



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LARISSA ALVES DIAS AZEVEDO**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E PERCEPÇÕES DO CONSUMIDOR DE  
ÁGUA UTILIZANDO TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA**

**FORTALEZA**

**2022**

LARISSA ALVES DIAS AZEVEDO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E PERCEPÇÕES DO CONSUMIDOR DE ÁGUA  
UTILIZANDO TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Samiria Maria Oliveira da Silva.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A987a Azevedo, Larissa Alves Dias.

Análise do Comportamento e Percepções do Consumidor de Água Utilizando Técnicas de Aprendizagem de Máquina / Larissa Alves Dias Azevedo. – 2022.  
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Samiria Maria Oliveira da Silva.

1. Segurança Hídrica. 2. Consumo de Água. 3. Análise Comportamental. I. Título.

CDD 620

---

LARISSA ALVES DIAS AZEVEDO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E PERCEPÇÕES DO CONSUMIDOR DE ÁGUA  
UTILIZANDO TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 11 / 02 / 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Samiria Maria Oliveira da Silva (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. PhD. Iran Eduardo Lima Neto  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng<sup>o</sup>. Liduino de Albuquerque Marques  
Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)

A Deus.

Aos meus pais, Domingos e Regina.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, acima de tudo, pelo dom da vida e pelas bênçãos que proporciona na minha vida. Nele busquei forças nos momentos difíceis e agradei por todas as conquistas.

Aos meus pais, Domingos e Regina, e minhas irmãs, Sabrina e Lorena, por serem minha base, me dando forças e acreditando no meu potencial desde sempre. Obrigada por me ensinarem a ser forte, levar a vida com leveza e batalhar pelos meus objetivos. Tudo o que conquistei devo a vocês.

À minha família, que sempre me acolheu com amor e carinho. Em especial meus primos, Jayrla e Geanderson, por compartilharem a vida comigo em Fortaleza, em busca de um futuro melhor.

Aos amigos que fiz durante a graduação, no campus da UFC em Crateús e campus do Pici em Fortaleza, pela companhia nos estudos, apoio nos momentos delicados e pelas boas risadas. Em especial Karoliny, Dálete, Melina, Raul, Paulo Henrique, Camilla e Tereza. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Ao meu namorado e melhor amigo, Erick. Que acompanhou o processo desse trabalho de perto, sempre incentivando a dar o meu melhor. Agradeço pelos cuidados, amor e carinho, além de tornar tudo mais leve e divertido.

À minha professora orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Samiria Oliveira, pela disponibilidade, atenção e ensinamentos. Muito obrigada pelo incentivo e por acreditar no meu potencial.

Aos colegas do grupo de orientação, pelas sugestões ao trabalho, em especial ao João Victor que me ajudou com o machine learning.

Aos participantes da banca examinadora, Prof. PhD. Iran Eduardo e Eng<sup>o</sup>. Liduino Marques, pela disponibilidade de tempo, pelas valiosas colaborações e importância na minha trajetória acadêmica e profissional.

Aos professores e alunos da engenharia civil da Universidade Federal do Ceará, campus do Pici, que responderam o formulário de pesquisa, pelo tempo concedido.

À UFC e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos auxílios financeiros que recebi durante a graduação, com bolsas de iniciação acadêmica, extensão e pesquisa científica.

*“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe.” (Clarice Lispector)*

## RESUMO

Os principais fatores que influenciam o aumento do consumo de água, atualmente, são o crescimento populacional e as mudanças nos padrões de consumo, em decorrência do desenvolvimento econômico. Dessa forma, o presente estudo buscou prever o comportamento dos usuários de água com auxílio de aprendizado de máquina. Os dados foram coletados por meio de um formulário online, respondidos por discentes e docentes do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. Já o processo de análise ocorreu em duas etapas: primeiramente, foi realizada uma análise exploratória das respostas obtidas e a criação de um nível de consciência com três possíveis classificações; e, em seguida, os dados foram utilizados para o desenvolvimento de quatro modelos de árvores de decisão (AD) do tipo classificação, para prever a correlação entre as atitudes dos entrevistados. Os resultados apontaram que, apesar da população do estudo estar em contato com o ambiente universitário e com facilidade no acesso à informação, apenas 19% do total dos usuários foram classificados como nível alto, enquanto a maior parte foi classificada com médio nível de consciência de consumo. A análise da AD apontou que as variáveis mais significativas na determinação do nível de consciência foram: frequência na utilização de águas cinzas para fins não potáveis; duração de banho inferior a cinco minutos; rega das plantas realizada no início da manhã ou no começo da noite; e captação de águas pluviais. Os modelos apresentaram acurácia acima de 70%, mostrando-se eficaz para descrever e prever o nível de consciência dos usuários. Dessa forma, a investigação do comportamento do usuário deve ser explorada, para traçar metas e soluções para reverter o cenário atual de insegurança hídrica. Logo, a mudança deve partir, principalmente, do público acadêmico, fomentadores da ciência e exemplos para a sociedade geral.

**Palavras-chave:** Segurança Hídrica; Consumo de Água; Análise Comportamental.

## ABSTRACT

The main factors influencing the increase in water consumption today are population growth and changes in consumption patterns, as a result of economic development. Thus, the present study sought to predict the behavior of water users with the aid of machine learning. The data were collected through an online form, answered by students and professors of civil engineering course at the Federal University of Ceará, in Fortaleza. The analysis process took place in two stages: first, an exploratory analysis of the responses obtained was carried out and a level of consciousness was created with three possible classifications; and then the data were used to develop four classification-type decision tree (AD) models to predict the correlation between respondents' attitudes. The results showed that, despite the study population being in contact with the university environment and with easy access to information, only 19% of the total users were classified as high level, while the most were classified as having a medium level of awareness of consumption. The AD analysis reveal that the most significant variables in determining the level of consciousness were: frequency in the use of gray water for non-potable purposes; bath duration less than five minutes; watering the plants carried out in the early morning or early evening; and rainwater harvesting. The models showed accuracy above 70%, proving to be effective in describing and predicting the users' level of consciousness. In this way, the investigation of user behavior should be explored, to outline goals and solutions to reverse the current scenario of water insecurity. Therefore, the change must come, mainly, from the academic public, promoters of science and examples for the general society.

