	34
4.3.1	<i>Economia comportamental aplicada à economia de recursos hídricos</i>	37
4.4	CIÊNCIA COMPORTAMENTAL	39
4.4.1	<i>Uso da ciência comportamental em políticas públicas</i>	41
4.4.1.1	Comportamentos Habituais	43
4.4.1.2	Dificuldade na Observação de Consequências de Consumo	44
4.4.1.3	O Consumo Sustentável Pode Não Ter Relevância Para o Indivíduo	45
4.4.1.4	Influência dos Pares e Grupos Sociais no Comportamento	46
4.4.1.5	Dificuldade em Seguir Opções Sustentáveis	47
4.5	MARKETING SOCIAL	48
4.5.1	<i>Influenciando Comportamentos</i>	48
4.5.2	<i>Uso de Plano Sistemático com Princípios e Técnicas de Marketing</i>	49
4.5.3	<i>Seleção e Influência do Público-alvo</i>	50
4.5.4	<i>Sociedade como Principal Beneficiário</i>	50
4.5.5	<i>Ferramentas do Marketing Social Voltadas Para o Consumo Sustentável</i>	51
4.5.6	<i>Níveis de Influência do Marketing Social</i>	52
4.5.7	<i>A Água e o Marketing Social</i>	53
4.5.8	<i>O Marketing Social em Goiás</i>	54
4.6	OBTENÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO DE ÁGUA	57
4.6.1	<i>Coleta de Dados de Consumo de Água</i>	57
4.6.1.1	Dados de Baixa Resolução	58
4.6.1.2	Dados de Alta Resolução	59
4.6.1.3	Tipos de Sensores para Hidrometria	60
4.6.2	<i>Leitura e Classificação dos Dados</i>	61
4.6.2.1	Transformação dos pulsos em vazão	61
4.6.2.2	Identificação dos Eventos	65
4.6.2.3	Classificação dos Eventos	67
4.6.3	<i>Aplicação de Análise de Dados à Segmentação de Usos de Água Residencial</i>	73
4.6.3.1	Análise de dados para avaliação do comportamento de consumo	74

5	METODOLOGIA	77
5.1	ÁREA DE ESTUDO	78
5.2	DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS	80
5.3	DEFINIÇÃO DE CLASSES SOCIAIS E SEGMENTAÇÃO DE AMOSTRAS.....	81
5.4	DEFINIÇÃO DE RESIDÊNCIAS QUE SERÃO AMOSTRADAS	82
5.5	SENSORIZAÇÃO DE VAZÃO DAS RESIDÊNCIAS.....	84
5.6	LEITURA E CLASSIFICAÇÃO DE DADOS DE CONSUMO.....	87
5.7	CAMPANHA DE INTERVENÇÃO/INCENTIVO À REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA	90
5.8	ANÁLISE DE DADOS E DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS.....	92
	5.8.1 <i>Efetividade de Campanhas de Incentivo ao Consumo Racional</i>	92
	5.8.2 <i>Hábitos e Racionalização de Consumo</i>	93
	5.8.3 <i>Potenciais e impactos no uso de fontes alternativas</i>	93
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
6.1	PERFIL DE AMOSTRAS DA PESQUISA	95
6.2	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE O ESTUDO.....	97
6.3	CONSUMO DE ÁGUA	98
	6.3.1 <i>Consumo de Água Geral - Dados Pré-Campanha</i>	98
	6.3.2 <i>Consumo de Água por Usos Finais - Dados Pré-Campanha</i>	101
	6.3.3 <i>Campanha de Incentivo ao Consumo Racional</i>	106
	6.3.4 <i>Consumo de Água Geral - Pós-Campanha</i>	110
	6.3.5 <i>Consumo de Água Por Uso Final - Pós-Campanha</i>	111
	6.3.6 <i>Consumo de Água no Grupo Intervenção Com versus Sem Medidores Telemétricos</i>	115
	6.3.7 <i>Pesquisa Pós-Campanha - Avaliação de Aspectos Subjetivos no Consumo de Água</i>	116
6.4	FONTES ALTERNATIVAS E IMPACTOS NO FATURAMENTO DE ÁGUA	117
7	CONCLUSÕES.....	122
	REFERÊNCIAS	124
I	APÊNDICES	139
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE ALOCAÇÃO SOCIOECONÔMICA E DE CONSUMO HÍDRICO DE FAMÍLIAS	140
	APÊNDICE B - USOS FINAIS DE ÁGUA POR CASA COM SENSOR INTELIGENTE - PRÉ CAMPANHA	142
	APÊNDICE C - CONSUMO HORÁRIO DE ÁGUA POR USO FINAL INTERNO POR CASA - PRÉ CAMPANHA.....	143
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PÓS CAMPANHA DE INTERVENÇÃO	144

II ANEXOS.....	145
ANEXO A - PARÂMETROS PARA CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS VIA APRENDIZADO DE MÁQUINA	146

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população nas cidades, observa-se que a gestão hídrica tem se tornado um desafio cada vez maior para o poder público e sociedades, sendo também um tema de estudo por parte do campo acadêmico, a fim de definir suas potencialidades e soluções. Percebe-se também que os recursos hídricos possuem hoje importância que vai além do status de bem de consumo e produção, atuando nas questões sociais e principalmente ambientais das regiões onde estão inseridos.

Mesmo não representando os maiores consumos quando comparados com a agricultura, o abastecimento residencial de água tem se tornado um ponto crítico para muitas metrópoles, em especial pela redução de oferta e qualidade da água em contraponto ao aumento da demanda (LIU; GIURCO; MUKHEIBIR, 2016). Dessa forma, a gestão da demanda se apresenta como um caminho interessante para melhorar a disponibilidade hídrica, ainda mais se observada a não necessidade de obras estruturais, mas sim da mudança de comportamento na otimização do consumo.

Para tanto, um caminho se mostra através das campanhas de incentivo a melhoria do consumo hídrico voltados à população, cujo principal objetivo é a racionalização no consumo de água. Entretanto, estas intervenções aparentam não possuir lastro no perfil de uso de água por parte dos consumidores, tratando a todos de forma igual e generalista. Há pesquisas que correlacionam as campanhas de incentivo ao consumo racional com a redução no consumo de água (ALMEIDA, 2012; SILVA; TEIXEIRA, 2015), no entanto não foram identificados, durante a revisão bibliográfica, estudos nacionais que fizessem uso de dados individualizados de consumo hídrico residencial para realização de campanhas com posterior verificação de sua eficiência. Já em pesquisas internacionais, em especial na Austrália e nos Estados Unidos, pesquisas relacionadas às campanhas baseadas nos consumos individuais têm sido objeto de estudo recorrente nos últimos anos (LIU; MUKHEIBIR, 2018).

Atualmente, no Brasil, há poucas informações para definição dos perfis de consumo de água quando comparados às questões de renda, ou ainda sobre outros indicadores. Estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) trazem dados sobre o consumo hídrico, porém sem relacionar com a renda ou mesmo citar o número de moradores por residência baseados em seus rendimentos e tamanho da edificação. Essas informações, muitas vezes, precisam ser estimadas ou convencionadas para a realização de estudos e simulações sobre o consumo de água, aumentando a incerteza nos resultados obtidos, em especial, nas situações que dependam dos usos finais dos recursos hídricos (CHAIB, 2016).

Entretanto, movimentos para determinação do perfil de consumo residencial de água têm sido realizados nos últimos anos. A caracterização do perfil de consumo para a definição do volume utilizado de água para fins não-potáveis e o aproveitamento de águas cinzas e pluviais são alguns dos objetos de estudo das pesquisas em desenvolvimento recente, principalmente nas regiões sul e sudeste do país (SANT'ANA; BOEGER; MONTEIRO, 2014; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018). Cabe citar, porém, que, em sua maior parte, os trabalhos identificados utilizam-se de metodologias de viés estimativo na determinação dos perfis de consumo, gerando alguma incerteza nos resultados obtidos.

Entender o consumo de água potável, sua ocorrência e possíveis modos de racionalizar o seu uso podem representar melhorias nas ferramentas para tomada de decisões por parte dos gestores públicos (LAI; CHAN; ROY, 2017). Políticas e normas podem ser pensadas de modo mais direto se conhecidos os pontos mais significativos de aplicação, agindo de modo a reduzir os problemas de demanda hídrica. Também podem ser definidas estratégias de campanhas de marketing social em busca de uma redução estrutural do consumo de água.

Observando o estado de Goiás com enfoque em sua capital, Goiânia, nota-se que o crescimento demográfico considerável e as expansões econômica e agrícola têm reduzido em qualidade e quantidade os recursos hídricos disponíveis para a cidade e sua região metropolitana (CUNHA; BORGES, 2015). Políticas públicas afirmativas têm potencial para serem um caminho promissor na redução de problemas causados pela escassez hídrica. Para tanto, informações e dados assertivos relacionados ao uso de água e suas finalidades permitiriam melhorias na implantação de planos diretores de recursos hídricos, leis e outros instrumentos que auxiliem na gestão hídrica.

Neste contexto, a pesquisa realizada tem por objetivos a caracterização dos consumos residenciais de água de acordo com os usos finais, realizando a partir desses dados campanha de incentivo ao consumo racional individualizada com enfoque na racionalização de consumo hídrico, monitorando a efetividade de como esse processo interfere na mudança de comportamento de consumo, além de sua perenidade.

2 JUSTIFICATIVA

A justificativa principal da pesquisa apresenta-se na ampliação e melhoria de ferramentas para tomada de decisão pelo poder público em relação a políticas para conservação e racionalização de uso dos recursos hídricos. Informações sobre os usos finais de água nas residências podem atuar como norteadoras de campanhas de incentivo ao consumo racional, além de verificar se realmente há efetividade nesse tipo de intervenção (BOYLE *et al.*, 2013). Também pode ser considerado o efeito imediato de conhecimento sobre os consumos de água nas famílias selecionadas para a pesquisa e que pode ser mensurado de forma objetiva, com a redução dos consumos, e subjetiva, através de entrevista.

A pesquisa em questão ainda se justifica pelo seu caráter inovador, pois utiliza para a coleta de dados um medidor telemétrico embarcado por residência, que é um sistema com sensor de vazão de alta precisão com saída de dados para um *datalogger* (COLE; STEWART, 2013). Ao propor a utilização de medidores logo após o reservatório superior das casas, torna-se necessário de um tratamento especial dos dados para separação e identificação dos usos finais, que é o desenvolvimento de algoritmos computacionais (RAHIM *et al.*, 2020), procedimento recente e com diversas vantagens em relação aos demais métodos, que serão melhor explicados no decorrer do trabalho.

Pode-se afirmar ainda que a mescla de conhecimentos relacionados a engenharia, economia e ciência comportamentais, marketing social e linguagem de programação propostos no presente trabalho representam desafios devido a suas particularidades distintas, porém possuem grande potencial na geração de novos conhecimentos científicos e tecnológicos (CONNER; PROVEDEL; MACIEL, 2017).

Dessa forma, a presente pesquisa busca verificar as seguintes hipóteses:

- Conhecer o consumo de água das famílias permite uma melhor definição de estratégias para racionalização desse consumo;
- campanhas de incentivo ao consumo racional, se aplicadas de forma personalizada, podem melhorar o uso de água das famílias em curto prazo;
- o uso de tecnologias de telemetria e programação aplicadas à identificação de consumo de água podem servir de ferramenta de apoio em campanhas e definição de estratégias para uso de fontes alternativas em finalidades não-potáveis.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é definir os perfis de consumo de água por destinação final provável apoiado em tecnologia de medição telemétrica, além de desenvolver e aplicar uma campanha de gestão de demanda mensurando seus efeitos sobre o consumo de água domiciliar.

3.2 Objetivos específicos

Para realização das tarefas previstas durante a pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram considerados:

- Analisar, apoiado na literatura especializada, o estado da arte na determinação dos usos e destinações finais de água residenciais, bem como relacionados às campanhas de incentivo a consumo racional;
- desenvolver sistema telemétrico de medição detalhada de consumo de água para utilização em sistemas prediais hidráulicos;
- analisar os consumos residenciais de água, propondo soluções para racionalização do consumo hídrico apoiado em campanha de incentivo ao consumo racional; e
- avaliar o potencial e impactos no uso de fontes alternativas para usos não-potáveis em relação ao consumo de água tratada.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, serão tratados os assuntos relacionados à pesquisa, tais como a situação hídrica do Brasil, conceitos sobre economia e ciência comportamentais, marketing social e modos de coleta e tratamento de informações relacionadas ao consumo de água. Todos os assuntos estão divididos em seções, para melhor organização e localização de informações.

4.1 *Panorama da Situação Hídrica Brasileira*

O Brasil possui posição privilegiada no mundo em relação à sua disponibilidade hídrica total. Apesar disso, a distribuição não ocorre de forma igual pelo território, e além disso, não há infraestrutura hídrica suficiente e adequada para tratamento e atendimento da população por água potável em todas as localidades. Assim, algumas regiões possuem abundância na oferta de água, enquanto outras sofrem de graves crises hídricas que têm gerado problemas de saúde, sanitários, sociais, econômicos e ambientais.

Indo ao encontro desse fato, tem-se observado que a água vem sendo cada vez mais considerada como um bem finito e de valor econômico, além da devida importância em relação a questões ambientais e sociais. Por esse motivo, análises sobre o balanço oferta-demanda têm crescido em importância, pois conseguem apresentar regiões com déficit de acesso à água, evidenciando os setores mais prejudicados.

Dentro desse contexto, cabe analisar como ocorrem os usos consuntivos da água, que são aqueles onde a água é retirada de um corpo d'água sendo consumida total ou parcialmente, porém sem retornar ao curso natural diretamente (BRASIL, 2019). Esse consumo pode ser dado por evaporação, incorporação em produtos, consumo por seres vivos, entre outros. Cabe citar que usos como geração hidrelétrica, pesca, navegação e lazer, apesar de poderem gerar danos relacionados à poluição, não são considerados usos consuntivos por não alterar a quantidade de água disponível.

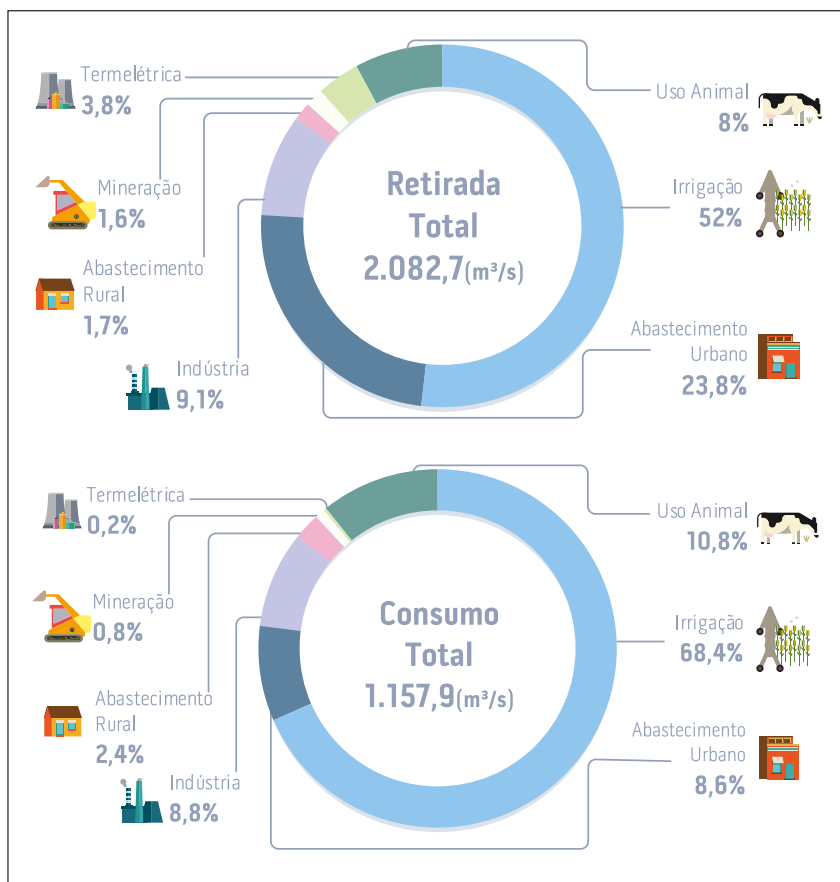
São considerados os maiores consumos consuntivos do Brasil “o abastecimento humano, o abastecimento animal, a indústria de transformação, a mineração, a geração termoelétrica, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais”(BRASIL, 2019). Em cada um dos usos, são consideradas as parcelas de retirada (montante que foi captado diretamente do corpo hídrico), de consumo (montante que foi retirado e não retorna ao corpo hídrico) e retorno (montante que volta ao corpo hídrico).

Identificar essas informações atualmente é um processo feito com muitas incertezas, mesmo para pequenas cidades. Tal dificuldade se baseia no método de coleta de dados. Com

as outorgas concedidas à agricultura e indústria, não há medições reais dos volumes e vazões de retirada, sendo a única informação disponível a vazão máxima de outorgas e cadastros concedidos, o que nem sempre se refere à realidade dessa retirada. Além disso, cada Estado, para rios de seus domínios, emite suas próprias outorgas, com mecanismos e procedimentos variados entre si, modificando a confiabilidade de informações obtidas (BRASIL, 2019).

Assim, por meio de metodologias indiretas, são estimados os usos detalhados por atividade, descritos na Figura 4.1. No ano de 2017, nos termos de vazão média, foram retirados mais de dois mil metros cúbicos de água por segundo, com as principais demandas representadas pela agropecuária (60%), abastecimento urbano (23,8%) e indústria (9,1%), sendo os usos em termelétricas, abastecimento rural e mineração somados com representação abaixo de 8% do total. Cabe citar que o volume retirado não significa compulsoriamente seu consumo, sendo que apenas 1157 m³/s foram efetivamente consumidos (55,56% da vazão retirada), divididos entre agropecuária (79,2%), indústria (8,8%) e abastecimento urbano (8,6%), ficando as demais atividades com menos de 4% do volume consumido.

Figura 4.1: Demandas de Uso da Água no Brasil em 2017



Fonte: Adaptado de Brasil (2017a).

Apesar do abastecimento urbano ser um item de relevância pouco destacada em relação

ao consumo (ver Figura 4.1), cabe observar que com o incremento da urbanização, as cidades têm dependido fortemente da ampliação de oferta hídrica, tendo algumas delas, como São Paulo, Rio de Janeiro e Goiânia, dentre outras, sofrido recorrentemente com a escassez, seja por tempos de seca ou má gestão dos recursos hídricos (GERAQUE, 2018; STRAIOTO, 2019; BARRETO FILHO, 2020).

Outro fator que corrobora para a necessidade de cuidados com os recursos destinados ao abastecimento urbano pode ser observado na Tabela 4.1, em que se nota a pressão dessa finalidade de uso tem nos grandes centros. Observando as maiores vazões por município, São Paulo e Rio de Janeiro foram os mais relevantes, sendo a finalidade predominante o abastecimento humano urbano. A emblemática crise hídrica ocorrida em São Paulo no ano de 2014 representa uma situação que começa a se tornar mais frequente em algumas metrópoles brasileiras.

Tabela 4.1: Maiores Vazões Retiradas (em m³/s) por Município em 2017

Ordem	UF	Município	Vazão de Retirada (m ³ /s)	Uso Predominante
1	SP	São Paulo	46,026	Abastecimento Humano Urbano
2	RJ	Rio de Janeiro	45,283	Abastecimento Humano Urbano
3	RS	Uruguaiana	24,405	Irrigação
4	RS	Sta. Vitória do Palmar	24,376	Irrigação
5	RS	Alegrete	22,03	Irrigação
6	RS	Itaqui	20,874	Irrigação
7	BA	Juazeiro	18,261	Irrigação
8	RS	São Borja	16,771	Irrigação
9	PE	Petrolina	16,009	Irrigação
10	RS	Mostardas	15,794	Irrigação

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

Além do aumento de demanda previsto para os próximos anos (BRASIL, 2019), observa-se ainda que a água disponível nos cursos d'água tem perdido qualidade. Tal situação ocorre principalmente devido às atividades humanas, sejam domésticas, industriais, agrícolas ou de lazer (WENGRAT; BICUDO, 2011). Em regiões mais urbanizadas, o descarte incorreto de esgotos sanitários nos cursos d'água, além da deposição de sedimentos decorrentes de movimentações de terra, conseguem tornar o tratamento da água ainda mais complexo, sendo esse processo um desafio para os gestores urbanos (FIA *et al.*, 2015).

Em relação ao estado de Goiás, problemas relacionados ao consumo de água não são comuns nas cidades do interior, estando restritos à região metropolitana da capital, Goiânia. Desde 2013, a cidade e seu entorno têm enfrentado de forma repetida racionamentos de diferentes intensidades nos períodos de estiagem (ABREU, 2014). Isso se justifica quando observado o crescimento urbano da cidade e sua região metropolitana, que foi de 1,7 milhão de habitantes em 2000 (BRASIL, 2000) para uma estimativa de 2,6 milhões no ano de 2020 (KNEIB; MENDONÇA, 2020).

4.2 Gestão de Demanda de Água

De encontro aos modelos tradicionais, onde há um esforço na ampliação da oferta de acordo com o crescimento da necessidade de água, a gestão de demanda busca redução no consumo, de modo a manter a qualidade nas atividades relacionadas ao seu uso (ZAIED *et al.*, 2022). Assim, de acordo com Cahan (2017) a ideia central da gestão de demanda de água é percebida por quatro pontos principais :

- **Melhorias na infraestrutura:** investimentos e manutenção da rede de distribuição, de modo a reduzir perdas reais por vazamentos;
- **Abordagem legal:** inserção de sistemas de cotas para o consumo de água, bem como a renovação de dispositivos sanitários em prédios públicos e obrigação de uso destas tecnologias em novas edificações;
- **Medidas sociais:** sensibilização de um ou mais públicos-alvo, aumentando a percepção do consumidor, de modo a permitir escolhas mais racionais de consumo; e
- **Abordagens econômicas:** determinar tabela progressiva de preço na conta de água ou facilitar a compra de dispositivos sanitários que sejam mais eficientes através de subsídios.

Em especial, quando observados os aspectos sociais, o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB, 2009) apresenta os parâmetros que influenciam o consumo de água em uma residência e que devem ser levados em consideração na busca por uma adequada abordagem de gestão de demanda:

- Uso da água: observando a necessidade ou ainda o desejo consciente de consumo;
- Desperdício: todo aquele uso que não é necessário ou desejado pelo consumidor ou ainda problemas no dispositivo sanitário;
- Perdas: relacionadas às atividades de manutenção dos equipamentos ou mesmo vazamentos, seja por falhas ou idade avançada do dispositivo; e
- Qualidade ambiental: disposição e configuração das instalações hidráulicas, que podem mudar parâmetros de consumo como vazão e pressão de água nos pontos de uso.

Dentro desse escopo, outros aspectos como a idade média e número de moradores por residência, renda mensal, variações climáticas, grau de instrução e tamanho do terreno também podem influenciar no consumo das famílias (BUTLER; MEMON, 2005). Conforme descrito por Kiperstock no Capítulo 5 do livro de Junior e Ribeiro (2011), em relação ao controle do uso de água medidas como medição do consumo através de hidrômetros e tentar despertar a percepção dos usuários possuem potencial para redução do consumo. O autor ressalta, entretanto, que a tarifação ainda se apresenta como melhor método na redução de consumo.

Nesse contexto, a determinação do volume de demanda mínima de água *per capita* se apresenta como informação relevante no processo da criação de políticas públicas, pois demonstra ou não a existência de margem para reduções de consumo. Assim, há estudos que definem consumos mais restritivos (25 litros *per capita* por dia), que buscam um atendimento regrado das necessidades básicas em contexto de escassez reiterada (SWARTZ; OFFRINGA, 2006 apud PROSAB, 2009). Há ainda pesquisas que determinaram 50 litros como o suficiente para atender todas as necessidades pessoais diárias em um contexto de aplicação mais amplo (GLEICK, 1996). Entretanto, a Organização das Nações Unidas declara o volume de 110 litros *per capita* por dia como a quantidade recomendada para atendimento de todas as necessidades básicas em ambiente urbano (FADINI; FADINI, 2021).

Em relação à demanda de água real, Martin e Wilder (1992) determinaram parâmetros para definição do consumo de água das famílias através de dados censitários e contas de água e esgoto de 19 mil residências na Carolina do Sul, Estados Unidos, identificando como as famílias participantes do estudo consumiam água. Mais recentemente, Dias, Kalbusch e Henning (2018) realizaram um estudo em Joinville, Brasil, com 89 casas coletando dados socioeconômicos das famílias e especificidades de construção, obtendo assim um modelo em regressão linear que apresentou correlação de mais de 70% em relação às amostras. Ainda em trabalhos recentes, o uso de características como pegada hídrica (GÓMEZ-LLANOS; DURÁN-BARROSO; ROBINA-RAMÍREZ, 2020), ou ainda tecnologia e internet (VILLACÍS-GUERRERO *et al.*, 2022) têm sido considerados em projeções de demanda, ainda sem ter ficado clara a correlação destes itens em relação ao consumo de água.

Em outro sentido, a gestão da demanda pode ainda representar desafios às concessionárias de água em relação aos faturamentos. Do ponto de vista financeiro, a redução no consumo de água realizada de forma sistêmica e generalizada pode ocasionar grandes perdas para as empresas responsáveis pelo saneamento (RENEWICK; ARCHIBALD, 2018). Em estatais, tal situação retira verba para reinvestimentos no processo, enquanto em empresas privadas

podem reduzir a participação para os acionistas e colaboradores. Governos pelo mundo perceberam problemas em serviços públicos privatizados (e.g., financeiros, qualidade nos serviços, conflitos de interesse) que motivaram pedidos pela reestatização (GALIANI, 2022), enquanto há outros avaliando a possibilidade nesse processo (MAROTTA; SPINA, 2020).

4.2.1 Possibilidades no Uso de Fontes Alternativas de Água

Dentro de um contexto de escassez hídrica, mostra-se como uma opção real a substituição de parte da água tratada por outras de origem não convencional, conhecidas também como fontes alternativas (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2011). Possuem essa conotação por serem obtidas através de modos que não sejam os considerados usuais (adução e retirada do solo).

Dentre as fontes alternativas de água existentes, destacam-se as seguintes possibilidades:

- Água de chuva: recurso proveniente das precipitações, é captado por uma superfície (geralmente o telhado para melhor qualidade), recebendo tratamento de acordo com sua utilização, sendo normalmente aproveitado para finalidades não-potáveis (TESTON *et al.*, 2018). No semiárido brasileiro, dada a situação de escassez hídrica extrema, há restrições menos rígidas para o aproveitamento potável da água de chuva (SANTOS; FARIAS, 2017).
- Aproveitamento de águas cinzas: geradas de usos como banho, lavagem de roupas e louças, as águas cinzas para reaproveitamento são destinadas para novos usos não-potáveis. Exigem o uso de tratamentos mais elaborados que as águas pluviais devido à carga de poluentes superior (OTENG-PEPRAH; ACHEAMPONG; DEVRIES, 2018).
- Uso potável indireto: refere-se à retirada direta de água proveniente de curso d'água ou poço antes do tratamento realizado pela concessionária. Nesse caso, a utilização para fins potáveis exige acompanhamento constante dos níveis de qualidade da água para definição de tratamento (HERMAN; SCRUGGS; THOMSON, 2017).
- Dessalinização de águas do mar e salobra: possuem processos complexos para tornar a água potável, geralmente através do uso de filtros de osmose reversa e dessalinização térmica (DAER *et al.*, 2015). Possuem os maiores custos de preparação dentre os apresentados e geralmente têm finalidade potável, sendo considerado seu uso em regiões de difícil acesso a outras fontes de água.

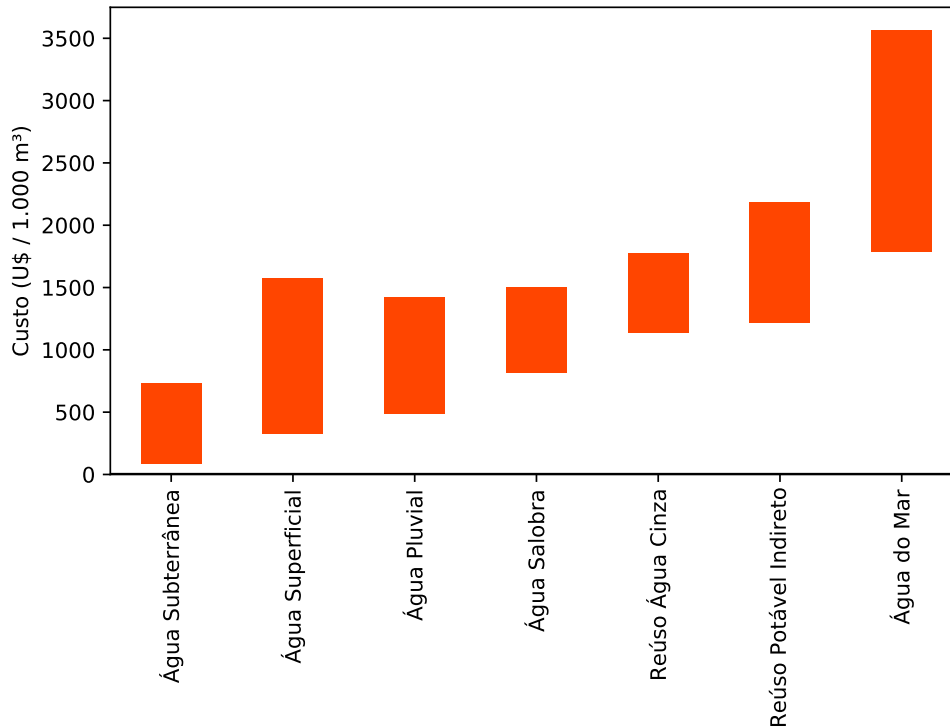
Cabe ainda afirmar que há outras fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento

de águas amarelas e de esgoto (BAYKAL, 2019), ou ainda coleta de umidade do ar durante à noite (MOHAMED; WILLIAM; FATOUH, 2017). Também se nota que essas fontes possuem restrições tecnológicas, de custo e segurança que limitam o seu uso a regiões de grave escassez recorrente.

Apesar de suas possibilidades, o uso de fontes alternativas de água ainda se apresenta como uma ideia nova e pouco estruturada do ponto de vista da administração pública e do consumidor final. Como parâmetro, o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, possui em sua malha de abastecimento hídrico apenas entre 2% e 3% relacionadas às fontes alternativas, mesmo com o incentivo do governo local para a adoção desses usos (MCCANN; ESCRIVA-BOU; SCHWABE, 2018). Apesar da baixa representatividade em relação ao consumo total, os autores citam que o uso de fontes alternativas de água na Califórnia mais do que dobrou desde os anos 1980, chegando a 863,44 milhões de metros cúbicos em 2018.

Ainda sobre as fontes alternativas, outro ponto interessante está na sua resiliência em tempos de estiagem (com exceção do aproveitamento de água de chuva, que também estaria prejudicado). Essa adaptabilidade está presente em praticamente todos os usos, seja através do armazenamento em reservatórios como também nos usos através de dessalinização de água marítima e salobra. Essa capacidade adaptativa é utilizada frequentemente na indústria e agricultura, mitigando os problemas que a falta de água ocasionaria (GONZALES; AJAMI, 2017).

Entretanto, observa-se que os custos para produção de água através de fontes alternativas frequentemente são superiores em comparação ao realizado por vias tradicionais. Isso se justifica pelos custos de capital com infraestrutura e energia necessários para purificação da água, sendo a dessalinização o de maior custo dentre eles (Figura 4.2). Apesar dos custos maiores, os usos de fontes alternativas se justificam nos momentos de estiagem para evitar o desabastecimento (MCCANN; ESCRIVA-BOU; SCHWABE, 2018).

Figura 4.2: Custo de Produção de Água de Acordo com a Fonte.

Fonte: Adaptado de McCann, Escrivá-Bou e Schwabe (2018).

Observando o contexto da legislação, algumas cidades pelo mundo mostram avanços na regulação do uso de fontes alternativas. Na Cidade do Cabo, as autoridades estão desenvolvendo leis para aproveitamento de fontes alternativas em períodos de estiagem (LUKER; HARRIS, 2019). Em Los Angeles, políticas de reaproveitamento hídrico reconhecem a importância desse uso para reduzir a importação de água (HESS; COLLINS, 2019).

No Brasil, atualmente vigora a Lei 14.026/2022 (Lei do Saneamento Básico), que se apresentou como uma atualização importante no sentido de considerar as fontes alternativas como possibilidades reais de uso. Quando comparada com sua antecessora, (Lei 11.445/2007) que proibia o uso de fontes alternativas, houve uma mudança de paradigmas que pode gerar um aumento no uso de águas cinzas e de chuva pelas famílias e empresas. Goiás, entretanto, ainda não se adequou à nova lei, uma vez que a Saneamento de Goiás (SANEAGO), concessionária local de água, impõe uma cobrança de 10 m³ de água e esgoto ao consumidor residencial que fizer uso de fontes alternativas (GOIÁS, 2022).

Fazendo a conexão entre gestão da demanda e o uso de fontes alternativas, é importante analisar os possíveis impactos no faturamento causados pelo seu uso:

1. **Aproveitamento de águas cinzas:** o reciclo das águas dentro de atividades cotidianas poderia ser considerado "fechado", pois toda a água que teve entrada no sistema

residencial se deu através de medição no hidrômetro, e os volumes que forem sendo lançados para tratamento de esgoto já estarão dentro do valor pago pelo usuário, havendo exclusivamente a perda de faturamento por redução de consumo.

2. **Águas pluviais:** diferente das águas cinzas, o aproveitamento de água de chuva insere no sistema de uso de água volumes que, em situações sem regulamentação, não são medidos por hidrômetros, e lançam para tratamento um material que não foi previamente faturado, gerando além da redução do faturamento de água os custos para tratamento desses efluentes adicionais (MORUZZI; LEÃO, 2019).

Interessa ainda citar que os impactos e efeitos no uso de fontes alternativas não se restringe aos aspectos de faturamento levantados, devendo também serem levadas em conta as questões econômicas, sociais e ambientais. A redução da necessidade no tratamento de água diminui também a quantidade de insumos utilizados no processo, além da energia elétrica para adução. Ainda é pode-se argumentar sobre a maior disponibilidade de água para outros fins que não os residenciais, que pode, ao invés de reduzir o faturamento, ser endereçada a outras atividades mais rentáveis para a concessionária (usos industriais, por exemplo).

4.3 Economia Comportamental

Campo relativamente recente, a economia comportamental trata da própria economia tradicional modificada por conceitos da psicologia, neurociência e outras ciências sociais (DAVIS *et al.*, 2015). Sua teoria parte de uma crítica à abordagem econômica tradicional, apoiada na concepção do ser humano como ser totalmente racional em suas decisões, ponderado, centrado no interesse pessoal e com capacidade ilimitada de processar informações (BADDELEY, 2017).

Observa-se que a economia está envolvida em tudo que há na vida das pessoas, desde o nível pessoal até o internacional, afetando diretamente suas vidas, suas gerações atuais e as futuras. Porém, isso é percebido de modo muito subjetivo, ou mesmo intangível do ponto de vista intelectual para aqueles que não possuem formação direta nessa área (BADDELEY, 2017). Assim, o conceito de economia comportamental possui potencial considerável no alcance a essas pessoas, por prover linguagem mais acessível e menos matemática para as tomadas de decisão.

Seguindo esse raciocínio, observa-se através de estudos empíricos realizados nos últimos quarenta anos que a escolha unicamente racional para definição de estratégias econômicas por certas vezes não foi a ideal, em especial quando relacionadas à economia ambiental

(KAHNEMAN; TVERSKY, 2013). Observa-se assim que a simples opção pelo viés racional, em detrimento ao comportamental, em decisões para criação de políticas ambientais, muitas vezes carecem de uma regulação ativa, como ocorre no mercado, para realização de escolhas consistentes (SHOGREN, 2012).

Para Thaler e Sunstein (2009), todas as decisões que não estejam pautadas unicamente pelo fator racional são chamadas de “comportamentos anômalos”, ou falhas comportamentais. McFadden, Machina e Baron (1999) descrevem em seu trabalho quais seriam essas anomalias cognitivas, sendo algumas delas apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Anomalias Cognitivas na Tomada de Decisão

Efeito	Descrição
Contexto	A história e a apresentação da tomada de decisão influenciam a percepção e a motivação.
Importância	Dificuldade em selecionar e ponderar informações consideradas importantes para realizar a escolha.
Assimetria	Dar maior importância aos riscos de perdas do que aos de ganhos na tomada de decisão.
Status Quo	O estado atual e a história são favorecidos em relação a alternativas não experimentadas.
Certeza	Resultados certos possuem maior peso que resultados incertos na tomada de decisão.
Credulidade	Evidências que apoiam padrões e explicações causais para coincidências são aceitas com muita facilidade.
Superstição	Estruturas causais estão ligadas a coincidências e poderes "quase mágicos" aos oponentes.
Suspeição	A desconfiança dos consumidores questiona os motivos dos oponentes, particularmente em situações desconhecidas.
Orientado a Regras	Comportamento guiado por princípios, analogias e exemplos ao invés de verificações racionais.
Deturpação	Julgamentos sobre vantagens reais ou percebidas podem estar deturpados.
Projeção	Julgamentos são alterados para reforço da autoimagem, seja externa ou internamente.

Adaptado de McFadden, Machina e Baron (1999).

Ainda sobre a Quadro 4.1, percebe-se que a racionalidade é variável e dependente das circunstâncias em que se encontra. Quando não há acesso a boas informações, quando existe pressa, quando há restrições cognitivas ou ainda influências sociais, podem ser tomadas decisões que seriam melhores caso a situação fosse repleta de informação e tempo (BADDELEY, 2017).

Além disso, alguns padrões fundamentais de comportamento foram observados por Dolan e Metcalfe (2012) através da economia comportamental:

- Pessoas não gostam de perdas;
- as mudanças são o foco principal na vida das pessoas;

- pequenas chances de sucesso são superestimadas;
- pensamento nas contas ocorre de modo discretizado, ou seja, individual e a cada período de cobrança;
- o tempo presente é altamente valorizado em detrimento do futuro;
- há a preocupação com as atitudes de outras pessoas; e
- boas intenções podem ser afetadas negativamente pelos incentivos financeiros.

Também se sabe que o contexto da escolha importa, ou seja, quem é o portador da informação fornecida, normas sociais e culturais, a escolha padrão, o *status quo*, aquilo que chama mais atenção por sua simplicidade, acesso ou singularidade, interferindo diretamente na tomada de decisão (DOLAN; METCALFE, 2012).

Quando observada em conjunto com políticas ambientais, nota-se que a economia comportamental ainda é pouco utilizada quando comparada a teoria neoclássica. Pode-se perceber também que existe dificuldade na criação de regras generalistas para a economia comportamental, pois estão muito relacionadas com situações específicas e observações próprias dos pesquisadores. Por exemplo, ao considerar o baixo retorno em relação à teoria da escolha racional, a economia comportamental pode apontar para a falta de atenção com incentivos, excesso de confiança nos ganhos futuros e tendência para o consumo atual, todos os três podendo ser usados para melhorar os resultados econômicos (MULLAINATHAN; SCHWARTZSTEIN; CONGDON, 2012).

Dentro desse contexto, o maior desafio para a economia comportamental é acompanhar as falhas comportamentais sistematicamente, de modo a verificar se essa percepção do comportamento pode melhorar as políticas ambientais (SHOGREN, 2012). Dessa forma, o autor cita que o uso de ideias provenientes da economia comportamental tem ocorrido em problemas ambientais que envolvam risco e interação estratégica, como recursos de propriedade comum, barganhas, jogos de coordenação e do bem público.

Sendo assim, assume-se que o consumidor médio responderia melhor a políticas públicas que assumam a coexistência entre a racionalidade, o interesse próprio e a força de vontade na tomada de decisões, havendo oscilações de prioridade dentre esses três fatores, e que devem ser verificados para as circunstâncias nas quais esteja interessado (DAVIS *et al.*, 2015).

4.3.1 Economia comportamental aplicada à economia de recursos hídricos

A melhoria e racionalização no uso da água lidam diretamente com uma melhor alocação e aproveitamento dos recursos disponíveis, por vezes escassos. Nesse sentido, observa-se que a economia comportamental aparece poucas vezes em estudos para uma melhor utilização desses recursos.

O estudo na subárea de economia comportamental de água, segundo Correia e Roseta-Palma (2012), deve ser focado no desenvolvimento da economia de recursos hídricos através das descobertas em economia comportamental, bem como visões e ideias de outras áreas, como por exemplo psicologia, sociologia, ecologia e marketing. Afirmam ainda que outras áreas mais específicas, como economia ambiental comportamental, psicologia ambiental e finanças comportamentais podem ter papel considerável nesse desenvolvimento.

O primeiro estudo identificado que correlaciona suposições comportamentais com economia comportamental de água é o de Winkler e Winett (1982), onde são comparadas a conservação de recursos, o consumo de água e energia residenciais, integrando as visões da psicologia e economia. Nesse artigo, os autores discutem a importância dos descontos monetários para as políticas de conservação, citando que esses descontos, aliados a informações sobre consumo poderiam influenciar no comportamento de consumo dos moradores de forma positiva.

Complementando, Winkler e Winett (1982) ainda argumentam que as mudanças no comportamento humano são feitas através de intervenções, que devem ser interpretadas e consideradas em dois sistemas: um sistema interno, relativo à pessoa individual, e um externo, que é a interface entre o indivíduo e a sociedade. Os autores argumentam que quando é feita a análise de comportamento de consumo em residências, devem ser considerados esses dois sistemas de comportamento (interno e externo) no desenvolvimento de políticas voltadas ao consumo de água.

Mais recentemente, Jorgensen, Graymore e O'Toole (2009) contribuíram para a literatura de demanda hídrica familiar com um modelo socioeconômico para entender o consumo residencial de água. O trabalho enfatiza a questão de demanda e a relaciona com diretrizes diretas e indiretas que determinam o comportamento humano em relação à conservação de água. O modelo desenvolvido considera, além da confiança, outras variáveis comportamentais, tais como o histórico no comportamento de uso da água, interesse na área externa da residência, entre outros, sendo que os autores não extinguem o rol de variáveis que podem ser consideradas.

Além destes, pode ser citado o trabalho de Ferraro e Price (2013), onde os autores analisam a influência no consumo de água de três tipos de tratamentos experimentais: recomendação técnica, mensagem pró-social e comparação social. Eles concluíram que estratégias que não estavam ligadas diretamente a questões financeiras, como estratégias psicológicas, por exemplo, conseguiram maior efetividade do que as abordagens de comparação social, e puderam observar que o efeito foi mais amplo em curtos espaços de tempo em comparação com longos períodos de análise.

Desta forma, é notável que a economia comportamental tem sido pouco aproveitada no que diz respeito à gestão hídrica. Correia e Roseta-Palma (2012) acreditam que o subdesenvolvimento deste campo de estudo se deve aos seguintes fatores:

- A teoria econômica neoclássica domina as modelagens ambientais, de modo que as análises e criação de políticas ambientais de todos os espectros seguem esse pensamento, mais voltado para o racional;
- escassez de informações sociais e psicológicas das famílias e mesmo a falta de dados brutos para análise ambiental;
- dificuldade na obtenção de dados confiáveis e reais, além das adversidades para coleta de dados de diversas famílias, de modo simultâneo ou não;
- limitações consideráveis nas estatísticas agregadas disponíveis, mesmo aquelas relacionadas a aspectos fundamentais no abastecimento de água, condução e tratamento de esgoto;
- não há muitos estudos relacionados à demanda de água com dados experimentais, se comparados a modelos e extrapolações matemáticas; e
- resistência a mudanças por parte dos economistas para modelos de economia comportamental, o que está em um sentido mais amplo, conectado ao viés *status quo* no comportamento humano.

Em contrapartida, o uso da economia comportamental também é incentivado, de acordo com os seguintes argumentos:

- Um maior número de modelos econômicos poderia melhorar o conhecimento sobre determinação de demanda e contribuir para a criação de políticas de gestão hídrica (CORREIA; ROSETA-PALMA, 2012);

- formuladores de políticas públicas têm demonstrado baixo nível de compreensão em estratégias psicológicas. Isso tem diminuído o papel potencial da gestão da demanda e levando à falta de influência significativa das estratégias de gestão de recursos sobre as políticas desenvolvidas (WINKLER; WINETT, 1982); e
- o consumo de água está em sua maior parte ligado ao comportamento, porém esse fator é deixado de lado em relação ao foco existente na economia, o que pode ser considerado um erro (CORREIA; ROSETA-PALMA, 2012).

A escassez de informações individuais de consumo de água por residência e o potencial de fatores condicionantes que são difíceis de mensurar (e.g. padrões de consumo de água, atitudes em situações de racionamento) também são questões a serem consideradas (JORGENSEN; GRAYMORE; O'TOOLE, 2009). Adicionalmente, informações econômico-financeiras e indicadores comportamentais se mostram necessárias para melhorar os estudos sobre demanda hídrica. Cabe ainda citar que a qualidade da informação considerada pode influenciar a significância e a robustez dos resultados econômicos (ARBUÉS; VILLANÚA; BARBERÁN, 2010).

4.4 Ciência Comportamental

De modo a permitir uma abordagem mais assertiva quando da realização de campanhas de incentivo ao consumo racional, cabe uma descrição detalhada de como se constrói o comportamento do consumo, em que bases e crenças as pessoas se apoiam para decidir por quanto tempo deixarão uma torneira aberta, por exemplo.

Nos tempos atuais, observa-se que as desigualdades de consumo são proeminentes, sendo que há pessoas que consomem menos do que o necessário, e pessoas que consomem exageradamente. Mantendo isso em mente, as oportunidades para mudanças no comportamento de consumo estão presentes nesse contexto.

Todos os dias, as pessoas pelo mundo fazem pequenas escolhas e tomam atitudes simples, que se somadas às dos demais, geram impactos momentâneos nos recursos naturais (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017). Políticas que tenham como objetivo mudar esses comportamentos cotidianos através de soluções mais sustentáveis possuem relevância na busca de padrões de consumo melhores do ponto de vista ambiental e pessoal.

Apesar dessa necessidade, a mudança de comportamento humano é um grande desafio, pois as escolhas das pessoas nem sempre são convencionais, tampouco previsíveis. O campo da ciência comportamental, no qual estão incluídas a economia comportamental,

psicologia e outras ciências sociais, oferecem visões práticas para a criação de políticas que estão mais alinhadas com o processo de decisão humana (DAVIS *et al.*, 2015). Ferramentas de políticas públicas que levam em consideração o comportamento podem ajudar os consumidores em melhores avaliações da relação custo *versus* benefício e agir sobre suas preferências, fazendo com que as políticas governamentais sejam mais efetivas (MADRIAN, 2014; OCDE, 2015).

A ciência comportamental se baseia nos avanços no estudo das tomadas de decisão, de modo a entender as complexidades do comportamento humano. A aplicação desses avanços em políticas públicas apresenta novas oportunidades para influenciar nas escolhas do consumidor. Ainda, a ciência comportamental pode modelar com mais efetividade ações inesperadas e imprevisíveis das pessoas. Na busca de um consumo mais sustentável, intervenções no nível comportamental podem encorajar o uso mais consciente dos recursos vitais como a água e a energia, além de modificar o comportamento dos consumidores, levando-os ao encontro de menor impacto ambiental (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017).

As pessoas, de modo geral, são fortemente afetadas pelo contexto mental, social e físico, além da situação específica em que se encontram (ROSS; NISBETT, 2011). Isso significa que pequenas alterações nas condições de entorno podem ter grande impacto na tomada de decisão. Em um estudo recente da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), observou-se que os consumidores estão mais propensos a adquirir produtos orgânicos ou sustentáveis quando eles têm a percepção de que outras pessoas de seu meio social também estão fazendo o mesmo (VRINGER *et al.*, 2017).

Como resultado dessas tendências, por vezes é complicado acompanhar os planos e objetivos dos consumidores para que seja possível traçar políticas públicas eficazes. Neste sentido, um dos principais campos de estudo da ciência comportamental atualmente está relacionado à lacuna intenção-ação (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017). O conceito apresentado se aplica à maioria dos comportamentos, e serve de esclarecimento ao explicar algumas situações em que se observa a diferença entre as intenções ditas boas e as ações realizadas.

Tais situações em que ocorrem essa lacuna podem ser facilmente observadas no cotidiano: pessoas que buscam economizar dinheiro, porém não conseguem; pessoas que têm a intenção de se exercitar frequentemente, mas acabam desistindo antes do final da primeira semana. Voltados para a temática ambiental, podem ser citadas a intenção em fazer reciclagem ou ainda tentar economizar água e energia, mas que acabam sendo esquecidos ou deixados de lado. Um exemplo é a pesquisa realizada pela Comissão Europeia (2011),

que observou que 72% dos consumidores europeus tinha o intuito de comprar produtos ditos sustentáveis, porém apenas 17% deles efetivamente levava em frente essa intenção.

Dessa forma, o conceito intenção-ação deve ser observado para a formulação de políticas públicas. A criação de um programa público de incentivo a consumo racional e a capacitação de infraestrutura podem apresentar o conhecimento e a intenção necessários de um indivíduo, mesmo assim ele ainda pode tomar atitudes diferentes daquilo que foi estudado (THALER; SUNSTEIN, 2009). De qualquer modo, porém, ampliar a compreensão de como as pessoas processam informações e como o contexto afeta o comportamento pode ajudar na criação de políticas públicas através de intervenções mais assertivas e eficientes para incentivar escolhas e ações de consumo sustentáveis.

4.4.1 Uso da ciência comportamental em políticas públicas

Pelo mundo, organizações pioneiras começaram a adotar uma abordagem baseada em comportamento para realização de políticas públicas. O Banco Mundial (2015) apresentou em seu relatório anual de 2015, cujo foco foi o desenvolvimento internacional em relação ao comportamento humano, diversas possibilidades relacionadas ao comportamento em áreas como pobreza, saúde e mudanças climáticas.

Dentre os documentos do relatório, destaca-se para este trabalho a crise hídrica enfrentada por Bogotá, em 1997, onde inicialmente os governantes confiaram que o fato da população estar ciente da falta de água seria suficiente para uma redução no consumo. Porém, observou-se à época que o consumo médio não reduziu, obrigando os governantes locais a tentarem uma nova abordagem, através de propagandas voltadas para a redução de consumo (BANCO MUNDIAL, 2015):

- Adesivos a serem colocados sobre as torneiras avisando sobre a necessidade de racionalização nos usos; e
- relatórios diários nos principais jornais da cidade avisando sobre as condições dos reservatórios.

Outras medidas foram tomadas, inclusive propagandas nas quais o prefeito da cidade atuou ensinando maneiras de economizar água em tarefas cotidianas. Tais movimentos deram origem a uma norma social na cidade em busca da conservação de água, gerando redução no consumo por vários anos. Com a parada na realização de campanhas, após os anos de maior necessidade o consumo gradativamente voltou a subir (BANCO MUNDIAL, 2015).

O comportamento como ferramenta para elaboração de políticas públicas já é realidade em alguns países (Quadro 4.2). Em específico, o Time de Compreensão Comportamental do Reino Unido, utilizando-se de ciência do comportamento, aplicou questionários durante duas semanas junto aos desempregados locais perguntando-lhes como eles imaginavam resolver atividades de entrevistas de emprego. Com o resultado da pesquisa, agências de emprego começaram a obrigar que os candidatos às vagas respondessem a um plano de trabalho com o compromisso de realização das ações escritas. Esse processo reduziu entre 15% e 20% do número de demissões após a contratação (HALLSWORTH; SANDERS; SPOTSWOOD, 2016).

Quadro 4.2: Países com Iniciativas Políticas Relacionadas à Ciência Comportamental

País	Iniciativas Políticas Relacionadas à Ciência Comportamental
Reino Unido	Em 2010, foi o primeiro país a criar uma central que considera entendimentos obtidos do comportamento em criação de políticas públicas. O Time de Compreensão Comportamental (TCC) foi criado inicialmente para melhorar os serviços públicos baseado em princípios da ciência do comportamento.
Dinamarca	A Rede Dinamarquesa de Encorajamento, criada em 2010, trabalha conjuntamente com governos e companhias para projetar e testar intervenções através da aplicação de teorias de ciência comportamental (HANSEN; SKOV; SKOV; 2016).
Austrália	O governo da Nova Gales do Sul, em parceria com o TVC, do Reino Unido, desenvolveu a Unidade de Compreensão Comportamental, ligada ao departamento do Premier e gabinete, em 2012. A unidade incorpora visões relacionadas a ciência comportamental nos serviços oferecidos pelo poder público.
Estados Unidos	O Time de Ciências Sociais e Comportamentais da Casa Branca foi iniciado em 2014, e se utiliza de entendimentos das ciências sociais e comportamentais para o desenvolvimento de políticas e programas federais (CONGDON; SHANKAR, 2015). Algumas cidades, como Nova Iorque, estão iniciando a incorporação de times especializados em ciência comportamental para o desenvolvimento de iniciativas e políticas públicas (FEITSMA; SCHILLEMANS, 2019).
Cingapura	Desenvolvida em 2014, a Unidade de Projetos e Compreensão de Comportamento, que responde ao Ministério de Mão de Obra de Cingapura, analisa o comportamento individual da população em relação aos serviços públicos prestados com objetivo de melhorias (HELLMUTH, 2018).
Canadá	O governo de Ontário desenvolveu a Unidade de Compreensão Comportamental em 2015, que criou o Centro de Excelência para Suporte de Tomada de Decisões Fundamentadas em Evidências, com o objetivo de usar a ciência comportamental para melhorar serviços oferecidos por agências governamentais (FRENCH; OREOPOULOS, 2017).

Fonte: Adaptado de Aibana, Kimmel e Welch (2017).

Dessa forma, observa-se que aplicações da ciência comportamental podem ser feitas para fortalecer políticas públicas existentes em diferentes áreas. Com relação à busca por um consumo mais sustentável, isso significa melhorar a efetividade de legislações ambientais, sociais, econômicas e incentivos existentes. Além disso, pode ser discutido o impacto dos programas educacionais e campanhas de incentivo ao consumo racional e informação para mudanças que as escolhas individuais causam no meio ambiente.

De modo a fazer o uso mais adequado dessas ferramentas, políticos e agentes públicos

devem seguir por um caminho de cuidadosa avaliação do contexto, bem como testar e avaliar a eficiência do programa que se deseja implementar (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017). Testes baseados em evidências devem ser realizados através de um Ensaio Controlado Randomizado, experimento onde participantes de determinado estrato de interesse são divididos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro será aquele que recebe a intervenção (grupo de tratamento) e o segundo é aquele que não terá mudanças, tendo somente seu comportamento acompanhado (grupo de controle) (FERRARO; PRICE, 2013).

Ainda conforme descrito por Ferraro e Price (2013), o fenômeno observado durante o experimento pode ser totalmente diferente em outra localidade, não permitindo que resultados sejam importados sem qualquer critério. Sendo assim, testar os experimentos em grupos mais representativos de uma determinada população tendem a tornar mais eficientes as futuras políticas que foram baseadas nos resultados das observações locais.

Por fim, percebe-se que muitas vezes são apresentadas opções sustentáveis, onde parte da população, com orientação ou não, faz escolha pela solução menos viável do ponto de vista ambiental, conforme já discutido anteriormente. A seguir, serão apresentados cinco dentre os principais motivos para que as escolhas de consumo da população não sejam aquelas consideradas sustentáveis.

4.4.1.1 Comportamentos Habituais

Parte do comportamento humano é guiado através da rotina, e essa é uma vantagem do ponto de vista energético. Ao não ter a necessidade de pensar para algumas tarefas, o indivíduo economiza energia para as tarefas mais complexas. Como parâmetro, Neal, Wood e Drolet (2013) observam que cerca de 40% das atividades diárias de cada pessoa estão concentradas em hábitos.

Como consequência natural, o comportamento de consumo também é bastante regido por hábitos. Assim, muitas atitudes relacionadas ao uso de recursos se moldaram com o tempo através de repetições, levando a não haver mais a necessidade de se pensar ao realizar essas ações. Por esse motivo, ao realizar ações que visam a mudança de comportamento, atitudes e valores encontram certa dificuldade na mudança de ação, uma vez que as ações habituais não são movidas por esforço mental ou consideração por algum tipo de crença (VERPLANKEN; ROY, 2016).

Ainda segundo Verplanken e Roy (2016), mudanças de comportamento habituais requerem uma “ruptura com os fatores ambientais que criam atalhos para as performances habituais”. Assim, dicas físicas podem fazer a diferença na busca dessa ruptura, de modo

a criar hábitos sustentáveis que se solidifiquem na mente do indivíduo. O uso de adesivos com informações visíveis de modo a lembrar o usuário da atitude a ser tomada é uma possibilidade interessante, desde que esse recado consiga atingir o receptor da mensagem sendo entendida e interpretada corretamente (DUHIGG, 2012).

Como exemplo, pode ser citado o esforço do governo de São José, na Califórnia, Estados Unidos, para modificação do hábito de se jogar papel no lixo comum. A atitude tomada foi substituir os latões de lixo não reciclável por outros de menor volume, de modo a desestimular o descarte de papel nesse tipo de lixo. Como resultado, observou-se que ocorreu uma redução de coleta de lixo de 50% e ainda que nos maiores edifícios administrativos da cidade houve um aumento médio de 6,3% por mês no volume de reciclagem de papel (NAJM *et al.*, 2002).

4.4.1.2 Dificuldade na Observação de Consequências de Consumo

Em muitos casos, observar como o consumo interfere no meio ambiente e suas consequências é algo que possui relativa complexidade. Como exemplo, a energia elétrica é frequentemente conhecida como um recurso invisível, e pesquisadores têm percebido que isso é um fator que influencia no aumento de consumo (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). Em relação à água consumida nas residências, os moradores normalmente têm percepções de consumo diferentes do que ocorrem de fato (BEAL; STEWART; FIELDING, 2013).

Normalmente, tais questões de desconhecimento de consumo acontecem por conta da dificuldade de entender o que é o consumo em si. Mesmo que as informações sobre esse uso estejam disponíveis, muitas vezes o consumidor nunca teve orientação suficiente para entender o que são e como ocorrem estes consumos (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017). Aproveitando-se novamente da energia elétrica como exemplo, não adianta a informação do consumo em kWh se o cliente não faz ideia do que aquilo seja e como chegou até ali, a não ser pelo fato de saber que aquele número se refere à quantidade de energia que ele deverá pagar.

Além da questão imediata, que é não entender o consumo realizado, outro fator também faz parte do desconhecimento do consumidor: os efeitos a longo prazo relacionados às opções de consumo. Caso o indivíduo utilize mais água que o necessário hoje, não ocorrerá uma resposta imediata, nem mesmo custos extras serão apresentados para ele naquele momento na maioria dos casos. Supondo ainda que ocorra um aumento na conta de água ao final do período, isso só será percebido após algum tempo da ocorrência do consumo, assumindo que o consumidor observe com critério a conta recebida, o que nem sempre ocorre (BEAL; STEWART; FIELDING, 2013).

Com relação à dificuldade em observar as consequências futuras, o chamado viés presente, cuja teoria surge da economia comportamental, atua de modo a dificultar essa observação de longo prazo. Seguindo esse preceito, as pessoas costumam manter seu foco em custos e benefícios imediatos, e desconsideram bastante os impactos futuros, sejam eles bons ou ruins (SCHLEICH *et al.*, 2019). Essas atitudes podem ser claramente observadas no cotidiano, quando se deixa de reciclar hoje para começar amanhã devido a qualquer empecilho, por exemplo. O somatório dessas atitudes, caso ocorram continuamente, somadas a de outras pessoas, pode causar impactos ambientais consideráveis no todo.

Como maneira de superar esse problema, deve ser repensada a forma de apresentação de informações para os consumidores, de modo que isso influencie na tomada de decisão. Apresentar informações com maior clareza e linguagem mais simples pode atingir ao indivíduo de modo mais assertivo, fazendo com que ele pense além do viés presente, analisando possibilidades que antes não seriam cogitadas.

Como exemplo, Figueroa *et al.* (2019) realizaram um trabalho onde foram disponibilizadas informações a respeito da durabilidade e economia de lâmpadas econômicas em relação às incandescentes em um assentamento de Nairóbi. Quênia. Apesar de mais caras, as lâmpadas econômicas, em conjunto com um subsídio governamental de 22,5% no preço de venda, levaram a um aumento de 83% nas vendas, gerando economia de energia conjugada à redução no valor mensal pago pelos consumidores.

4.4.1.3 O Consumo Sustentável Pode Não Ter Relevância Para o Indivíduo

Pesquisas têm demonstrado que as pessoas normalmente se preocupam como o meio ambiente (FREDERIKS; STENNER; HOBMAN, 2015), porém isso nem sempre se traduz em comportamentos que visem melhores hábitos de consumo. Uma das maneiras de explicar esse comportamento se observa quando um indivíduo possui duas ideias conflitantes, fazendo com que ele experimente uma dissonância cognitiva, de modo que se dê preferência a uma das possibilidades em detrimento da outra baseado em crenças e costumes para que a solução escolhida seja mais próxima daquilo no que se acredita (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017).

Quando se fala em comportamento de consumo, pode ser observado que o indivíduo percebe a existência de implicações sobre o meio ambiente relacionadas a ações anteriores, e sabe que há necessidade de ação. Porém, ele não acredita que seu esforço na busca para redução de consumo tenha impacto sobre o resultado, além de não imaginar que pode ser pessoalmente atingido pelos problemas. Isso pode ser observado em estudos que analisaram pessoas que acreditam que as mudanças climáticas são um assunto urgente e atual, porém imaginam que nunca serão atingidos por essas mudanças, dizendo que

desconhecem quem tenha sido prejudicado por elas (CAPSTICK; PIDGEON, 2014).

Aibana, Kimmel e Welch (2017) citam que uma forma para aumentar a percepção de relevância pessoal sobre a situação ambiental está ligada à utilização de informações pessoais e retornos periódicos relacionados aos consumos. Para os autores, quanto mais pessoal for o material usado nessas finalidades, maiores as chances de identificação pessoal e engajamento positivo em busca de atitudes sustentáveis.

Outro aspecto interessante sobre a não opção por escolhas ditas mais racionais se apresenta quando observado além do caráter prático dessas atividades. Em pesquisa coordenada no PROSAB (2009), foi levantada a hipótese do uso da atividade tomar banho não somente como um ato de asseio e limpeza, mas também como forma de relaxamento e redução do estresse. Esse aspecto possui legitimidade e não pode ser desconsiderado tampouco analisado como inconsciente, devendo ser observado e se possível mensurado.

4.4.1.4 Influência dos Pares e Grupos Sociais no Comportamento

Os comportamentos de consumo individuais são comumente influenciados pelos padrões de consumo das pessoas do entorno. Essa influência tende a ser mais forte quando surgem momentos de incerteza, onde as pessoas costumam observar o comportamento de seus pares para identificar e entender o que é o mais adequado a se fazer (KHAMIS; PRAKASH; SIDDIQUE, 2012). Dicas sociais podem apresentar referências para entender melhor o contexto de consumo. Porém, por certas vezes, essas dicas podem ser mal interpretadas, e o resultado pode ser utilizado como informação para correção de algumas características.

Como exemplo, as normas sociais possuem papel relevante na determinação dos comportamentos de consumo. Em estudo realizado por Rosenquist *et al.* (2010), observou-se que no entorno de consumidores de grandes quantidades de álcool, as pessoas tendiam a consumir uma quantidade maior de bebidas alcoólicas, em especial os amigos e familiares. Por outro lado, nos indivíduos considerados abstêmios, o consumo era bem menor por aqueles que estavam a sua volta.

O exemplo apresentado demonstra a dificuldade em agir contra as normas sociais em vigor. Atividades ambientalmente responsáveis podem ser postas de lado para evitar o sentimento de isolamento em relação aos demais, reduzindo a eficiência nas tentativas nesse sentido. Porém, no sentido de trazer a percepção do indivíduo e dos pares para algo mais próximo do pensamento sustentável, pesquisadores observaram que apresentar a norma real para os grupos sociais pode ser necessário na convergência das normas sociais para as normas reais (ROSENQUIST *et al.*, 2010).

Outra influência social que modifica o modo de consumo é a identidade. O conceito de identidade está relacionado à percepção do indivíduo em relação a si mesmo, e se trata de um sentimento que pode ou não variar com o passar do tempo, baseado nas situações que acontecem ao seu redor. Em um programa de saúde pública desenvolvido no Zimbábue, pesquisadores buscaram incentivar o uso de preservativos sexuais para a população. Inicialmente, perceberam que o impacto de suas palavras não surtiu o efeito esperado, fazendo com que fossem contratadas cabeleireiras das comunidades para a disseminação das informações da campanha. Tal atitude aumentou drasticamente o consumo de preservativos pela população local (UNFPA, 2011), demonstrando a necessidade de cuidados com as normas sociais e identidade.

4.4.1.5 Dificuldade em Seguir Opções Sustentáveis

A forma como as escolhas são apresentadas ao consumidor também possui importância destacada na decisão do indivíduo, podendo levá-lo a opções não sustentáveis, seja de modo proposital ou não. Como exemplo, o consumo de energia elétrica apresentado normalmente se refere a fontes convencionais. Caso o consumidor tenha interesse em outras opções, ele mesmo deve buscar as informações a respeito do assunto.

Com relação ao consumo de água não é diferente, poucas são as concessionárias brasileiras que possuem opções ou incentivos para fontes alternativas, levando o consumidor a opção padrão, que é o consumo somente por água tratada. Pichert e Katsikopoulos (2008) observaram que quando ofertadas as opções energia convencional (C) e convencional agregada a fotovoltaica (CV), a segunda opção foi escolhida em 68% dos lares apresentados a ela. Em outro grupo, quando ofertada somente a energia C como padrão, houve uma queda na escolha pela energia CV para 41% dos clientes. Num terceiro grupo, quando ofertada somente a energia CV como padrão, a opção por ela voltou aos 68%.

Este exemplo demonstra que a determinação de padrões sustentáveis pode fazer a diferença no comportamento de consumo do indivíduo. Efeitos similares podem ser obtidos quando ocorre a estruturação das opções, como as escolhas forçadas, que obrigam o indivíduo a fazer uma escolha, ou ainda escolhas solicitadas, quando o indivíduo é impelido a tomar uma decisão (AIBANA; KIMMEL; WELCH, 2017).

Além disso, mesmo as pessoas que possuem claramente preferência por opções sustentáveis podem ter seu senso prejudicado por tarefas que proporcionem barreiras, mesmo que pequenas. Já se observou em pesquisas que pequenos entraves, como qualquer tipo de burocracia ou papelada, possuem impacto negativo nos resultados esperados (BETTINGER *et al.*, 2012). Essas pequenas ações, também conhecidas como fatores de aborrecimento, sejam reais ou percebidos, podem evitar ações de serem efetivamente tomadas, mesmo

que os benefícios ou intenções sejam positivas (VRIES; RIETKERK; KOOPER, 2019).

Como fatores de aborrecimento podem ser citados o entendimento dos horários do transporte público, cálculos dos custos de combustível por quilômetro e divisão do lixo de acordo com sua qualidade. Como forma de redução desses fatores, a transformação de informações complexas em dados mais simplificados e também a busca por tornar as ações mais intuitivas e simples de se resolver são caminhos possíveis (TBI, 2015).

4.5 Marketing Social

De modo a atingir o indivíduo e buscar mudanças em seus comportamentos para que haja melhoria nos hábitos de consumo, o marketing social é uma possibilidade interessante do ponto de vista técnico. Segundo Lee e Kotler (2019), marketing social é

um processo que aplica os princípios e técnicas do marketing tradicional para criar, comunicar e entregar valor para influenciar os comportamentos da audiência em busca de benefícios para a sociedade (saúde pública, segurança, meio ambiente e comunidades), bem como para as pessoas em si.

O marketing social tem como principais objetivos:

- Influenciar comportamentos;
- utilizar um plano sistemático que aplique os princípios e técnicas de marketing;
- determinação do público-alvo; e
- entregar benefícios à sociedade.

A seguir, serão apresentados cada um dos objetivos do marketing social com maior profundidade.

4.5.1 Influenciando Comportamentos

A aplicação do marketing social possui certa similaridade com o marketing tradicional, com a diferença de que ao invés da tentativa de venda de produtos e bens busca-se influenciar comportamentos. Normalmente são objetivos quatro tipos de influências (LEE; KOTLER, 2019):

- Aceitação de um novo comportamento;

- rejeição de um comportamento potencialmente indesejável;
- modificação de comportamento; e
- abandono de um comportamento indesejável.

Andreasen (2012) ainda cita outras duas possibilidades: a continuidade de um comportamento desejável; e a troca de comportamentos.

Espera-se ainda que o marketing social se baseie em premiar bons comportamentos ao invés de punir os ruins, utilizando a lei, a economia ou ainda formas coercitivas para influenciar. Em muitos casos, é difícil nesse tipo de campanha garantir ganhos imediatos ou mesmo que o comportamento será afetado imediatamente (LEE; KOTLER, 2019). Por esse motivo, um plano sistemático deve ser criado com as possibilidades de ocorrências imaginadas, para que não haja surpresas incontornáveis.

4.5.2 Uso de Plano Sistemático com Princípios e Técnicas de Marketing

O plano sistemático tem como objetivo traçar uma orientação voltada ao público-alvo entendendo possíveis barreiras que impeçam o indivíduo de adotar os comportamentos desejados e ainda mostrar os benefícios desses novos hábitos. O processo se inicia com uma espécie de varredura ambiental para estabelecimento de um foco para o plano. Uma análise de situação ajuda a identificar os pontos fortes organizacionais que o plano possa maximizar e os pontos fracos a serem observados, bem como oportunidades possíveis e se preparar para ameaças (Quadro 4.3).

Quadro 4.3: Resumo das Etapas para Elaboração de um Plano Sistemático

Etapa	Descrição da Etapa
1	Descrever o conhecimento prévio, propósito e foco do planejamento.
2	Conduzir uma análise da situação.
3	Selecionar e descrever o alvo da campanha.
4	Descrever os objetivos e metas da campanha.
5	Identificar barreiras de audiência, benefícios e competição.
6	Traçar o posicionamento da oferta.
7	Desenvolver o mix de marketing estratégico (Os "4 P's"): <ul style="list-style-type: none"> • Produto • Preço • Lugar (Place) • Promoção
8	Determinar um plano de avaliação da campanha.
9	Estabelecer um orçamento para a campanha.
10	Delinear um plano de apresentação.

Adaptado de Lee e Kotler (2019).

Durante o processo de criação do plano sistemático, também devem ser definidos os objetivos de comportamento e metas que se busca através desse plano. Pesquisas

formativas devem ser conduzidas para identificação das barreiras, benefícios e competição. Após isso, deve ser conduzido o posicionamento da oferta, apelando aos desejos da audiência. Em seguida, na etapa de intervenção, a utilização dos 4 “P’s” de modo a atingir a audiência: Produto, Preço, Lugar (*Place*) e Promoção (HASTINGS; STEAD, 2017).

4.5.3 Seleção e Influência do Público-alvo

Equipes envolvidas em desenvolvimento de ações de marketing, seja social ou não, observam que existem diversos grupos sociais, cada um com suas necessidades e peculiaridades. Sendo assim, cabe observar o potencial desses grupos em relação aos objetivos esperados, de modo a selecionar um ou mais deles para a realização da campanha e obtenção resultados de maior impacto. A esse grupo selecionado se dá o nome de público-alvo, e o desenvolvimento de um plano sistemático conforme apresentado no item anterior voltado para a realidade desse grupo, voltado para os impedimentos, benefícios, e competição existentes (HASTINGS; STEAD, 2017).

Donovan e Henley (2010) citam em relação a escolha do público-alvo sobre a possibilidade de interação com líderes comunitários, de modo a gerar influência na geração de políticas e leis, bem como nas normas sociais. Apesar de manter todas as prerrogativas técnicas, a ideia se baseia na mudança de comportamentos individuais baseados no exemplo da liderança local, onde será feito um esforço concentrado.

4.5.4 Sociedade como Principal Beneficiário

De modo distinto em relação ao marketing comercial, onde os acionistas são os principais beneficiários, no marketing social buscam-se vantagens em primeiro lugar para a sociedade. Dessa forma, busca-se que ocorra a mudança de atitudes para o bem-estar geral em detrimento de ganhos individuais, mesmo que eles ocorram indiretamente (LEE; KOTLER, 2019).

Nota-se claramente nas campanhas realizadas no âmbito do marketing social que a ideia principal se encontra em vantagens que possam atingir a coletividade. Em campanhas de incentivo ao consumo racional de água, por exemplo, espera-se que a redução no consumo consiga manter o atendimento da população em períodos de baixa oferta, de modo que não exista a necessidade de racionamento (HASTINGS; STEAD, 2017).

Desta forma, o marketing social se apresenta como uma ferramenta na busca pelo consumo sustentável. A seguir, serão apresentadas as adaptações para uso do marketing social nessa finalidade.

4.5.5 Ferramentas do Marketing Social Voltadas Para o Consumo Sustentável

O uso do marketing social buscou aplicar conceitos do marketing comercial, aplicando-os em objetivos sociais. Contudo, essa utilização de conceitos pode trazer certos problemas e controvérsias em assuntos como produto, preço e competição quando observado o contexto social (PEATTIE; PEATTIE, 2003). Quando considerado o conceito de consumo sustentável, a ideia sobre que o produto sendo promovido se baseia muitas vezes na redução ou mesmo recusa no consumo de produtos pode causar confusão (PEATTIE; PEATTIE, 2009).

Segundo Peattie e Peattie (2009), o marketing social necessita de uma aproximação mais adequada para o mix de possibilidades com os quais terá de lidar. Dessa forma, são sugeridas alterações de termos e conceitos em relação ao marketing comercial, para que as ações e planos estejam mais adequados às realidades do consumo sustentável:

- **Proposições ao invés de produtos:** está no foco das campanhas de marketing social a proposição de ideias em relação a determinado produto (PEATTIE; PEATTIE, 2003). Pensamentos como “precisamos consumir menos”, por exemplo, não têm qualquer apelo em relação a produtos específicos, mas sim a uma proposição de redução de consumo.
- **Acessibilidade ao invés de lugar:** considerando que o marketing social não está relacionado a produtos físicos, mas sim a ideias, o mais adequado a se fazer é discutir como essas ideias terão acesso às pessoas (REISCH; TH_GERSEN, 2015). Por exemplo, quando se tem como objetivo o aumento do uso de bicicletas, é necessário, além da divulgação da ideia, também atuar no sentido de oferecer informações sobre possibilidades de rotas, locais para manutenção e encontros de ciclistas (JAMES, 2002), melhorando a acessibilidade da ideia proposta.
- **Custos de envolvimento ao invés de preço:** em muitas campanhas de marketing social, os custos de mudanças de comportamento não estão relacionados a valores financeiros, envolvendo na verdade tempo, esforço, superação de barreiras psicológicas ou mesmo vícios. Observa-se que no caso do consumo sustentável, do ponto de vista mercadológico, a tendência é a redução de consumo, tornando menores as receitas para quem oferta o produto ou serviço em questão. Porém, no longo prazo, há uma tendência de mudança na espiral de consumo, aumentando os ganhos e tornando mais fortes as despesas baseadas no consumo (REISCH; TH_GERSEN, 2015). Voltando ao exemplo do encorajamento em andar de bicicleta, inicialmente haverá uma redução no consumo de consumíveis para os automotores, mas com o tempo e em uma visão mais holística, haverá melhoria na saúde das pessoas e

redução de poluição do ar, além da criação de uma nova demanda para os insumos ciclísticos.

- **Comunicação social ao invés de promoção:** o marketing social representa uma evolução de esforços prévios na busca de mudanças sociais baseado na promoção de saúde e comunicação social (PEATTIE; PEATTIE, 2009). Ao invés de uma via única de comunicação, é necessária uma construção em duas vias, de modo a construir uma interação e relacionamento. Quando se trata de consumo sustentável, a ideia central é a exposição dos benefícios de uma vida mais simples, buscando encorajar a aceitação, adoção e manutenção de determinada proposição social (PEATTIE; PEATTIE, 2003).

Dessa forma, e utilizando as ferramentas e conceitos mais bem voltados para o marketing social, as chances de confusões nas definições do plano sistemático são menores, podendo tornar a campanha mais assertiva.

4.5.6 Níveis de Influência do Marketing Social

Em estudos recentes, observou-se que o marketing social pode ter influência em níveis distintos, sendo eles o *upstream*, o *midstream* e o *downstream*, o que exige que várias partes interessadas trabalhem em conjunto para um melhor resultado (WOOD, 2016). Serão apresentados mais detalhadamente a seguir:

- O nível de influência *upstream* baseia-se em um entendimento do todo, observando as influências da cultura, do sistema econômico e das condições sociais na elaboração de políticas públicas e leis que favoreçam melhorias sociais (DOS SANTOS ALVES *et al.*, 2019).
- O *midstream* está relacionado ao contato mais próximo com a família, vizinhos, educação e massa de mídia no intuito de criar condições favoráveis a mudanças no comportamento individual (WOOD, 2016).
- Já o *downstream* normalmente é o objeto de estudo mais considerado no marketing social, uma vez que se concentra diretamente no comportamento individual específico, considerando o ambiente como um fator secundário (WYMER, 2011). Observando mais atentamente o nível *downstream* e conforme já observado anteriormente, o marketing social possui importância ao permitir um melhor entendimento do impacto gerado pelo consumidor em diversos problemas sociais, sendo que as intervenções propostas desse assentimento têm potencial para gerar mudanças comportamentais (ALMESTAHIRI *et al.*, 2017). Sendo assim, o estudo sobre

consumo de água é um comportamento humano que tem gerado bastante interesse. A seguir, serão apresentados alguns estudos envolvendo o marketing social e o comportamento de consumo de água.

4.5.7 A Água e o Marketing Social

A redução do consumo de água passa por diversos campos da ciência, dentre eles o estudo social, por onde tem o objetivo principal de modificar comportamentos para que ocorra uma melhoria de bons hábitos e a eliminação de ideias ruins. Nesse contexto, o marketing social pode ser uma ponte interessante até as pessoas, pois um direcionamento planejado de ideias relacionadas ao consumo sustentável tende a possuir efeito mais assertivo em relação ao resultado esperado.

Verificando estudos sobre o assunto, chegou-se inicialmente à pesquisa de Lam (1999), que realizou em Taiwan uma enquete com 244 funcionários públicos a respeito do consumo de água em suas residências, bem como a intenção deles em economizar água. Para tanto, fez questionários direcionados a questões voltadas para a teoria do planejamento de comportamento, percepção de obrigação moral e de direitos sobre a água, campos relacionados a economia e ciência comportamentais. Lam (1999) observou que havia um grande vácuo entre as intenções e comportamentos voltados para o consumo sustentável de água, sugerindo ainda que medidas de intervenção fossem divididas entre procedimentos e incentivos a adoção de equipamentos mais eficientes de consumo.

Randolph e Troy (2008) verificaram em seu estudo feito em Sidney a opinião dos australianos em relação ao consumo de água durante um período de racionamento. Para tanto, fizeram entrevistas em 2179 residências divididas em 140 distritos da cidade via ligação telefônica, entre dezembro de 2005 e abril de 2006. Eles observaram que a complexidade das variáveis que modelam a demanda precisa ser considerada em um contexto sociodemográfico, econômico, cultural, comportamental e institucional, sendo que as soluções com políticas públicas devem observar esses fatores para ter sucesso na redução de consumo ou provisão de fontes alternativas de água.

Em seu estudo, Phipps e Brace-Govan (2011) observam os efeitos do período de seca enfrentado por Melbourne entre os anos de 2006 e 2008, e as consequências desse período nas relações de mercado com a água. Para tanto, entrevistaram sete especialistas em recursos hídricos e 16 moradores da cidade, em conjunto com informações do banco de dados da cidade. Os autores verificaram que durante o período de seca, houve uma melhora no comportamento de consumo dos australianos, fortemente induzido pela falta d'água. Também foi possível constatar que alterações nas políticas públicas de consumo

de água geraram mudanças nas relações mercadológicas, pois estavam integradas a fatores sociais que permitiram uma melhor adequação às normas modificadas.

Países como Jordânia e Israel têm o costume de trabalhar o consumo de água através de campanhas de forte apelo, em especial a dois aspectos específicos: primeiro, convence a população a mudar seus hábitos usando ideias de responsabilidade nacional pela água do país. Em segundo lugar, divulga uma combinação bem diversificada de materiais sobre a água buscando moldar os hábitos de consumo de uma maneira que seja condizente com a realidade local, em prol da proteção dos recursos disponíveis (BENEDICT; HUSSEIN, 2019). Cabe ainda citar que a situação geoclimática dos dois países citados gera situações constantes de escassez hídrica, obrigando a uma rotina contínua de campanhas para racionalização do consumo de água.

Lowe, Lynch e Lowe (2015) fizeram um estudo no qual verificaram como fatores chave de comportamento podem influenciar no consumo de água, no contexto de um programa de marketing social (*Project Hydro*) para redução desse mesmo consumo, realizado em uma grande cidade na Austrália. Para isso, realizaram pesquisas telefônicas com 909 famílias, com participantes e não participantes do programa de marketing social, coletando também os consumos de água dessas residências. Como resultado, os autores observaram que o marketing social pode atuar na redução de consumo de água nas residências em substituição ao controle através da tarifa de água.

Em análise sobre a efetividade do marketing social para redução no consumo de água, Katz *et al.* (2016) perceberam que as campanhas de incentivo ao consumo racional possuem uma capacidade maior de se manter por longo prazo influenciando atitudes positivas de consumo em relação ao sobrepreço nas tarifas. Também observaram que avaliar os efeitos de campanhas voltadas à redução no consumo de água são difíceis de serem mensurados, ainda mais quando há a ocorrência de outras campanhas simultaneamente. Por fim, notaram que em comparação com outras políticas públicas, as campanhas de incentivo ao consumo racional possuem maior apelo, sendo assim mais efetivas.