**Keywords:** Water Security; Water Consumption; Behaviour Analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índice de Segurança Hídrica do Brasil em 2035 .....	19
Figura 2 – Processo metodológico desenvolvido durante a pesquisa.....	27
Figura 3 – Componentes e relações da Árvore de Decisão .....	33
Figura 4 – Faixa etária do público do estudo.....	37
Figura 5 – Pontuação para as variáveis comportamentais para discentes (a) e docentes (b) ...	38
Figura 6 – Pontuação para as variáveis econômicas para discentes (a) e docentes (b) .....	40
Figura 7 – Pontuação para as variáveis sentimentais para discentes (a) e docentes (b) .....	43
Figura 8 – Respostas recebidas para a questão D1 para discentes (a) e docentes (b) .....	44
Figura 9 – Histograma da média de pontuação dos entrevistados.....	48
Figura 10 – Ordem de importância das variáveis pelo método de árvore de decisão .....	49
Figura 11 – Árvore de decisão 1.....	50
Figura 12 – Árvore de decisão 2.....	52
Figura 13 – Métricas das árvores de decisão obtidas no método 1 .....	53
Figura 14 – Ordem de importância das variáveis do modelo 2.....	54
Figura 15 – Árvore de decisão 3.....	55
Figura 16 – Árvore de decisão 4.....	56
Figura 17 – Métricas das árvores de decisão obtidas no método 2 .....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das questões empregadas no formulário.....	28
Quadro 2 – Estrutura de uma Matriz de Confusão Multiclasse.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tamanho da amostra para cada população .....	30
Tabela 2 – Faixas correspondentes ao nível de consciência adotado .....	32
Tabela 3 – Métricas de Performance para Matriz Multiclasse .....	35
Tabela 4 – Divisão percentual das respostas à pergunta D2.....	45
Tabela 5 – Divisão percentual das respostas à pergunta D3.....	46
Tabela 6 – Classificação segundo o nível de consciência de consumo de água.....	48
Tabela 7 – Matriz de confusão do modelo 1 gerada com dados de treino .....	51
Tabela 8 – Matriz de confusão do modelo 1 gerada com dados de teste .....	51
Tabela 9 – Matriz de confusão do modelo 2 gerada com dados de treino .....	52
Tabela 10 – Matriz de confusão do modelo 2 gerada com dados de teste .....	53
Tabela 11 – Matriz de confusão do modelo 3 gerada com dados de treino .....	55
Tabela 12 – Matriz de confusão do modelo 3 gerada com dados de teste .....	56
Tabela 13 – Matriz de confusão do modelo 4 gerada com dados de treino .....	57
Tabela 14 – Matriz de confusão do modelo 4 gerada com dados de teste .....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AD	Árvore de Decisão
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral</i> .....	<i>15</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i> .....	<i>15</i>
<b>1.2</b>	<b>Estrutura da monografia</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Segurança Hídrica Urbana</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Gestão da Demanda Hídrica</b> .....	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Coleta dos dados primários</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Determinação do tamanho da amostra</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise do comportamento do consumidor</b> .....	<b>30</b>
<i>3.3.1</i>	<i>Nível de consciência do consumidor doméstico</i> .....	<i>31</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Modelo descritivo do comportamento</i> .....	<i>32</i>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Avaliação do perfil comportamental dos consumidores</b> .....	<b>37</b>
<i>4.1.1</i>	<i>Variáveis Comportamentais</i> .....	<i>37</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Variáveis Econômicas</i> .....	<i>40</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Variáveis Sentimentais</i> .....	<i>42</i>
<i>4.1.4</i>	<i>Variáveis Descritivas</i> .....	<i>44</i>
<i>4.1.5</i>	<i>Classificação do nível de consciência</i> .....	<i>47</i>
<b>4.2</b>	<b>Modelos descritivos do comportamento</b> .....	<b>49</b>
<i>4.2.1</i>	<i>Método 1 – Todas as variáveis</i> .....	<i>49</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Método 2 – Variáveis mais importantes</i> .....	<i>54</i>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>
	<b>APÊNCICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS</b> .....	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, publicado em 2020, o consumo mundial de água aumentou seis vezes no período de um século, e continua a crescer a uma taxa constante de cerca de 1% ao ano. Os principais fomentadores desse crescimento são o aumento populacional, desenvolvimento econômico e mudanças nos padrões de consumo (UNESCO, 2020).

Suárez-Almiñana *et al.* (2017) alertaram que nos próximos anos, o cenário de estresse hídrico se intensificará com a combinação do aumento populacional e a redução da disponibilidade hídrica devido a mudança do clima.

Apesar do percentual de água destinado ao consumo humano não ser o prevalecente, a maioria das demais atividades são resultantes da interferência humana, o que demanda responsabilidade socioambiental para garantir a segurança hídrica. Sendo assim, é de responsabilidade da população assegurar o acesso sustentável à água, em quantidade e qualidade adequadas para garantir a disponibilidade de usos múltiplos, além de protegê-la dos efeitos extremos (ONU, 2013; MELO e JOHNSON, 2017).

No Brasil, 49,8% da retirada de água é feita para irrigação, 25,9% para o abastecimento humano (urbano e rural) e 24,3% para demais fatores: indústrias, uso animal, termelétricas e mineração. O consumo doméstico é o fator que vem apresentando maior aumento, principalmente nas grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, as quais inclusive, sofrem de constantes crises hídricas (ANA, 2019). Como fator agravante, cidades que estão inseridas em zonas mais secas, como a cidade de Fortaleza, localizada no nordeste brasileiro, requerem gestão mais eficaz para garantir o abastecimento humano urbano, principalmente devido à alta taxa de consumo e recursos hídricos limitados.

Segundo Akatu (2018), apenas 4% dos consumidores brasileiros podem ser classificados como consumidores conscientes. Diante da problemática, é importante entender os padrões de consumo dos usuários e suas percepções a respeito de como a água é utilizada em seu meio. Diversos aspectos influenciam os padrões de consumo, que vão desde fatores sócio-demográficos, como nível de escolaridade, renda e idade, até a questão cultural (HASAN, 2021; MARTINS, 2017). Dessa forma, é preciso entender o pensamento dos consumidores para realizar uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos focando na conscientização e estímulo de hábitos sustentáveis.

Conforme Cunha *et al* (2011), com a diminuição da oferta de água, os sistemas mais empregados em edificações são o reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais.

Esses sistemas, além de pequenos hábitos do dia-a-dia, como banhos mais curtos e verificação de vazamentos, podem gerar economia a nível financeiro ao consumidor e sustentável aos corpos hídricos.

Diante disso, o presente estudo realizou uma análise exploratória dos dados obtidos em um formulário para descrever o comportamento de discentes e docentes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, com base em um nível de consciência de consumo. A metodologia é baseada em uma análise descritiva e quantitativa dos dados, com modelos de aprendizado de máquina do algoritmo de árvore de decisão, para auxiliar na análise e prever a sinergia entre as variáveis apontadas.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Analisar a percepção dos usuários quanto ao consumo consciente de água e explicar padrões de comportamento para uma população específica.