4.5.8 O Marketing Social em Goiás

No contexto goiano, o crescimento populacional e urbano tem aumentado a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis, reduzindo a vazão dos cursos d'água que abastecem em especial a capital Goiânia e região metropolitana (CUNHA; BORGES, 2015). O risco de falhas no abastecimento por falta de água, que era algo incomum, tornou-se costumeiro na cidade a partir de 2014, com sucessivas situações de racionamentos e redução da vazão de outorgas concedidas (GOUVEIA, 2014). Soma-se a isso a situação de São Paulo no mesmo período, que serviu de alerta a governos estaduais pelo país (COHEN, 2015).

Dessa forma, em períodos anteriores ao ano de 2015, há somente alguns registros de campanhas de cunho educativo por parte da SANEAGO, não sendo voltadas ao consumo racional de água. Dentre as campanhas citadas, destaca-se a campanha “Olho no Óleo”, realizada em 2012, que visava a redução do descarte de óleo vegetal no esgoto comum, de modo a reduzir os custos de tratamento do esgoto e obstruções nas tubulações (GOIÁS, 2018b).

A partir de 2015, com o aumento de frequência nos problemas de abastecimento, a SANEAGO desenvolveu a campanha “Economizar água é muito simples”, que consistia em vídeos divulgados em redes sociais e no site institucional da empresa, visando sensibilizar a população em relação aos padrões de consumo (O POPULAR, 2015). Essa campanha teve o lançamento de novas versões até o ano de 2018, com a renovação dos vídeos publicados, divulgações patrocinadas, criação dos personagens fictícios Paulo e Mariana (Figura 4.3), além de evento realizado em um shopping de Goiânia com atividades lúdicas voltadas para o público infantil (GOIÁS, 2018a).

Figura 4.3: Personagens Paulo e Mariana - Campanha Economizar Água é Muito Simples.



Fonte: Goiás (2018a).

De 2017 em diante, a SANEAGO criou e manteve o Núcleo de Educação Ambiental Washington Novaes (NEA), que é responsável pelos “treinamentos e palestras ambientais realizadas pela empresa em escolas, empresas e instituições interessadas na educação ambiental de seus funcionários” (GOIÁS, 2018b). Além disso, o NEA também é responsável pelo desenvolvimento de filmes educacionais sobre saneamento e percepção sobre o consumo de água. Nos anos de 2017 e 2018, conforme informado nos Relatórios de Sustentabilidade da SANEAGO (GOIÁS, 2018b; 2019), atendeu 29.832 alunos em palestras e cursos de educação ambiental.

Também nos últimos anos, foram desenvolvidas mídias espontâneas com o intuito de redução no consumo de água da população realizadas por canais de televisão e rádio. Como exemplo a rádio goiana Interativa FM apresenta desde 2017 dicas para redução de consumo em inserções durante as propagandas, bem como publicações em redes sociais. Observa-se ainda que durante os períodos de estiagem, os canais de televisão

apresentam propagandas sobre o uso consciente de água, mostrando dicas para um consumo racionalizado, principalmente em épocas de estiagem.

Mais recentemente, a partir de 2019, a SANEAGO lançou a campanha que está em vigor atualmente: “Consumo consciente preserva o meio ambiente”. Protagonizada por dois personagens fictícios, “Banja” e “Sato” (Figura 4.4), busca apresentar ao espectador exemplos de uso consciente de água com a finalidade de redução no consumo. Até então, é única campanha com veiculação por canais de televisão, além dos usos da internet, visitas a escolas e da própria fatura de água. Essa campanha é voltada ao público infantil, dadas as características físicas, linguagem e apresentação dos personagens (GOIÁS, 2019).

Figura 4.4: Personagens Banja e Sato - Campanha Consumo Consciente preserva o Meio Ambiente.



Fonte: Goiás (2019).

Em relação aos resultados dessas intervenções em Goiás, não há estudos que correlacionem as campanhas citadas com a redução no consumo de água. Observa-se, entretanto, movimentos de redução de consumo *per capita* por ano entre 2016 e 2018, com novo acréscimo no ano de 2019, de acordo com os relatórios da administração da SANEAGO. Tal análise foi realizada a partir do faturamento de água apresentado anualmente em relação ao número de pessoas atendidas, conforme apresentado na Tabela 4.2 (GOIÁS, 2021). Como os relatórios de administração citados não possuem informações sobre volume consumido segmentado por categoria, foi considerado o valor presente líquido dos faturamentos residenciais anuais, considerando a taxa de retorno como os reajustes tarifários também ocorridos em cada ano.

Tabela 4.2: Variação de Consumo Hídrico entre 2016 e 2019.

Dados	Ano			
	2016	2017	2018	2019
Pessoas Atendidas (mil)	5.485	5.577	5.655	5.738
Faturamento Anual Categoria Residencial (mil reais)	R\$ 912.033	R\$ 981.521	R\$ 1.003.794	R\$ 1.098.239
Reajuste Tarifário (%/ano)	9,16%	6,27%	3,37%	5,79%
Valor Presente Líquido (mil reais)	R\$ 912.033	R\$ 923.611	R\$ 913.775	R\$ 945.033
VPL/Pessoa/Ano	0,1663	0,1656	0,1616	0,1647
Variação Anual de Faturamento/Pessoa (%)	-	-0,401%	-2,430%	1,925%

Fonte: Goiás (2021).

Apesar de ser uma informação relevante, não é possível definir causalidade entre as campanhas de incentivo ao consumo racional e as reduções de consumo residencial, uma vez que outras variáveis podem estar envolvidas nestas mudanças de hábitos de consumo. Sendo assim, seriam necessárias mais informações para embasar essas variações de comportamento, justificando assim a necessidade de estudos de acompanhamento das campanhas de incentivo ao consumo racional.

Observando por outro espectro, em relatório recente apresentado pelo SNIS (BRASIL, 2021) constatou-se que no Brasil as perdas de água no sistema de distribuição foram em média de 40,1% do volume tratado durante o ano de 2020. Mesmo que o estado de Goiás apresente um índice menor no mesmo período (27,7%), também se apresenta como um desafio o convencimento da sociedade na tomada de medidas de redução no consumo de água, uma vez que pairam dúvidas sobre a qualidade na gestão dos recursos disponíveis.

4.6 Obtenção e Classificação dos Dados de Consumo de Água

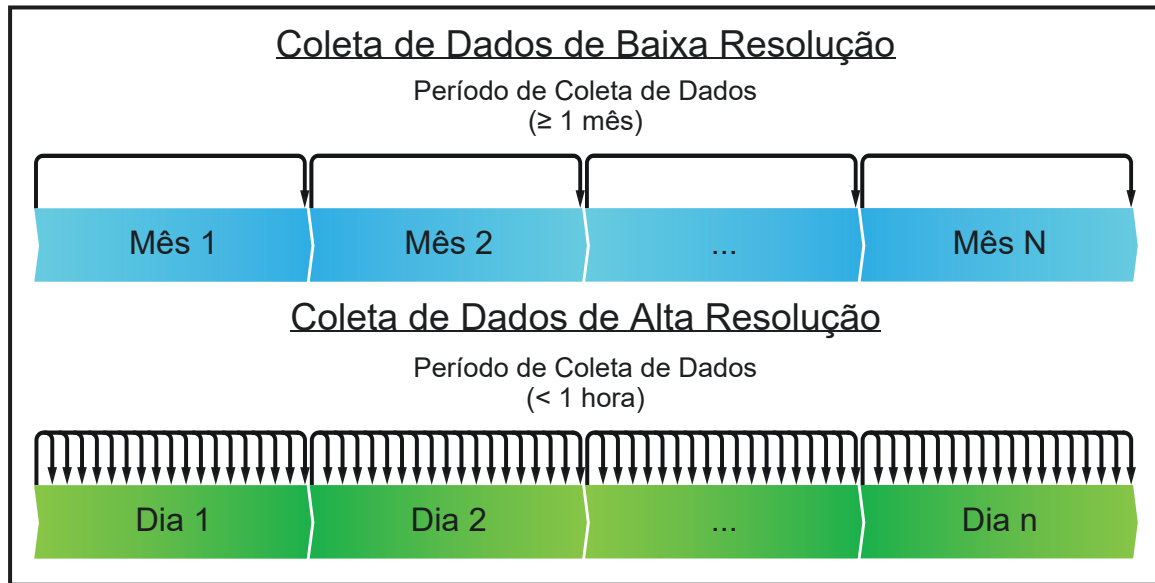
Parte importante do processo de identificação de consumo de água, a coleta e a classificação dos dados possuem métodos distintos de obtenção e também interferem na qualidade e nível de aprofundamento dos resultados obtidos. A seguir, estão apresentados os principais métodos para as duas etapas.

4.6.1 Coleta de Dados de Consumo de Água

A obtenção dos dados de consumo de água representa o primeiro passo para que seja possível definir os parâmetros de consumo de água médios, permitindo assim que estratégias de gestão sejam desenvolvidas. Dependendo da frequência com a qual os dados são

coletados, são distinguidos em duas classes principais, que são os dados de baixa resolução e alta resolução (COMINOLA *et al.*, 2015), apresentados na Figura 4.5 .

Figura 4.5: Modos de Coleta de Dados de Consumo de Água.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.6.1.1 Dados de Baixa Resolução

Os dados de baixa resolução se referem àqueles coletados com maiores intervalos de tempo entre medições (COMINOLA *et al.*, 2015). Como um exemplo de dados de baixa resolução, pode ser citada a conta de água, que consiste em uma medição a cada mês, ou período relativamente longo quando comparado com os dados de alta resolução. Dados de baixa resolução geralmente são mensurados em metros cúbicos, sendo que algumas concessionárias entregam ao consumidor final o consumo arredondado nas faturas, exemplo da SANEAGO, concessionária de água do estado de Goiás.

Dessa forma, os dados de baixa resolução se restringem como ferramenta de gestão para planejamentos regionais, onde análises estatísticas podem ser feitas para prever o consumo de água em nível municipal ou distrital (HOUSE-PETERS; CHANG, 2011). As pesquisas realizadas nesse nível buscam, de modo geral, verificar os efeitos da variação econômica e sazonalidade no consumo de água (COMINOLA *et al.*, 2015). Estudos com essas finalidades são realizados há bastante tempo, podendo ser citados os trabalhos de Howe e Jr (1967), Young (1973), Berk *et al.* (1980), Howe (1982), e mais recentemente as pesquisas de Olmstead, Hanemann e Stavins (2007) e Wong, Zhang e Chen (2010).

Apesar das concessionárias de água realizarem a coleta de informações de consumo a cada mês ou período maior, é possível, de acordo com o interesse do pesquisador, coletar essa informação em períodos menores manualmente, como feito por Olmstead, Hanemann e Stavins (2007), que coletaram diariamente a informação dos hidrômetros, dando origem a

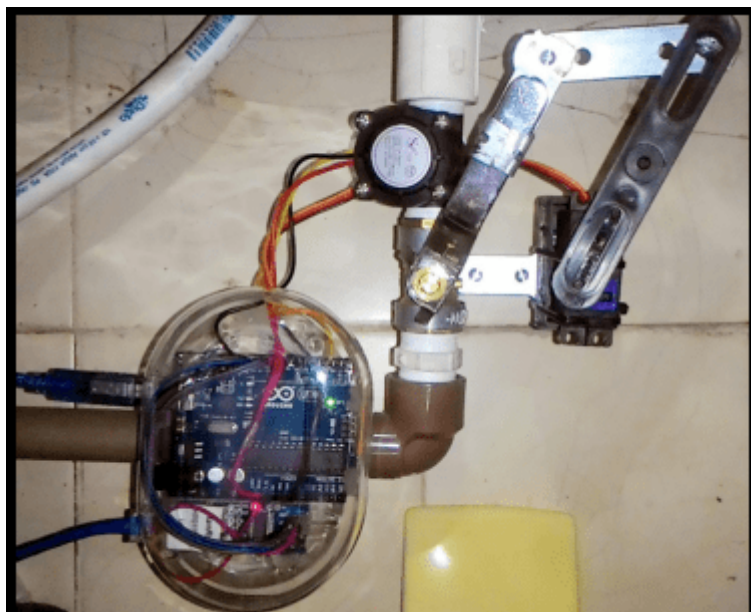
dados mais minuciosos de consumo, ainda sem a informação dos usos finais. Além disso, algumas concessionárias, como a *Water Corporation in Western Australia* e a *Thames Water in London*, incentivam seus usuários a realizar automedições em menores períodos, comunicando os resultados através de sistemas online (ANDA *et al.*, 2013).

No âmbito nacional, o projeto denominado ÁGUA PURA, desenvolvido pela Universidade Federal da Bahia e em funcionamento há 12 anos, incentiva instituições públicas e particulares a acompanharem os próprios consumos de água e energia (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014). Para tanto, desenvolveram uma página na internet para que os usuários insiram os dados obtidos diretamente de seus medidores de água e energia, dando assim a oportunidade do acompanhamento de alterações de consumo, possibilitando uma percepção crítica aos usuários que fazem uso do sistema on-line (MARINHO; FREIRE; KIPERSTOK, 2019).

4.6.1.2 Dados de Alta Resolução

Com o advento das saídas eletrônicas pulsadas nos medidores, surgiu a oportunidade para observar o consumo de água em períodos inferiores ao de um dia, melhorando assim a caracterização de consumo de água residencial. Duas abordagens distintas de medição podem ser citadas: medição individualizada, onde os sensores são instalados diretamente nos dispositivos de consumo, obtendo as informações individualizadas (Figura 4.6); e a medição não individualizada, onde somente um sensor é instalado, geralmente na prumada de água, e o consumo de todos os dispositivos sanitários da edificação é medido simultaneamente (COMINOLA *et al.*, 2015).

Figura 4.6: Sensor de Consumo instalado em um Dispositivo Sanitário (Abordagem Individualizada).



Fonte: Filtsoff e Martins (2019).

Medições individualizadas, como a realizada por Barreto (2008) em São Paulo, não são consideradas aplicáveis em larga escala. Se observado o número de equipamentos que são necessários por residência, além da mão de obra despendida para coleta de informações, o custo geral do sistema tende a ficar elevado. Além disso, os ocupantes não aceitam com naturalidade os equipamentos instalados, o que pode modificar o comportamento de consumo (KIM *et al.*, 2008).

No sentido contrário, as medidas não individualizadas possuem uma aceitação melhor por conta de fatores como a redução do número de equipamentos necessários por residência e não estarem à vista dos moradores (NGUYEN; ZHANG; STEWART, 2013). Possui como desvantagem a necessidade de algoritmos de classificação para dividir o consumo total em categorias de acordo com os usos finais (COMINOLA *et al.*, 2015).

4.6.1.3 Tipos de Sensores para Hidrometria

Diversos tipos de sensores foram desenvolvidos para identificação das vazões de água. Dentre eles, podem ser destacados os mais populares em estudos nesse campo:

- **Acelerômetro:** tem o funcionamento baseado na medição da vibração em uma tubulação ocasionada pelo fluido que passa por ele em regime turbulento. Este tipo de sensor consegue captar vazões mínimas da ordem de 0,0015 litros a cada segundo (KIM *et al.*, 2008).
- **Sensor Ultrassônico:** seu funcionamento baseia-se na estimativa da velocidade do fluxo, determinando a vazão da seção do tubo através de ondas ultrassônicas geradas por dispositivos piezoelétricos e transmitidos pelo fluxo de água. Devido a sua configuração, consegue captar vazões mínimas de até 0,0018 litros por segundo (MORI; TEZUKA; TEZUKI, 2007).
- **Sensor de Pressão:** consiste num dispositivo metálico, equipado com um conversor analógico-digital, e um microcontrolador, e de forma contínua traduz em vazão as diferenças de pressão geradas na haste metálica, baseado na lei de Poiseuille (FROEHLICH *et al.*, 2011).
- **Sensor de Vazão:** baseado no fluxo da água, faz a movimentação de pistões ou ímãs, e correlacionam o número de revoluções ou pulsos para volume de água passando pela tubulação. A resolução desse tipo de sensor pode chegar aos volumes mínimos de 0,014 litros por segundo (WILLIS *et al.*, 2013).

Em pesquisas realizadas para identificação dos usos finais, Cominola *et al.* (2015) constataram que a maioria dos trabalhos fez preferência pelos sensores de vazão e pressão. Os

autores observaram que isso se deve principalmente ao alto custo dos sensores ultrassônicos e à necessidade de calibração dos acelerômetros, que ocorre de forma individualizada, sendo necessária a instalação de medidores em todos os dispositivos sanitários de interesse.

Cabe citar que a alta capacidade desses sensores está relacionada tanto à sua alta resolução de amostragem quanto à sua integração em sistemas eficientes que combinam coleta de dados, transferência, armazenamento e análise. Dessa forma, os sensores são instalados com registradores de dados (*Data Loggers*), que coletam a geração de pulsos elétricos dos sensores, que normalmente são emitidos a cada 0,1, 1 ou 100 litros que passam pelo equipamento, e são gravados em intervalo de tempo pré-determinado.

Normalmente, é necessária a intervenção humana para a retirada de dados diretamente dos sensores (MAYER *et al.*, 2004). Recentemente, dispositivos *bluetooth* e de conexão sem fio têm sido incorporados ao sistema para otimizar o processo de coleta de dados. Por exemplo, Froehlich *et al.* (2009) criaram uma rede de sensores de pressão e *data loggers* que se comunicavam via *bluetooth* com computadores instalados em cada casa do estudo. O sistema coletava e enviava as informações de consumo para um servidor principal a cada trinta minutos, sem a necessidade da coleta manual.

4.6.2 Leitura e Classificação dos Dados

Parte relevante do processo, a leitura e classificação dos dados obtidos após a coleta nas edificações necessita de um procedimento bem definido. Ao propor a coleta de dados não individualizada, cada acionamento de dispositivo consumidor de água gerará informação, e o número de dados disponível será consideravelmente grande, portanto é necessário definir ferramentas e métodos que classifiquem e organizem essas informações.

Sobre essa tarefa, Peñalver *et al.* (2017) descrevem três passos necessários para uma classificação adequada:

- Transformação dos pulsos em vazão;
- identificação dos eventos; e
- classificação dos eventos.

4.6.2.1 Transformação dos pulsos em vazão

Os dados coletados pelo *data logger* estão inicialmente organizados em quantidades de pulsos com a data e hora de ocorrência dos consumos. No caso do consumo residencial,

o intervalo de coleta dos pulsos mais comum é a cada segundo. No caso de sensores de maior precisão (1 pulso a cada 100 ml), observam-se até 3 pulsos por segundo nos dados gravados (PEÑALVER *et al.*, 2017). A Figura 4.7 apresenta como os dados são gravados em pulsos.

Figura 4.7: Apresentação de dados de consumo de água em pulsos (0,1 litro/pulso).

2020-10-13 17:55:30;1
2020-10-13 17:55:46;1
2020-10-13 17:56:01;1
2020-10-13 17:56:14;1
2020-10-13 17:56:29;1
2020-10-13 17:56:45;1

Fonte: Elaborada pelo autor.

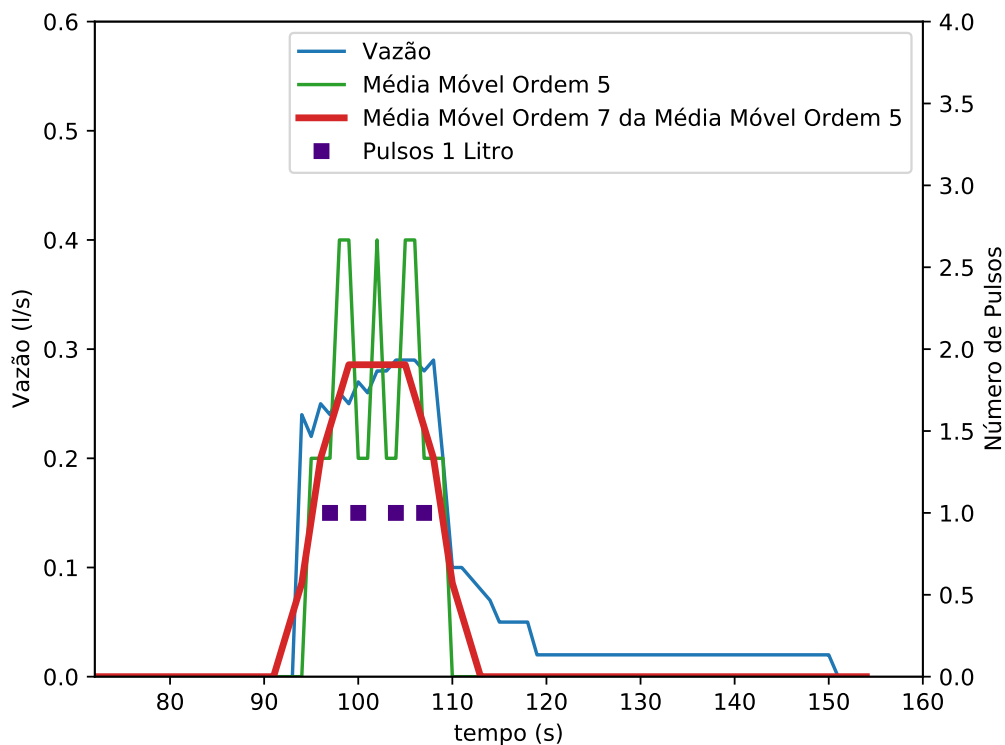
A transformação de pulsos em vazão instantânea pode parecer simples, uma vez que em teoria basta a conversão do pulso em seu equivalente em volume e na sequência dividi-lo pelo período em que ele ocorre. Porém, principalmente em medidores de menor precisão (1 litro ou mais por pulso), essa realidade só pode ser assumida sem riscos quando os registros apresentam proximidade de consumo de alguns segundos. Não se apresenta razoável realizar essa transformação para consumos registrados com diferenças de horas, pois parte do consumo pode ter ocorrido em qualquer tempo dentro desse período (NGUYEN; ZHANG; STEWART, 2013).

Em verificações comparativas entre as séries originais das vazões e as que foram geradas nos data loggers, observou-se que o uso de médias móveis apresenta uma correlação mais adequada entre as interfaces ocorrido e gravado (PEÑALVER *et al.*, 2017). Para tanto, os autores citados desenvolveram um algoritmo que permite essa melhor identificação:

1. Construção de uma série temporal: como o consumo de água não é regular com o tempo, os intervalos entre dois consumos também não são. Então o primeiro passo consiste no lançamento dos pulsos em uma série temporal regular.
2. Como primeira aproximação, é suposto que o pulso emitido possui volume $\Delta t * P$, sendo Δt o tempo entre medições e P o volume por pulso do sensor.
3. A cada segundo é atribuída uma vazão igual à média móvel dos fluxos calculados anteriormente.
4. Em sequência, é realizada uma nova média móvel sobre a média móvel calculada inicialmente. Definir a ordem das médias móveis aplicadas é importante para otimizar a vazão encontrada.

A Figura 4.8 apresenta os dados de consumo de água reais (linha azul) e também a coleta em pulsos (pontos roxos) e o tratamento em média móvel de ordem 5 (linha verde) e depois a média móvel de ordem 7 da média móvel de ordem 5 (linha vermelha). Observa-se que o resultado após as duas médias móveis em série se ajusta mais corretamente ao consumo real. Dessa forma, a identificação do melhor valor para a ordem da média móvel é imperativo para um ajuste mais adequado da transformação de pulsos em resultado real (PEÑALVER *et al.*, 2017).

Figura 4.8: Dados de consumo em pulsos e transformados em média móvel.



Fonte: Adaptada de Peñalver *et al.* (2017).

Para definição dos valores de ordem das médias móveis, calculam-se o coeficiente de correlação e o erro padrão entre a vazão real do evento e a vazão determinada pelas médias móveis sequenciais (PEÑALVER *et al.*, 2017). Os autores citam o seguinte algoritmo para esse processo:

1. Inicialmente, é necessário existir uma série de dados de vazão real ou criada artificialmente como parâmetro para comparação.
2. A série de pulsos gerada pelos consumos instantâneos do item 1 precisa estar definida, independente da precisão do equipamento.
3. A partir dos pulsos, são desenvolvidos cálculos com as duas médias móveis sequenciais, de ordens distintas ou não, sempre buscando os melhores coeficientes de correlação e erro padrão em comparação com a vazão do item 1.

4. Em cada par de valores (real *versus* sequência de médias móveis) são identificados episódios de consumo de água, considerando episódio como o período de tempo cuja vazão foi diferente de zero entre intervalos de vazão nula.
5. As séries de vazões reais e calculadas são comparadas e os coeficientes de correlação e erro padrão são determinadas.

O coeficiente de correlação (σ_{xy}) é dado pelo quociente da covariância de duas séries de dados ($COV(X, Y)$) e o produto entre os desvios padrões (σ_x e σ_y) dessas séries (NAGHETTINI, 2017). É definida pela Equação 4.1:

$$\sigma_{xy} = \frac{COV(X, Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (4.1)$$

Para a covariância, que mede a relação linear entre duas variáveis (NAGHETTINI, 2017) é considerada a Equação 4.2:

$$COV(X, Y) = \frac{\Sigma(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{n - 1} \quad (4.2)$$

em que \bar{x} e \bar{y} são as médias dos dados de cada série e n o número de termos da série de dados.

O desvio padrão de cada série é calculado através das Equações 4.3 e 4.4:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4.3)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \bar{y})^2}{n - 1}} \quad (4.4)$$

O erro padrão é uma medida da quantidade de erro no prognóstico do valor e de y para um valor individual de x (NAGHETTINI, 2017) e é dado pela Equação 4.5:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n - 2} \left[\Sigma(y - \bar{y})^2 - \frac{[\Sigma(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})]^2}{\Sigma(x - \bar{x})^2} \right]} \quad (4.5)$$

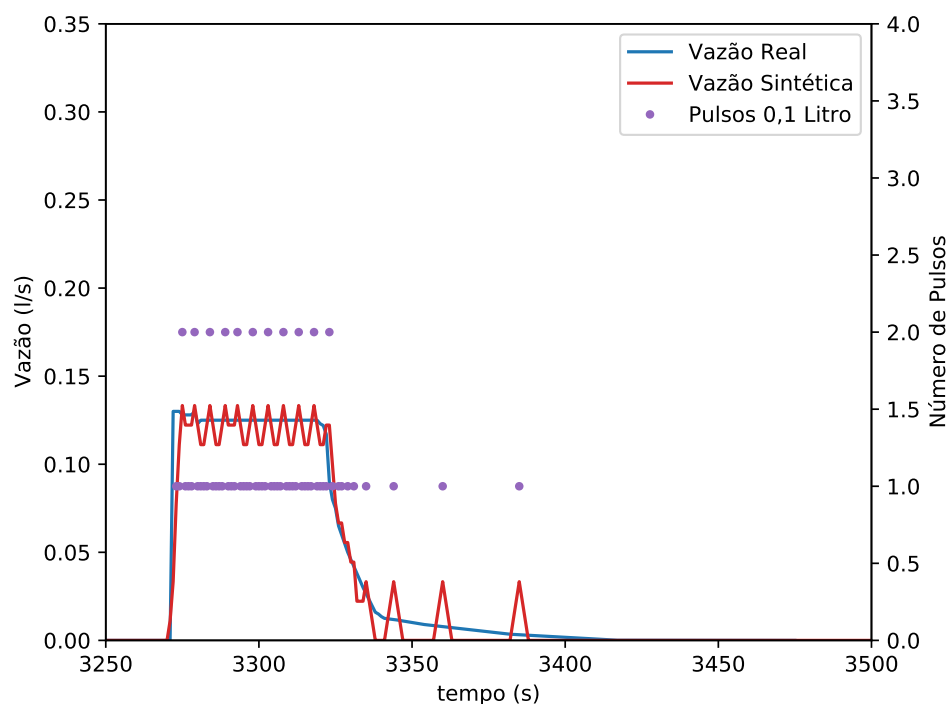
6. Por fim, após a verificação de diferentes pares de valores, são selecionadas as ordens de médias móveis com as melhores correlações e menores erros padrão.

Cabe observar que esse procedimento não varia de acordo com a precisão dos medidores utilizados, porém são observados valores de ordem distintos para cada um deles. Após experimentações, Peñalver *et al.* (2017) obtiveram as seguintes otimizações:

- Para sensores de precisão 1 litro/pulso, os melhores valores de para as médias móveis sequenciais foram 9-9; e
- para os sensores de 0,1 litro/pulso, as ordens 3-3 obtiveram os melhores resultados.

Com as ordens das médias móveis otimizadas, foram observadas correlações de até 86,6% e 98,8% para sensores de 1 e 0,1 litro, respectivamente, e erros padrão de 0,019 l/s e 0,008 l/s, também respectivamente. Na Figura 4.9 é possível observar o comportamento de uma vazão sintética conformada em relação a ocorrência real.

Figura 4.9: Série sintética de vazão em relação a vazão real. Otimização de pulsos de 0,1 litro com duas médias móveis de ordem 3 e 3.



Fonte: Adaptada de Peñalver *et al.* (2017).

4.6.2.2 Identificação dos Eventos

Episódios de consumo de água são obtidos de acordo com os usos residenciais, tais como abertura de torneiras, uso de bacia sanitária, chuveiro, dentre outros. Esse consumo, entretanto, pode ocorrer isoladamente, quando apenas um dispositivo é acionado durante todo o episódio (evento isolado), ou ainda em paralelo com outros dispositivos (eventos combinados) (BEAL; STEWART; FIELDING, 2013), sendo o primeiro mais simples de ser identificado (NGUYEN; ZHANG; STEWART, 2013).

Além disso, cada uso específico pode ser traduzido em uma ou várias unidades de consumo ou eventos, que são definidos como períodos de tempo e comportamento que são distinguíveis do restante. Equipamentos como lavadoras de roupa e louças, que possuem

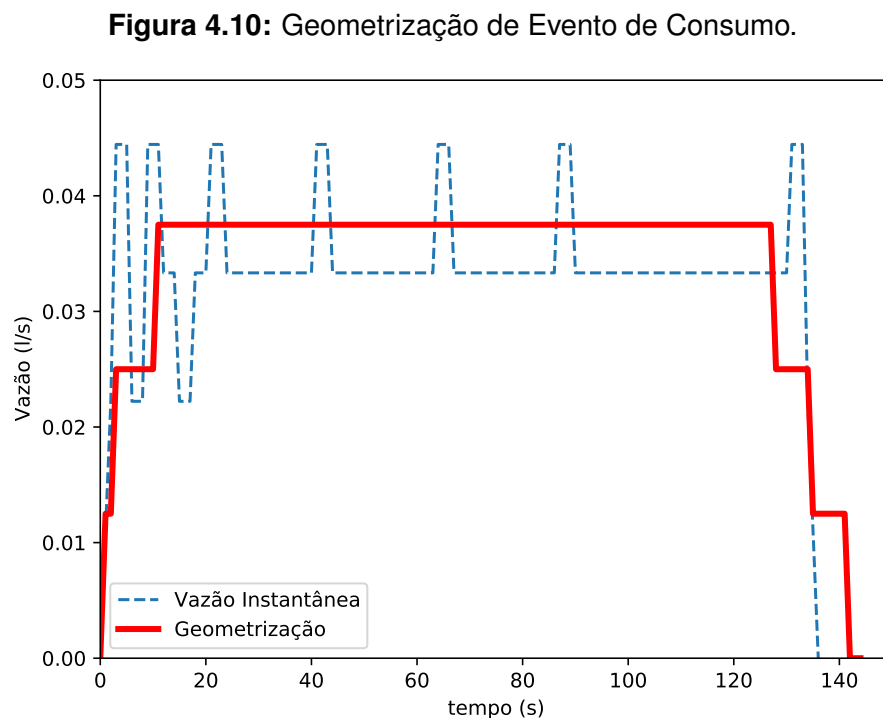
vários ciclos, possuem mais de um padrão de consumo, podendo gerar complexidade na identificação quando agrupados a outros consumos (NGUYEN *et al.*, 2016).

Se observada a metodologia descrita na Subseção 4.6.2.1, mais especificamente a Figura 4.9, é perceptível a formação de flutuações (ruídos) na vazão sintética desenvolvida, que apesar de não serem significativas dificultam bastante uma caracterização automática (PEÑALVER *et al.*, 2017).

Sendo assim, Peñalver *et al.* (2017) propõem uma metodologia para simplificar os episódios de vazão através da transformação das formas geométricas geradas pelas médias móveis em figuras mais simples, tornando-as mais retangulares ou trapezoidais. Segundo os autores, a esse processo de simplificação dá-se o nome de *geometrização*.

Para realizar a geometrização segundo Peñalver *et al.* (2017), são necessárias as seguintes etapas:

1. Inicialmente, os pulsos precisam já estar transformados em vazões instantâneas, conforme realizado na Subseção 4.6.2.1.
2. De posse dessas vazões, deve ser realizada outra média móvel a fim de uma primeira normalização do volume de controle.
3. Os valores dessas novas médias são arredondados a um determinado múltiplo, obtendo assim a sequência geometrizada (Figura 4.10).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em experimentos para otimização da geometrização das vazões, observou-se que a ordem ideal para a média móvel realizada nesse passo deve ser de 20, enquanto o múltiplo mais adequado para o arredondamento identificado ficou entre 0,01 litro/s e 0,02 litro/s, devendo ser verificado se o arredondamento tornou os consumos conformes. (PEÑALVER *et al.*, 2017).

Após essas realizações, cabe ressaltar que durante o uso de determinados dispositivos sanitários é comum a mudança de vazão empregada. Isso é fácil de observar quando ao tomar banho, o usuário abre ou fecha o registro do chuveiro em busca de maior conforto térmico. Devido a isso, para facilitar o processo de divisão de episódios que possuam eventos simultâneos, cabe a definição de períodos de tempo em que pequenas variações não sejam consideradas novos eventos.

Em verificações na literatura, foram observados trabalhos cujo tempo para que um evento seja considerado variou entre 15 segundos e 1 minuto (COMINOLA *et al.*, 2016), sendo observado que os tempos abaixo de 15 segundos por evento podem levar a muitos ruídos que se trata de variações no consumo por parte do usuário (PEÑALVER *et al.*, 2017).

Feitos os passos anteriores, é necessária uma série de parâmetros para uma melhor caracterização dos eventos, sendo retirado de informações das vazões instantâneas e geometrizadas. A lista com os parâmetros descritos por Nguyen *et al.* (2016) está no Anexo A.

4.6.2.3 Classificação dos Eventos

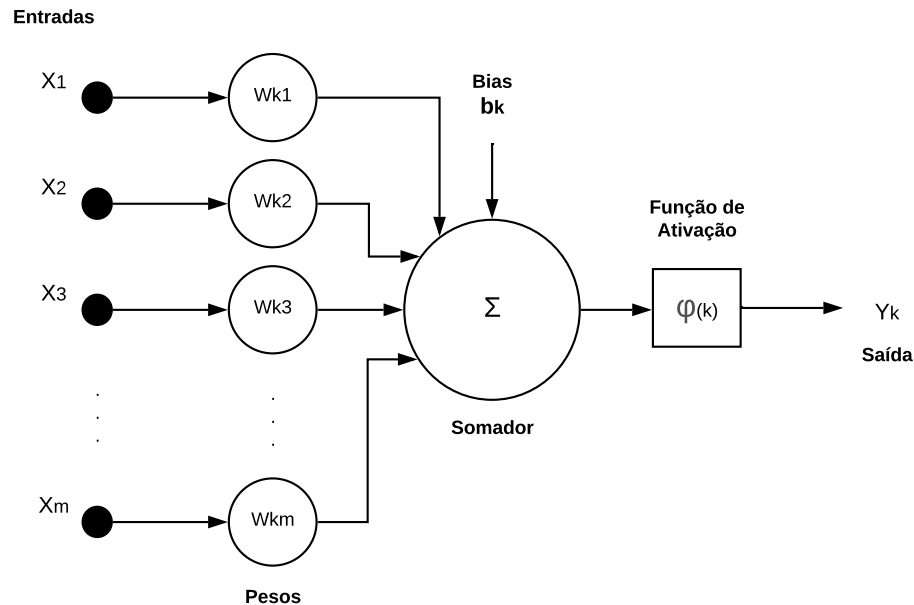
Uma vez que os eventos foram identificados e caracterizados, se faz necessário classificá-los e atribuir seus usos finais. O processo de classificação requer um aprendizado prévio, no qual são usados eventos já conhecidos e classificados como referência e padrão para os demais usos que serão analisados. Obviamente, a classificação dos eventos, se realizada de forma manual, não é promissora pois a quantidade de informações é muito grande, demandando investimento de tempo muito elevado (COMINOLA *et al.*, 2016).

Observando isso, e notando também que cada ponto de uso de água possui um certo padrão de vazão, o uso de redes neurais artificiais (RNA) é um método interessante para realizar o processo de classificação dos dados obtidos. RNAs são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência (HAYKIN, 2009).

Uma RNA é composta por várias unidades de processamento, com funcionamento simplificado. Essas unidades estão conectadas por canais de comunicação que estão associadas

a determinados pesos. As unidades fazem operações apenas sobre os dados locais, que são entradas recebidas pelas conexões entre si. O comportamento dito inteligente de uma RNA é devido as interações entre as unidades de processamento da rede (BEHLER, 2015).

Conforme pode ser observado na Figura 4.11, um neurônio ou uma unidade de processamento de uma RNA pode ser descrito da seguinte forma (HAYKIN, 2009):



Fonte: Adaptado de Haykin (2009).

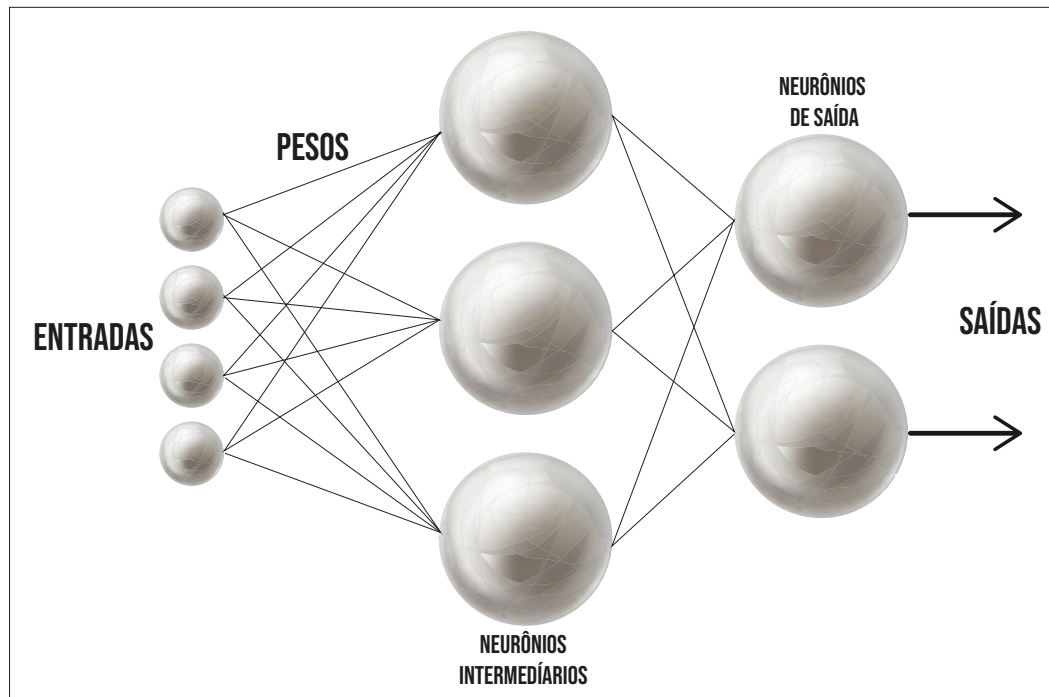
1. Sinais são apresentados à entrada (x_1, x_2, \dots, x_m);
2. cada sinal é multiplicado por um número, ou peso, que indica sua influência na saída da unidade ($W_{k1}, W_{k2}, \dots, W_{km}$);
3. é feita a soma ponderada dos sinais que produz um nível de atividade, adicionada a um *bias* b_k (Σ); e
4. é gerada uma função de ativação (ϕ_k) que restrinja a amplitude de saída Y_k de um neurônio.

Grande parte dos modelos de RNA's possui alguma regra de treinamento, onde os pesos de suas conexões vão se ajustando de acordo com os padrões apresentados, ou seja, aprendendo através de exemplos.

Ainda cabe dizer que as RNA's são organizadas em camadas, com unidades que podem estar conectadas às unidades da camada posterior. Essas camadas (Figura 4.12) são classificadas em três grupos (BEHLER, 2015):

- Camadas de Entrada: camada onde os padrões são apresentados à rede;
- Camadas Intermediárias ou Escondidas: onde são feitos os maiores processamentos, através de conexões ponderadas, ou seja, efetivamente de onde se extraem as características que se buscam;
- Camada de Saída: camada em que os resultados são apresentados.

Figura 4.12: Estrutura Genérica de uma Rede Neural Artificial.



Fonte: Adaptado de Haykin (2009).

As RNA's podem ser aplicadas para as mais diversas utilidades, podendo ser destacadas a classificação de informações, a resolução de problemas de regressão, ou ainda a definição de grupos para conjuntos de dados. Não obstante, a classificação de padrões de consumo também se apresenta como uma possibilidade, sendo inclusive muito utilizada para esse fim (RAHIM *et al.*, 2020).

No caso de situações de consumo (de água, energia, gás, entre outros), pode ser utilizado o que se entende em RNA como aprendizado supervisionado (HAYKIN, 2009), que é a apresentação de um algoritmo com os exemplos das vazões que se busca para que a RNA possa aprender, e então classificar os novos dados que forem inseridos (BOWLING, 2019). Como exemplo, os padrões de dispositivos que consomem água variam em cada residência, dessa forma para análise desse tipo de informação as vazões de todos os aparelhos devem ser medidas *in loco* após a instalação dos sensores para preenchimento da matriz de aprendizado.

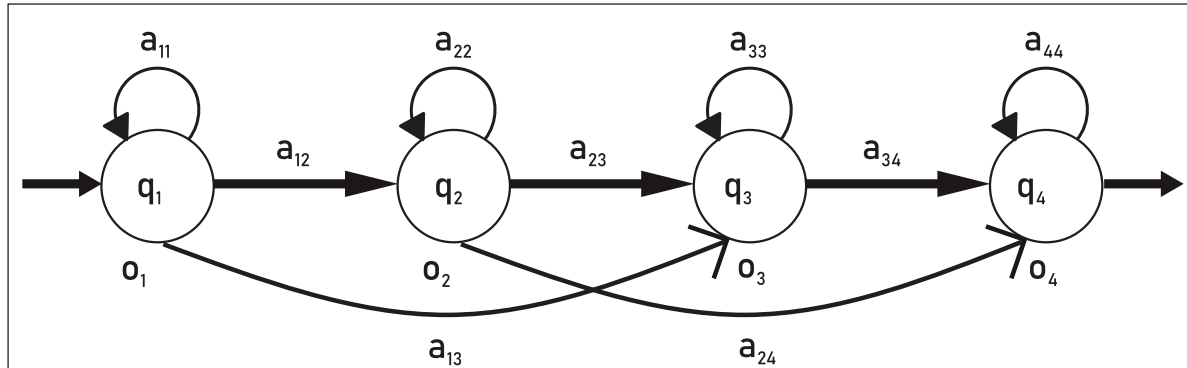
Dentro da perspectiva de RNA, existe a possibilidade de uso de ferramentas prontas, como

o SIMULINK[®] do *software* MATLAB[®], ou ainda trabalhar através de sistemas livres, por exemplo o R ou ainda o *Python*, por onde é necessário desenvolver códigos que emulem a criação de uma RNA ou então através do uso de pacotes criados por desenvolvedores.

Em verificação da literatura especializada, surgiu em destaque o estudo realizado por Nguyen *et al.* (2015). Os autores utilizaram Modelo Oculto de Markov (*Hidden Markov Model* - HMM), RNA e Distorção Dinâmica do Tempo (DDT) para examinar o padrão de forma e as características físicas de cada evento, a fim de identificar a categoria de uso final mais provável à qual pertence cada assinatura de padrão de fluxo específica pesquisada.

HMM é um estado de automação estocástico finito definido pelo parâmetro $\lambda = (\pi, \mathbf{a}, \mathbf{b})$, onde π é a probabilidade do estado inicial, \mathbf{a} é a probabilidade do estado transitório e \mathbf{b} é a probabilidade de observação, definida por uma mistura gaussiana multivariada. Dada uma sequência observada $O = (O_1, O_2, \dots, O_t, \dots, O_T)$, um modelo HMM pode ser usado para computar a probabilidade de O , indicada por $P(O|\lambda)$, e encontrar a sequência de estados correspondente (Q) que maximize a probabilidade de O , indicada por $P(Q|O, \lambda)$ (NGUYEN *et al.*, 2015). A Figura 4.13 exemplifica um HMM para um vetor de observação $O = (O_1, O_2, O_3, O_4)$.

Figura 4.13: Exemplo de uma Cadeia Oculta de Markov (HMM) para um Vetor de Observação.



Fonte: Adaptado de Nguyen *et al.* (2015).

O uso de HMM normalmente está associado a reconhecimento de escrita e fala (NODA *et al.*, 2015), bem como geração de textos. No estudo de Nguyen *et al.* (2015), o HMM foi utilizado como um dos classificadores para a tomada de decisão de uso final da água com base no padrão de forma do evento. Segundo os pesquisadores, no entanto, um dos principais problemas desse método se encontra nas categorias que dependam fortemente do comportamento no uso, onde em algumas situações os consumos de diferentes categorias possam ficar semelhantes (e.g.: chuveiro e irrigação). Para mitigar essa situação, foi conjugado o uso de uma RNA com uma matriz de treinamento para aprendizado das principais características físicas de cada categoria de consumo (e.g.: volume, duração, vazão máxima, vazão média, entre outros.).

Como complemento, ainda foi utilizado o algoritmo DDT, que é um método que mensura a similaridade entre eventos de diferentes durações. Esse algoritmo busca um melhor alinhamento entre eventos de durações diferentes com certas restrições. As sequências são estendidas ou encurtadas na dimensão do tempo para determinar a sua similaridade independente de certas variações não-lineares na dimensão do tempo (MYERS; RABINER, 1981).

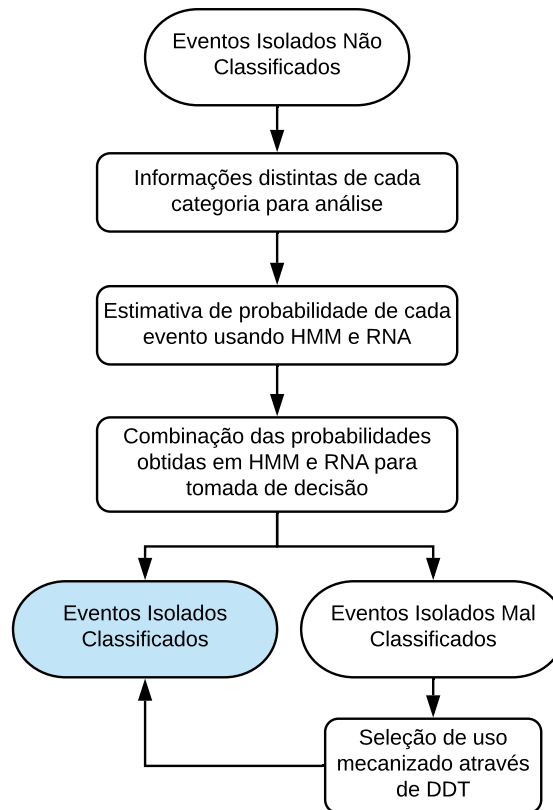
Segundo o estudo de Nguyen *et al.* (2015), eventos mecanizados, como os observados em máquinas de lavar roupas e máquinas de lavar louças, a classificação feita por HMM e RNA muitas vezes não é adequada. Conforme observado, essas máquinas em geral possuem ciclos definidos de consumo associados ao programa definido de lavagem selecionado, e que pode ser identificado pelo DDT.

Determinados os algoritmos de classificação, é interessante citar que os eventos de uso de água residencial podem ocorrer de duas formas: eventos individuais ou eventos combinados. Os eventos individuais, como o nome sugere, referem-se aos consumos que ocorrem isoladamente (e.g. apenas lavagem de mãos), enquanto os eventos combinados são aqueles onde ocorrem usos simultâneos de água em mais de um ponto da residência (e.g. acionamento da caixa acoplada da bacia sanitária e na sequência, enquanto ocorre o preenchimento da caixa, lava-se as mãos). Eventos combinados são mais desafiadores de se desagregar e classificar do que eventos individuais (NGUYEN *et al.*, 2015). Dessa forma, a primeira tarefa é a separação dos eventos entre isolados e combinados. Para essa separação, Nguyen *et al.* (2015) utilizaram HMM, de onde surgiram dois grandes grupos: os eventos isolados não classificados e os eventos combinados.

No caso dos eventos isolados não classificados, para identificação das categorias adequadas, Nguyen *et al.* (2015) utilizaram inicialmente as análises por HMM e RNA, treinados através das características de cada categoria específica. Para tomada de decisão, combinaram as melhores probabilidades obtidas em ambos os algoritmos, dando origem a eventos classificados e eventos cuja classificação não se encaixou adequadamente a nenhuma das categorias. Nesses casos, os pesquisadores recorreram a DDT, onde encontravam a classificação das categorias cujo uso de água ocorria de forma mecanizada (e. g. lavadora de roupas). O fluxograma observado na Figura 4.14 representa os passos para identificação dos eventos isolados seguindo essa metodologia.

Com relação aos eventos combinados, de modo conceitual, referem-se a dois ou mais eventos individuais de consumo de água ocorrendo ao mesmo tempo. Nguyen, Zhang e Stewart (2013) observaram que a maioria dos eventos combinados duram mais que um minuto, sendo assim tempo suficiente para que usos diferentes se sobreponham.

Figura 4.14: Exemplo de Procedimento para Classificação de Eventos Isolados de Consumo de Água Residente



Fonte: Adaptado de Nguyen, Zhang e Stewart (2013).

Dessa forma, em um evento combinado, o evento mais longo é denominado “evento base” e todos os outros eventos menores são chamados de “subeventos”, que ficam sobre o evento base. Normalmente, são categorizados como eventos base o chuveiro, irrigação e outros usos mais longos, enquanto subeventos normalmente são torneiras, lava-roupas, bacias sanitárias e pequenas irrigações (NGUYEN; ZHANG; STEWART, 2013).

A separação dos eventos combinados, segundo Nguyen, Zhang e Stewart (2013), pode ser realizada através da utilização da filtragem do vetor gradiente. Esta técnica é amplamente utilizada em melhoramento de imagens, redução de ruídos ou melhoria de sinal (BOASHASH, 2015). Ela se baseia na análise do vetor gradiente multidimensional do sinal original para extrair as informações que possam ser desnecessárias, de modo que possam ser filtradas ou removidas. No estudo realizado por Nguyen, Zhang e Stewart (2013), o uso do vetor gradiente identificou se as mudanças da taxa de fluxo faziam parte de flutuações no evento base ou se representavam um subevento ocorrendo sobre o evento base.

Por fim, cabe ainda citar que há disponíveis *softwares* prontos para a realização da classificação dos dados de consumo. O Trace Wizard[®] é um *software* pago que realiza a

análise dos dados de consumo e através do uso de redes neurais artificiais e características de consumo realiza a classificação dos dados (MAKKI *et al.*, 2015). Entretanto, seu alto custo inicial, a necessidade de conformação dos dados em arquivo específico e também a baixa taxa de sucesso na identificação de dados muito heterogêneos (OLIVEIRA-ESQUERRE *et al.*, 2021) inviabilizaram seu uso nesta pesquisa.

4.6.3 Aplicação de Análise de Dados à Segmentação de Usos de Água Residencial

Quando se fala em análise de usos de água, o principal objetivo é identificar os eventos de modo a tornar a gestão dos recursos hídricos mais efetiva. Estudos nesse sentido podem ser divididos em dois grandes grupos: aqueles que verificam vazamentos e os que buscam identificar os consumos por uso final (RAHIM *et al.*, 2020). A identificação de vazamentos e a notificação dos usuários sobre seus consumos podem ser de extrema valia para redução do desperdício de água e normalização do valor da tarifa.

Falando inicialmente sobre a categorização de vazamentos, podem ser destacados os estudos de Kermany *et al.* (2013) e Candelieri, Archetti e Messina (2013) que se utilizaram do agrupamento (*clusterização*), Bragalli, Neri e Toth (2019), que utilizaram um modelo híbrido de classificação e Farah e Shahrour (2017) e Schultz, Javey e Sorokina (2018) se utilizaram de técnicas diversas, como *Structured Query Language* (SQL) e algoritmo genético.

Embora a identificação de vazamentos possua importância ao impedir a perda de água, existem alguns impasses a serem observados (RAHIM *et al.*, 2020):

- Pequenos vazamentos (com vazão menor que 3 litros por hora) não conseguem ser captados por hidrômetros comuns, sendo necessários equipamentos mais sensíveis e por consequência mais caros para obtenção de bons resultados; e
- depois da identificação e correção dos vazamentos, não há uma mudança de postura de longo prazo para redução de consumo.

No outro grupo, relacionado a identificação dos usos de água, a classificação de usos finais de consumo é considerada como uma das etapas mais críticas do processo, porque as técnicas existentes para realização dessa análise demandam bastante tempo (ABADI *et al.*, 2017). Desde então, diversas aproximações foram propostas para classificar o uso final de água (MCKENNA; FUSCO; ECK, 2014; NGUYEN *et al.*, 2016; ABADI *et al.*, 2017; NGUYEN *et al.*, 2018). Esses estudos, segundo Rahim *et al.* (2020), podem ser classificados em três grandes categorias: método da árvore de decisões, mineração de

dados aplicada aos dados coletados dos sensores integrados aos aparelhos de consumo residenciais e aproximações híbridas.

Em estudos realizados anteriormente sobre categorização de usos finais de água, como exemplo o de Kowalski e Marshallsay (2003), o método da árvore de decisões está baseado em três fatores físicos do evento, que são o volume, a duração e a vazão. Já no caso de mineração de dados, sensores de fluxo de água são colocados em aparelhos sanitários para mineração dos dados de consumo (FROEHLICH *et al.*, 2011). Apesar dos esforços realizados nessas duas categorias, observa-se uma precisão reduzida, e por esse motivo não têm sido usadas frequentemente (RAHIM *et al.*, 2020).

Recentemente, as técnicas híbridas, baseadas na combinação de múltiplas técnicas de categorização para identificação dos consumos finais de água têm sido cada vez mais utilizada. Nesta categoria, o estudo de Nguyen *et al.* (2016) apresenta o Autoflow[®], no qual a eficiência na identificação e classificação dos eventos isolados e combinados ficou entre 85,9% a 96,1%, e 81,8% a 91,5%, respectivamente, variando devido a particularidades de cada categoria de consumo. Dessa forma, a metodologia proposta para desagregação de vazões apresenta-se como um caminho interessante para realizar a classificação dos usos finais, uma vez que possui considerável grau de acerto. Entretanto, Rahim *et al.* (2020) ponderam que a categorização dos usos finais de água, de modo geral, necessita de mais atenção para seu melhor desenvolvimento.

4.6.3.1 Análise de dados para avaliação do comportamento de consumo

Dentro da análise de dados de segmentação dos usos finais, estudos sobre a análise de consumo procuram, de modo geral, entender os comportamentos e a dinâmica de consumo baseados em dados reais de ocorrência da utilização de água. Diversas técnicas, como determinação de perfil, detecção de hábitos e reconhecimento de padrões foram desenvolvidas para essa finalidade. No Quadro 4.4, estão separados alguns dos estudos feitos para determinação do comportamento de consumo, com as técnicas usadas para esse fim.

Quadro 4.4: Pesquisas para avaliação do comportamento de consumo e técnicas utilizadas para categorização dos dados

Autor	Tipo de Pesquisa	Técnica(s) de Categorização de Dados
Leyli – Abadi et al. (2018)	Segmentação de usuários	Cadeia Oculta de Markov
Padulano e Del Giudice (2018)	Determinação de perfil de demanda.	Mapa auto-organizável, K-Médias, Dendrograma
Vieira, Jorge e Covas (2017)	Segmentação de usuários	Análise hierárquica de cluster
Cheifetz et al. (2017)	Determinação de perfil de demanda.	K-Médias, Regressão de Fourier, Modelo misto
Garcia et al. (2017)	Segmentação de usuários	Clusterização por K-Médias
Cardell-Oliver (2015)	Identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda	Análise de série temporal
Cominola et al. (2016)	Identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda	Clusterização por K-médias
Gurung et al. (2015)	Determinação de perfil de demanda.	Padrão diurno, Clusterização
Yang et al. (2015)	Segmentação de usuários	Clusterização difusa
Laspidou et al. (2015)	Segmentação de usuários	Mapa auto-organizável.
Beal e Stewart (2014)	Determinação de perfil de demanda.	Padrão diurno
Gurung et al. (2014)	Determinação de perfil de demanda.	Padrão diurno
McKenna, Fusco e Eck (2014)	Determinação de perfil de demanda.	Modelo Gaussiano Misto
Cole e Stewart (2013)	Identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda	Estatística descritiva
Cardell-Oliver (2013)	Identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda	Clusterização de assinaturas padrão
Solanas e Cussó (2010)	Identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda	Análise de fatores, Análise de cluster, Análise discriminativa

Fonte: Adaptado de Rahim *et al.* (2020).

Sobre os casos em que o foco era a identificação de hábitos e determinação do perfil de demanda, deu-se preferência por uma abordagem de agrupamentos. Cardell-Oliver (2013) identificou quatro tipos de padrão: vazões contínuas no dia, usos excepcionais diários, padrões programados em determinados horários e padrões normais de uso. Já no estudo de Cominola *et al.* (2016), eles identificaram três padrões no consumo próprio por hora. Cole e Stewart (2013) fizeram um detalhamento do consumo dividido pelo pico horário, pico diário e pico mensal para fazer estimativas dos consumos internos e externos. Posteriormente, Wang, Cardell-Oliver e Liu (2015) propuseram um algoritmo para identificação de hábitos de consumo baseados em dados coletados nos aparelhos sanitários, porém, devido a heurística, nem todos os hábitos e dados conseguiram ser classificados.

Em outra linha, na previsão de consumo de água, estudos foram conduzidos para identificação de padrões. O estudo de McKenna, Fusco e Eck (2014) propôs identificar os padrões de consumo através de modelos mistos gaussianos e agrupamentos por K-médias. Neste trabalho, os autores coletaram os dados durante um mês, e lidaram com muitos ruídos no sinal, porém conseguiram resultados melhores que os trabalhos citados anteriormente. Por fim, Cheifetz *et al.* (2017) identificaram oito perfis distintos de consumo usando técnicas de agrupamento (modelo de regressão de Fourier misto) e modelagem.

No que diz respeito à segmentação de consumo baseado em comportamento, há poucas pesquisas sobre o assunto. Por exemplo, Leyli-Abadi *et al.* (2018) propuseram um modelo não homogêneo de Markov para aprender a dinâmica do comportamento no consumo de água e prever o consumo do próximo dia, baseado em dados de consumo e covariáveis externas. Yang *et al.* (2015) segmentou residentes por estrutura familiar, tipo de trabalho ou estilo de vida baseado no consumo de água utilizando um algoritmo de clusterização difusa. Neste estudo, houve a identificação de cinco segmentações, apesar do banco de dados ser pequeno.

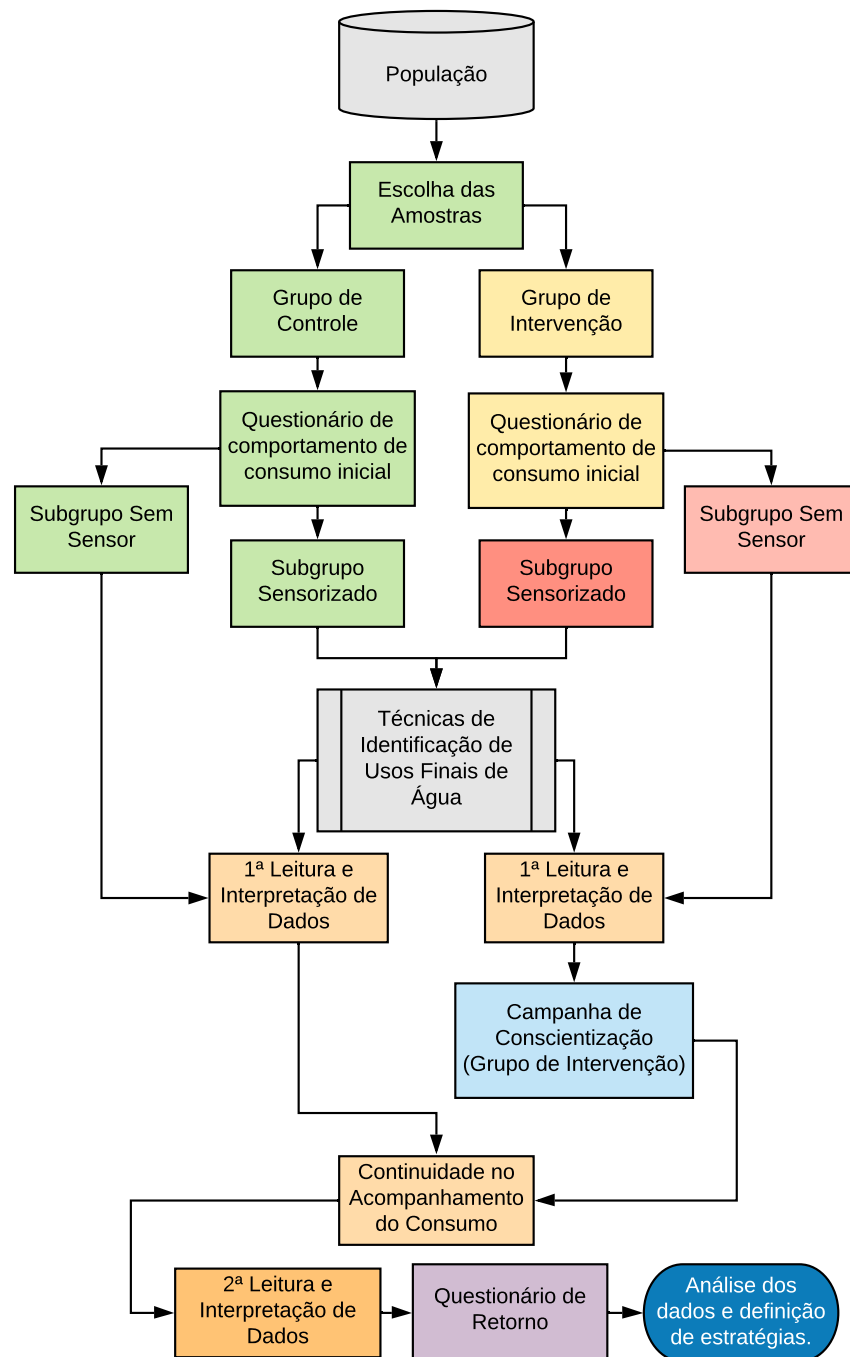
Em relação a mudanças de comportamento de consumo, há ainda menos estudos disponíveis que nas demais categorias citadas até aqui, porém são recentes, o que demonstra que o tema está em ascensão. As pesquisas de Fraternali *et al.* (2015) e Novak *et al.* (2018) buscaram a melhoria no comportamento de consumo de água através da gamificação, com retorno positivo por parte dos usuários. Quesnel e Ajami (2017) observaram em seus estudos que ocorriam mudanças de comportamento no consumo quando eram noticiadas questões relacionadas ao clima e à falta d'água. Jorgensen *et al.* (2015) verificaram as modelagens comportamentais em relação aos hábitos de consumo de água, e perceberam que as intenções, força do hábito e interações humanas não eram boas para a conservação da água.

Por fim, os estudos de comportamento no consumo de água são importantes para entender a dinâmica de consumo pelos consumidores. Esse entendimento pode levar a programas inovadores e eficazes para conservação de água. Segundo Rahim *et al.* (2020), estudos de comportamento de consumo que possuam dados desagregados por finalidade de uso podem revelar ideias interessantes para melhoria no consumo e conservação de água. Os autores observam ainda que há uma lacuna na literatura que envolve análise comportamental relacionada a eventos de consumo desagregados.

5 METODOLOGIA

A Figura 5.1 apresenta o fluxograma que descreve a proposta de metodologia para atingir os objetivos da pesquisa, sendo cada elemento explicado mais detalhadamente nos tópicos adiante.

Figura 5.1: Fluxograma de Metodologia Proposta para a Pesquisa.

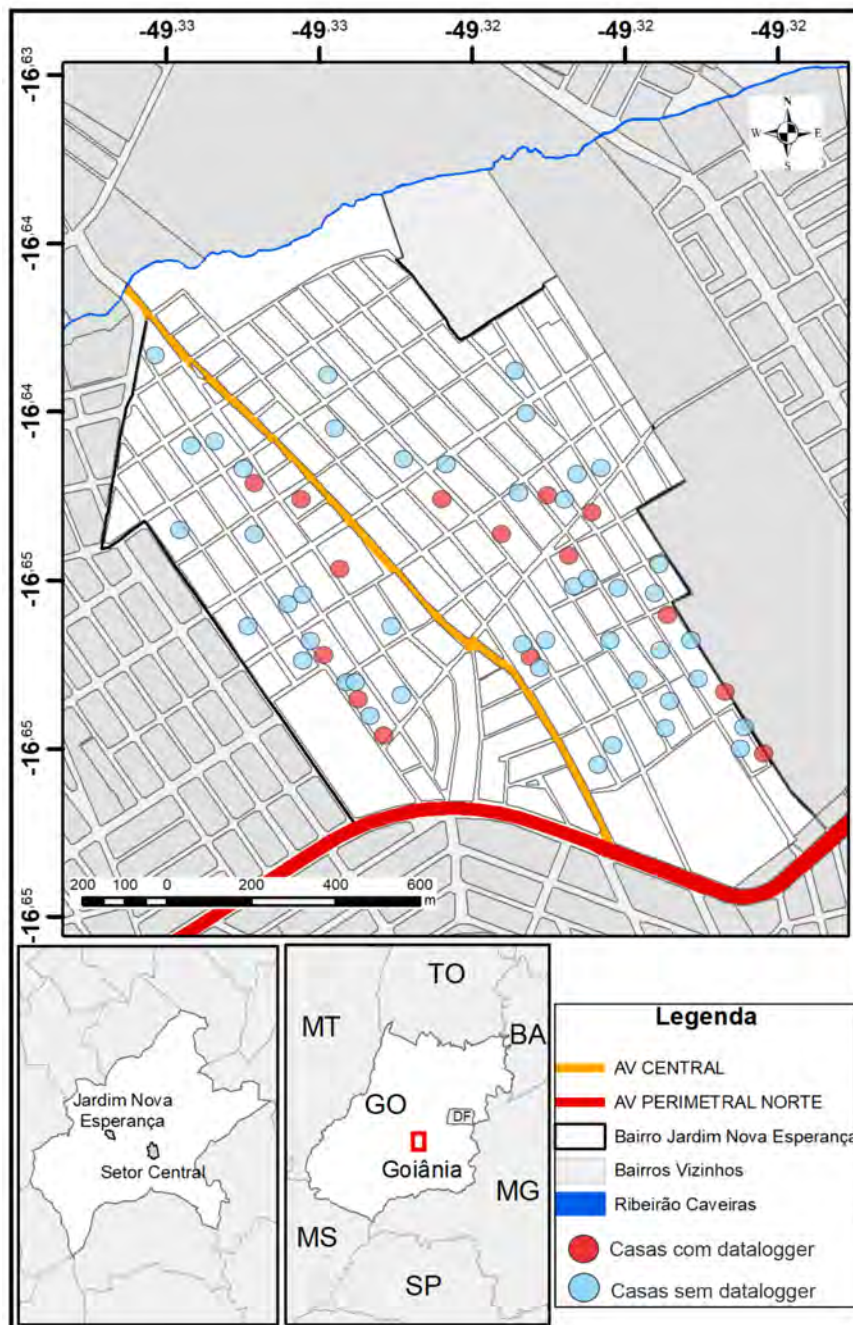


Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1 Área de Estudo

Capital de Goiás, Goiânia situa-se na região central do estado. Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2020), possui 1.536.097 habitantes, com uma densidade demográfica de 1.776,74 habitantes por quilômetro quadrado. Goiânia é a principal cidade do estado, possui área de 728,841 km² e faz fronteira com nove cidades (Figura 5.2), que também fazem parte de sua Região Metropolitana.

Figura 5.2: Mapa de Localização do Bairro Jardim Nova Esperança, de Goiânia e de Goiás no Brasil. Posição Aproximada das Casas Participantes do Estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Do ponto de vista hidrográfico, Goiânia está numa região que possui 22 sub-bacias, que

desaguam nos ribeirões João Leite, Dourados e Anicuns (BORGES; NEVES; CASTRO, 2012). Os rios citados desaguam na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, afluente do rio Paranaíba.

A cidade também é caracterizada por ser economicamente relevante no cenário nacional. O Produto Interno Bruto (PIB) de Goiânia em 2017 foi de 49,023 bilhões de reais, o 14^o maior em relação a todas as cidades e o 11^o em relação somente às capitais (BRASIL, 2018). Sua atividade econômica baseia-se fortemente no comércio de bens e prestação de serviços, destacando-se os setores de saúde, atividades imobiliárias e administração pública (ROMANATTO *et al.*, 2015). O salário médio mensal dos trabalhadores formais é de 3,2 salários-mínimos (BRASIL, 2017b). A renda média das famílias de Goiânia conforme levantamento realizado no último censo (BRASIL, 2010) pode ser observada através da Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Renda Nominal Mensal Residencial de Goiânia (2010)

Domicílios Particulares Permanentes	422.710	100%
Classe de Rendimento Nominal Mensal Domiciliar		
Sem Rendimento	12.459	2,95%
Até ½ Salário Mínimo	2.011	0,48%
Mais de ½ a 1 Salário Mínimo	34.121	8,07%
Mais de 1 a 2 Salários Mínimos	72.861	17,24%
Mais de 2 a 5 Salários Mínimos	152.677	36,12%
Mais de 5 a 10 Salários Mínimos	84.690	20,04%
Mais de 10 a 20 Salários Mínimos	41.538	9,83%
Mais de 20 Salários Mínimos	22.353	5,29%

Fonte: Brasil (2010).

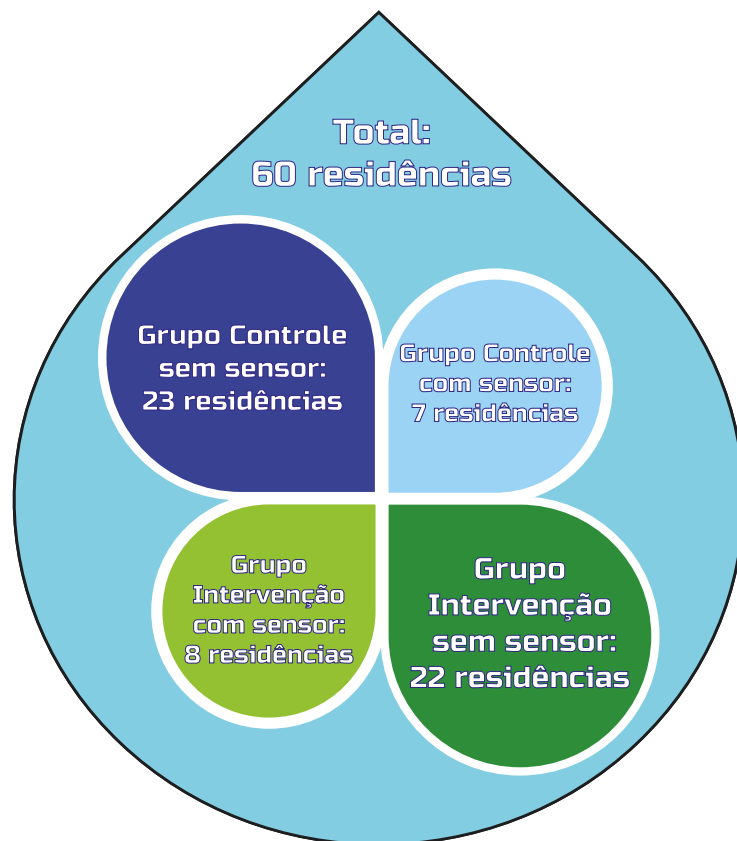
Na cidade de Goiânia, baseado nos fatores do marketing social, optou-se pela escolha por um grupo específico para determinação dos parâmetros da campanha de intervenção. Assim, foi escolhido o bairro Jardim Nova Esperança para as demais etapas da pesquisa (Figura 5.2). Está localizado na região noroeste da cidade, sendo também um dos bairros mais populosos do município, com 15.480 moradores em 2010 (BRASIL, 2010). Bairro de origem em uma invasão da antiga fazenda caveiras, é composto principalmente por população de média e baixa renda (até 5 salários mínimos) (ALVES *et al.*, 2016). Do ponto de vista hidrográfico, em seu limite norte faz divisa com o Ribeirão Caveiras, não possuindo outros cursos d'água perenes.

5.2 Definição do Número de Amostras

Conforme descrito por Ferraro e Price (2013), pesquisas que visem a identificação de mudanças de comportamento necessitam de um grupo de intervenção, que receberá as atividades propostas, e um grupo de controle, que terá os dados recolhidos sem qualquer tipo de interferência em seus consumos. Sendo assim, é possível observar dentro dos grupos as possíveis diferenças entre os comportamentos de consumo de água, sendo possível a comparação entre eles.

Para a formação desses grupos, foram consideradas a disponibilidade de equipamentos de medição de consumo, bem como da capacidade de força de trabalho do pesquisador. Observando que estavam disponíveis quinze equipamentos para realizar a medição de consumo de água detalhado nas residências, os grupos ficaram divididos conforme apresentado na Figura 5.3.

Figura 5.3: Número de amostras dos grupos de intervenção e controle.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando mais detidamente a Figura 5.3, é possível perceber que os grupos de controle e intervenção são formados por 30 residências cada, e que 15 dessas casas tiveram a instalação de sensor para acompanhamento detalhado de consumo, divididas quase que igualmente entre os grupos de controle e intervenção.

Justifica-se ainda o acompanhamento de residências sem sensorização do consumo de água para observar as diferenças entre um acompanhamento individualizado, gerado pela sensorização, e outro generalista. Logo, cabe citar que as residências do grupo de intervenção sem o equipamento instalado também tiveram a campanha de incentivo ao consumo racional realizada.

5.3 Definição de Classes Sociais e Segmentação de Amostras

Como a pesquisa proposta se baseia na análise de um subgrupo da população, se faz necessário definir como serão classificadas essas residências, para que as amostras considerem o subgrupo determinado (BARBETTA, 2008). Desta forma, a definição de um indicador que quantifique de modo integrado informações socioeconômicas permite essa divisão das amostras determinadas.

Para tanto, foi adotado o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), que segue as diretrizes da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP), sendo aplicado a diversas regiões metropolitanas do Brasil. Através do critério citado, a classificação socioeconômica das famílias pode ser definida através de fatores indiretos, como bens de consumo, grau de instrução do chefe da família e infraestrutura disponível (ABEP, 2019).

O CCEB atualmente divide as classes socioeconômicas em seis faixas distintas, com rendas médias domiciliares mensais brutas, conforme pode ser observado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Estratificação Socioeconômica - Critério ABEP.

Estrato Socioeconômico	Renda Média Domiciliar (R\$/mês)
A	25.554,33
B1	11.279,14
B2	5.641,61
C1	3.085,48
C2	1.748,59
DE	719,81

Fonte: ABEP (2019).

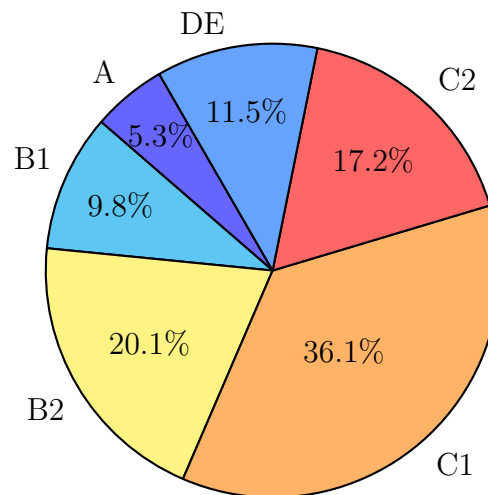
Fazendo um comparativo entre a renda nominal mensal goianiense (Tabela 5.1) e os estratos socioeconômicos designados pela ABEP (Tabela 5.2), é possível correlacionar as informações para a cidade de Goiânia, dando assim origem ao número de residências por estrato socioeconômico do município de acordo com os critérios CCEB (Figura 5.4). Para identificação destas quantidades, algumas considerações foram realizadas:

- Para identificar a correlação entre as classes sociais, foram utilizados os valores

médios das faixas descritas pelo IBGE para cada classe; e

- os domicílios sem rendimento, com até meio salário-mínimo e os com meio a um salário-mínimo foram agrupados na classe DE, devido à proximidade com o valor médio desses três estratos em relação aos valores médios considerados no CCEB.

Figura 5.4: Domicílios de Goiânia segmentados socioeconomicamente de acordo com o critério CCEB.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com essa divisão da população, observou-se que para o bairro Jardim Nova Esperança, cuja população concentra-se em média e baixa renda (ASSUNÇÃO *et al.*, 2018), foi possível concentrar a pesquisa entre as classes que representem os estratos sociais mais baixos (Classes DE, C2, C1 e B2), tipificando assim cerca de 84,9% da população da cidade que estão inseridas nessas classes.

5.4 Definição de Residências que Serão Amostradas

Com a definição da região, das quantidades de amostras e método de seleção de acordo com os grupos socioeconômicos, se torna importante na sequência definir de que forma serão selecionadas e identificadas as residências nesses estratos. Considerando que o CCEB serviu como parâmetro, foi desenvolvido questionário baseado nas premissas desenvolvidas pela ABEP, cujo modelo se encontra no Apêndice A.

As residências que responderam ao questionário do Apêndice A foram selecionadas aleatoriamente dentro dos limites geográficos do bairro Jardim Nova Esperança. Conforme pode ser observado no Quadro 5.1, o CCEB possui um sistema de pontuação de acordo com os bens de consumo, infraestrutura e grau de escolaridade do chefe de família. O somatório de pontos adquiridos de acordo com as respostas define a qual estrato socioeconômico a

família está inserida, de acordo com as faixas também apresentadas no Quadro 5.1. Cabe citar que o questionário aplicado visa obter o enquadramento *a priori* do estrato social ao qual a família pertence, com descarte de amostras cujas classes sejam superiores a classe B2.

Quadro 5.1: Sistema de pontos do CCEB para definição do estrato socioeconômico. Tabela de pontuações de acordo com estrato socioeconômico

Bens de Consumo					
Variáveis	Quantidade				
	0	1	2	3	4 ou +
Banheiros	0	3	7	10	14
Empregado Doméstico	0	3	7	10	13
Automóveis	0	3	5	8	11
Microcomputador	0	3	6	8	11
Lava-louça	0	3	6	6	6
Geladeira	0	2	3	5	5
Freezer	0	2	4	6	6
Lava Roupa	0	2	4	6	6
DVD	0	1	3	4	6
Micro-ondas	0	2	4	4	4
Motocicleta	0	1	3	3	3
Secadora de Roupa	0	2	2	2	2
Grau de instrução do chefe de família					
Analfabeto/Fundamental I Incompleto			0		
Fundamental I Completo/Fundamental II Incompleto			1		
Fundamental II Completo/Ensino Médio Incompleto			2		
Médio Incompleto/Superior Incompleto			4		
Superior Completo			7		
Serviços Públicos					
			Sim	Não	
Água encanada			4	0	
Rua pavimentada			2	0	

Tabela de Pontos	
Classe	Pontos
1 – A	45-100
2 – B1	38-44
3 – B2	29-37
4 – C1	23-28
5 – C2	17-22
6 – DE	0-16

Fonte: ABEP (2019).

Observa-se também que as famílias estudadas deveriam ser moradoras de casas em que permanecerão durante todo o período de coleta de dados. Por esse motivo, na pesquisa foi dada preferência pelas residências cujos moradores eram proprietários das casas, para que não houvesse o risco de uma interrupção na coleta de informações devido à característica transiente de inquilinos (BEAL *et al.*, 2011).

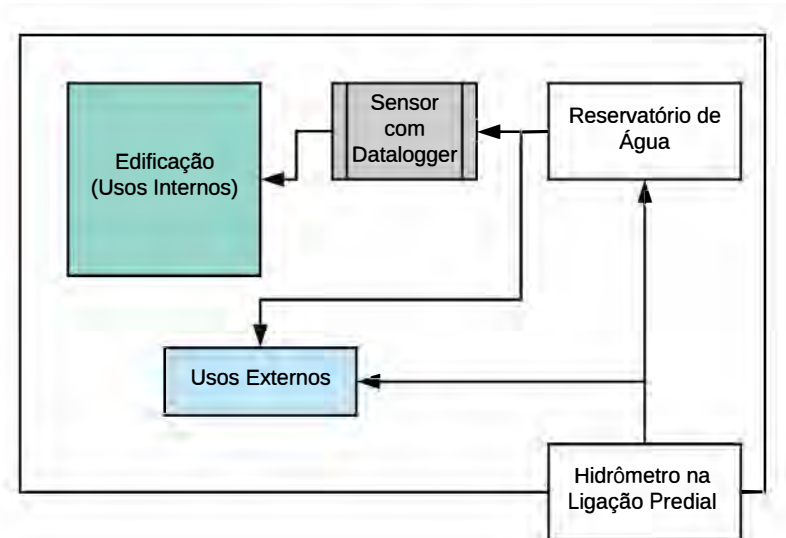
Portanto, as residências selecionadas aleatoriamente e que atenderam aos requisitos apontados, além de aceitarem fazer parte do experimento, necessariamente tiveram os dados coletados, buscando manter o caráter aleatório proposto. A seleção de amostras e realização de questionários se deu até o preenchimento do quantitativo necessário

para cumprimento da pesquisa. Com as entrevistas realizadas e o acompanhamento de dados de consumo por 3 meses, foi possível separar pares similares para sorteio dos grupos de intervenção e controle, bem como aqueles que receberam o equipamento para acompanhamento detalhado de consumo de água.