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- Realizar uma pesquisa descritiva com o público de docentes e discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza;
- Analisar a percepção dos usuários de água de acordo com variáveis comportamentais, econômicas, sentimentais e descritivas;
- Contrastar os resultados obtidos às evidências de estudos da comunidade científica;
- Estimar o nível de consciência do consumidor quanto ao uso sustentável da água;
- Desenvolver e empregar um modelo de aprendizado de máquina, com base nos dados colhidos, visando descrever o nível de consciência de consumo do público estudado.

## **1.2 Estrutura da monografia**

O capítulo 1 aborda uma introdução ao tema da pesquisa, elencando tópicos que ressaltam a importância do consumo consciente e sustentável para a obtenção segurança hídrica. Na sequência, o capítulo 2 apresenta uma síntese das ideias centrais as quais a pesquisa foi

fundamentada, a garantia da segurança hídrica e da gestão de água de acordo com as demandas dos usuários. O capítulo 3 apresenta as etapas utilizadas para desenvolvimento da pesquisa, além dos métodos e premissas considerados. Já no capítulo 4 é realizada a análise e discussão dos resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho, apresentando análises descritivas dos dados adquiridos no formulário e o resultado das simulações realizadas no software R, com discussões que têm por base estudos desenvolvidos na literatura mundial. Por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais deste trabalho, correlacionando os propósitos da pesquisa aos principais resultados obtidos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Segurança Hídrica Urbana

O conceito de *Water Security* (tradução livre para Segurança Hídrica) surgiu a partir do debate a respeito do crescimento urbano e suas interferências nos recursos hídricos, questão pertinente no século XXI. Segundo definição da ONU (2013), segurança hídrica é a capacidade de uma população de proteger e conservar quantidades adequadas de água de qualidade para seus diversos usos, assegurando-a contra a poluição e desastres. Dessa forma, promovendo um clima de paz e estabilidade política para preservação de ecossistemas.

Lobo Neto (2020) definiu segurança hídrica como a capacidade de salvaguardar a acessibilidade de água em quantidades adequadas para manter a vida e funcionamento dos ecossistemas, com custo acessível. Sendo essa tarefa de responsabilidade dos órgãos gestores dos recursos hídricos e da sociedade civil.

A confiabilidade, adequabilidade e acessibilidade da água são variáveis que apoiam o conceito defendido por Jepson (2014). O autor afirma que o não atendimento de uma dessas condições podem acarretar a insegurança hídrica, gerando consequências como o comprometimento do bem estar, impactos na saúde física ou mental e deficiência na realização de atividades produtivas, culturas e sociais.

Segundo Grey e Sadoff (2007) a água apresenta um potencial construtivo que está ligado às atividades produtivas, tanto no meio econômico, nos setores de agricultura, indústria, transporte e energia, como no bem estar humano e dos ecossistemas. Entretanto, também está associada a um potencial destrutivo, relacionado aos desastres naturais, como inundações e secas, que geram morte e pobreza aos afetados.

Para garantir a segurança hídrica é necessário compreender as condições que a ameaçam diretamente. O crescimento populacional desenfreado e suas consequências, como o aumento da demanda hídrica e ocupação irregular do solo, aquecimento global e as mudanças climáticas, juntamente com as crises econômicas e políticas são fatores que impactam na gestão das águas e qualidade de vida dos usuários.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas apontou em seu relatório, que as emissões de gases do efeito estufa, gerados pelas atividades humanas, impactam diretamente no aquecimento global causando mudanças no clima e aumento na temperatura (IPCC, 2018). Desde a ocorrência da Revolução Industrial, ao final do século XVIII, as atividades antrópicas causaram um aumento de cerca de 1,0°C na temperatura média do planeta,

com tendência de crescimento a uma taxa de 0,2°C por década. Essas mudanças geram efeitos sobre a distribuição espacial e temporal das precipitações, afetando os processos hidrológicos, como escoamento, infiltração e evaporação (Cosgrove e Loucks, 2015).

Outra consequência gerada pelo início do período industrial foi a tendência de a população migrar para a área urbana. Entretanto, no Brasil, o crescimento dos centros urbanos teve destaque entre as décadas de 1960 e 1980, quando a população passou, majoritariamente, de rural para urbana. Em paralelo ao crescimento urbano, a taxa de crescimento demográfico continuou positiva. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a população no ano de 2020 alcançou a marca de 211,8 milhões de habitantes. Ainda segundo o instituto, 49 municípios, caracterizados como grandes polos urbanos, têm população superior a 500 mil habitantes, 11 a mais que a década passada.

A partir desse cenário, a demanda hídrica para abastecer essa população e atividades industriais gerou um cenário de insegurança hídrica no país. Apesar de contar com cerca de 12% de água doce do planeta, o Brasil enfrentou grave crise hídrica entre os anos de 2012 e 2016, gerando grandes prejuízos econômicos e sociais, com impactos significativos nos setores de hidroenergia, industrial e agrícola (VASCONCELLOS *et al.*, 2019; ANA, 2017).

Segundo a ANA (2017), o nordeste brasileiro foi a região mais afetada nesse período. Cerca de 83% da população que vivenciou esse evento, residiam na região nordeste. Historicamente, a região enfrenta problemas relacionados à escassez de água por conta do clima, composição do solo e vegetação. Os altos níveis de evaporação, decorrentes destes fatores, caracterizam um desafio para o armazenamento e distribuição de água. Nessa perspectiva, o estado do Ceará se destaca por ter cerca de 98,7% do território incluído na região do semiárido brasileiro, estando sujeito a um alto risco de escassez hídrica (FUNCEME, 2017).

O sudeste brasileiro foi outra região fortemente afetada pela escassez de recursos hídricos, principalmente no período 2014/2015, em decorrência de ser a mais populosa do país e não vivenciar com frequência episódios de secas. O estado de São Paulo teve o período de estiagem mais intenso em 125 anos de registros (BARBOSA, 2015; BRAGA e KELMAN, 2016). No auge da crise, o principal reservatório da Região Metropolitana de São Paulo operou no volume morto e foram tomadas medidas emergenciais para garantir o abastecimento da população (ANA, 2014).