5.5 Sensorização de Vazão das Residências

O que se propôs na presente pesquisa foi a utilização de um único sensor, instalado logo após o reservatório de água (Figura 5.5). Especificamente em uma das casas foi necessária a substituição do hidrômetro de entrada, uma vez que os moradores justificaram problemas no reservatório em relação à baixa pressão dos pontos de utilização.

Figura 5.5: Fluxograma de Instalação dos Sensores com *Datalogger* em Edificações com Reservatório de Água.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A utilização proposta tal como na Figura 5.5 tem duas justificativas: a primeira refere-se ao fator visual, pois o equipamento não estando à vista dos moradores não incorrerá em qualquer efeito sobre seu comportamento durante o uso de água, o que poderia acontecer caso estivesse em seu campo visual. O segundo motivo está relacionado à questão financeira, tornar a pesquisa viável reduzindo o número de equipamentos instalados, permitindo uma maior quantidade de residências com sensores realizando o monitoramento simultaneamente.

Com o sensor que mediu os usos internos da edificação, foi possível identificar quais foram os consumos através do comportamento de cada tipo de uso que cada dispositivo da residência possui. Em relação aos consumos externos, foi possível identificá-los através da diferença de medição do sensor e do hidrômetro de entrada do domicílio. Cabe ainda citar que nos consumos externos não houve informação de consumo horário, somente o volume

total empregado no período considerado.

Foram utilizados para medição de vazão hidrômetros tipo ultrassônicos da marca DIEHL, modelo Hydrus com 3/4” de diâmetro interno. Estes equipamentos possuem interface interna com sistema de indução, que gera pulsos elétricos após determinado volume de água que passa por eles, sendo configurado dentro de uma faixa de volumes possíveis. A Figura 5.6 mostra um modelo similar ao utilizado nas medições em campo.

Figura 5.6: Hidrômetro Ultrassônico com Interface Geradora de Pulsos de Vazão.



Fonte: Rahim *et al.* (2020).

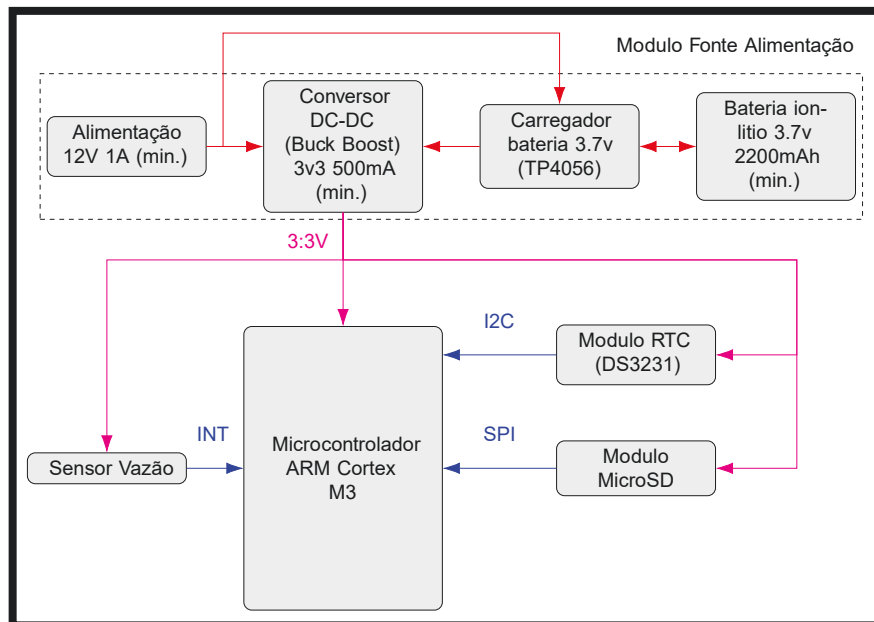
Para leitura, interpretação e gravação dos pulsos foi desenvolvido um sistema embarcado (Figura 5.7) para coleta de dados (*Data Logger*) para o hidrômetro ultrassônico, que possui em sua composição um microcontrolador *ARM Cortex M3*, que realiza a contagem de pulsos dentro do período estipulado e envio de informações para serem gravadas, um módulo RTC, para manutenção de data e hora mesmo em caso de falha no abastecimento elétrico, e um módulo de cartão de memória, para gravação dos dados coletados. O sistema será alimentado por fonte externa conectada à rede elétrica. Para confiabilidade na continuidade de funcionamento foi implementado sistema de alimentação ininterrupta com bateria de lítio. O diagrama do sistema proposto pode ser observado na Figura 5.8.

Figura 5.7: Sistema Embarcado de Coleta de Dados para Gravação de Vazões Instantâneas Residenciais. Fotos fechado e aberto.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5.8: Diagrama de funcionamento do Sistema Embarcado de Coleta de Dados (*Data Logger*).



Fonte: Elaborada pelo autor.

A concepção de funcionamento é de que esse sistema trabalhe de forma autônoma e ininterrupta por durante um mês em cada residência, para que então sejam recolhidos os dados gravados para um novo ciclo. Cabe ainda citar que as coletas de dados nas residências com sensores foram realizadas *in loco* mensalmente, uma vez que os *data loggers* não possuem módulo para envio remoto.

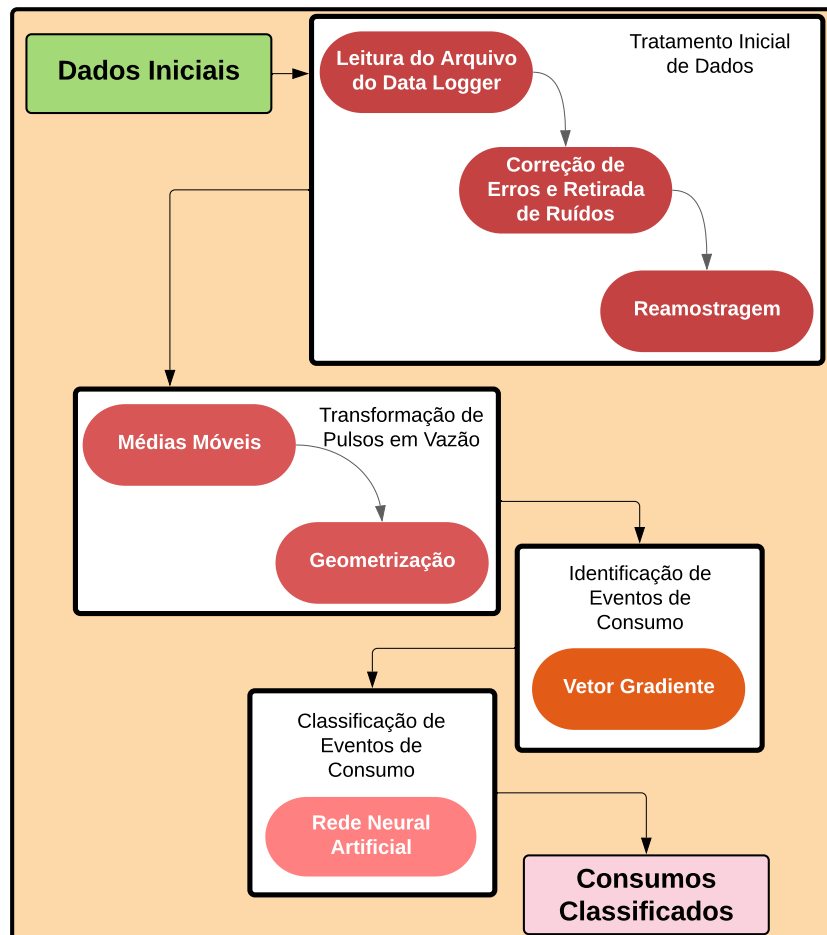
A lógica de programação utilizada no sistema eletrônico foi desenvolvida através de linguagem computacional C++. O código buscou a maximização da vida útil da bateria através da redução no consumo de energia dos componentes em momentos ociosos, mesmo com a energização constante do sistema.

5.6 Leitura e Classificação de Dados de Consumo

Nos locais onde o hidrômetro ultrassônico foi instalado, foram retirados os dados dos *data loggers*, bem como anotados os volumes absolutos dos hidrômetros instalados (tanto o da concessionária como o instalado para a pesquisa), para checagem entre o volume medido e o realizado. Já nas casas onde não houve a instalação do hidrômetro ultrassônico, foram coletadas somente as informações de consumo do hidrômetro preexistente (pertencente a concessionária). Essas coletas ocorreram com períodos de 30 a 32 dias entre leituras.

Para tratamento e classificação dos dados de consumo de água seguiu-se a sequência descrita pela Figura 5.9. Os dados coletados inicialmente foram transformados em arquivos de banco de dados, para permitir as demais etapas de tratamento.

Figura 5.9: Fluxograma de Leitura e Classificação de Dados de Consumo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em etapa seguinte, foram realizadas correções de erros e ruídos que existissem nos dados obtidos, como o aparecimento de gravações de pulsos com quantidade acima do que o equipamento podia gerar. Além disso, na primeira versão do *firmware* utilizado no *data logger*, houve falha de gravação em algumas datas, o que também foi corrigido nessa etapa.

Após o tratamento inicial dos dados, foi realizada a transformação de pulsos em vazão. A técnica utilizada nesse processo foi a utilização de duas médias móveis de ordem previamente definida sobre os dados de pulsos, como descrito por Peñalver *et al.* (2017) e apresentado detalhadamente na Seção 4.6.2.1. Ainda conforme indicado pelos autores, a ordem das médias móveis utilizadas nessa etapa foi 3-3, devido aos hidrômetros utilizados na pesquisa terem precisão de 0,1 litro por pulso.

De modo a tornar os dados de vazão mais “conformados”, se utilizou ainda a geometrização, também apresentada por Peñalver *et al.* (2017). No caso específico da pesquisa, foram utilizadas para esse processo uma média móvel de ordem 20 sobre os resultados obtidos na transformação em vazão e em seguida o arredondamento para múltiplos de 0,02 litros por segundo.

Com as vazões definidas e conformadas, foi realizada rotina para identificação de episódios, que foram definidos como os períodos entre a saída da vazão do valor nulo até o retorno da vazão a zero. Com esses episódios, foi definida nova rotina para identificar eventos, se estavam isolados ou não, utilizando vetor gradiente (NGUYEN *et al.*, 2015). O algoritmo desenvolvido para essa identificação levou em conta que só houve evento à parte quando a alteração no fluxo possuía duração maior ou igual a 20 segundos.

Após a completa instalação e confirmação de operação dos medidores telemétricos, foram realizadas visitas a todas as residências para aferição e anotação em tempo real de consumos de água, sendo eles provocados a pedido ou espontâneos. Além disso, os moradores anotaram por uma semana os horários de ocorrência dos consumos de maior volume, como por exemplo a máquina de lavar. Com esse procedimento, foi possível identificar manualmente os eventos dos períodos acompanhados. Com os dados reais de consumo disponíveis, foram preenchidos manualmente em média 2000 eventos por residência (equivalente a um mês de dados coletados) com a finalidade de desenvolvimento da matriz de treinamento.

Sucessivamente, aplicou-se o conceito de Redes Neurais Artificiais para classificação dos eventos de consumo. Utilizou-se neste trabalho o *Multi-layer Perceptron*, um algoritmo de aprendizado supervisionado baseado em uma matriz com dados de treinamento (BUI-TINCK *et al.*, 2013). Após diversas tentativas, foram considerados no estudo o uso da regressão *Limited-memory Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno* limitando a dez mil iterações para cada residência e com ativação oculta tangencial, sendo a configuração que apresentou classificações melhores em relação aos demais algoritmos e opções disponíveis. As matrizes de aprendizado foram formadas com cerca de 80% dos eventos de consumo para cada edificação obtidos nos quatro primeiros meses de coleta de dados. Na Tabela 5.3

estão apresentadas as arquiteturas das camadas ocultas e a precisão média em obtida em cada domicílio do estudo.

Tabela 5.3: Arquitetura e Precisão das Redes MLP Para Cada Residência com Telemetria.

Casa	Melhor Arquitetura Identificada	Nº Usos Matriz	Total Acertos	Precisão
1	MLP 80-200-50-10	1505	1004	55,4%
2	MLP 80-200-100-50	2498	1741	56,5%
3	MLP 20-50-80-10	3525	2025	46,0%
4	MLP 20-60-10	1004	659	53,8%
5	MLP 50-150-50-10	1481	1062	59,5%
6	MLP 100-120-50	1980	1235	49,9%
7	MLP 95-150-30	1435	878	50,2%
8	MLP 70-150-80-30	3563	2052	46,6%
9	MLP 50-200-150-50	2024	1424	57,0%
10	MLP 30-50-20-10	1088	825	61,4%
11	MLP 55-150-90-5	1528	1109	58,8%
12	MLP 70-190-80-50	1853	1158	51,9%
13	MLP 80-200-150-80	934	689	59,8%
14	MLP 50-200-60-20	2026	1351	54,0%
15	MLP 120-220-30	2860	1789	51,9%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme apresentado na Tabela 5.3, cabe ressaltar que devido à variação considerável entre instalações hidráulicas, alturas de coluna d'água e aparelhos sanitários de cada residência, foram desenvolvidos algoritmos de identificação específicos para cada residência monitorada, com a necessidade de mudanças no número de neurônios, camadas ocultas e matrizes de aprendizado diferentes para cada domicílio.

Além dos aspectos já citados, as torneiras tiveram a maior parcela pela redução do nível de precisão em todas as residências, possivelmente por sua característica pouco padronizada principalmente em relação a vazão e tempo de uso, dificultando a identificação de padrões pelos algoritmos. A pressão de água nos pontos de uso também se mostrou diretamente proporcional à melhoria do processo de classificação. Além disso, foi realizada uma revisão de todos os resultados baseados nos parâmetros coletados manualmente para validação das classificações.

Os vazamentos tiveram um tratamento diferente das demais destinações identificadas, pois dificultavam o treinamento das redes neurais, e foram separados antes da classificação dos demais consumos para evitar ruídos durante o processo. Eles foram identificados como sendo eventos de longa duração (acima de 1200 segundos), constantes e de baixa vazão (até 0,02 litros por segundo). Vazamentos curtos, ou mesmo falhas momentâneas nas válvulas dos dispositivos sanitários não foram identificados, estando na classificação juntos aos usos que os ocasionaram.

Ainda cabe esclarecer que a leitura e classificação de dados de consumo ocorreu durante todo o andamento da pesquisa. Inicialmente teve a função de embasar os dados para criação da campanha de incentivo ao consumo racional de água, bem como determinar os perfis de usos finais de água. Após a campanha foi utilizada para acompanhar como os consumos foram afetados, a existência ou não de perenidade na mudança de hábitos do grupo de intervenção e também o comportamento habitual das residências do grupo de controle.

5.7 Campanha de Intervenção/Incentivo à Redução de Consumo de Água

Para realização das campanhas, foi necessário definir as estratégias através de um plano sistemático. O nível de atendimento da campanha teve foco no *downstream*, ou seja, no comportamento individual específico, principalmente por conta do escopo da pesquisa, bem como da disponibilidade físico-financeira para o projeto. Seguindo os preceitos do Marketing Social descritos no Quadro 4.3, a estratégia foi definida através dos seguintes passos:

1. **Conhecimento prévio, propósito e foco do planejamento:** há a necessidade de redução no consumo de água para evitar problemas relacionados a escassez hídrica que já ocorreram anteriormente. Também é possível uma redução no consumo sem que haja perdas na qualidade de vida. Ainda pode ser considerada a redução de esgoto sanitário gerado e menor quantidade de água tratada necessária. Busca-se, assim, a redução de consumo de modo sustentável e de modo que não ocorra piora na qualidade de vida das pessoas. Dessa forma, o foco da campanha, dadas as limitações financeiras e de mão-de-obra da pesquisa, ficou restrito a moradores do bairro Jardim Nova Esperança.
2. **Conduzir uma análise da situação:** o uso de água residencial é fator importante na matriz de consumo, principalmente em cidades altamente urbanizadas. Permitir que a população conheça melhor seu consumo pode levar a melhoria do uso de água e conseqüentemente melhorar a disponibilidade desse recurso.
3. **Selecionar e descrever o alvo da campanha:** dentro do bairro Jardim Nova Esperança, a realização de entrevistas em residências selecionadas aleatoriamente através de amostragem sistemática obtendo informações socioeconômicas e sobre o conhecimento a respeito de medidas de racionalização do consumo de água, limitando àqueles com renda inferior a classe B1 conforme o critério ABEP para permitir uma maior representatividade de determinado grupo.

4. **Descrever os objetivos e metas da campanha:** apresentação aos moradores envolvidos de dados e informações que pudessem aumentar o conhecimento a respeito de como melhorar o próprio consumo de água, podendo assim melhorá-lo.
5. **Identificar barreiras de audiência, benefícios e competição:** observa-se, de acordo com os preceitos da ciência comportamental, que há uma lacuna entre a intenção e ação que precisa ser superada. Dentre os benefícios de uma absorção satisfatória da campanha está a redução no consumo de água. Porém, há competição com hábitos pré-existentes que podem dificultar mudanças no comportamento.
6. **Traçar o posicionamento da oferta:** buscou-se que o morador participante da campanha percebesse como individual o tratamento oferecido a ele, com os materiais desenvolvidos nominalmente endereçados.
7. **Mix de Marketing Estratégico:**
 - Proposições (produto):** Redução no consumo de água sem perder qualidade de vida.
 - Acessibilidade (lugar):** Aplicação de questionários individuais com posterior entrega de material de incentivo ao consumo racional, com encorajamento de difusão entre os pares.
 - Custos de envolvimento (preço):** Redução de consumo de água, com diminuição do faturamento da concessionária de água. Em contrapartida o aumento da disponibilidade de água, mitigando situações de racionamento de água.
 - Comunicação social (promoção):** encorajamento de uma vida com preceitos mais sustentáveis, em especial com relação ao consumo de água.
8. **Determinar um plano de avaliação da campanha:** durante toda a pesquisa, os dados de consumo foram acompanhados, e nas casas com sensores e dataloggers também foi possível identificar os consumos por usos finais e analisar as diferenças antes e depois da campanha. Além disso, um novo questionário ao final do acompanhamento mediu a aderência da campanha do ponto de vista subjetivo.
9. **Estabelecer um orçamento:** durante a campanha, foi demandado tempo do pesquisador para as entrevistas e coleta dos dados de consumo. Na parte material, o desenvolvimento de material gráfico (*folders* e adesivos).
10. **Delinear um plano de apresentação:** a campanha foi apresentada através de material gráfico entregue pessoalmente aos moradores, com dados de consumo individualizados nas casas onde houve medição por sensor com *datalogger* e nas outras uma média das casas com medidores, todas nominalmente endereçadas.

Além dos conceitos de Marketing Social, também foram utilizados conceitos da economia comportamental. Foi analisado do ponto de vista das anomalias cognitivas na tomada de decisão, de modo a identificar quais delas estariam mais presentes no comportamento de consumo, e possibilidades de mudanças dessas condutas.

Também foi levada em consideração a ciência comportamental, para identificar como os principais motivos para que as escolhas não-sustentáveis sejam preferidas em detrimento das opções sustentáveis. Ainda foram utilizadas propostas de mudança de comportamento sobre os aspectos da ciência comportamental dentro da campanha de intervenção.

Todos esses aspectos foram condensados em um folder tamanho A-4 com uma dobra, contendo informações sobre o consumo de água das famílias, bem como dicas para redução do consumo de água, ainda potenciais economias financeiras que podem ser obtidas com a redução de consumo. Além disso, foram confeccionados adesivos, de modo a reduzir o consumo em atividades cotidianas automáticas.

Ao final da coleta de dados foi realizado questionário no qual foram verificados, do ponto de vista subjetivo, como a campanha realizada atingiu aos moradores da residência. O modelo encontra-se no Apêndice D.

5.8 Análise de Dados e Definição de Estratégias

Como passo final, de posse dos dados compilados, torna-se possível aferir os resultados e definir as estratégias em relação aos seguintes assuntos:

- Efetividade das campanhas de incentivo ao consumo racional e sua perenidade;
- hábitos de consumo e suas interfaces com o consumo sustentável; e
- possibilidades no uso de fontes alternativas e impactos no faturamento de água.

5.8.1 Efetividade de Campanhas de Incentivo ao Consumo Racional

De posse dos dados obtidos nas etapas anteriores, foi realizada a análise da efetividade da campanha de incentivo ao consumo racional no grupo de intervenção em relação ao grupo de controle. A observação se deu nas seguintes frentes:

1. Comparativo entre grupo de controle e grupo de intervenção que tiveram o consumo detalhado.

2. Comparativo entre grupo de controle e grupo de intervenção com acompanhamento somente pela hidrometria de entrada (sem detalhamento de consumo).
3. Comparação dentro do grupo de intervenção entre as residências com e sem consumo detalhado.

Dentro dessas frentes, foram observados os volumes consumidos e também a evolução temporal do consumo de água nos seis meses posteriores à campanha de incentivo ao consumo racional, a fim de observar qual o efeito e perenidade da intervenção realizada com o passar do tempo. Nas edificações com detalhamento de consumo, ainda se observou como os usos finais de água foram afetados com a campanha.

5.8.2 Hábitos e Racionalização de Consumo

Nas residências cujo detalhamento de consumo por usos finais foi possível, observou-se como estavam construídos os hábitos de consumo a fim de traçar caminhos para redução sistemática de desperdícios, bem como observar em que pontos os considerados bons hábitos de consumo já são realidade nas residências. Observou-se o perfil de consumo por uso final, bem como as respostas do questionário inicial do Apêndice A, que permitiram traçar cenários para racionalização do consumo.

Em etapa posterior à campanha de incentivo ao consumo otimizado, nas famílias participantes do grupo de intervenção foi realizado novo questionário para aferir as mudanças de comportamento e hábitos dos moradores de forma subjetiva, objetivando ainda mensurar qual a aderência da campanha dentre os domicílios participantes. O formulário se encontra no Apêndice D.

5.8.3 Potenciais e impactos no uso de fontes alternativas

Na busca por sistemas de consumo mais sustentáveis, foi proposto neste item a verificação de potenciais cenários para a redução de consumo de água potável, dando prioridade aos usos de fontes alternativas em situações cujo seu uso não tenha necessidade de tratamento mais elaborado. As seguintes análises foram realizadas:

- Elaboração de cenários para reúso de água provenientes do chuveiro e máquina de lavar (cenário 1), chuveiro, máquina de lavar e consumo parcial das torneiras (50%), supondo os usos de tratamento mais simplificado como higiene pessoal (cenário 2) e chuveiro, máquina de lavar, 100 % das torneiras e 30% dos usos externos excluindo usos para rega de jardim (cenário 3), para mensurar o potencial de captação de águas cinzas passíveis de aproveitamento;

- análise de atendimento de demanda não potável para atividades como descarga, usos externos (irrigação, lavagem de pátio e de veículos) e ainda a possibilidade de uso na máquina de lavar; e
- potenciais impactos no faturamento da concessionária local, considerando cenários com reúso de águas cinzas (opção 1) e uma abordagem mista entre reúso de águas cinzas e aproveitamento de água de chuva (opção 2). Em ambos os casos, foram analisadas situações progressivas de atendimento da população de Goiânia (25%, 50% e 100%) com fontes alternativas.

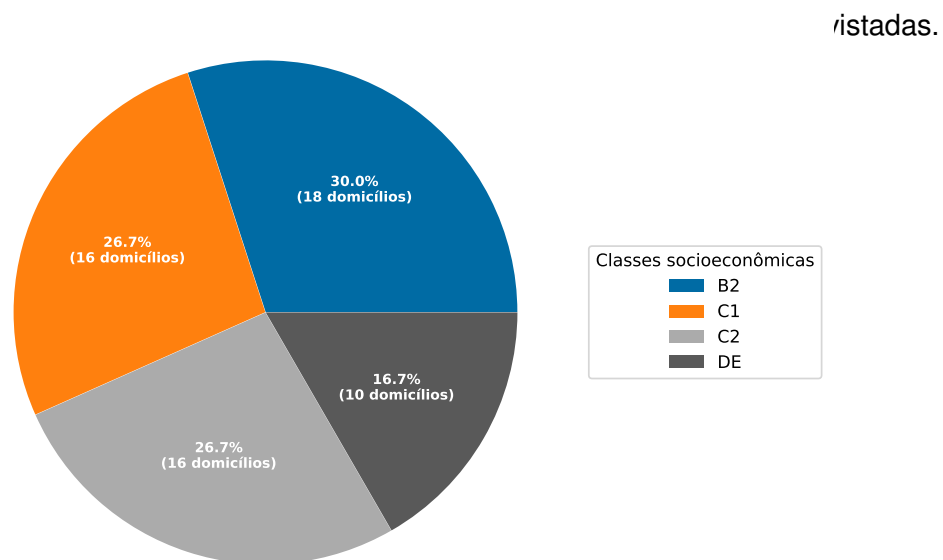
Para os usos finais dessa etapa, foram utilizados os consumos encontrados para o grupo de controle com *datalogger* durante os 12 meses de dados coletados, pois não sofreram alterações no seu modo de consumo. De acordo com a base de dados disponível, foi extrapolada a proporção de usos de água para todos os domicílios de Goiânia, sendo os dados de consumo gerais extraídos do faturamento da SANEAGO para o ano de 2020, permitindo assim uma análise de cenários na substituição do consumo por fontes alternativas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Perfil de Amostras da Pesquisa

Como primeiro passo, o processo de entrevistas aleatórias dentro do bairro Jardim Nova Esperança foi realizado em 76 residências, se contados somente aqueles onde um residente atendeu. Dessas, em 8 os moradores não mostraram interesse em participar da pesquisa, nem assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Das 68 residências em que os moradores aceitaram participar da entrevista, verificou-se que em 3 delas as famílias pertenciam a classe social acima do limite de pesquisa proposto (B2), sendo também desconsiderados para o andamento do estudo. Além disso, foram desconsideradas outras 5 casas, pois havia mais de uma família morando no mesmo terreno e sem a divisão do consumo de água. Dessa forma e após a análise das respostas ao questionário do Apêndice A, as 60 famílias restantes encontram-se divididas em classes sociais conforme descrito na Figura 6.1.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando novamente a Figura 6.1, percebe-se que não há o predomínio de uma classe socioeconômica sobre as outras, com uma pequena superioridade numérica da classe B2, cuja renda média familiar é de R\$ 5.641,49 (ABEP, 2019). Isso confirma, de acordo com a amostra obtida, que o bairro tende a possuir em sua maioria famílias de classe média-baixa.

Também foi possível obter características gerais dos moradores entrevistados, que podem ser analisadas na Tabela 6.1. Percebe-se que a média de 3,3 moradores por residência é relativamente próxima a do IBGE, que é de 3,08 (BRASIL, 2010). Outro aspecto notado

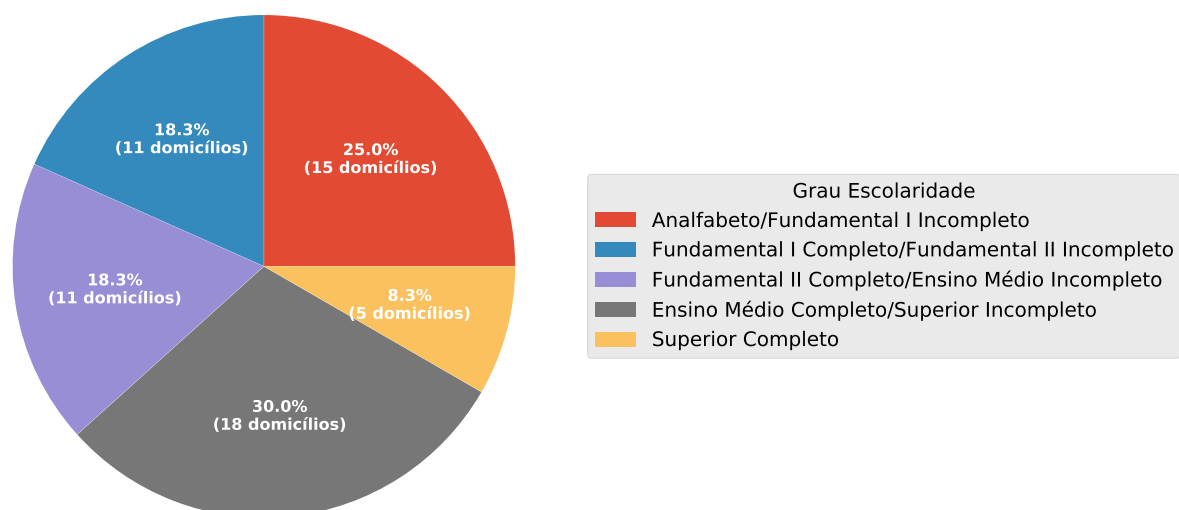
é o número de casas com crianças, que corresponde a menos da metade das residências visitadas.

Tabela 6.1: Demografia das Famílias Entrevistadas.

Demografia Familiar	Bairro Jardim Nova Esperança
Datas das Entrevistas	01/07 a 10/08/2020
Número de Residências	60
Número de Pessoas	200
Adultos	159
Crianças	41
Média N° Moradores	3,3
Casas com crianças (%)	40,0
Casas com 1 morador (%)	8,3
Casas com 2 moradores (%)	18,3
Casas com 3 moradores (%)	25,0
Casas com 4 moradores (%)	28,3
Casas com 5 ou mais moradores (%)	15,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

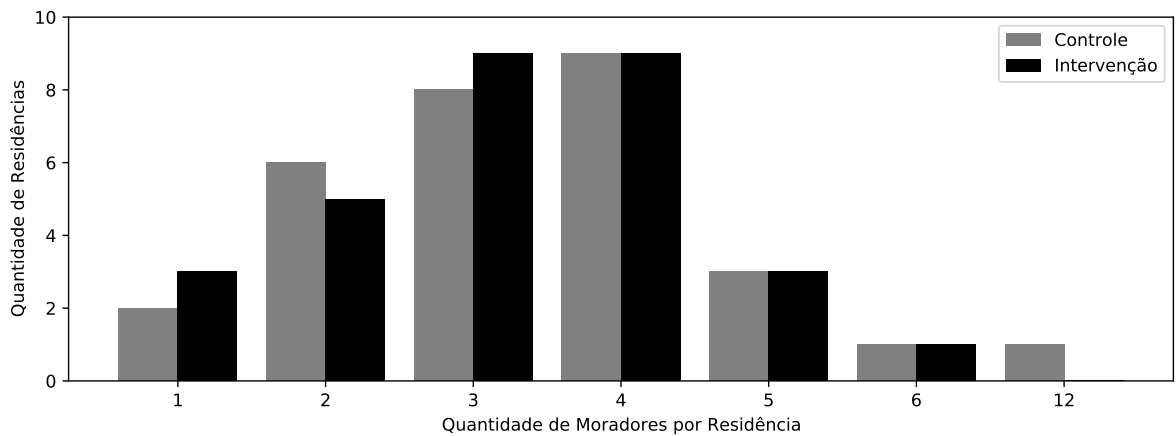
Além desse aspecto, foi possível obter a escolaridade do chefe da família de cada residência, apresentada na Figura 6.2. Pode ser observado que há um número elevado de chefes de família cujos estudos não chegaram ao ensino médio (37 domicílios), e somente 5 casas onde a pessoa responsável pela casa completou o ensino superior. Apesar disso, observou-se em muitas casas que os filhos e netos dos responsáveis pela família estavam em formação escolar, alguns deles inclusive em nível mais elevado que o de seus pais/avós.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação ao número de moradores por residência, de acordo com a Figura 6.3 observou-se uma homogeneidade entre os grupos. Como única exceção ficou uma casa com 12 moradores, que não teve similar durante a pesquisa.

Figura 6.3: Quantidade de Moradores por Residência Segmentados nos Grupos de Intervenção e Controle.

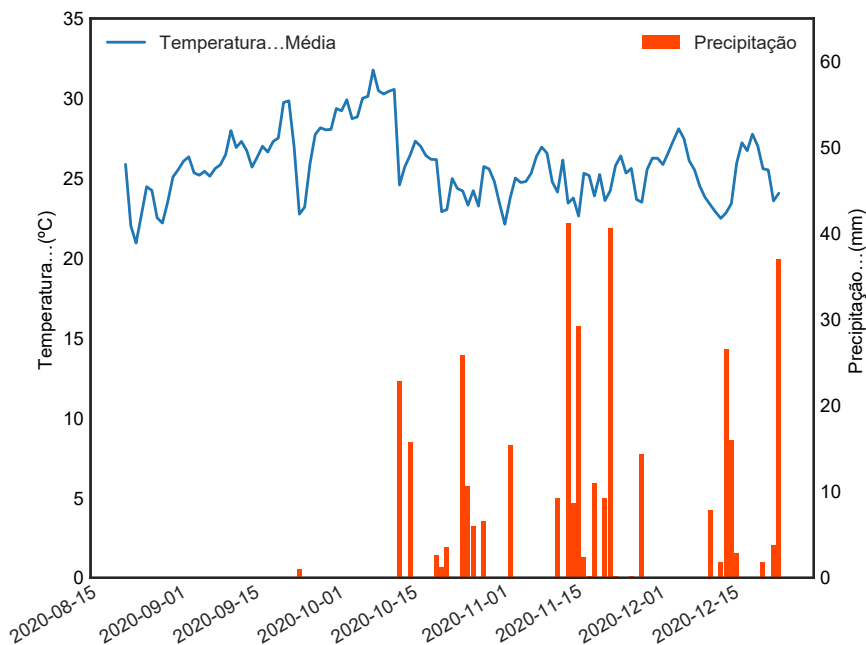


Fonte: Elaborada pelo autor.

6.2 Condições Climáticas Durante o Estudo

Outro aspecto verificado em relação ao consumo de água foram as condições climáticas no período de análise. Os dados apresentados na Figura 6.4 sintetizam as temperaturas máximas e as precipitações ocorridas durante o período de quatro meses iniciais de coleta. As temperaturas médias durante o período de estiagem (agosto a meados de outubro) estiveram entre $35,4^{\circ}C$ a $40^{\circ}C$. Com o início do período chuvoso, as temperaturas médias ficaram entre $32,1^{\circ}C$ e $35^{\circ}C$.

Figura 6.4: Temperatura Máxima e Precipitação Diária em Goiânia Durante Período Inicial de Coleta.



Fonte: Adaptado de INMET (2020).

Em relação as precipitações no período, a Figura 6.4 mostra que as chuvas iniciaram em outubro, acumulando no mesmo mês 95 mm. Nos meses de novembro e até dia 22 de

dezembro ocorreram 181,8 mm e 97,6 mm, respectivamente, estando esses valores abaixo da média histórica da cidade (INMET, 2020).

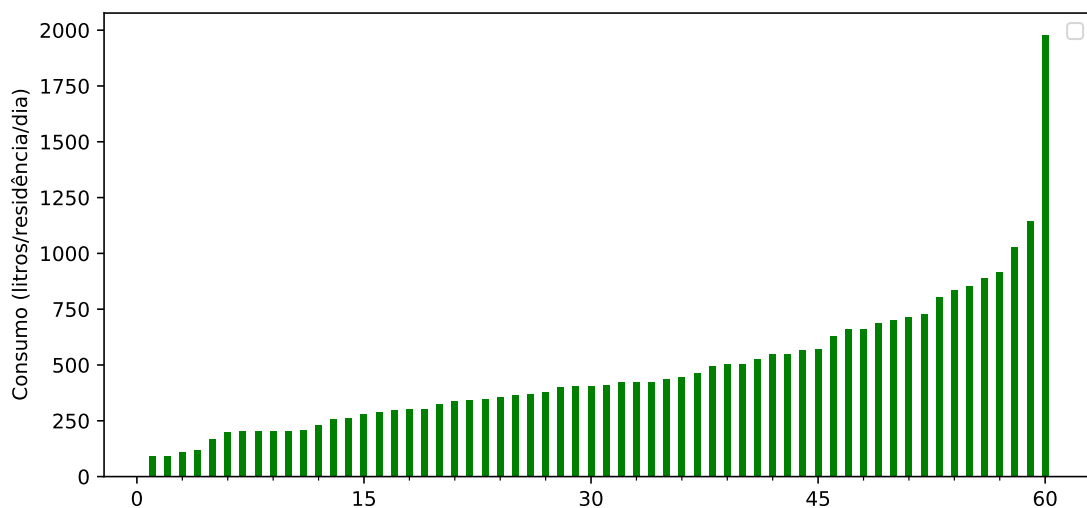
6.3 Consumo de Água

Conforme descrito na metodologia, os dados de consumo de água foram divididos em duas partes: a primeira referente à coleta de dados para a realização da campanha de incentivo ao consumo racional com as famílias selecionadas, e a segunda que ocorre durante os 6 meses seguintes a campanha.

6.3.1 Consumo de Água Geral - Dados Pré-Campanha

Após os quatro primeiros meses (20 de agosto a 22 de dezembro de 2020) coletando dados, a média do consumo por residência está apresentada na Figura 6.5. Percebe-se pela referida figura que há uma grande variação de consumo entre as residências amostradas, sendo que em uma delas o consumo médio quase chega a dois mil litros por dia e 350 litros por morador (Figura 6.6), destoando bastante das demais. Também deve ser observada a falta de uma relação que possa servir de comparativo entre as residências ao se observar somente o consumo por residência, sendo necessário outro fator conjugado.

Figura 6.5: Consumo Médio de Água por Dia das Residências da Amostra - Período 20/08/2020 a 22/12/2020.

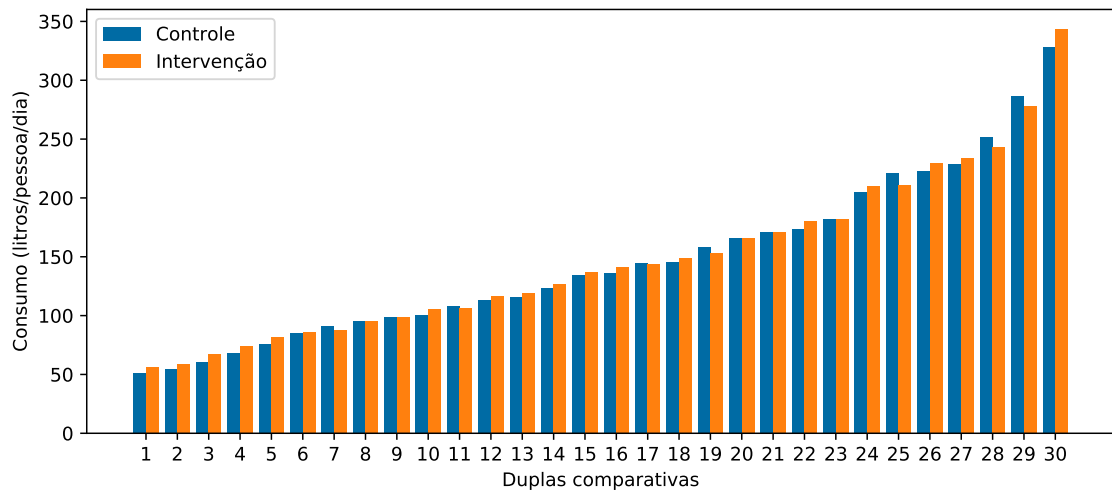


Fonte: Elaborada pelo autor.

De modo a melhorar a comparação entre residências, identificou-se o volume de água *per capita* diário médio e foram divididos em pares similares para sorteio dos grupos de controle e intervenção, além de sortear as residências que receberiam o equipamento para detalhamento do uso de água por finalidade. Após realizar essa análise, as residências ficaram divididas de acordo com a Figura 6.6. Nessa divisão, foi levado em conta apenas o consumo por habitante por dia, sem observar quais das casas tinham ou não

os equipamentos instalados para detalhamento de consumo.

Figura 6.6: Grupos de Intervenção e Controle de Acordo com o Consumo por Morador por Dia.



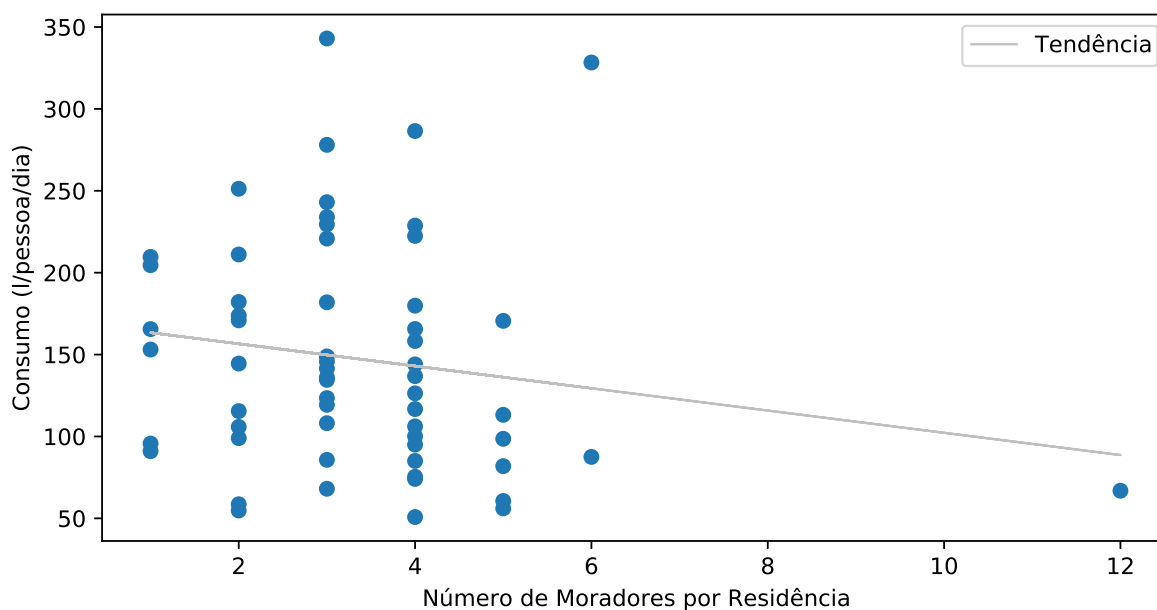
Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao observar a Figura 6.6 mais detidamente, nota-se que 22 das 60 residências do estudo tiveram consumo per capita médio abaixo de 110 litros, valor este que para a Organização das Nações Unidas representa o considerado suficiente para as atividades humanas de consumo e asseio (PROSKURYAKOVA; SARITAS; SIVAEV, 2018). Tal situação abre pelo menos três possibilidades: ou o consumo efetivo dos moradores dessas casas é baixo a possibilidade de estarem realizando o consumo em outros locais, como o trabalho por exemplo, ou ainda a utilização de fontes alternativas, como poço artesiano ou aproveitamento de água de chuva.

Em relação às casas cujo consumo médio em quatro meses foi superior a 110 litros *per capita*, nota-se que há uma rápida evolução para valores acima de 150 litros, chegando a quase 350 litros diários por pessoa na situação de maior consumo. Dessa forma, acredita-se que estas residências possuam uma margem maior em relação à possibilidade de redução no consumo de água, salientando também que o uso elevado pode estar relacionado a vazamentos e atividades econômicas que estejam sendo realizadas nas próprias residências.

Foi interessante observar ainda se havia alguma relação entre o número de moradores e o consumo *per capita* diário, apresentado na Figura 6.7. O baixo nível de correlação entre as variáveis ($r = -0,165$), não permite inferir relação entre a redução no consumo *per capita* com o aumento no número de moradores da residência.

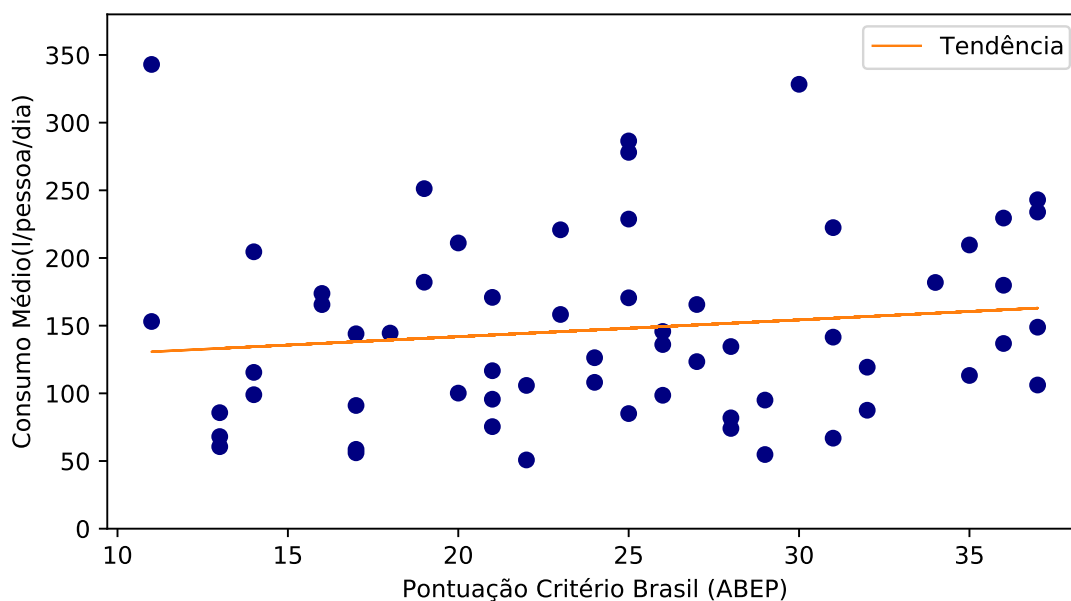
Figura 6.7: Correlação entre o Número de Moradores por Residência e Consumo por Morador por Dia.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Também se observou uma possível relação entre a renda média das famílias através do critério ABEP em relação ao consumo per capita diário. Através da Figura 6.8, foi possível notar que o aumento da renda média elevou o consumo de água por morador. Porém, assim como na comparação da Figura 6.7, a correlação entre esses aspectos não pode ser considerada, bem como quando comparada aos scores obtidos na entrevista utilizando o critério Brasil elaborado pela ABEP ($r=0,135$).

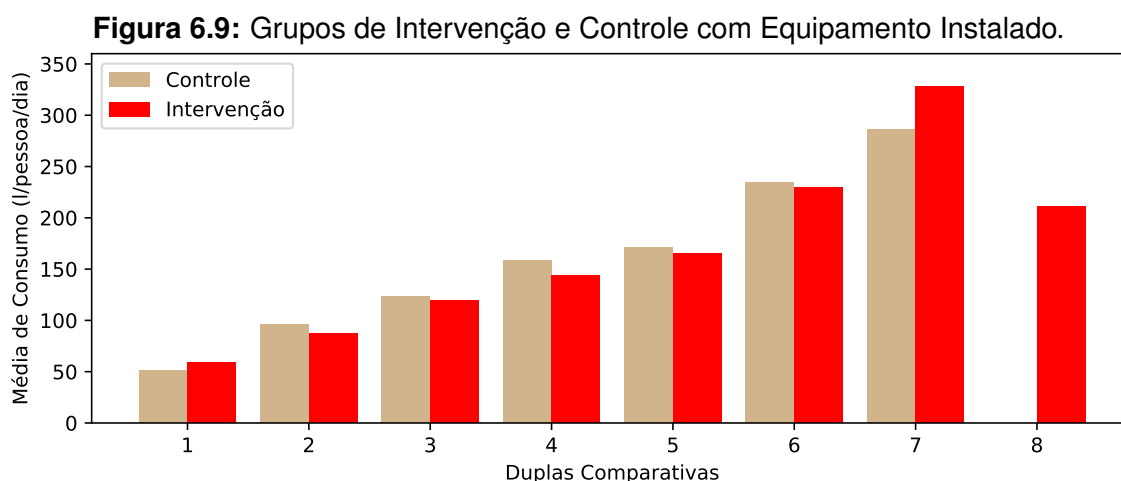
Figura 6.8: Correlação entre Renda Média (Critério ABEP) e Consumo por Morador por Dia.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na sequência, foi realizado sorteio das casas que receberam o equipamento para detalhar o consumo de água, dando origem aos seguintes comparativos apresentados na Figura 6.9.

Neste caso, a comparação foi feita com os usos finais de água.

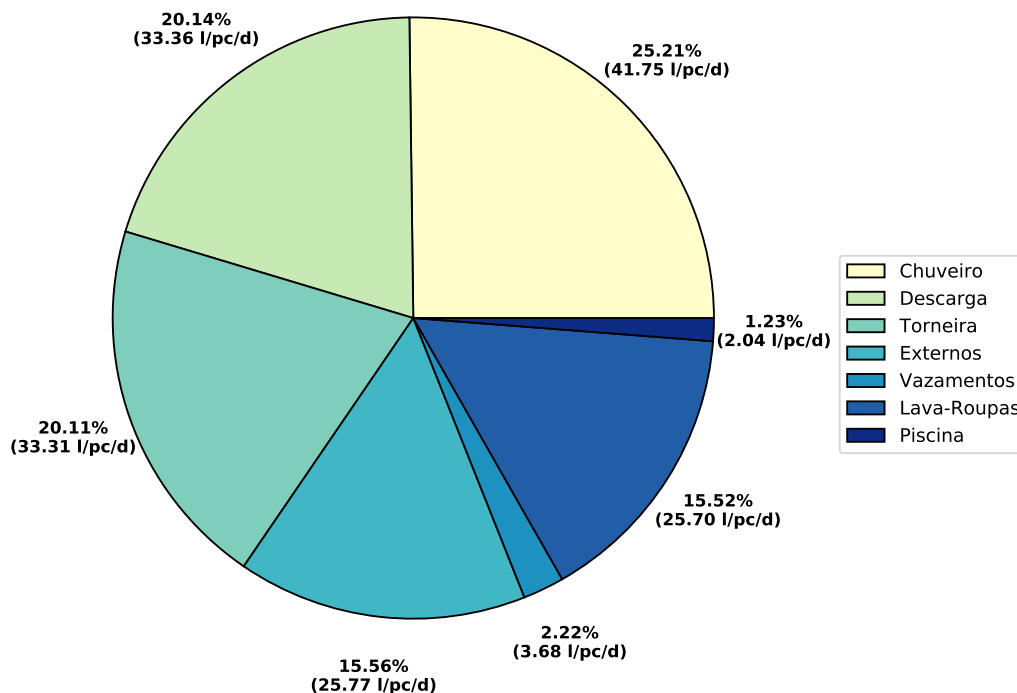


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda sobre a Figura 6.9, observa-se que as duplas comparativas dos grupos de controle e intervenção estão com consumos próximos, com exceção da dupla número 7, onde o consumo da residência de controle é inferior à do grupo de intervenção, por conta do sorteio realizado. Pode-se observar também que devido à existência de 15 equipamentos no total, uma das residências não possui par de comparação. Nesse caso, foram avaliados os efeitos dessa residência sobre as duplas cujos consumos estão mais próximos.

6.3.2 Consumo de Água por Usos Finais - Dados Pré-Campanha

Após as definições realizadas por dados gerais de consumo de água, foram feitas as análises dos sensores com *dataloggers* instalados nas 15 casas cujo consumo por uso final foi feito. Os dados dos três meses iniciais de coleta deram origem a mais de 700 mil linhas de consumo em pulsos. Destas, foram identificadas através do algoritmo de classificação e geometrização um total de 71.732 eventos. Nessas casas sensorizadas, observou-se uma média de 586 litros por residência por dia (l/r/d), com uma média de 165,61 litros *per capita* por dia (l/pc/d). Com os eventos identificados, o algoritmo de classificação identificou os consumos médios em cada casa, sendo a média dos usos finais de todas elas apresentada na Figura 6.10.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao analisar mais detidamente a Figura 6.10, nota-se que o chuveiro, com 41,75 l/pc/d (25,21%), a descarga sanitária, com 33,36 l/pc/d (20,14%) e as torneiras, com 33,31 l/pc/d (20,11%), representam mais de 65% (acima de 108 l/pc.d) dos consumos das residências. Os consumos de usos externos e de lavagem de roupas (15,56% e 15,52%, respectivamente) também possuem representatividade importante nas casas, com volume superior a 50 l/pc/d. O uso de piscinas foi identificado em duas das casas da amostra, obtendo assim média de uso de 2,04 l/pc/d (1,23%) dividindo pelas 15 residências com medidor telemétrico participantes da pesquisa. Já os vazamentos foram encontrados após detida observação de consumos pequenos e constantes durante períodos longos, sendo identificados em três das casas, resultando em 3,68 l/pc/d (2,22%) na média e chegando a 29,67 l/pc/d na residência com a pior situação de perda.

Cabe ainda citar que o uso de bacias sanitárias teve sua proporção aumentada por conta de duas das residências cujo sistema de descargas consistia no uso de válvula. Nestas, o consumo de água para essa finalidade teve uma média de 57,93 l/pc/d, enquanto nas demais, cujo sistema de descarga era em caixa acoplada tiveram média de 30,10 l/pc/d, sendo quase que a metade dos usos de válvula. Os usos finais separados por cada residência da pesquisa estão no Apêndice B.

Ao comparar com outras pesquisas que também se utilizaram de medidores telemétricos para determinação dos usos residenciais, deu-se origem a Tabela 6.2. Por se tratar de método relativamente recente, no Brasil foram verificados apenas dois estudos com a

utilização dos medidores telemétricos, e mesmo assim através do método individualizado, onde todos os pontos da casa são medidos individualmente. O estudo de Rocha e Barreto (1999) contou com apenas uma residência analisada por um mês. O trabalho de Barreto (2008) teve maior alcance e tempo de coleta de dados, com grande destaque para os consumos de torneiras e máquina de lavar, não possuindo usos externos pelas amostras serem apartamentos.

Tabela 6.2: Comparativo - Pesquisas com Medidores Telemétricos e Determinação de Usos Finais de Água Residencial.

Pesquisa	Local	Nr. Amostras	Chuveiro	Descarga	Torneiras	Máq. Lavar	Piscina
Estudo Atual	Goiânia-GO	15	25%	20%	20%	16%	1%
Rocha (1999)	São Paulo-SP	1	55%	5%	29%	11%	*
Barreto (2008)	São Paulo-SP	100	14%	6%	22%	28%	*
DeOreo, Lander e Mayer (1999)	Estados Unidos	1188	17%	27%	16%	22%	*
Beal <i>et al.</i> (2014)	Austrália	423	29%	21%	15%	19%	*
Willis <i>et al.</i> (2013)	Austrália	151	33%	13%	17%	19%	*

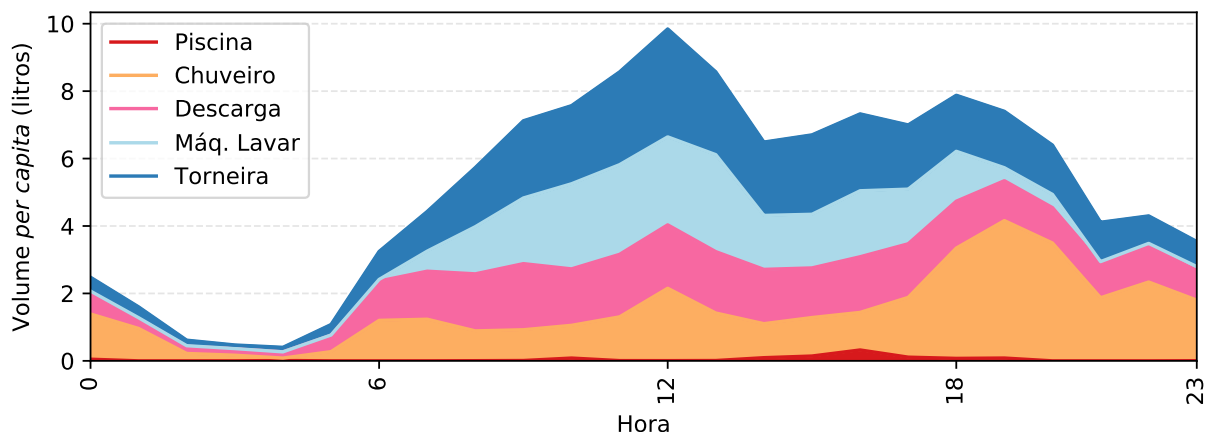
Pesquisa	Local	Nr. Amostras	Banheira	Lava-Louças	Vazamentos	Usos Externos
Estudo Atual	Goiânia-GO	15	*	*	2%	16%
Rocha (1999)	São Paulo-SP	1	*	*	*	*
Barreto (2008)	São Paulo-SP	100	*	*	*	31%
DeOreo, Lander e Mayer (1999)	Estados Unidos	1188	2%	1%	14%	2%
Beal <i>et al.</i> (2014)	Austrália	423	1%	1%	1%	13%
Willis <i>et al.</i> (2013)	Austrália	151	4%	1%	1%	12%

* Uso não verificado no estudo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Já no exterior, o estudo de Mayer *et al.* (1999), realizado nos Estados Unidos, analisou 1188 residências, com destaque para descarga e máquina de lavar, bem como o alto volume em vazamentos. Em relação a todas as pesquisas identificadas, aquelas com maior similaridade nas proporções de consumo comparadas ao estudo em andamento são as de Beal e Stewart (2014) e Willis *et al.* (2013), realizadas na Austrália, cujos maiores consumos foram os chuveiros. Também é interessante observar que como a presente pesquisa ocorreu durante o período mais agudo da pandemia de COVID-19 no Brasil, há a possibilidade de uma redução nos consumos de descarga e torneiras em outros momentos, uma vez que somente esses usos estão relacionados a atividades fora do âmbito residencial.

O uso do *datalogger* também permitiu a análise dos consumos horários internos, que estão apresentados na Figura 6.11. Nota-se que claramente há dois picos de uso, um por volta do meio-dia e outro após as 18 horas, que não são muito superiores a outros horários no dia. Além disso, percebe-se que das 0 até as 6 horas o consumo é praticamente nulo, o que permite a concessionária reduzir a pressão de abastecimento para redução de perdas para vazamentos existentes.

Figura 6.11: Consumo Médio Horário de Água por Uso Final - Pré-Campanha.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação aos usos finais, percebe-se também pela Figura 6.11 que o chuveiro tem uso maior após as 18 horas. A descarga possui volume de uso praticamente constante das 6 às 21 horas e máquina de lavar e a torneira crescem conjuntamente entre as 6 e as 18 horas, demonstrando que o uso da torneira pode estar diretamente relacionado ao processo de lavagem de roupas, prática comum no Brasil. Nas casas com piscina houve poucos acionamentos, sendo identificado seu enchimento normalmente no período da tarde e em dias alternados da semana, sem padrão específico.

Outra questão interessante está relacionada ao formato do gráfico apresentado, que difere ligeiramente com o de outros estudos como o de Beal e Stewart (2014), sendo que neste percebe-se que o consumo horário possui picos muito mais delimitados, com os maiores usos de manhã e à noite. Isso pode estar relacionado a questões como desemprego ou mesmo realização de trabalho remoto, que foi incentivado com o início da pandemia de COVID-19, deixando o consumo de água mais constante em horários que não os de pico. Ao observar os consumos por hora para cada residência em separado (Apêndice C), observa-se ainda que há uma grande variação nos consumos, demonstrando que um maior número de amostras é importante para definir mais assertivamente esses padrões.

Ao comentar sobre os usos finais de água, é interessante observar como são os padrões de consumo, bem como as ocorrências e variações em cada tipo de uso. Dessa forma, ao observar a Tabela 6.3, percebe-se que a torneira é o uso com maior ocorrência, e também é o uso de menor volume por utilização e durações em sua maioria menores de um minuto, bem como desvio padrão bem elevado, que pode ser explicado pela multifuncionalidade desse tipo de uso.

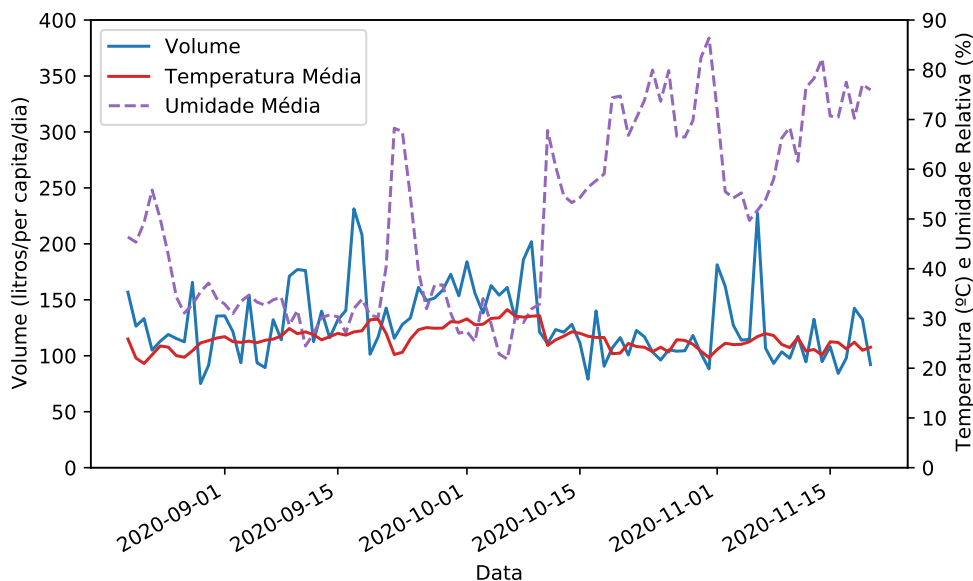
Tabela 6.3: Descrição Estatística dos Usos Finais de Acordo com o Volume e Duração.

Volume (litros)					
Descrição	Chuveiro	Descarga	Torneira	Máq de Lavar	Piscina
Qtde de Eventos	6.126	16.071	47.848	1.616	71
Média	17,12	5,89	2,15	42,52	102,86
Desvio Padrão	15,16	3,27	9,71	28,31	137,48
1º Quartil	8,70	4,00	1,00	22,00	11,44
Mediana	12,69	5,40	1,39	37,98	29,56
3º Quartil	20,33	7,22	2,26	57,77	148,85
Tempo (segundos)					
Descrição	Chuveiro	Descarga	Torneira	Máq de Lavar	Piscina
Média	253,57	91,53	39,46	631,75	264,85
Desvio Padrão	189,32	62,26	105,11	513,41	312,36
1º Quartil	136,00	36,00	24,00	251,00	49,50
Mediana	203,00	75,00	30,00	464,40	87,00
3º Quartil	311,00	131,00	45,00	823,50	384,50

Fonte: Elaborada pelo autor.

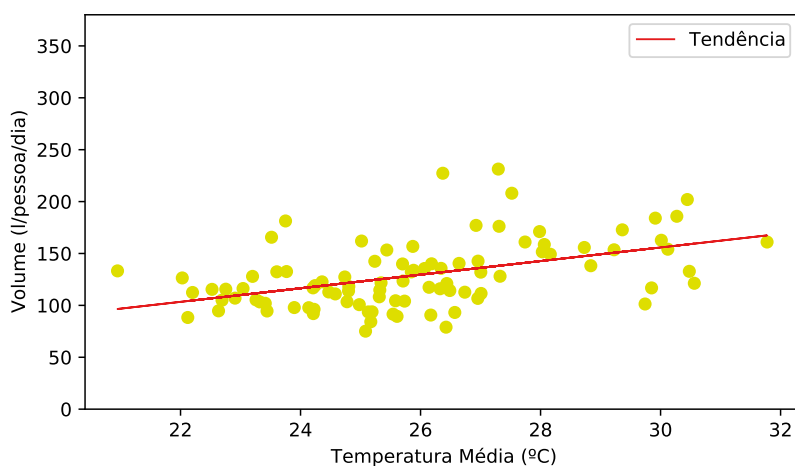
Em contrapartida, o uso de descarga é o que possui menor desvio padrão tanto no volume quanto na duração, muito pela mecanização em que consiste seu acionamento. A máquina de lavar também possui desvio padrão consideravelmente elevado, e isso se deve à variação do tipo de aparelho utilizado em cada residência. Em relação ao chuveiro, a média de volume e duração dos eventos pode ser considerada menos da metade do que apresentado em estudos realizados na Austrália e nos Estados Unidos que se utilizaram da mesma metodologia (RATHNAYAKA *et al.*, 2015; STEWART *et al.*, 2009), e por ser um uso que depende fortemente do comportamento de consumo, possui um desvio padrão elevado. Por fim, a piscina também apresentou grande variação no consumo, tendendo a usos de maior volume em relação aos demais dispositivos da casa.

Na sequência, ao analisar os dados de consumo internos em relação à umidade relativa e temperatura diária médias (Figura 6.12), não ficou clara a correlação com a umidade.

Figura 6.12: Consumo interno, umidade relativa e temperatura diários médios.

Fonte: Elaborada pelo autor.

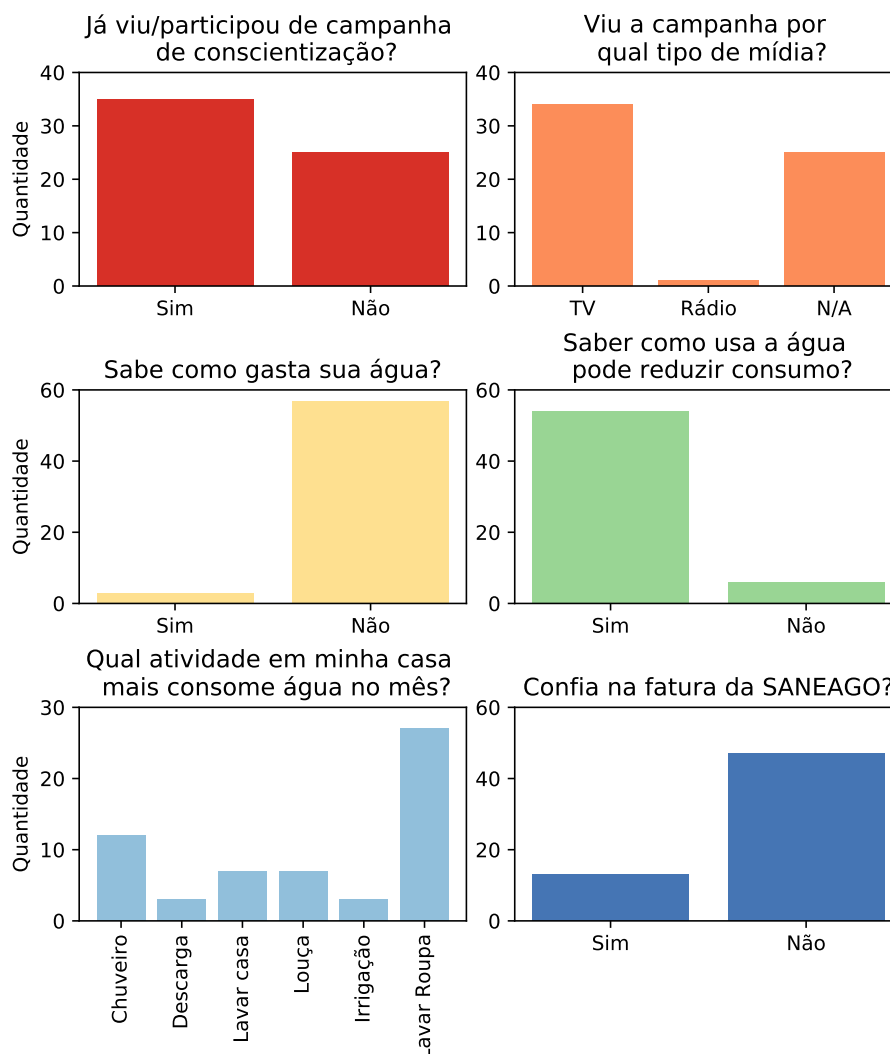
Utilizando Pearson, a correlação encontrada entre a temperatura média e o volume interno per capita diário foi de 0,47 (Figura 6.13), o que representa a existência de uma correlação moderada. Como a variação de temperatura média não foi considerável no período em análise, a continuidade na coleta de dados se faz necessária para verificar a existência de uma tendência.

Figura 6.13: Correlação dos usos internos consumidos *per capita* e temperatura média diários.

Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.3 Campanha de Incentivo ao Consumo Racional

Com o plano sistemático definido na Seção 5.7, a entrevista inicial nas 60 residências participantes da pesquisa deu origem a informações sobre o nível de conhecimento dos entrevistados a respeito do consumo de água, como pode ser observado na Figura 6.14.

Figura 6.14: Respostas da Entrevista Inicial - Conhecimento Sobre Consumo de Água.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando a Figura 6.14, percebe-se que mesmo por pequena margem, maior parte das pessoas entrevistadas já viu ou participou de alguma campanha que buscasse a racionalização do consumo de água, sendo a televisão o principal meio pelo qual os moradores visualizaram essa campanha, e em somente uma das residências se percebeu a campanha de uso de água através do rádio. Isso demonstra que há um grande potencial inexplorado em relação ao uso da internet e mídias sociais, as quais possuem alcance relevante, para realização de campanhas do gênero (SHAWKY *et al.*, 2019).

Na sequência, ao serem perguntados sobre o conhecimento em como gastavam a água (Figura 6.14), somente três pessoas responderam que sabiam, sendo que as outras 57 demonstraram total desconhecimento sobre as proporções no uso de água dentro do mês. Os moradores ainda foram perguntados se caso soubessem como a água era utilizada poderiam reduzir o consumo, e 54 responderam que sim. Entre as seis residências cujos moradores disseram não importar como utilizavam a água, observou-se uma grande confiança de que já faziam o melhor possível em relação à economia de água em suas

residências, representando uma barreira a novas ideias de consumo.

Outro aspecto interessante observado é sobre como os entrevistados entendem qual o maior consumo de água mensal em suas casas. Observa-se na Figura 6.14 que 27 pessoas acreditam que o maior consumo seja no processo de lavar roupas, enquanto somente 12 acreditam ser o chuveiro, 7 a lavagem da casa, outros 7 a lavagem de louças, 3 a descarga e os últimos 3 com irrigação. Em comparação com as médias de usos finais obtida na Figura 6.10, observa-se ainda que a concepção subjetiva dos moradores sobre o maior consumo pode ser melhorada, aumentando a consciência sobre os usos e a possibilidade de melhorá-los.

Finalizando a análise sobre a Figura 6.14, percebe-se que 47 dos entrevistados têm desconfiança em relação ao volume de água faturado pela SANEAGO. Esse aspecto pode ter influência na atitude dos usuários de água em ações que não sejam sustentáveis, uma vez que não há certeza de que o esforço na redução do consumo será transformado em benefícios financeiros. Também cabe destacar que todos os entrevistados desconheciam o preço cobrado pelo litro de água faturado e como funcionava a política de preços cobrados pela SANEAGO, mesmo que as tarifas e documentos regulatórios vigentes estejam disponíveis na internet. Esse aspecto evidencia um certo distanciamento da concessionária em relação aos seus usuários, possivelmente não intencional, mas que também dificulta o desenvolvimento de uma maior confiança por parte dos consumidores.

Com base nos dados da entrevista e dos sensores com *dataloggers*, foram desenvolvidos *folders* tamanho A4 de uma dobra (Figura 6.15) para distribuição, cabendo observar que se encontra em formato para plotagem. O *folder* confeccionado tem informações a respeito dos consumos médios de água durante os três meses iniciais nos quais foram analisados os dados dos sensores, juntamente com uma comparação entre o consumo per capita diário e o volume de 110 litros, preconizado pela Organização das Nações Unidas como uma quantidade suficiente para suprir todas as necessidades humanas diárias (FOX; MACLEOD, 2019). Além disso foi inserida uma escala mostrando a evolução de valores cobrados pela água de acordo com o volume utilizado. Outras informações inseridas são referentes a atitudes desaconselháveis e substituições melhor aplicáveis, e também no verso do *folder* foram inseridas dicas para redução de consumo de água, sendo todas essas informações com volume e valor médio economizados por atitude tomada de forma racional.

Figura 6.15: Folder A4 Campanha de Incentivo ao Uso Racional da Água - Frente e Verso. Formato de Impressão

DICAS PARA MELHORAR O SEU CONSUMO:

-  5 minutos de chuveiro aberto são suficientes para um belo banho. Desligue a água enquanto se ensaboa (Economize até 105 litros/R\$ 0,93 por banho).
-  Feche a torneira ao escovar os dentes (Economize até 12 litros/R\$0,11 por escovação). Observe sempre o correto fechamento das torneiras. Aumento no valor da conta que não tenha justificativa pode ser vazamento. Use um regador para irrigar as plantas no final da tarde, para perder menos para evaporação.
-  Procure acumular roupas para lavar, usando a máquina/tanquinho na capacidade máxima. Aproveite a segunda água (enxágue) para uma nova lavagem ou para lavar a casa, reduzindo o uso da torneira (Economize até 96 litros/R\$ 0,82 por ciclo).
-  Válvula: consome cerca de 15 litros por acionamento. Troque por válvulas econômicas ou caixa (Economize até 10 litros/R\$0,09 por uso). Essa troca consegue se pagar em até **um ano!**
Caixa acoplada: prefira as de acionamento econômico (3 e 6 litros). Se não puder trocar, use uma garrafa cheia de água dentro da caixa (Economize até 2 litros/ R\$ 0,02 por uso).



Economizar FAZ BEM!

Dicas sobre

C C

que vão ajudar o seu bolso e o meio ambiente!

Sr(a),

esse guia foi feito especialmente para você!

A seguir, apresentamos como você e sua família consomem a água em casa. Aqui você também encontra dicas para que consiga reduzir o valor de sua conta, sem redução na qualidade de vida.

Vamos juntos?

Accesse ao lado para obter dicas e saber mais sobre este processo.



COMO VOCÊ CONSUME SUA ÁGUA (EM MÉDIA)?



Seu consumo médio de água por morador por dia:

Quantidade necessária para consumo e higiene: 110 litros/pessoa/dia

COMO FUNCIONA SUA CONTA: Faixas de consumo (em mil litros)

1 A 10	11 A 15	16 A 20	21 A 25	26 A 30	31 A 40	41 A 50	+50
R\$ 4,44	R\$ 5,03	R\$ 5,74	R\$ 6,52	R\$ 7,36	R\$ 8,40	R\$ 9,50	R\$ 10,83

TARIFA DE ÁGUA (a cada mil litros)
TARIFA DE ESGOTO: mesmo valor que a da água.
Fonte: Res. Normativa 152/2019 - Saneago.

QUANTO CADA ATIVIDADE DA CASA CONSUME DE ÁGUA (EM MÉDIA)?*

Atividade	Consumo (litros)	Valor (R\$)
BANHO (Chuveiro aberto todo o banho)	150	R\$ 1,33
BANHO (Chuveiro aberto só para enxague)	45	R\$ 0,40
VASO SANITÁRIO (Válvula)	15	R\$ 0,13
VASO SANITÁRIO (Caixa Acoplada)	6	R\$ 0,05
LAVAR CARRO (Com mangueira)	200	R\$ 1,78
LAVAR CARRO (Com balde)	40	R\$ 0,45
MÁQUINA DE LAVAR (Ciclo Completo)	90	R\$ 0,85
VARRER A CALÇADA (Varrer ao invés de jogar água)	0,00/0	R\$ 0,00/0

*Consumos médios em casas brasileiras

Fonte: Elaborada pelo autor.

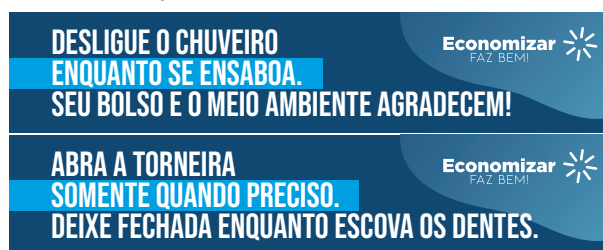
Busca-se ainda, através do *folder* apresentado na Figura 6.15, que o indivíduo participante da campanha tenha maior consciência sobre as consequências do seu consumo, aumentando a percepção sobre os usos finais de água (BEAL; STEWART; FIELDING, 2013). Também teve como finalidade o aumento da relevância sobre o consumo sustentável, ao apresentar os custos envolvidos nas principais atividades de consumo da edificação, na transformação de uma relevância ambiental em uma importância financeira para o

indivíduo.

O uso do *folder* ainda teve como objetivo a redução nas anomalias cognitivas na tomada de decisão (McFADDEN; MACHINA; BARON, 1999), apresentando aos participantes atitudes mais adequadas no consumo de água, em especial com relação ao contexto ambiental, importância dos consumos, pensamento a médio e longo prazo e incentivos financeiros. Assim, será possível observar no acompanhamento pós-intervenção como esses aspectos foram afetados.

Também foram desenvolvidos e entregues aos moradores do grupo de intervenção adesivos de tamanho 10 x 2 cm para situações que dependem fortemente do comportamento (Figura 6.16), que são o banho e uso da torneira do banheiro. Buscou-se assim a tentativa de uma mudança em hábitos rotineiros que não são movidos por esforço mental ou consideração por algum tipo de crença (VERPLANKEN; ROY, 2016).

Figura 6.16: Adesivos Campanha de Incentivo ao Consumo Racional da Água.

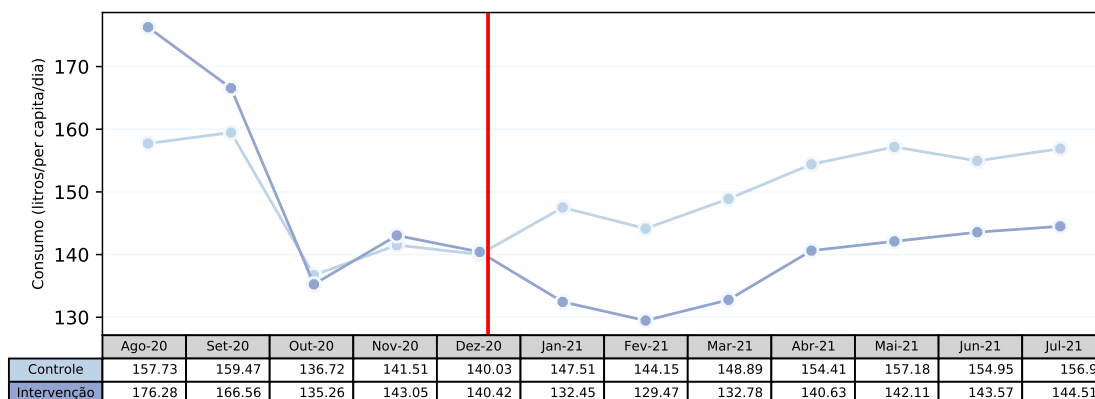


Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.4 Consumo de Água Geral - Pós-Campanha

Após a realização da campanha, em dezembro de 2020, mudanças de comportamento no consumo de água foram percebidas e estão condensados na Figura 6.17. Inicialmente, o grupo de intervenção tinha vazamentos em maior volume que o grupo de controle, sendo que depois de alertar os moradores de ambos os grupos a respeito, os consumos se aproximaram no mês de setembro/20. Até o momento da campanha (linha vertical vermelha) a média de consumo em ambos os grupos estava parecida, sendo interessante destacar a grande redução ocorrida no mês de outubro, coincidindo com o começo da estação chuvosa na cidade.

Figura 6.17: Evolução no consumo de água mensal - Grupos Controle X Intervenção - Todas as Amostras.



Fonte: Elaborada pelo autor.

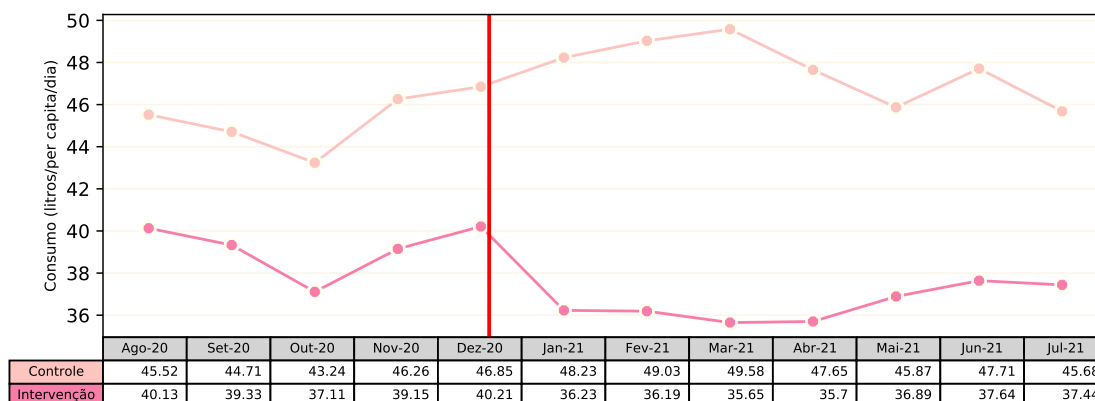
Analisando o pós-campanha, o mês de janeiro/21 apresentou a maior variação entre os grupos, com o grupo de intervenção reduzindo o consumo em -5,67%, enquanto o grupo de controle aumentou seu consumo em 5,34%. A variação no uso da água nos meses seguintes foi próxima entre ambos os grupos, exceção do mês de junho/21, onde houve ligeira redução relativa no grupo de controle (-1,42%) enquanto houve aumento no grupo de intervenção (1,03%). Quando comparados os meses de julho/21 com agosto/20, o grupo de controle manteve níveis parecidos de consumo em ambos, enquanto no grupo de intervenção houve redução de quase 32 l/pc.d, também ajudado pela correção dos vazamentos.

6.3.5 Consumo de Água Por Uso Final - Pós-Campanha

Quando levadas em conta somente as residências com medidores telemétricos, foi possível comparar a evolução de consumo de ambos os grupos em relação aos usos finais. Dessa forma, usos de chuveiro, descarga, torneiras, máquinas de lavar, piscinas, usos externos e até vazamentos puderam ser identificados e analisados.