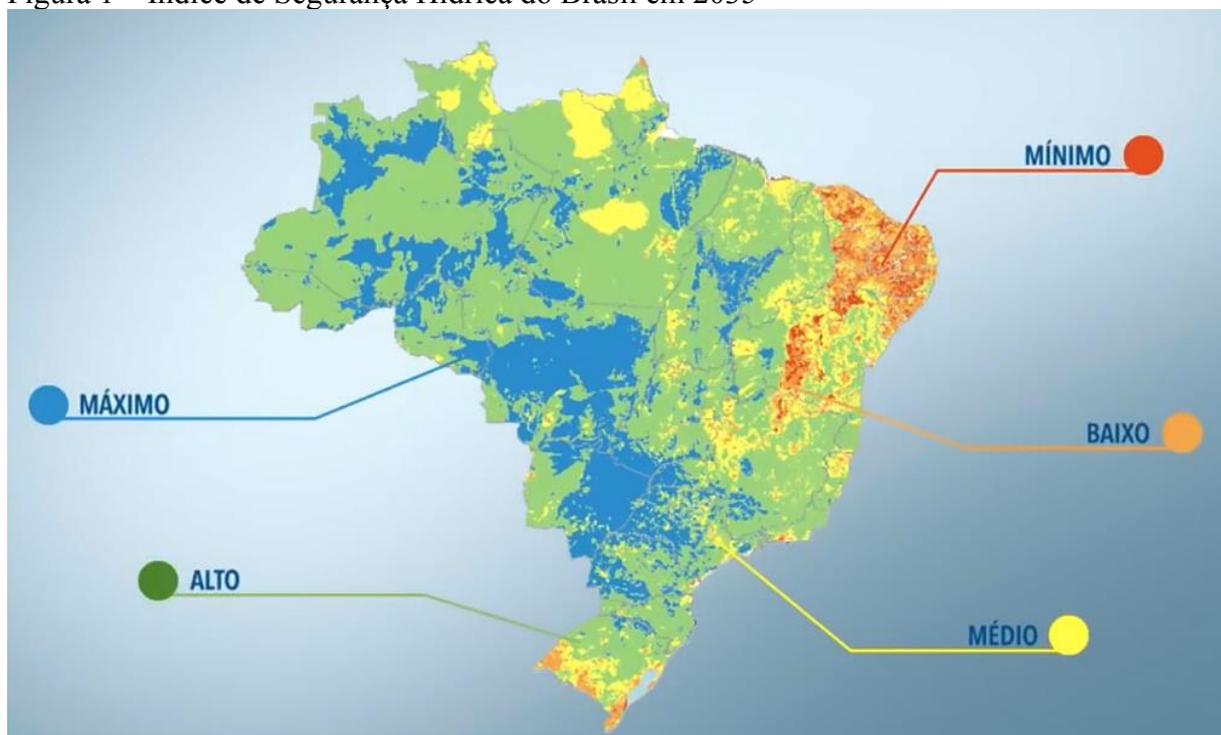
Diante da variabilidade de ecossistemas no Brasil e das diretrizes que embasam o conceito de segurança hídrica, a ANA desenvolveu o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) visando elaborar estudos e o planejamento de ações destinadas ao aproveitamento do potencial construtivo da água e a minimizar seus efeitos destrutivos.

A partir de uma análise profunda de estudos relacionados à segurança hídrica no Brasil, o plano desenvolveu um Índice de Segurança Hídrica (ISH) com o objetivo de verificar regiões mais suscetíveis aos riscos em uma escala temporal e espacial.

O conceito de risco utilizado no PNSH considerou duas tipologias, baseadas no balanço hídrico entre demanda e oferta de água na região. O risco pós-déficit corresponde ao risco da demanda de uma determinada região superar a oferta, sendo essa relação superior a 100%. Já o risco iminente corresponde ao risco de uma região chegar ao déficit hídrico, quando a relação entre demanda e oferta se aproxima de 100%. A quantificação desse déficit foi realizada a partir da análise do atendimento da demanda de abastecimento humano e produtivo, além das dimensões ecossistêmicas e capacidade de reservação (ANA, 2019a).

A partir desses fatores, o Índice de Segurança Hídrica foi calculado, tanto para o ano base de 2017 quanto para o horizonte de projeto em 2035, considerando estudos e dados dos órgãos envolvidos com os recursos hídricos e responsáveis pela infraestrutura hídrica. A Figura 1 mostra a situação, a nível nacional, do grau de segurança hídrica no horizonte de projeto.

Figura 1 – Índice de Segurança Hídrica do Brasil em 2035



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019.

Nesse cenário, a região Nordeste chama atenção por se caracterizar como de alto risco, com o menor índice de segurança do país, em decorrência dos fatores históricos e naturais já mencionados.

Para mitigar os efeitos da escassez hídrica na região e aumentar a capacidade de armazenamento dos recursos hídricos, a ANA prevê 93 intervenções futuras no sistema, mais da metade prevista para todo o território nacional. Dentre elas, a implantação de adutoras, eixos/canais e construção de novas barragens como forma de reverter o quadro de insegurança hídrica apresentado (ANA, 2019a).

De forma a assegurar a segurança hídrica no Brasil e no mundo, em 2015 foi adotada por todos os Estados-Membro das Nações Unidas a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, no qual destaca-se o objetivo de número 6: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, que define as seguintes metas a serem cumpridas até 2030:

- 6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos;
- 6.2 Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
- 6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;
- 6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- 6.5 Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
- 6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
- 6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados a água e ao saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;
- 6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (ONU, 2015, p. 21).

Diante das medidas expostas para garantir a segurança hídrica a nível mundial e regional, é importante salientar que os hábitos do destinatário final da água também contribuem para a preservação do equilíbrio e desenvolvimento sustentável. Entender a demanda hídrica a partir das necessidades dos indivíduos é um tópico que será explanado no próximo item.

## **2.2 Gestão da Demanda Hídrica**

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), uma pessoa precisa de, aproximadamente, 110 litros diários de água para atender suas necessidades básicas. Já a

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), afirma que utilizar mais de 120 litros de água por dia é desnecessário e representa um desperdício.

No Brasil, a média de consumo per capita é de 116 litros diários por habitante, já na Europa, a demanda hídrica é de 200L/hab.dia e, nos Estados Unidos, de 300L/hab.dia. Em contrapartida, a África Subsaariana consome, apenas, uma média diária de 10 a 20 litros por pessoa (ANA, 2013; IBGE e ANA, 2020). A diferença de consumo per capita entre países é perceptível e remete a uma ligação direta entre a situação financeira regional.

Em países desenvolvidos, nos cenários do setor doméstico, diversos foram os instrumentos de precificação e não precificação usados para reduzir o consumo de água per capita (GARCÍA-RUBIO, RUIZ-VILLAVARDE e GONZÁLEZ-GÓMEZ, 2015; SAHIN, BERTONE e BEAL, 2017). No que se refere a tais instrumentos, estudos apontam que no que tange a redução do consumo per capita de água em áreas urbanas, medidas não tarifárias se mostram mais eficazes que medidas de preço (STAVENHAGEN, BUURMAN e TORTAJADA, 2018; SCHLEICH E HILLENBRAND, 2009; BARBERÁN e SALVADOR, 2010; TORTAJADA *et al.* 2019). Barberán e Salvador (2010) mencionam que medidas de conscientização pública tiveram impacto maior em comparação com a implementação de tecnologias de economia de água em residências ao longo dos anos.

Na Espanha, ambas as ferramentas foram adotadas pelos órgãos gestores. Diversas medidas de política, gerenciamento, administração e infraestrutura adotadas no país, resultaram em uma redução progressiva e contínua do consumo de água per capita. Em média, aponta-se a redução de 168 litros em 2000 para 132 litros em 2014 (INE, 2015; TORTAJADA *et al.* 2019). Em relação as medidas de precificação no país, os gerentes introduziram medidas adicionais no sistema tarifário para alcançar um uso eficiente da água no nível doméstico. Essas medidas incluíram:

1. Incentivos para baixo consumo de água. Em Sevilha e Saragoça adotaram-se descontos na conta da água para um uso eficiente da água. Em sugestão, uma alternativa adotada foi definir o nível abaixo, aplicando um desconto à fatura; ou, outra alternativa foi aplicar o desconto, considerando a evolução do tempo de consumo.
2. A aplicação de diferentes tarifas de acordo com a estação do ano. Por exemplo, em Madri adotaram-se as tarifas de inverno e de verão. As tarifas mais altas no verão são um sinal para o usuário consumir menos água nos meses de maior escassez de água.

O país faz uso de táticas na cobrança pelo uso, onde o preço dos serviços da água e a cobrança é feita por meio de um sistema de recuperação de custos, adotando três pesos: (i) Taxa de regulação - referente aos serviços de captação e represamento de águas superficiais; (ii) Tarifa de utilização da água - atinente aos serviços de transporte de águas superficiais e (iii) Taxa de ocupação de propriedade pública que é calculada pelo valor do terreno ocupado.

Em relação a medidas não tarifárias, no mesmo país, são pontuadas como mais eficazes na redução da água consumo per capita, as campanhas de educação e conscientização pública destinadas a fazer um uso mais racional de água, bem como campanhas direcionadas para promover o uso de tecnologias de economia de água. Martínez-Espiñeira e García-Valiñas (2013) estudaram os aspectos que determinam a adoção de tecnologias de economia de água e hábitos de conservação de água em residências na Espanha. Suas descobertas indicam que as campanhas educacionais têm um forte efeito positivo sobre a decisão das famílias de comprar tecnologias de economia de água e adoção de hábitos de conservação da água.

São apontadas ainda, as medidas aprovadas para substituir os medidores por hidrômetros individuais, bem como os regulamentos aprovados a nível municipal para promover um uso mais eficiente da água. Além das melhorias no controle e fiscalização de conexões ilegais e uso de dispositivos para detecção de vazamentos.

A nível municipal, em Barcelona, capital da Espanha, os setores possuem pontos de monitoramento a partir dos quais os dados de fluxo são coletados a cada 10 minutos ao longo do dia. Essas informações, coletadas no Operational Control Center, podem indicar se há algum vazamento, assim como auxiliam a reduzir o consumo de água per capita à medida que facilitam a identificação de conexões ilegais.

No caso de Saragoça, os gestores da água mencionaram que a substituição de hidrômetros com medidores individuais tem sido uma das medidas com maior impacto na redução do consumo de água per capita. Além da substituição dos medidores de água antigos por eletrônicos. Os novos medidores fornecem informações adicionais sobre o consumo de água, como quando a água é consumida, o que dá uma ideia dos hábitos dos residentes e em que horário eles consomem mais.

Em Madri, o Canal de Isabel II mencionou que as medidas mais eficazes para reduzir a água consumida foram campanhas de conscientização. Seu projeto mais conhecido é o Canal Educa. Este é um programa abrangente de educação ambiental que permite ao Canal de Fundação Isabel II para alcançar todas as crianças em idade escolar com informações sobre conservação da água, questões de sustentabilidade e, ultimamente, mudanças climáticas.

Em Sevilha, uma medida que teve um impacto significativo tanto na cidade quanto em seus arredores tem sido a instalação universal de hidrômetros individuais. A empresa estima que isso tenha resultado em uma redução de 25% no consumo doméstico.

No mais, a Espanha utiliza ainda técnicas de dessalinização e de reuso da água, a fim de alcançar excelência no abastecimento urbano e promover medidas alternativas a escassez hídrica. Nesse sentido, a promoção de medidas táticas visa conservar os usos mediante melhorias na gestão, racionamento voluntário e diminuição do consumo em grandes centros de demandas.

Paralelo a isso, o estado americano do Colorado também ganhou destaque internacional no que se refere a adoção de medidas de redução de consumo per capita, frente as necessidades de escassez hídrica. Em 2010, o CWCB - Colorado Water Conservation Board - financiou a execução de boas práticas com base no Guia para Conservação da Água Municipal no estado. Práticas estas organizadas em três categorias: assistência técnica, incentivos, ordenanças locais e educação.

Entre as ações importantes adotadas, destaca-se a definição dos padrões de uso da terra, uma vez que este padrão afeta a quantidade de água consumida por uma comunidade. Ferramentas de uso da terra como o aumento da produtividade por unidade de área, o incentivo ao desenvolvimento de empreendimentos com eficiência hídrica, a utilização de sistemas de distribuição eficientes e a instalação de dispositivos elétricos e eletrodomésticos são utilizadas para executar essa ação.

Segundo Colorado Water Plan (2015), desde o ano 2000, o Colorado como um todo reduziu, em média, as demandas per capita em 20% por meio de programas de conservação da água. Especificamente, dentre as ações utilizadas no Colorado para a gestão da demanda, cita-se:

- Informação e educação pública;
- Programa de conscientização específico para redução do uso da água nas residências;
- Planejamento integrado de recursos;
- Tarifas de água orientadas para a conservação;
- Medição inteligente para detecção de vazamento;
- Regras de construção sustentável para novas edificações e promoção das construções verde;
- Uso de aparelhos sanitários economizadores;
- Redução das perdas pelos fornecedores de água;
- Estudos sobre os usos residenciais;
- Reduções do uso de água de paisagem (residencial e não residencial);

- Fiscalização direcionadas para paisagem da alta demanda;
- Melhorias na eficiência da irrigação.

Ainda nas unidades norte-americanas, o estado de Nebraska se destaca em redução per capita de consumo urbano. Entre as ações adotadas, o estado estabeleceu incentivos econômicos mais fortes para o investimento privado em conservação de água. No mais, implementou programas de conscientização sobre conservação de água, assim como estimulou a conservação voluntária da água, por meio de diversos programas públicos. Alcançou ainda maior eficiência no uso da água e transporte e promoveu diretrizes de encanamento que enfatizassem o uso de dispositivos de água e encanamentos mais eficientes, implementando programas de medição de água e detecção de vazamentos.