A Figura 6.18 apresenta a evolução dos consumos de chuveiro durante a pesquisa. Inicialmente foi observada uma diferença de quase 5 l/pc.d entre grupos, entretanto os comportamentos de consumo de ambos os grupos ocorreram de forma similar até a campanha. No primeiro mês pós-campanha, enquanto o grupo de controle teve um ligeiro acréscimo de consumo (2,95%) o grupo de intervenção reduziu consideravelmente o uso de chuveiro (-9,91%). Nos meses seguintes, enquanto no grupo controle houve um acréscimo até março/21, o grupo de intervenção permaneceu relativamente constante no mesmo período. Assim como no consumo geral, o grupo de intervenção reduziu o consumo médio em 2,69 l/pc.d enquanto o grupo de controle se manteve estável.

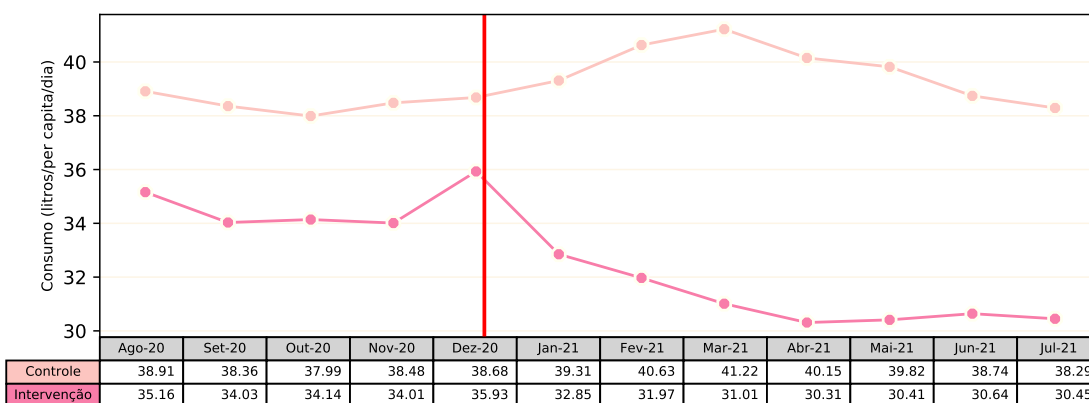
Figura 6.18: Evolução no uso de chuveiro - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na sequência os usos de descarga estão representados na Figura 6.19. Os consumos iniciais, assim como nos chuveiros, foram ligeiramente menores no grupo de intervenção. Quando observada a evolução dos consumos, desde o mês de dezembro/20 as variações são consideráveis, com o grupo de intervenção aumentando o consumo em 5,68% em relação ao mês anterior, enquanto o grupo controle se manteve praticamente estável. No pós-campanha, os consumos do grupo intervenção diminuíram até o mês de abril/21 e se mantiveram no mesmo nível (quase 5 l/pc.d menor que o inicial) até o final da pesquisa, enquanto no grupo de controle houve um crescimento no consumo até março/21, com redução até próximo dos níveis iniciais em julho/21.

Figura 6.19: Evolução no uso da descarga - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.



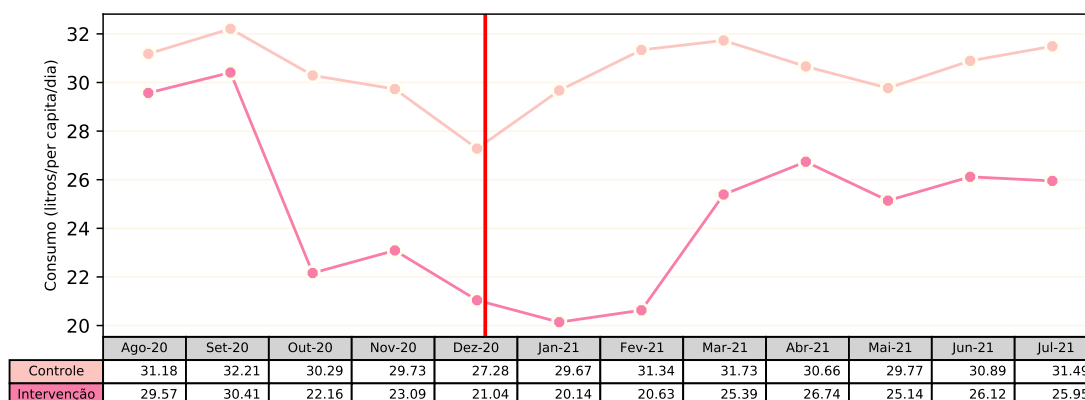
Fonte: Elaborada pelo autor.

Já em relação ao uso da torneira (Figura 6.20) não foi possível observar as mesmas similaridades dos dispositivos analisados anteriormente. Apesar dos dois primeiros meses de análise apresentarem um comportamento parecido, houve uma redução drástica no grupo de intervenção em outubro/20 (-27,11%), enquanto no grupo de controle ocorreu uma redução menor (-6,3%), coincidindo com o início da estação chuvosa. Após a campanha, o grupo de controle começou a subir o consumo (8,77%) enquanto o grupo de intervenção teve uma redução (-4,30%), e na sequência voltou a subir até o patamar

de 26 l/pc.d em abril/21 (início da estiagem), permanecendo nesse nível até o final da pesquisa. Mais uma vez, comparando o último e o primeiro meses de coleta de dados, o grupo controle manteve estabilidade no consumo, enquanto o grupo intervenção reduziu o consumo em cerca de 4 l/pc.d em relação ao inicial.

Cabe ainda citar que, principalmente no caso das torneiras, possibilidades de aproveitamento de água de chuva através de tambores sob calhas, redução na necessidade de rega ou mesmo diminuição de limpezas das áreas molhadas durante os períodos chuvosos, somados ou não às campanhas de incentivo, podem ter contribuído para as reduções consideráveis de consumo, especialmente no grupo de intervenção de outubro de 2020 a abril de 2021. Como não foi possível mensurar se e como as famílias monitoradas fizeram uso de águas pluviais *in loco*, entende-se que são fatores de incerteza cujos efeitos podem ser importantes no processo de definição de demanda, sendo sugerido como tema de investigações futuras a quantificação desse consumo alternativo.

Figura 6.20: Evolução no uso da torneira - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando os usos de máquina de lavar e piscina (Figura 6.21), a relação da campanha com mudanças no comportamento de consumo não ficaram claras. A primeira, como um processo mecanizado, mostrou grandes similaridades entre os grupos durante toda a pesquisa, com exceção do mês de maio/21, onde o grupo de intervenção teve um aumento pontual diferenciado (6,11%) quando comparado com o grupo de controle (0,88%). Piscinas são incomuns no bairro da pesquisa, havendo apenas uma em cada grupo e dificultando uma análise mais profunda. Entretanto, é possível observar uma redução de consumo nesse uso durante o período chuvoso (outubro/20 a março/21) e um aumento durante o período de estiagem (agosto/20 a outubro/20 e abril/21 a julho/21).

Figura 6.21: Evolução no uso da máquina de lavar e da piscina - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação aos usos externos, (Figura 6.22) ambos os grupos mostraram comportamento similar durante os meses da pesquisa, com um maior decréscimo pós-campanha no grupo de intervenção (-22,16%) em relação ao grupo de controle (-10,8%) no mês de janeiro/21. O grupo de controle também teve um mês atípico em abril/21, com um aumento de consumo elevado (52,3%) se comparado com o grupo de intervenção (25,27%). Levando em conta o primeiro e o último meses de dados, o grupo de controle teve um aumento de quase 9,5 l/pc.d ao final da pesquisa, enquanto o grupo de intervenção se manteve estável.

Figura 6.22: Evolução nos usos externos (e.g., rega, lavagem de carro e pátio) - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.

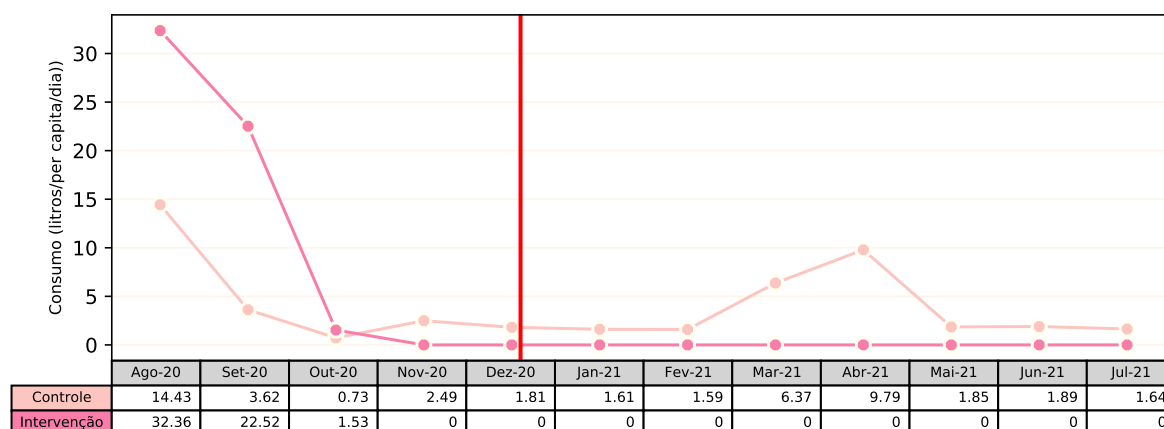


Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, foram encontradas situações de vazamentos (Figura 6.23) nos dois grupos desde o primeiro mês de monitoramento, sendo que os moradores foram alertados imediatamente

da identificação desses eventos para manutenção corretiva imediata de suas instalações hidráulicas. Uma vez que muitas casas do bairro já possuem mais de vinte anos de construção, os sistemas hidráulicos são antigos. As situações de vazamentos nas casas do grupo de intervenção se resolveram nos três primeiros meses da pesquisa, enquanto em duas das casas do grupo de controle houve vazamentos persistentes, sendo que em uma delas foi realizada uma reforma entre abril e maio de 2021, com um acréscimo temporário de vazamentos (quase 10 l/pc.d).

Figura 6.23: Vazamentos - Grupos Controle X Intervenção - Amostras com Medidor Telemétrico.

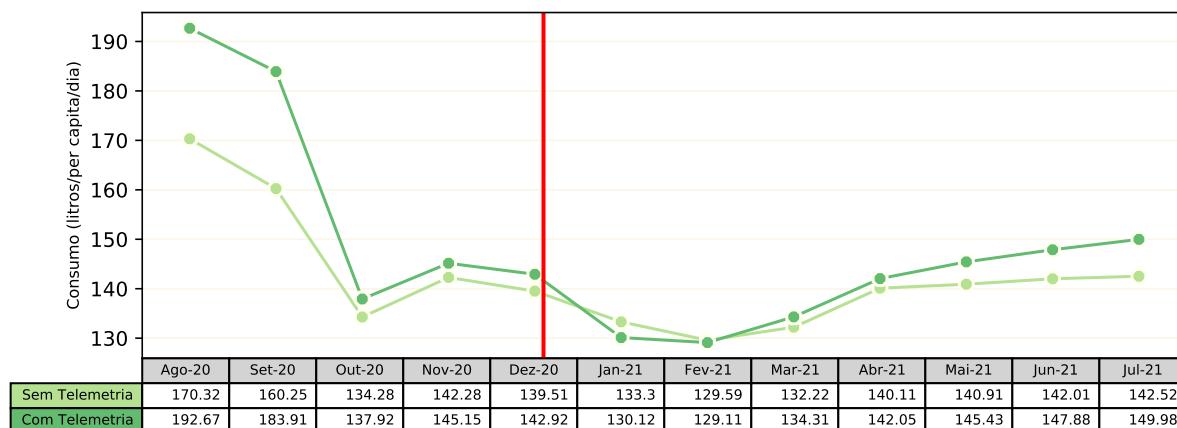


Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.6 Consumo de Água no Grupo Intervenção Com *versus* Sem Medidores Telemétricos

Quando comparados os consumos totais de água entre as casas com e sem medidores telemétricos do grupo de intervenção (Figura 6.24), inicialmente é percebida uma grande diferença nos dois primeiros meses de monitoramento, em especial por conta de vazamentos identificados nas casas com medidores. O comportamento no pós-campanha foi similar em ambos os subgrupos com uma ligeira vantagem inicial do grupo com medidores instalados (-8,96%) em relação aos lares sem medidor (-4,45%). Nos meses seguintes, as casas com medidores apresentaram um aumento no consumo um pouco superior em relação ao outro subgrupo. Apesar disso, os consumos nos meses finais foram bem inferiores quando comparados com os meses iniciais, em especial no grupo com medidores instalados, devido a identificação e correção de vazamentos. Cabe ressaltar ainda que no grupo sem telemetria não foi possível identificar vazamentos, havendo assim a possibilidade de maiores reduções na identificação de vazamentos caso estivessem sendo detalhadamente monitorados como no grupo com telemetria.

Figura 6.24: Evolução de consumo geral no grupo de intervenção - Amostras com *versus* sem telemetria.



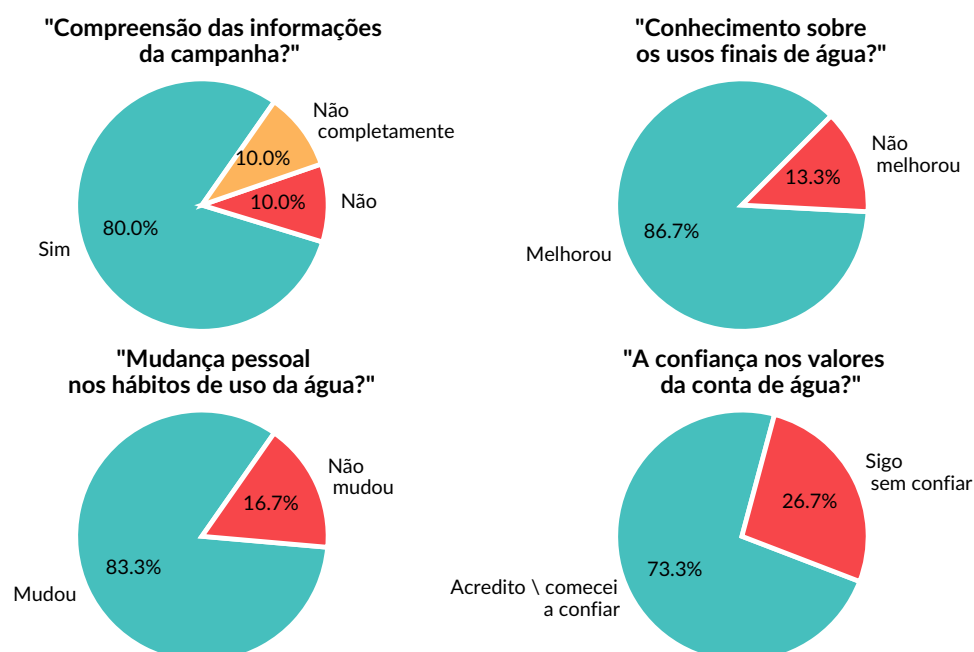
Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.7 Pesquisa Pós-Campanha - Avaliação de Aspectos Subjetivos no Consumo de Água

Buscando medir os efeitos subjetivos da campanha, as 30 casas do grupo de intervenção responderam ao questionário apresentado no APENDICE D, cujas principais respostas estão apresentadas na Figura 6.25.

Figura 6.25: Avaliação de aspectos subjetivos em relação a campanha de intervenção.

Após a campanha, quais são suas percepções sobre:



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação a compreensão da campanha, a maior parte dos entrevistados disse estar clara e fácil de entender (80%), entretanto uma pequena parte (10%) alegou haver partes de difícil compreensão, em especial sobre a parte onde é apresentado o modo de cobrança da água. Os demais participantes (10%) disseram ser difícil entender toda ou maior parte da

campanha, não ficando claro se tratar de uma dificuldade real ou simplesmente falta de interesse.

Quando perguntados sobre os conhecimentos adquiridos pela campanha e sobre a redução no consumo de água, 26 entrevistados (86,7%) disseram que foi possível melhorar os conhecimentos, e desses, 25 (83,3%) disseram ter mudança de hábitos. Questionando o grupo que não mudou o consumo sobre as motivações para isso, três das famílias comentaram já fazer o melhor possível sem margem para reduções, enquanto as outras duas disseram ter dificuldade em entender a campanha para realizar mudanças de consumo.

Na sequência, quando perguntados sobre a confiança nas contas de água da SANEAGO, 22 residências (73,3%) disseram já confiar ou ter começado a confiar nos valores cobrados, sendo que no questionário anterior à campanha esse número era de 5 residências (16,7%) quando observado somente grupo de intervenção. Nesse grupo, o principal argumento para confiar na conta de água foi a clareza na informação apresentada no *folder* da campanha, permitindo que eles pudessem aferir diretamente na conta de água o valor cobrado. Perguntando ao grupo que seguia desconfiando da fatura de água, a maior justificativa foi de que mesmo que os valores estivessem descritos na campanha, eles não acreditavam na medição do hidrômetro ou no ato de leitura de consumo feita pela SANEAGO.

6.4 Fontes Alternativas e Impactos no Faturamento de Água

Buscando fomentar o aproveitamento de águas cinzas e ainda a substituição de água tratada nos consumos residenciais para algumas finalidades, a presente seção possui três principais pontos: a verificação do potencial gerador de águas cinzas, analisar a demanda por possíveis usos não-potáveis e também projetar como as reduções de consumo poderiam impactar o faturamento da SANEAGO.

Analisando os usos finais com potencial de geração de águas cinzas, foram desenhados os cenários descritos no Quadro 6.1. No cenário 1, a geração média de águas cinzas pelo uso de chuveiro e máquina de lavar corresponde a 70,04 l/pc.d, equivalente a mais de um terço do volume diário de água médio (38,83%). No cenário 2, com a adição da metade da água consumida nas torneiras (apenas para higiene pessoal), chegou-se a um volume de 85,30 l/pc.d alcançando quase a metade do volume médio consumido por dia (47,92%). Em relação ao cenário 3, adicionando todos os consumos de torneira mais os usos externos relacionados a lavagem em geral, obteve-se o volume de 111,04 l/pc.d, correspondendo a 61,57% de todos os usos médios no dia.

Quadro 6.1: Potenciais cenários de geração de águas cinzas aproveitáveis - Grupo Controle (com telemetria).

Consumos Médios nos 12 Meses - Grupo Controle c/ Telemetria					
Geral	Descarga	Chuveiro	Máq. Lavar	Torneira	Usos Ext.
180,37	39,22	46,69	23,35	30,52	34,94
Cenário 1 (Chuveiro + Máq. Lavar)					
Total (l/pc.d)					70,04
Proporção em relação ao consumo geral					38,83%
Cenário 2 (Chuv. + Máq. Lavar + 50% Torneiras)					
Total (l/pc.d)					85,30
Proporção em relação ao consumo geral					47,29%
Cenário 3 (Chuv. + ML + Torneiras + 30% Usos Ext.)					
Total (l/pc.d)					111,04
Proporção em relação ao consumo geral					61,57%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Interessa ainda comentar que os cenários para obtenção de águas cinzas vão apresentando dificuldade crescente em relação ao seu processo de coleta e tratamento, tanto pelo aumento do volume a ser reservado como pela variabilidade dos poluentes presentes na água, o que vai tornando o tratamento mais complexo e oneroso a cada fonte adicionada, além de perdas relativas ao processo de tratamento, reservação e novos usos. Dessa forma, o aproveitamento de águas cinzas deve ser considerado com reservas, além de ser definido inicialmente apenas para usos não-potáveis cujo tratamento possui menos custo e rigor em relação aos demais usos.

Na sequência, observando a demanda de usos não-potáveis e a possibilidade de substituição por fontes alternativas, a descarga, a máquina de lavar e os usos externos se apresentam como aqueles com maior facilidade de adaptação. Assim, esses consumos representariam em média 97,51 l/pc.d (54%) de todos os usos do grupo de controle com medidor telemétrico. Comparando com as situações apresentadas no Quadro 6.1, a geração de águas cinzas nos cenários 1 e 2 seria insuficiente para atendimento da demanda total a ser substituída, e o cenário 3 seria aquele com capacidade de atendimento pleno, apesar de ser a opção cuja implementação é a mais complicada dentre as concebidas nesta pesquisa.

Quando comparado a pesquisas que analisam o potencial de economia de água tratada com o aproveitamento de águas cinzas, são observadas semelhanças com o trabalho de Jeong *et al.* (2018) que declaram um potencial de redução de consumo de água tratada entre 17% e 49%, de acordo com os usos definidos para as águas cinzas. Já Marinovski, Rupp e Ghisi (2018) identificaram um potencial de 21% na redução pelo uso de águas cinzas para residências unifamiliares. O trabalho desenvolvido por Leong *et al.* (2019) obteve os valores mais próximos à média do presente estudo, conseguindo reduções da

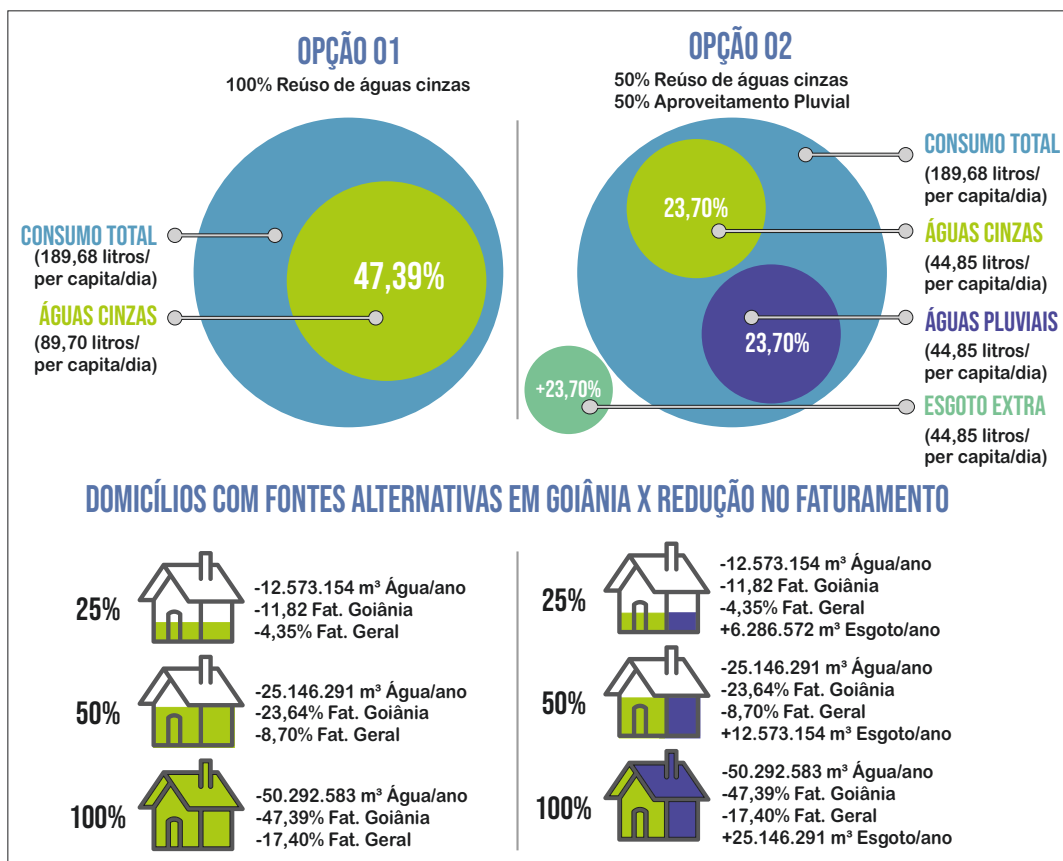
ordem de 55,3% no consumo de água potável, apresentando, entretanto, baixa viabilidade financeira.

Analisando os impactos sobre o faturamento da SANEAGO, em 2020 foram cobrados 289.078 mil m³ de água, atendendo no estado a 5,921 milhões de pessoas (GOIÁS, 2021). Aprofundando-se nesses números, Goiânia se apresentou como a cidade com maior faturamento no estado, representando 36,79% do total faturado (aproximadamente 106.352 mil m³). Dessa forma, comparando a população da cidade em relação ao consumo faturado durante o ano, obteve-se a média de 189,68 l/pc.d, estando próxima àquela apresentada no Quadro 6.1 para o grupo de controle acompanhado durante a pesquisa.

Assim, estão apresentados na Figura 6.26 cenários de potenciais impactos no faturamento com a substituição de consumo por fontes alternativas. O primeiro deles considerando apenas o uso de águas cinzas na substituição da água tratada, enquanto a segunda divide a troca entre águas cinzas e pluviais em 50% para cada, pois as chuvas na cidade normalmente ocorrem de forma constante durante metade do ano. Em ambos os cenários, foi feita uma aproximação para usos não potáveis de 89,70 l/pc.d, respeitando a proporcionalidade de 47,29% de geração de águas cinzas do Cenário 2 do Quadro 6.1 em relação à média de consumo goianiense.

Em uma situação de atendimento pleno da população com usos alternativos, seria possível uma redução de faturamento da ordem de 50 milhões de metros cúbicos de água e por consequência de geração de esgoto ao ano, gerando uma redução de faturamento na cidade de Goiânia de 47,39%, impactando o faturamento geral em 17,4%. Ainda há de se considerar que o uso de águas pluviais (opção 2) ainda teria o potencial na geração de um volume de esgoto não faturado de 25 mil m³ por ano, correspondendo a 14,52% do esgoto faturado em 2020 (GOIÁS, 2021). A hipotética situação citada conseguiria reduzir imediatamente os custos de energia e insumos necessários para o tratamento da água. Entretanto, os custos de mão de obra seriam mantidos em um médio a longo prazo, haja visto que se trata de empresa pública.

Figura 6.26: Impactos no faturamento de água. Cenários possíveis.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por outro espectro, também devem ser considerados os ganhos econômicos advindos de uma redução de consumo de água tratada: tal situação permitiria um ganho em vida útil do sistema de abastecimento, uma vez que atenderia a população local com menor volume per capita, tornando possível agregar mais usuários para a mesma infraestrutura sem a necessidade de grandes intervenções e obras. Além disso, reduções no patamar de consumo permitiriam a diminuição de matérias primas para tratamento e transporte de água, retirando do processo parte da água que seria necessária para produção desses bens e serviços. Ainda pode ser levantada a possibilidade de uso dos volumes de água tratada economizados para outras finalidades que não o abastecimento humano e com valor agregado mais elevado, como as indústrias por exemplo. Isso poderia transformar as perdas iniciais consideradas em ganhos maiores para a concessionária.

Obviamente, o atendimento de toda a população com o uso de águas cinzas e pluviais apresenta impedimento em diversos aspectos, como a necessidade de investimentos para captação, tratamento das fontes alternativas e desenvolvimento de cultura no uso da água, por exemplo. Entretanto, não é exagero imaginar que algumas famílias, se encorajadas e educadas para tal, comecem a realizar o uso de fontes alternativas, mesmo que de forma pouco estruturada. Inclusive, durante a presente pesquisa foram observados tambores

posicionados abaixo das calhas para coleta de águas pluviais com usos simplificados (e.g., limpeza de calçadas, lavagem de carro e rega de plantas), ficando claro esse comportamento quando analisada a evolução das torneiras e dos usos externos de acordo com os dados de consumo obtidos.

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho determinou as prováveis destinações finais de água residenciais para aferir como as campanhas de incentivo ao consumo racionalizado atuam no comportamento dos participantes do estudo, bem como opções para utilização de fontes alternativas de água em substituição aos usos convencionais. De acordo com os resultados obtidos, foram identificadas reduções de consumo em curto e médio prazos, principalmente em relação aos usos de chuveiro e bacia sanitária, mais dependentes do comportamento durante suas utilizações. Ainda foi possível estimar o potencial para uso de águas cinzas e pluviais, bem como seus impactos no faturamento da concessionária.

Em relação ao sistema de medição de consumo, observou-se que o advento de tecnologias mais acessíveis para confecção dos sistemas telemétricos aumenta as possibilidades na medição em tempo real dos consumos, sejam eles residenciais, industriais ou agrícolas, e que essas medições podem servir aos mais variados fins, desde o monitoramento de consumo até a verificação de falhas em processos produtivos. A única ressalva se encontra em relação ao uso dos hidrômetros ultrassônicos, ainda de custo elevado para aplicação em larga escala. Além disso, o campo de hidrômetros de alta precisão na geração de pulsos de consumo ainda possui poucas opções no mercado local, dificultando a difusão em seu uso.

Sobre o monitoramento dos consumos de água, o trabalho apresentou possibilidades factíveis na busca pelo monitoramento em tempo real, gerando a oportunidade para melhorias na tomada de decisão tanto de gestores como também dos usuários finais. Algoritmos baseados em inteligências artificiais, como as redes neurais, são de extrema importância no processo de difusão do uso dessa tecnologia. Entretanto, um grande entrave observado durante a pesquisa está relacionado à diferença considerável entre as vazões de uso final de água de acordo com cada casa do estudo, o que forçou a criação de arquiteturas distintas na rede neural de cada domicílio participante. Dessa forma, o desenvolvimento de algoritmos computacionais mostrou-se um desafio importante para que haja uma real difusão e aproveitamento dessa tecnologia.

Em relação às campanhas que buscavam redução no consumo de água anteriores à pesquisa, tanto a campanha Economizar Água é Muito Simples e a atual, Consumo Consciente preserva o Meio Ambiente, veiculadas pela televisão, internet e rádio pela SANEAGO aparentemente não alcançaram ao público pesquisado, fato este evidenciado pelas entrevistas iniciais. Assim, admite-se que a concessionária de água deveria buscar maior aproximação com o consumidor, de modo a melhorar sua imagem como prestadora de serviço em relação à confiança nos valores e tarifas cobrados. Além disso, sugere-se

que seja feita uma alteração na apresentação da conta, deixando mais clara a forma de faturamento e valores do litro da água, o que poderia melhorar a sensação de confiança pelos usuários.

A presente pesquisa ainda verificou os potenciais e impactos no uso de fontes alternativas para finalidades não potáveis. Foi possível perceber que as águas cinzas geradas passíveis de serem reaproveitadas superariam a metade do uso diário observado, estando disponíveis para situações de escassez hídrica ou ainda na mudança de paradigmas de consumo. Por outro lado, o aproveitamento de fontes alternativas de modo sistemático poderia ocasionar em perdas importantes de faturamento à SANEAGO, reduzindo o volume faturado quase pela metade em Goiânia caso implantado em todos os domicílios. É preciso analisar como as diretrizes da concessionária poderiam entrar em consonância com a gestão de demanda, buscando um equilíbrio de interesses no desenvolvimento de políticas que modelem o consumo de modo a evitar desabastecimentos.

Por fim, o presente trabalho apresenta uma gama de possibilidades no processo de aprimoramento da gestão de demanda e no desenvolvimento de políticas públicas. Como exemplos, a detecção de vazamentos em tempo real, aumento na precisão de medição, leitura automatizada para faturação da água e melhoria do conhecimento dos moradores sobre os próprios consumos são alguns dos caminhos a serem explorados por agentes públicos e pesquisadores em busca de uma maior racionalização de consumos e comportamentos.

REFERÊNCIAS

- ABADI, M. L.; SAMÉ, A.; OUKHELLOU, L.; CHEIFETZ, N.; MANDEL, P.; FÉLIERS, C.; CHESNEAU, O. Predictive classification of water consumption time series using non-homogeneous markov models. In: IEEE. **2017 IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)**. [S.l.], 2017. p. 323–331.
- ABEP. Critério de classificação econômica brasil. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP)**, 2019.
- ABREU, V. Rios desaparecem com a seca. **O Popular**, 2014. Disponível em: <<https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/rios-desaparecem-com-a-seca-1.649789>>. Acesso em: 04-12-2020.
- AIBANA, K.; KIMMEL, J.; WELCH, S. Consuming differently, consuming sustainability: Behavioural insights for policymaking. United Nations Environment Programme, 2017.
- ALMEIDA, H. M. **Campanha de conscientização de usuários quanto ao uso racional de água no Campus VI do CEFET MG**. 2012.
- ALMESTAHIRI, R.; RUNDLE-THIELE, S.; PARKINSON, J.; ARLI, D. The use of the major components of social marketing: a systematic review of tobacco cessation programs. **Social Marketing Quarterly**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 23, n. 3, p. 232–248, 2017.
- ALVES, O. R.; BANDEIRA, O. A.; DEMAMBRO, E.; PASQUALETTO, A.; MORAES, L. M. O desenvolvimento e análise da infraestrutura urbana estudo de caso: Jardim nova esperança goiânia-go. 2016.
- ANDA, M.; BRERETON, F. L. G.; BRENNAN, J.; PASKETT, E. Smart metering infrastructure for residential water efficiency: Results of a trial in a behavioural change program in perth, western australia. ETH Zurich, 2013.
- ANDREASEN, A. R. Rethinking the relationship between social/nonprofit marketing and commercial marketing. **Journal of public policy & marketing**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 31, n. 1, p. 36–41, 2012.
- ARBUÉS, F.; VILLANÚA, I.; BARBERÁN, R. Household size and residential water demand: an empirical approach. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, Wiley Online Library, v. 54, n. 1, p. 61–80, 2010.
- ASSUNÇÃO, S. G. S.; SANTOS, D. F. dos; NASCIMENTO, M. B. C.; RAMOS, E. C. de O.; FALEIRO, H. T. Estudo comparativo da qualidade urbana no bairro jardim nova esperança, em goiânia-go. 2018.
- BADDELEY, M. **Behavioural economics: a very short introduction**. [S.l.]: Oxford University Press, 2017. v. 505.
- BANCO MUNDIAL. **World development report 2015: Mind, society, and behavior**. [S.l.]: World Bank Publications, 2015.

- BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. de O.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. [S.l.]: ABRH, 2011.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. [S.l.]: Ed. UFSC, 2008.
- BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 23–40, 2008.
- BARRETO FILHO, H. Rio já teve água suja e resolveu; hoje não há equipamento, diz ex-diretor. **Universo Online**, 2020. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2020/02/07/cedae-crise-agua.htm>>. Acesso em: 31-03-2020.
- BAYKAL, B. B. Recycling/reusing grey water and yellow water (human urine): motivations, perspectives and reflections into the future. **Desalination and Water Treatment**, DESALINATION PUBL 36 WALCOTT VALLEY DRIVE,, HOPKINTON, MA 01748 USA, v. 172, p. 212–223, 2019.
- BEAL, C.; STEWART, R. **South East Queensland Residential End-Use Study: Stage 2 final report and summary of water consumption trends from 2010 to 2014**. [S.l.]: Smart Water Research Centre and Griffith University Australia, 2014.
- BEAL, C.; STEWART, R.; HUANG, T.; REY, E. **South East Queensland residential end use study**. [S.l.]: Urban Water Security Research Alliance Brisbane, Australia, 2011.
- BEAL, C. D.; STEWART, R. A. Identifying residential water end uses underpinning peak day and peak hour demand. **Journal of Water Resources Planning and Management**, American Society of Civil Engineers, v. 140, n. 7, p. 04014008, 2014.
- BEAL, C. D.; STEWART, R. A.; FIELDING, K. A novel mixed method smart metering approach to reconciling differences between perceived and actual residential end use water consumption. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 60, p. 116–128, 2013.
- BEHLER, J. Constructing high-dimensional neural network potentials: A tutorial review. **International Journal of Quantum Chemistry**, Wiley Online Library, v. 115, n. 16, p. 1032–1050, 2015.
- BENEDICT, S.; HUSSEIN, H. An analysis of water awareness campaign messaging in the case of Jordan: water conservation for state security. **Water**, MDPI, v. 11, n. 6, p. 1156, 2019.
- BERK, R. A.; COOLEY, T. F.; LACIVITA, C.; PARKER, S.; SREDL, K.; BREWER, M. Reducing consumption in periods of acute scarcity: the case of water. **Social Science Research**, Academic Press, v. 9, n. 2, p. 99–120, 1980.
- BETTINGER, E. P.; LONG, B. T.; OREOPOULOS, P.; SANBONMATSU, L. The role of application assistance and information in college decisions: Results from the h&r block fafsa experiment. **The Quarterly Journal of Economics**, MIT Press, v. 127, n. 3, p. 1205–1242, 2012.

- BOASHASH, B. **Time-frequency signal analysis and processing: a comprehensive reference**. [S.l.]: Academic Press, 2015.
- BORGES, R. de O.; NEVES, C. B. das; CASTRO, S. S. de. Delimitação de áreas de preservação permanente determinadas pelo relevo: aplicação da legislação ambiental em duas microbacias hidrográficas no estado de goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2012.
- BOWLING, J. Experiments in classifying residential water flow. **Short Circuits and Infinite Loops**, 2019. Disponível em: <<http://shortcircuitsandinfiniteloops.blogspot.com/2019/08/experiments-in-classifying-residential>> Acesso em: 13-09-2019.
- BOYLE, T.; GIURCO, D.; MUKHEIBIR, P.; LIU, A.; MOY, C.; WHITE, S.; STEWART, R. Intelligent metering for urban water: A review. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 5, n. 3, p. 1052–1081, 2013.
- BRAGALLI, C.; NERI, M.; TOTH, E. Effectiveness of smart meter-based urban water loss assessment in a real network with synchronous and incomplete readings. **Environmental modelling & software**, Elsevier, v. 112, p. 128–142, 2019.
- BRASIL. Censo demográfico. **IBGE**, 2000.
- _____. Censo demográfico. **IBGE**, 2010.
- _____. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. [S.l.]: ANA, 2017.
- _____. **Projeção da População do Brasil**. [S.l.]: IBGE, 2017.
- _____. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. [S.l.]: ANA, 2019.
- _____. **Projeção da População do Brasil**. [S.l.]: IBGE, 2020.
- _____. Diagnóstico temático - serviços de água e esgoto do ano 2020. SNIS, 2021.
- BUITINCK, L.; LOUPPE, G.; BLONDEL, M.; PEDREGOSA, F.; MUELLER, A.; GRISEL, O.; NICULAE, V.; PRETTENHOFER, P.; GRAMFORT, A.; GROBLER, J.; LAYTON, R.; VANDERPLAS, J.; JOLY, A.; HOLT, B.; VAROQUAUX, G. API design for machine learning software: experiences from the scikit-learn project. In: **ECML PKDD Workshop: Languages for Data Mining and Machine Learning**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 108–122.
- BUTLER, D.; MEMON, F. A. **Water demand management**. [S.l.]: Iwa Publishing, 2005.
- CAHAN, J. A. **Water Security in the Middle East: Essays in Scientific and Social Cooperation**. Anthem Press, 2017. ISBN 9781783085668. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/j.ctt1jktqmk>>.
- CANDELIERI, A.; ARCHETTI, F.; MESSINA, E. Improving leakage management in urban water distribution networks through data analytics and hydraulic simulation. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, WIT Press, v. 171, p. 107–117, 2013.

- CAPSTICK, S. B.; PIDGEON, N. F. What is climate change scepticism? examination of the concept using a mixed methods study of the uk public. **Global Environmental Change**, Elsevier, v. 24, p. 389–401, 2014.
- CARDELL-OLIVER, R. Water use signature patterns for analyzing household consumption using medium resolution meter data. **Water Resources Research**, Wiley Online Library, v. 49, n. 12, p. 8589–8599, 2013.
- CHAIB, E. B. D. Avaliação de estratégias para a redução do consumo de água de abastecimento como meio de diminuição da pressão sobre os recursos hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.
- CHEIFETZ, N.; NOUMIR, Z.; SAMÉ, A.; SANDRAZ, A.-C.; FÉLIERS, C.; HEIM, V. Modeling and clustering water demand patterns from real-world smart meter data. 2017.
- COHEN, O. O fundo do poço da crise hídrica em são paulo. **Exame**, 2015. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/o-fundo-do-poco-da-crise-hidrica-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 23-07-2020.
- COLE, G.; STEWART, R. A. Smart meter enabled disaggregation of urban peak water demand: precursor to effective urban water planning. **Urban Water Journal**, Taylor & Francis, v. 10, n. 3, p. 174–194, 2013.
- COMINOLA, A.; GIULIANI, M.; PIGA, D.; CASTELLETTI, A.; RIZZOLI, A. E. Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review. **Environmental Modelling & Software**, Elsevier, v. 72, p. 198–214, 2015.
- COMINOLA, A.; MORO, A.; RIVA, L.; GIULIANI, M.; CASTELLETTI, A. Profiling residential water users' routines by eigenbehavior modelling. 2016.
- COMISSÃO EUROPEIA. 365: Attitudes of european citizens towards the environment. **Fieldwork April-May**, 2011.
- CONNER, N.; PROVEDEL, A.; MACIEL, E. L. N. Ciência & saúde coletiva: análise da produção científica e redes colaborativas de pesquisa. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Public Health, v. 22, p. 987–996, 2017.
- CORREIA, R.; ROSETA-PALMA, C. Behavioural economics in water management. **An overview of behavioural economics applications to residential water demand. Lisboa: ISCTE-Instituto universitario de Lisboa, Fundação para a Ciência ea Tecnologia (FCT)**, 2012.
- CUNHA, D. F. da; BORGES, E. de M. Urbanização acelerada: risco para o abastecimento de água na região metropolitana de goiânia. **Geo UERJ**, n. 26, p. 226–244, 2015.
- DAER, S.; KHARRAZ, J.; GIWA, A.; HASAN, S. W. Recent applications of nanomaterials in water desalination: a critical review and future opportunities. **Desalination**, Elsevier, v. 367, p. 37–48, 2015.