Um exemplo a se destacar no que se refere a planejamento de demanda hídrica é o caso de Israel. Em decorrência da ampliação da oferta de água, com a adoção das políticas de dessalinização, o país sofreu as consequências da falsa percepção de abundância hídrica, requerendo um estreitamento na política de gerenciamento de consumo. Para tanto, medidas de restrições periódicas aos municípios foram utilizados, especialmente durante períodos de seca. Sanitários de baixo fluxo foram mandatados para novas construções. Outras medidas de conservação também foram implementadas, por exemplo, distribuição de filtros de torneiras de baixo fluxo (KATZ, 2016).

Aumento nas tarifas de água e campanhas de conscientização foram amplamente utilizadas pela gestão pública e autoridades da água nesse país, fazendo uso de campanhas publicitárias, veiculadas nas mídias. Além dos custos da dessalinização, outros fatores que contribuem para aumentos de preços incluíram a remoção de subsídios como parte de uma mudança em direção ao preço de custo total e uma reestruturação abastecimento municipal de água de serviços públicos a privados. O resultado da combinação de políticas de gerenciamento de demanda foi uma queda de quase 20% no consumo municipal de água entre 2007 e 2009. Já em 2008, o consumo de fontes naturais de água doce caiu para seus níveis mais baixos desde 1967 (KATZ, 2016).

No Brasil, visando diminuir a demanda de água em Fortaleza e na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) adotou medidas emergenciais como a tarifa de contingência na conta de água dos consumidores. Em vigor desde 2015, a tarifa é aplicada aos usuários que ultrapassem a média de consumo estabelecida pela companhia. Segundo a instituição, os recursos arrecadados com essa cobrança são destinados ao investimento de obras e ações voltadas à segurança hídrica na região.

Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), o consumo per capita no Brasil pode chegar a 200 L/hab.dia. Já um levantamento feito pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará aponta que o consumo médio per capita no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Fortaleza é de 104,95 L/hab.dia. Vale ressaltar que nessa região o índice de perdas físicas é de 27%, e que esse valor médio não inclui essa parcela de perdas. A região metropolitana de Fortaleza é responsável por 45% da população do Ceará e apresenta os maiores padrões de consumo do estado. (CAGECE, 2010, 2020; IPECE, 2019)

Como agravante, no período entre 2020 e 2021, o impacto da pandemia do coronavírus pode ser observado no aumento do consumo de água, devido ao aumento dos cuidados em higiene dos consumidores. O resultado já é apontado pela CAGECE, que indica um aumento de 5% no consumo familiar das famílias cearenses, comparando os anos de 2019 e 2020.

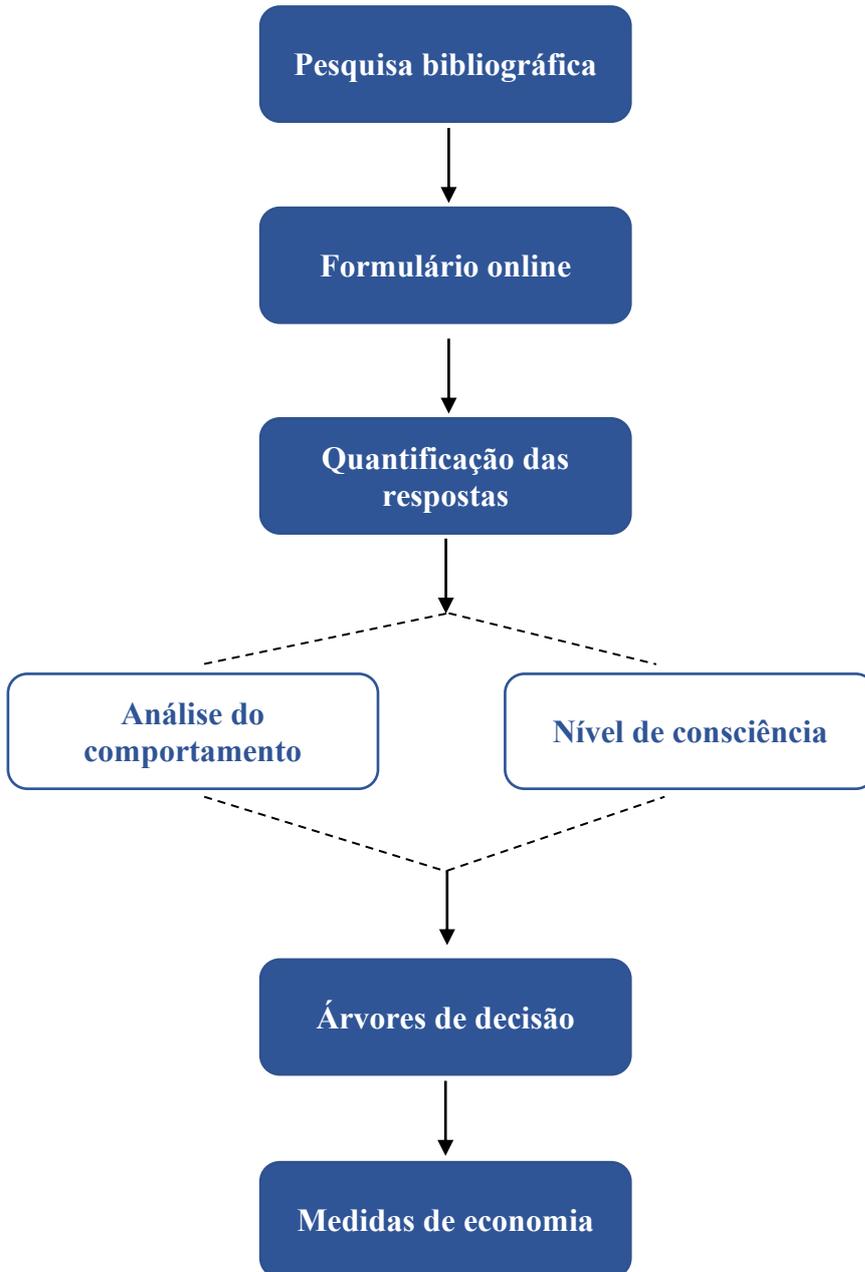
### 3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve o procedimento metodológico seguido para a realização do trabalho. Em um primeiro momento, foi realizada uma etapa de pesquisa bibliográfica por meio de livros, dissertações, teses e artigos científicos, levantando os principais conceitos relacionados ao tema e procedimentos necessários para a realização de um formulário online, principal instrumento de coleta de dados.

Em seguida, foi realizada a quantificação dos resultados por meio de uma pontuação atribuída a cada resposta, seguindo a Escala Likert. Dessa forma, foi possível analisar o comportamento dos usuários de acordo com estudos das comunidades técnica e científica, e elaborar um nível de consciência dos usuários de água.