- DAVIS, R.; CAMPBELL, R.; HILDON, Z.; HOBBS, L.; MICHIE, S. Theories of behaviour and behaviour change across the social and behavioural sciences: a scoping review. **Health psychology review**, Taylor & Francis, v. 9, n. 3, p. 323–344, 2015.
- DIAS, T. F.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Factors influencing water consumption in buildings in southern brazil. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 184, p. 160–167, 2018.
- DOLAN, P.; METCALFE, R. Measuring subjective wellbeing: Recommendations on measures for use by national governments. **Journal of social policy**, Cambridge University Press, v. 41, n. 2, p. 409–427, 2012.
- DONOVAN, R.; HENLEY, N. **Principles and practice of social marketing: an international perspective**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2010.
- DOS SANTOS ALVES, J.; SILVA, L. P.; ARAÚJO, G. N.; BARBOZA, S. I. S. Água suja também lava: Uma análise do desperdício de água sob a perspectiva de marketing social. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 16, n. 3, p. 58–82, 2019.
- DUHIGG, C. **O poder do hábito: por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios**. [S.l.]: Objetiva, 2012.
- EHRHARDT-MARTINEZ, K.; DONNELLY, K. A.; LAITNER, S. Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities. In: AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY WASHINGTON, DC. [S.l.], 2010.
- FADINI, A. A. B.; FADINI, P. S. Sustainability and water quality recovery. In: **Environmental Sustainability**. [S.l.]: CRC Press, 2021. p. 107–125.
- FARAH, E.; SHAHROUR, I. Leakage detection using smart water system: Combination of water balance and automated minimum night flow. **Water Resources Management**, Springer, v. 31, n. 15, p. 4821–4833, 2017.
- FERRARO, P. J.; PRICE, M. K. Using nonpecuniary strategies to influence behavior: evidence from a large-scale field experiment. **Review of Economics and Statistics**, MIT Press, v. 95, n. 1, p. 64–73, 2013.
- FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. d.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. d. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 20, n. 2, p. 267–275, 2015.
- FIGUEROA, A.; MOLIERE, L. de; PEGELS, A.; NEVER, B.; KUTZNER, F. Show me (more than) the money! assessing the social and psychological dimensions to energy efficient lighting in kenya. **Energy Research & Social Science**, Elsevier, v. 47, p. 224–232, 2019.
- FILTSOFF, R. B.; MARTINS, D. M. S. Sistema de monitoramento e controle do consumo de água residencial. **Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, v. 5, n. 2, 2019.
- FOX, S.; MACLEOD, A. **A VOLUNTARY LOCAL REVIEW OF PROGRESS 2019**. [S.l.]: University of Bristol, 2019.

- FRATERNALI, P.; BAROFFIO, G.; PASINI, C.; GALLI, L.; MICHEEL, I.; NOVAK, J.; RIZZOLI, A. Integrating real and digital games with data analytics for water consumption behavioral change: a demo. In: IEEE. **2015 IEEE/ACM 8th international conference on utility and cloud computing (UCC)**. [S.l.], 2015. p. 408–409.
- FREDERIKS, E. R.; STENNER, K.; HOBMAN, E. V. Household energy use: Applying behavioural economics to understand consumer decision-making and behaviour. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier, v. 41, p. 1385–1394, 2015.
- FROEHLICH, J.; LARSON, E.; SABA, E.; CAMPBELL, T.; ATLAS, L.; FOGARTY, J.; PATEL, S. A longitudinal study of pressure sensing to infer real-world water usage events in the home. In: SPRINGER. **International conference on pervasive computing**. [S.l.], 2011. p. 50–69.
- FROEHLICH, J. E.; LARSON, E.; CAMPBELL, T.; HAGGERTY, C.; FOGARTY, J.; PATEL, S. N. Hydrosense: infrastructure-mediated single-point sensing of whole-home water activity. In: **Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 235–244.
- GALIANI, S. Public sector participation in the water sector: Opportunities and pitfalls. In: **Oxford Research Encyclopedia of Global Public Health**. [S.l.: s.n.], 2022.
- GERAQUE, E. Falta de água pode se tornar constante no estado de são paulo. **Estadão**, 2018. Disponível em: <<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,falta-de-agua-pode-se-tornar-constante-no-estado-de-sao-paulo,70002559033/>>. Acesso em: 31-03-2020.
- GLEICK, P. H. Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. **Water international**, Taylor & Francis, v. 21, n. 2, p. 83–92, 1996.
- GOIÁS. Campanha incentiva o uso racional de água no dia a dia. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, 2018. Disponível em: <<https://www.meioambiente.go.gov.br/noticias/942-campanha-incentiva-o-uso-racional-de-agua-no-dia-a-dia.html>>. Acesso em: 21-07-2020.
- _____. Relatório de sustentabilidade 2018. **Saneamento de Goiás**, 2018. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/indicadores/arquivos/re_l_sustentabilidade_2018.pdf>. Acesso em: 20-07-2020.
- _____. Relatório de sustentabilidade 2019. **Saneamento de Goiás**, 2019. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/indicadores/arquivos/re_l_sustentabilidade_2019.pdf>. Acesso em: 20-07-2020.
- _____. Central de resultados: 2017 a 2021. **Saneamento de Goiás**, 2021. Disponível em: <<https://ri.saneago.com.br/informacoes-financeiras/central-de-resultados/>>. Acesso em: 23-07-2020.
- _____. Resolução normativa 152/2019. **SANEAGO**, 2022. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/2016/arquivos/Res_Normativa_0152_2019.pdf>. Acesso em: 31-08-2020.

- GÓMEZ-LLANOS, E.; DURÁN-BARROSO, P.; ROBINA-RAMÍREZ, R. Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. **Science of the total environment**, Elsevier, v. 721, p. 137743, 2020.
- GONZALES, P.; AJAMI, N. K. An integrative regional resilience framework for the changing urban water paradigm. **Sustainable cities and society**, Elsevier, v. 30, p. 128–138, 2017.
- GOUVEIA, M. Apesar da forte estiagem, rios goianos não correm risco de secar. **Jornal Opção**, 2014. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/reportagens/apesar-da-forte-estiagem-rios-goianos-nao-correm-risco-de-secar-14115/>>. Acesso em: 20-07-2020.
- HALLSWORTH, M.; SANDERS, M.; SPOTSWOOD, F. Nudge: Recent developments in behavioural science and public policy. **Beyond behaviour change: key issues, interdisciplinary approaches and future directions**. Policy Press, Bristol, p. 113–133, 2016.
- HASTINGS, G.; STEAD, M. **Social marketing**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2017.
- HAYKIN, S. S. **Neural networks and learning machines**. [S.l.]: New York: Prentice Hall, 2009.
- HERMAN, J. G.; SCRUGGS, C. E.; THOMSON, B. M. The costs of direct and indirect potable water reuse in a medium-sized arid inland community. **Journal of Water Process Engineering**, Elsevier, v. 19, p. 239–247, 2017.
- HESS, D. J.; COLLINS, B. M. Recycling water in us cities: understanding preferences for aquifer recharging and dual-reticulation systems. **Water Policy**, IWA Publishing, v. 21, n. 6, p. 1207–1223, 2019.
- HOUSE-PETERS, L. A.; CHANG, H. Urban water demand modeling: Review of concepts, methods, and organizing principles. **Water Resources Research**, Wiley Online Library, v. 47, n. 5, 2011.
- HOWE, C. W. The impact of price on residential water demand: Some new insights. **Water Resources Research**, Wiley Online Library, v. 18, n. 4, p. 713–716, 1982.
- HOWE, C. W.; JR, F. P. L. The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. **Water Resources Research**, Wiley Online Library, v. 3, n. 1, p. 13–32, 1967.
- INMET, I. N. d. M. Banco de dados meteorológicos. 2020. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 04-01-2021.
- JAMES, B. Travelsmart large scale cost effective mobility management. Experiences from Perth, Western Australia. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer.**, Thomas Telford Ltd, p. 39–47, 2002.
- JEONG, H.; BROESICKE, O. A.; DREW, B.; CRITTENDEN, J. C. Life cycle assessment of small-scale greywater reclamation systems combined with conventional centralized water systems for the city of atlanta, georgia. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 174, p. 333–342, 2018.

- JORGENSEN, B.; GRAYMORE, M.; O'TOOLE, K. Household water use behavior: An integrated model. **Journal of environmental management**, Elsevier, v. 91, n. 1, p. 227–236, 2009.
- JORGENSEN, B. S.; MARTIN, J. F.; PEARCE, M. W.; WILLIS, E. M. Aligning theory and measurement in behavioral models of water conservation. **Water Policy**, Iwa Publishing, v. 17, n. 4, p. 762–776, 2015.
- JUNIOR, W. C. d. S.; RIBEIRO, E. N. **Uso Eficiente da Água em Aeroportos**. [S.l.]: RiMa, 2011.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. In: **Handbook of the fundamentals of financial decision making: Part I**. [S.l.]: World Scientific, 2013. p. 99–127.
- KATZ, D.; GRINSTEIN, A.; KRONROD, A.; NISAN, U. Evaluating the effectiveness of a water conservation campaign: Combining experimental and field methods. **J. Environ. Manag**, v. 180, p. 335–343, 2016.
- KERMANY, E.; MAZZAWI, H.; BARAS, D.; NAVEH, Y.; MICHAELIS, H. Analysis of advanced meter infrastructure data of water consumption in apartment buildings. In: **Proceedings of the 19th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1159–1167.
- KHAMIS, M.; PRAKASH, N.; SIDDIQUE, Z. Consumption and social identity: Evidence from india. **Journal of Economic Behavior & Organization**, Elsevier, v. 83, n. 3, p. 353–371, 2012.
- KIM, Y.; SCHMID, T.; CHARBIWALA, Z. M.; FRIEDMAN, J.; SRIVASTAVA, M. B. Nawms: nonintrusive autonomous water monitoring system. In: **Proceedings of the 6th ACM conference on Embedded network sensor systems**. [S.l.: s.n.], 2008. p. 309–322.
- KNEIB, E. C.; MENDONÇA, W. Diagnóstico da mobilidade: método e aplicação no plano de desenvolvimento integrado da região metropolitana de goiânia (brasil). **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Geografía, v. 29, n. 2, p. 373–391, 2020.
- KOWALSKI, M.; MARSHALLSAY, D. A system for improved assessment of domestic water use components. In: **II International Conference Efficient Use and Management of Urban Water Supply**. [S.l.: s.n.], 2003.
- LAI, C. H.; CHAN, N. W.; ROY, R. Understanding public perception of and participation in non-revenue water management in malaysia to support urban water policy. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 1, p. 26, 2017.
- LAM, S.-P. Predicting intentions to conserve water from the theory of planned behavior, perceived moral obligation, and perceived water right. **Journal of Applied Social Psychology**, Wiley Online Library, v. 29, n. 5, p. 1058–1071, 1999.
- LEE, N. R.; KOTLER, P. **Social marketing: behavior change for social good**. [S.l.]: SAGE Publications, 2019.

- LEONG, J. Y. C.; BALAN, P.; CHONG, M. N.; POH, P. E. Life-cycle assessment and life-cycle cost analysis of decentralised rainwater harvesting, greywater recycling and hybrid rainwater-greywater systems. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 229, p. 1211–1224, 2019.
- LEYLI-ABADI, M.; SAMÉ, A.; OUKHELLOU, L.; CHEIFETZ, N.; MANDEL, P.; FÉLIERS, C.; CHESNEAU, O. Mixture of non-homogeneous hidden markov models for clustering and prediction of water consumption time series. In: IEEE. **2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)**. [S.l.], 2018. p. 1–8.
- LIU, A.; GIURCO, D.; MUKHEIBIR, P. Urban water conservation through customised water and end-use information. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 112, p. 3164–3175, 2016.
- LIU, A.; MUKHEIBIR, P. Digital metering feedback and changes in water consumption—a review. **Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier, v. 134, p. 136–148, 2018.
- LOWE, B.; LYNCH, D.; LOWE, J. Reducing household water consumption: a social marketing approach. **Journal of Marketing Management**, Taylor & Francis, v. 31, n. 3-4, p. 378–408, 2015.
- LUKER, E.; HARRIS, L. M. Developing new urban water supplies: investigating motivations and barriers to groundwater use in cape town. **International Journal of Water Resources Development**, Routledge, v. 35, n. 6, p. 917–937, 2019.
- MADRIAN, B. C. Applying insights from behavioral economics to policy design. **Annu. Rev. Econ.**, Annual Reviews, v. 6, n. 1, p. 663–688, 2014.
- MAKKI, A. A.; STEWART, R. A.; BEAL, C. D.; PANUWATWANICH, K. Novel bottom-up urban water demand forecasting model: Revealing the determinants, drivers and predictors of residential indoor end-use consumption. **Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier, v. 95, p. 15–37, 2015.
- MARINHO, M.; GONÇALVES, M. do S.; KIPERSTOK, A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a brazilian public university. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 62, p. 98–106, 2014.
- MARINHO, M. B.; FREIRE, M. T. M.; KIPERSTOK, A. O programa aguapura de racionalização do consumo de água da universidade federal da bahia. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 24, p. 481–492, 2019.
- MARINOSKI, A. K.; RUPP, R. F.; GHISI, E. Environmental benefit analysis of strategies for potable water savings in residential buildings. **Journal of environmental management**, Elsevier, v. 206, p. 28–39, 2018.
- MARINOSKI, A. K.; VIEIRA, A. S.; SILVA, A. S.; GHISI, E. Water end-uses in low-income houses in southern brazil. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 6, n. 7, p. 1985–1999, 2014.
- MAROTTA, S.; SPINA, F. Civil society and the movement for public water: Water management and its transformation in the uk1 and italy. **The Foundational Economy and Citizenship: Comparative Perspectives on Civil Repair**, Policy Press, p. 181, 2020.

- MARTIN, R. C.; WILDER, R. P. Residential demand for water and the pricing of municipal water services. **Public Finance Quarterly**, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 20, n. 1, p. 93–102, 1992.
- MAYER, P.; DEOREO, W.; TOWLER, E.; MARTIEN, L.; LEWIS, D. Tampa water department residential water conservation study: the impacts of high efficiency plumbing fixture retrofits in single-family homes. **A Report Prepared for Tampa Water Department and the United States Environmental Protection Agency**, 2004.
- MAYER, P. W.; DEOREO, W. B.; OPITZ, E. M.; KIEFER, J. C.; DAVIS, W. Y.; DZIEGIELEWSKI, B.; NELSON, J. O. **Residential end uses of water**. [S.l.]: Amer Water Works Assn, 1999.
- MCCANN, H.; ESCRIVA-BOU, A.; SCHWABE, K. Alternative water supplies. **Public Policy Institute of California**, accessed April, 2018.
- McFADDEN, D.; MACHINA, M. J.; BARON, J. Rationality for economists? In: **Elicitation of preferences**. [S.l.]: Springer, 1999. p. 73–110.
- MCKENNA, S.; FUSCO, F.; ECK, B. Water demand pattern classification from smart meter data. **Procedia Engineering**, Elsevier, v. 70, p. 1121–1130, 2014.
- MOHAMED, M.; WILLIAM, G.; FATOUH, M. Solar energy utilization in water production from humid air. **Solar Energy**, Elsevier, v. 148, p. 98–109, 2017.
- MORI, M.; TEZUKA, K.; TEZUKI, H. **Ultrasonic flow meter, flow measurement method, and computer program**. [S.l.]: Google Patents, 2007. US Patent App. 10/584,318.
- MORUZZI, R. B.; LEÃO, C. L. P. Estimativa da correção do coeficiente de retorno de esgoto sanitário em habitações com sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso da cidade de bauru, sp. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 24, p. 45–53, 2019.
- MULLAINATHAN, S.; SCHWARTZSTEIN, J.; CONGDON, W. A reduced form approach to behavioral public finance. v forthcoming. **Annual Review of Economics**, 2012.
- MYERS, C. S.; RABINER, L. R. A comparative study of several dynamic time-warping algorithms for connected-word recognition. **Bell System Technical Journal**, Wiley Online Library, v. 60, n. 7, p. 1389–1409, 1981.
- NAGHETTINI, M. **Fundamentals of statistical hydrology**. [S.l.]: Springer, 2017.
- NAJM, M. A.; EL-FADEL, M.; AYOUB, G.; EL-TAHA, M.; AL-AWAR, F. An optimization model for regional integrated solid waste management ii. model application and sensitivity analyses. **Waste management & research**, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 20, n. 1, p. 46–54, 2002.
- NEAL, D. T.; WOOD, W.; DROLET, A. How do people adhere to goals when willpower is low? the profits (and pitfalls) of strong habits. **Journal of Personality and Social Psychology**, American Psychological Association, v. 104, n. 6, p. 959, 2013.

- NGUYEN, K. A.; SAHIN, O.; STEWART, R. A.; ZHANG, H. Water demand forecasting with autoflow© using state-space approach. 2016.
- NGUYEN, K. A.; STEWART, R. A.; ZHANG, H.; JONES, C. Intelligent autonomous system for residential water end use classification: Autoflow. **Applied Soft Computing**, Elsevier, v. 31, p. 118–131, 2015.
- NGUYEN, K. A.; STEWART, R. A.; ZHANG, H.; SAHIN, O.; SIRIWARDENE, N. Re-engineering traditional urban water management practices with smart metering and informatics. **Environmental modelling & software**, Elsevier, v. 101, p. 256–267, 2018.
- NGUYEN, K. A.; ZHANG, H.; STEWART, R. A. Development of an intelligent model to categorise residential water end use events. **Journal of hydro-environment research**, Elsevier, v. 7, n. 3, p. 182–201, 2013.
- NODA, K.; YAMAGUCHI, Y.; NAKADAI, K.; OKUNO, H. G.; OGATA, T. Audio-visual speech recognition using deep learning. **Applied Intelligence**, Springer, v. 42, n. 4, p. 722–737, 2015.
- NOVAK, J.; MELENHORST, M.; MICHEEL, I.; PASINI, C.; FRATERNALI, P.; RIZZOLI, A. E. Integrating behavioural change and gamified incentive modelling for stimulating water saving. **Environmental Modelling & Software**, Elsevier, v. 102, p. 120–137, 2018.
- O POPULAR. Saneago: Campanha para incentivar economia de água. **O Popular**, 2015. Disponível em: <<https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/saneago-campanha-para-incentivar-economia-de-%C3%A1gua-1.810904>>. Acesso em: 20-07-2020.
- OCDE. **OECD Skills Studies: Skills for Social Progress: The Power of Social and Emotional Skills**. [S.l.]: OECD Publishing, 2015.
- OLIVEIRA-ESQUERRE, K.; MELLO, M.; BOTELHO, G.; DENG, Z.; KOUSHANFAR, F.; KIPERSTOK, A. Water end-use consumption in low-income households: Evaluation of the impact of preprocessing on the construction of a classification model. **Expert Systems with Applications**, Elsevier, v. 185, p. 115623, 2021.
- OLMSTEAD, S. M.; HANEMANN, W. M.; STAVINS, R. N. Water demand under alternative price structures. **Journal of Environmental economics and management**, Elsevier, v. 54, n. 2, p. 181–198, 2007.
- OTENG-PEPRAH, M.; ACHEAMPONG, M. A.; DEVRIES, N. K. Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception: a review. **Water, Air, & Soil Pollution**, Springer, v. 229, n. 8, p. 1–16, 2018.
- PEATTIE, K.; PEATTIE, S. Social marketing: A pathway to consumption reduction? **Journal of Business Research**, Elsevier, v. 62, n. 2, p. 260–268, 2009.
- PEATTIE, S.; PEATTIE, K. Ready to fly solo? reducing social marketing’s dependence on commercial marketing theory. **Marketing theory**, Sage Publications, v. 3, n. 3, p. 365–385, 2003.

- PEÑALVER, P. L.; RUBI, P. G.; SALAS, V. P.; DEL RIVERO, J. A. S.; MORALES, R. D.; GARCIA, J. L.; CASO, S. G. **A Pattern Recognition System for the Identification of Residential Uses of Water**. [S.l.: s.n.], 2017. v. 25.
- PHIPPS, M.; BRACE-GOVAN, J. From right to responsibility: Sustainable change in water consumption. **Journal of Public Policy & Marketing**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 30, n. 2, p. 203–219, 2011.
- PICHERT, D.; KATSIKOPOULOS, K. V. Green defaults: Information presentation and pro-environmental behaviour. **Journal of Environmental Psychology**, Elsevier, v. 28, n. 1, p. 63–73, 2008.
- PROSAB. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. [S.l.]: ABES, 2009.
- PROSKURYAKOVA, L. N.; SARITAS, O.; SIVAEV, S. Global water trends and future scenarios for sustainable development: The case of russia. **Journal of cleaner production**, Elsevier, v. 170, p. 867–879, 2018.
- QUESNEL, K. J.; AJAMI, N. K. Changes in water consumption linked to heavy news media coverage of extreme climatic events. **Science advances**, American Association for the Advancement of Science, v. 3, n. 10, p. e1700784, 2017.
- RAHIM, M. S.; NGUYEN, K. A.; STEWART, R. A.; GIURCO, D.; BLUMENSTEIN, M. Machine learning and data analytic techniques in digital water metering: A review. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 12, n. 1, p. 294, 2020.
- RANDOLPH, B.; TROY, P. Attitudes to conservation and water consumption. **environmental science & policy**, Elsevier, v. 11, n. 5, p. 441–455, 2008.
- RATHNAYAKA, K.; MALANO, H.; MAHEEPALA, S.; GEORGE, B.; NAWARATHNA, B.; ARORA, M.; ROBERTS, P. Seasonal demand dynamics of residential water end-uses. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 7, n. 1, p. 202–216, 2015.
- REISCH, L. A.; TH_GERSEN, J. **Handbook of research on sustainable consumption**. [S.l.]: Edward Elgar Publishing, 2015.
- RENWICK, M. E.; ARCHIBALD, S. O. Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden? In: **Economics of Water Resources**. [S.l.]: Routledge, 2018. p. 373–389.
- ROCHA, A.; BARRETO, D. Perfil do consumo de água de uma habitação unifamiliar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. [S.l.: s.n.], 1999. v. 20.
- ROMANATTO, E.; CRUVINEL, E. de C.; ARAÚJO, E. S.; SATEL, C. R. I. Caracterização econômica dos municípios goianos segundo valor adicionado dos setores de atividade. **Revista Economia Ensaios**, v. 30, n. 1, 2015.
- ROSENQUIST, J. N.; MURABITO, J.; FOWLER, J. H.; CHRISTAKIS, N. A. The spread of alcohol consumption behavior in a large social network. **Annals of internal medicine**, American College of Physicians, v. 152, n. 7, p. 426–433, 2010.

- ROSS, L.; NISBETT, R. E. **The person and the situation: Perspectives of social psychology**. [S.l.]: Pinter & Martin Publishers, 2011.
- SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília—parte 1: reduções no consumo de água. **A Paranoá mudou de endereço-<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa>**, n. 10, p. 77–84, 2014.
- SANTOS, S. M. D.; FARIAS, M. M. M. de. Potential for rainwater harvesting in a dry climate: Assessments in a semiarid region in northeast Brazil. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 164, p. 1007–1015, 2017.
- SCHLEICH, J.; GASSMANN, X.; MEISSNER, T.; FAURE, C. A large-scale test of the effects of time discounting, risk aversion, loss aversion, and present bias on household adoption of energy-efficient technologies. **Energy Economics**, Elsevier, v. 80, p. 377–393, 2019.
- SCHULTZ, W.; JAVEY, S.; SOROKINA, A. Smart water meters and data analytics decrease wasted water due to leaks. **Journal-American Water Works Association**, Wiley Online Library, v. 110, n. 11, p. E24–E30, 2018.
- SHAWKY, S.; KUBACKI, K.; DIETRICH, T.; WEAVER, S. Using social media to create engagement: A social marketing review. **Journal of Social Marketing**, Emerald Publishing Limited, 2019.
- SHOGREN, J. Behavioural economics and environmental incentives. OECD, 2012.
- SILVA, D. L.; TEIXEIRA, C. E. Avaliação da influência de uma campanha de incentivo à redução de consumo de água. **Revista Hipótese**, v. 1, n. 3, 2015.
- STEWART, R. A.; GIURCO, D.; PANUWATWANICH, K.; CAPATI, B.; WILLIS, R. *et al.* Gold coast domestic water end use study. **Water: Journal of the Australian Water Association**, Australian Water Association, v. 36, n. 6, p. 84, 2009.
- STRAIOTO, S. Governo não descarta desabastecimento de água na grande Goiânia. **Sagres**, 2019. Disponível em: <<https://sagresonline.com.br/noticias/politica/94846-governo-nao-descarta-desabastecimento-de-agua-na-grande-goiania>>. Acesso em: 10-03-2020.
- SWARTZ, C.; OFFRINGA, G. Trend report: Report on trends in south africa - sub-sahara africa. **Techneau Project Report**, Sixth Framework Project, 2006.
- TBI, T. o. B. I. The behavioural insights team update report 2013–2015. **UK Government Cabinet Office, London**, 2015.
- TESTON, A.; GERALDI, M. S.; COLASIO, B. M.; GHISI, E. Rainwater harvesting in buildings in Brazil: A literature review. **Water**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 10, n. 4, p. 471, 2018.
- THALER, R. H.; SUNSTEIN, C. R. **Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness**. [S.l.]: Penguin, 2009.

- UNFPA. Hiv prevention gains momentum. **Successes in female condom programming: tips for negotiating safer sex; helping women to overcome social taboos and marketing female condoms to groups at risk**, UNFPA New York, 2011.
- VERPLANKEN, B.; ROY, D. Empowering interventions to promote sustainable lifestyles: Testing the habit discontinuity hypothesis in a field experiment. **Journal of Environmental Psychology**, Elsevier, v. 45, p. 127–134, 2016.
- VILLACÍS-GUERRERO, J. del P.; CUNALATA-PAREDES, D. Y.; BONILLA-VILLACÍS, J. R.; SORIA, A.; AVILÉS-CASTILLO, F. Residential water consumption monitoring system using iot and mqtt communication. In: SPRINGER. **International Conference on Computational Science and Its Applications**. [S.l.], 2022. p. 518–533.
- VRIES, G. D.; RIETKERK, M.; KOOGER, R. The hassle factor as a psychological barrier to a green home. **Journal of Consumer Policy**, Springer, p. 1–8, 2019.
- VRINGER, K.; HEIJDEN, E. v. d.; SOEST, D. V.; VOLLEBERGH, H.; DIETZ, F. Sustainable consumption dilemmas. **Sustainability**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 6, p. 942, 2017.
- WANG, J.; CARDELL-OLIVER, R.; LIU, W. Discovering routine behaviours in smart water meter data. In: IEEE. **2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP)**. [S.l.], 2015. p. 1–6.
- WENGRAT, S.; BICUDO, D. d. C. Spatial evaluation of water quality in an urban reservoir (billings complex, southeastern brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, SciELO Brasil, v. 23, n. 2, p. 200–216, 2011.
- WILLIS, R. M.; STEWART, R. A.; GIURCO, D. P.; TALEBPOUR, M. R.; MOUSAVINEJAD, A. End use water consumption in households: impact of socio-demographic factors and efficient devices. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 60, p. 107–115, 2013.
- WINKLER, R. C.; WINETT, R. A. Behavioral interventions in resource conservation: A systems approach based on behavioral economics. **American Psychologist**, American Psychological Association, v. 37, n. 4, p. 421, 1982.
- WONG, J. S.; ZHANG, Q.; CHEN, Y. D. Statistical modeling of daily urban water consumption in hong kong: Trend, changing patterns, and forecast. **Water resources research**, Wiley Online Library, v. 46, n. 3, 2010.
- WOOD, M. Social marketing for social change. **Social Marketing Quarterly**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 22, n. 2, p. 107–118, 2016.
- WYMER, W. Developing more effective social marketing strategies. **Journal of Social Marketing**, Emerald Group Publishing Limited, 2011.
- YANG, J.; LI, Y.; ZHANG, N. F.; YANG, J. F.; KUANG, K.; HU, Y. H.; QI, W. G. Analysis of urban residential water consumption based on smart meters and fuzzy clustering. In: IEEE. **2015 IEEE International Conference on Computer**

and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing. [S.l.], 2015. p. 1295–1301.

YOUNG, R. A. Price elasticity of demand for municipal water: A case study of tucson, arizona. **Water Resources Research**, Wiley Online Library, v. 9, n. 4, p. 1068–1072, 1973.

ZAIED, Y. B.; TALEB, L.; LAHOUEL, B. B.; MANAGI, S. Sustainable water demand management and incentive tariff: Evidence from a quantile-on-quantile approach. **Environmental Modeling & Assessment**, Springer, p. 1–14, 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE ALOCAÇÃO SOCIOECONÔMICA E DE CONSUMO HÍDRICO DE FAMÍLIAS

Dados Pessoais

1. Nome:
2. Endereço:
3. Telefone:
4. Pode responder pela família?
5. Quantas pessoas moram na casa? () Adultos: () Crianças: ()
6. A casa é própria ou alugada? () Própria () Alugada () Cedida () Outro:

Questões Critério Brasil

7. Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
8. Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
9. Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
10. Quantidade de banheiros?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
11. Como é o acionamento das bacias sanitárias? (válvula ou caixa)
Válvula () Fluxo Único () Fluxo Duplo () Caixa acoplada/elevada()
12. DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
13. Quantidade de geladeiras?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
14. Quantidade de freezers independentes ou parte da geladeira duplex?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
15. Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
16. Quantidade de lavadora de louças?
0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()
17. Quantidade de fornos de micro-ondas?

0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()

18. Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional?

0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()

19. Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca?

0 () 1 () 2 () 3 () 4+ ()

20. A água utilizada neste domicílio é proveniente de:

() Rede geral de distribuição

() Poço ou nascente

() Outro meio

21. A rua é:

() Asfaltada/Pavimentada

() Terra/Cascalho

22. Qual é o grau de instrução da(o) chefe da família?

() Analfabeto / Fundamental I incompleto

() Fundamental I completo / Fundamental II incompleto

() Fundamental completo/Médio incompleto

() Médio completo/Superior incompleto

() Superior completo

23. Com o surgimento da COVID-19, houve redução na renda da família? () Sim () Não

() Não sei

Perguntas sobre conscientização e consumo de água

24. Você já viu alguma campanha de conscientização de consumo de água?

() Sim () Não

25. Caso positivo, qual foi o meio de comunicação no qual você viu essa campanha?

() Rádio () TV () Internet () Outro:

26. Você sabe como faz o uso de água em sua casa?

() Sim () Não

27. Acredita que saber como ocorre o consumo de água em sua casa pode reduzir o quanto consome?

() Sim () Não

28. Diga em que atividade acredita gastar mais água no período de um mês:

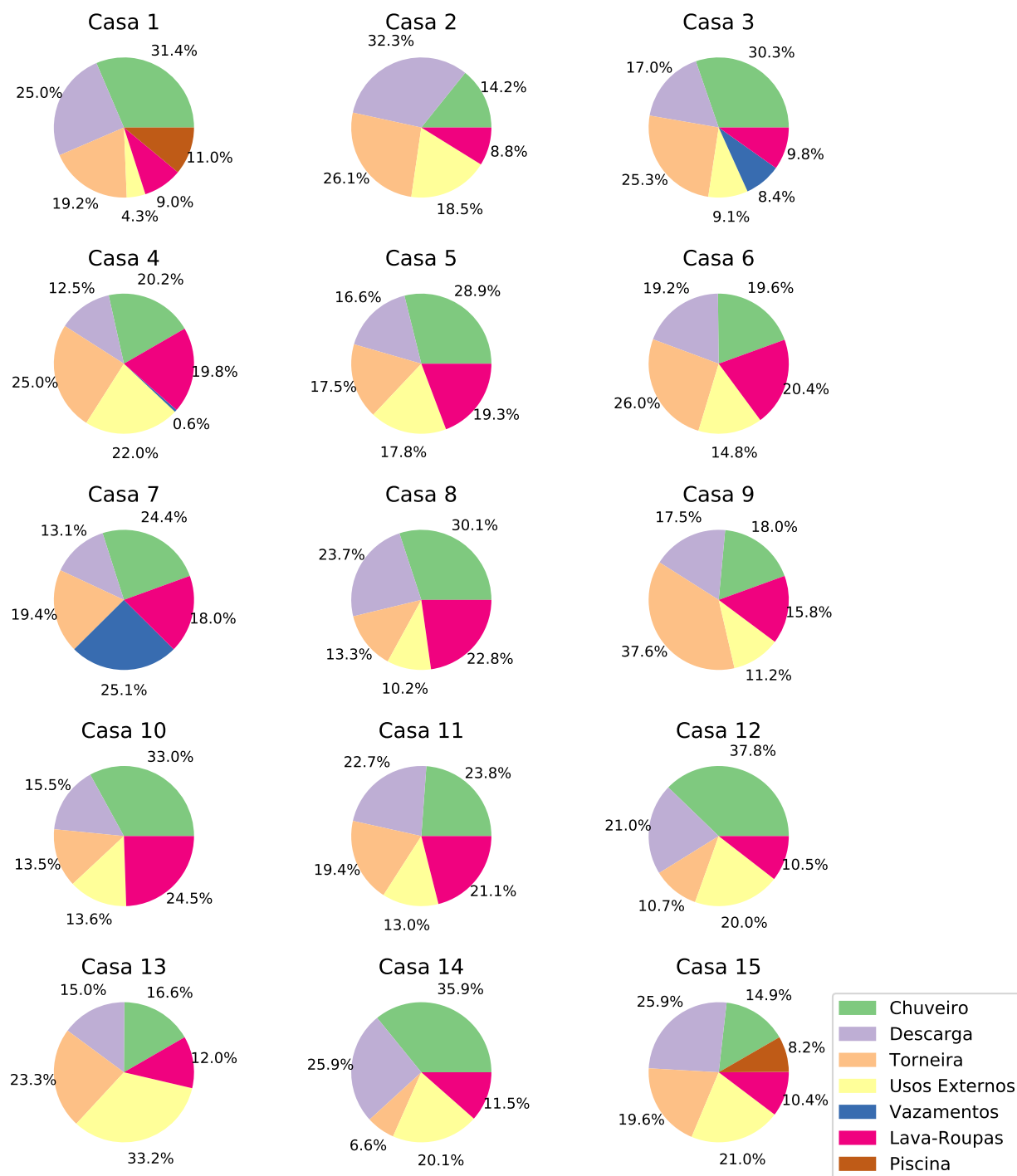
29. A SANEAGO me passa informações confiáveis sobre meu consumo:

() Sim () Não

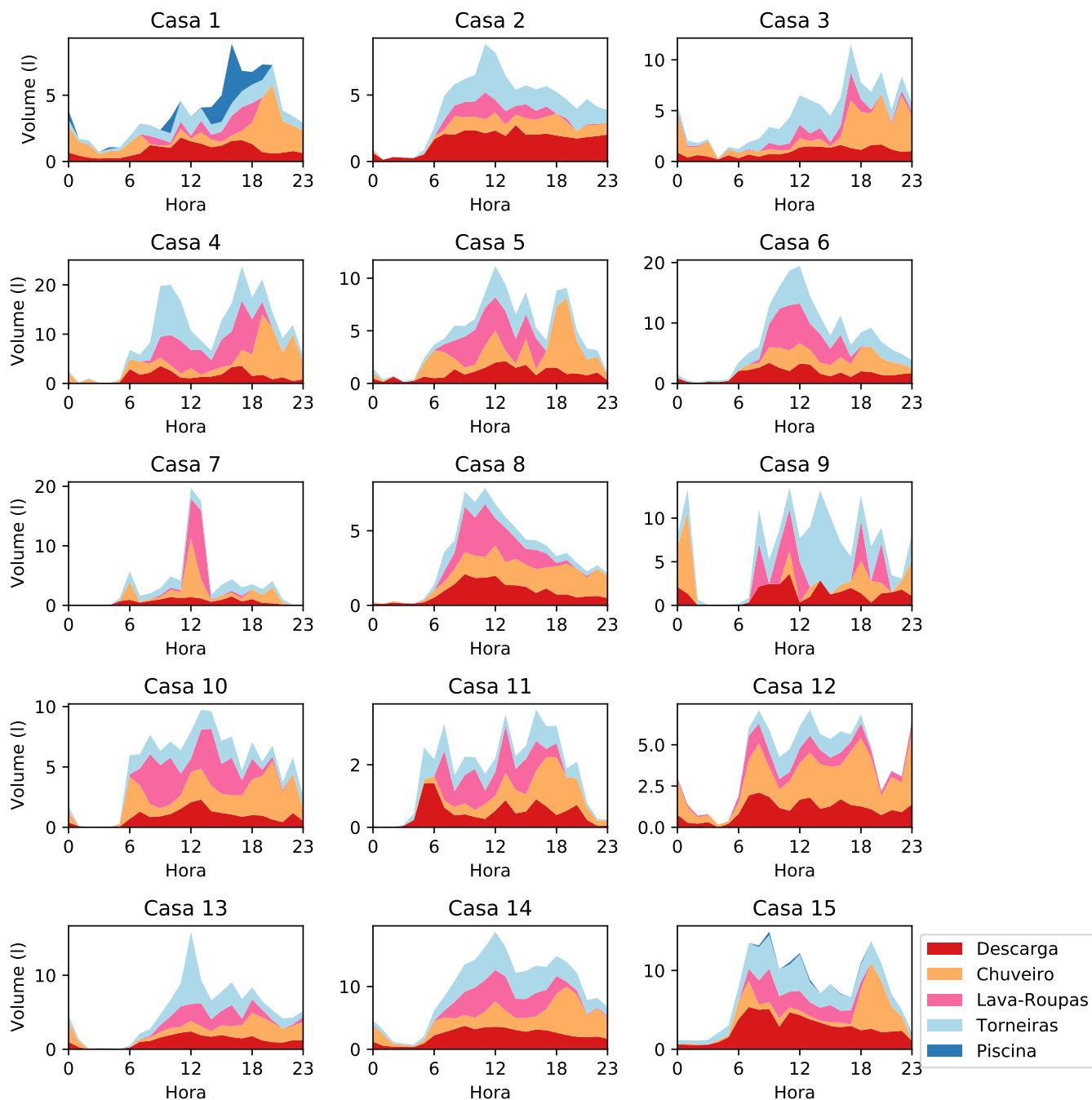
30. Eu sei o valor que me cobram por litro de água.

() Sim () Não

APÊNDICE B - USOS FINAIS DE ÁGUA POR CASA COM SENSOR INTELIGENTE - PRÉ CAMPANHA



APÊNDICE C - CONSUMO HORÁRIO DE ÁGUA POR USO FINAL INTERNO POR CASA - PRÉ CAMPANHA



Fonte: Elaborada pelo autor.

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PÓS CAMPANHA DE INTERVENÇÃO

Dados Pessoais

1. Nome:
2. Código Pesquisa:

Sobre a campanha realizada

3. Você entendeu as informações apresentadas no panfleto?
() Sim () Não () Parcialmente
4. Melhorou seu conhecimento sobre os usos de água na casa?
() Sim () Não
5. Conseguiu mudar os hábitos?
() Sim () Não
6. Como avalia a sua confiança na conta de água?
() Já confiava/Comecei a confiar () Ainda não confio
7. Chegou a apresentar aos demais familiares o folder da campanha?
() Sim () Não
8. Modificou algum(ns) hábito(s) devido a campanha?
() Sim () Não
- 8a. Se sim, qual(is)?:
9. Fez uso dos adesivos?
() Sim () Não
- 9a. Se usou os adesivos, sentiu que houve mudança nos hábitos de uso do chuveiro e pia?
() Sim () Não
- 9b. Se não usou os adesivos, o que a(o) motivou a isso?:
10. Com qual frequência você acredita que a campanha deveria ser realizada para melhoria no consumo de forma contínua?:

ANEXOS

ANEXO A - PARÂMETROS PARA CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS VIA APRENDIZADO DE MÁQUINA

- Identificação do **Sensor**.
- **Mês** de ocorrência do evento.
- Número sequencial do **Episódio**.
- Número sequencial do **Evento** dentro de cada Episódio.
- Instante de **começo** do Episódio.
- Instante do **término** do Episódio
- **Duração** do Evento.
- **Duração do ramo ascendente** da curva.
- **Duração do ramo descendente** da curva.
- **Relação** entre a **vazão máxima** e o **ramo ascendente**.
- **Relação** entre a **vazão máxima** e o **ramo descendente**.
- **Volume** do evento.
- **Vazão Máxima** do Evento geometrizado.
- Número de **eventos simultâneos**.
- **Vazão-base** onde ocorre a maior parte do consumo no evento.
- **Simultaneidade** entre eventos.