Já para descrever e prever o comportamento desse público, utilizou-se técnicas de aprendizado de máquina, através do algoritmo de Árvores de Decisão. Com isso, a autora listou algumas medidas que contribuem para a redução do consumo e comportamento sustentável. A Figura 2 apresenta um fluxograma que resume essas etapas.

Figura 2 – Processo metodológico desenvolvido durante a pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 3.1 Coleta dos dados primários

Os dados utilizados na pesquisa foram coletados por meio de questionários online semiestruturados aplicados no período compreendido entre os meses de março e maio de 2021, via plataforma do Google Forms em virtude da pandemia de Covid-19.

O questionário (Apêndice A) foi baseado nos estudos de Hasan, Razali e Razali (2021), Mondéjar-Jiménez *et al.* (2011) e Quevedo (2005). Ele foi composto por 18 questões, 16 de múltipla escolha e 2 abertas, que buscassem caracterizar os respondentes quanto aos seus

hábitos de uso e consumo de água. As questões de múltipla escolha continham 5 opções de resposta: sempre, frequentemente, às vezes, raramente e nunca. Em alguns casos foi necessário a adição de uma opção extra: não se aplica.

A pesquisa foi aplicada para o quadro docente e discente do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, em Fortaleza, lotados no período de novembro de 2020 a abril de 2021. O curso compõe-se de 582 discentes e 56 docentes ativos, segundo Alencar e Silva (2020). Foi realizado um pré-teste para identificar possíveis incoerências e ambiguidades no questionário.

Para tornar o processo de análise mais organizado, foram criados ID's para as questões do formulário e uma classificação que as agruparam em questões comportamentais, econômicas, sentimentais e descritivas. O Quadro 1 apresenta esses itens correspondentes à cada questão.

Quadro 1 – Classificação das questões empregadas no formulário

<b>ID</b>	<b>Questões</b>	<b>Classificação</b>
<b>C1</b>	Toma banho em menos de cinco minutos?	Comportamentais
<b>C2</b>	Fecha a torneira enquanto ensaboa as mãos ou escova os dentes?	Comportamentais
<b>C3</b>	Lava calçadas e/ou quintal?	Comportamentais
<b>C4</b>	Com que frequência, a rega das plantas na sua residência é realizada no início da manhã ou após às 19 horas?	Comportamentais
<b>C5</b>	Com que frequência, o tanque ou máquina de lavar roupa da sua residência é utilizado na sua capacidade total?	Comportamentais
<b>E1</b>	Verifica se há algum vazamento de água antes de sair de casa?	Econômicas
<b>E2</b>	Utiliza baldes ao invés de mangueira para lavar seu veículo?	Econômicas
<b>E3</b>	Quando chove em sua região, você costuma coletar a água para utilizá-la como uma fonte alternativa?	Econômicas
<b>E4</b>	Reutiliza águas cinzas* para usos não potáveis?	Econômicas
<b>S1</b>	Sente-se confiante na capacidade de sua família em economizar água?	Sentimentais

<b>ID</b>	<b>Questões</b>	<b>Classificação</b>
<b>S2</b>	Sente-se incomodado se um membro da sua família ou alguém toma banho por muito tempo?	Sentimentais
<b>S3</b>	Acha que é um requisito: Educar os membros da família ou qualquer outra pessoa no sentido de conservar água?	Sentimentais
<b>S4</b>	Tem interesse em instalar equipamentos de economia de água em sua residência?	Sentimentais
<b>D1</b>	Existe vazamento de água na sua residência?	Descritivas
<b>D2</b>	Na sua residência, há algum sistema de reaproveitamento de água?	Descritivas
<b>D3</b>	No seu ambiente de trabalho, há alguma preocupação com o consumo de água?	Descritivas

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 3.2 Determinação do tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi definido pela equação de população finita (Equação 1) aplicada, separadamente, para cada estrato (discente e docente) em virtude de serem grupos bem determinados com uma homogeneidade maior que a homogeneidade da população total.

Segundo Martins (2013), para a estatística, população é uma coleção de unidades observacionais. Essas unidades podem ser compostas por pessoas, animais, objetos ou resultados experimentais, de forma que tenham uma ou mais características em comum. Esta população pode ser classificada como finita, quando o número de observações é conhecido e limitada, ou infinita quando este número for ilimitado. Já o conceito de amostra é entendido como um ou mais subconjuntos da população, que têm a finalidade de obter estimativas que representam as características da população total (NOGUEIRA, 2014).

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Onde:

n = Tamanho da amostra;

N = Tamanho da população (neste caso, o tamanho de cada estrato);

Z = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança;

p = Probabilidade de acerto esperado;

q = Probabilidade complementar, equivalente ao erro esperado;

e = Erro amostral, definido como a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional, adotado como 5%.

O valor adotado para o grau de confiança foi de 95% ( $Z = 1,96$ ) e para o erro amostral 5%, que é mais utilizado usualmente. Para os parâmetros p e q, foi adotado o valor crítico de 0,5 por se tratar de uma proporção desconhecida.

De acordo com Pires (2006), quando o tamanho inicial da amostra apresentar uma proporção igual ou superior a 5% da população total, pode-se utilizar a equação 2 para o cálculo do tamanho da amostra definitivo.

$$n_f = \frac{n_0 \cdot (1 + n_0)}{N} \quad (2)$$

Onde:

$n_f$  = Tamanho final da amostra;

$n_0$  = Tamanho da amostra obtido a partir da fórmula (1);

N = Tamanho da população de cada estrato.

Os valores de amostra, referentes a cada população, estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Tamanho da amostra para cada população

População	Tamanho da amostra (nr)
Discentes	92
Docentes	44

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 3.3 Análise do comportamento do consumidor

Para que a análise do cenário caracterizado pelas questões do formulário fosse realizada, optou-se pela quantificação das respostas das questões de múltipla escolha, por meio de uma escala Likert de 5 pontos. Esta escala Likert tem sido utilizada para medir atitudes, indicando um grau de concordância ou discordância do entrevistado (BERMUDES *et al.*, 2016; APPOLINÁRIO, 2007). A atribuição dos pontos foi realizada nas variáveis comportamentais, econômicas e sentimentais da seguinte forma: sempre (5 pontos); frequentemente (4 pontos); às vezes (3 pontos); raramente (2 pontos); nunca (1 ponto). Em alguns casos foi considerada a opção “não se aplica”, mas sua pontuação foi considerada nula.

Essa quantificação permitiu a aplicação de técnicas descritivas e de inferência, como a criação de um nível de consciência do consumidor e um modelo descritivo, utilizando aprendizado de máquina.

Já as variáveis descritivas, foram analisadas de forma diferente. A avaliação da frequência de vazamentos (D1) e a existência de equipamentos que prezem pela economia tanto na residência (D2), como no ambiente de trabalho (D3), foram visualizadas por meio da distribuição percentual dos entrevistados, além das observações dos participantes, destacando os métodos mais frequentemente listados.

### 3.3.1 *Nível de consciência do consumidor doméstico*

Para a caracterização do consumidor de água, elaborou-se um índice que determinou o nível de consciência do usuário, levando em consideração apenas as questões comportamentais e econômicas. O consumidor consciente, neste estudo, foi caracterizado como o respondente que apresentou hábitos que visavam a economia da água, isto é, apontou os termos “sempre” ou “frequentemente” nas respostas das respectivas questões. A variável C3 foi excluída desta análise, pois a lavagem frequente de calçadas e quintais impõe alto consumo de água, como apontado pela Sabesp (2015), ao lavar calçadas o consumo de água é cerca de 280 litros.

Com essa ponderação, foi realizada uma tabulação da pontuação das variáveis C1, C2, C4, C5, E1, E2, E3 e E4 para cada respondente. Sendo  $x_i$  o valor correspondente a cada resposta destas questões, sabe-se que os resultados possíveis para cada variável são aleatórios e assumem valores no intervalo  $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ , já que para o procedimento de média e desvio padrão, a pontuação correspondente à resposta “não se aplica” foi desconsiderada. Essas características definem variáveis aleatórias discretas, já que seus valores devem ser inteiros positivos e finitos ou contáveis (CHUNG, 2001).

Para criação do nível de consciência do usuário, foi realizada a média da pontuação obtida em cada variável, para cada entrevistado. Esses valores caracterizam a nova variável *class*, dispostos na forma de histograma, para avaliação do bloco de maior frequência. Dessa forma foi possível caracterizar o resultado, nomeando três níveis de consciência, definidos através de limites compostos pela média e desvio padrão amostral da pontuação ( $P$ ) obtida na variável *class*. Assim, os três níveis de consciência utilizados foram:

- Baixo – ocorre quando  $P < \bar{X} - \sigma$ ;
- Médio – ocorre quando  $\bar{X} - \sigma < P < \bar{X} + \sigma$ ;
- Alto – ocorre quando  $P > \bar{X} + \sigma$ .

Onde:

P corresponde à pontuação da variável *class*;

$\bar{X}$  é a média de pontuação da variável *class*;

$\sigma$  corresponde ao desvio padrão amostral.

Os três níveis de consciência adotados estão de acordo com os estipulados por Oliveira (2013), o estudo da autora sobre o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água para escolas dispôs de valores que variaram entre 0 e 100%. Já de acordo com os valores da variável *class*, a pontuação da oscilou entre 1 e 5 pontos, de forma que os limites adotados para os níveis de consciência estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Faixas correspondentes ao nível de consciência adotado

<b>Faixa do Nível de Consciência</b>	<b>Classificação</b>
0 – 2,50	Baixo
2,51 – 3,42	Médio
3,43 – 5,00	Alto

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 3.3.2 *Modelo descritivo do comportamento*

A partir do explanado no nível de consciência de consumo de água, buscou-se compreender e avaliar a sinergia entre o conjunto de variáveis pelo método de árvore de decisão (AD), um dos modelos de classificação e regressão mais utilizados em aprendizado de máquina (SHUANG e ZHAO, 2021). Segundo Han, Kamber e Pei (2012), esse método é bastante intuitivo e de fácil compreensão descritiva, além de ser utilizado extensivamente em várias áreas por sua boa precisão. A árvore de decisão também é bastante útil para orientar discussões e guiar estratégias para resolução de problemas.

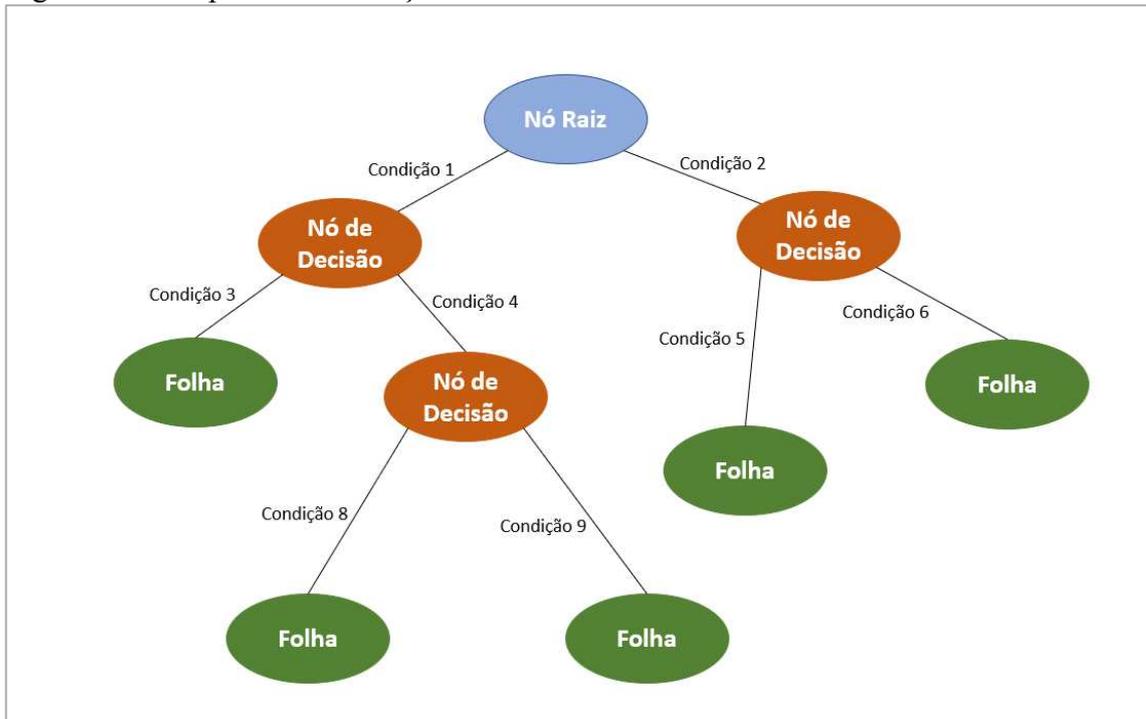
Neste estudo, esse método foi aplicado para descrever o comportamento dos respondentes quanto ao uso consciente de água. A estrutura da AD funciona como um fluxograma conexo e acíclico e subdividida da seguinte forma:

- Nó Raiz: Nó que executa a primeira divisão;
- Nós de decisão: Sub-nó que apresenta subdivisões baseadas em testes lógicos “se/então”;
- Ramos: Setas ou traços que fazem a ligação entre os nós até o resultado final (folhas) de acordo com as condições, ou testes, estabelecidos;

- Folha: Nós que apresentam resultados finais e não apresentam subdivisão.

A Figura 3 apresenta um esquema das componentes da estrutura de uma árvore de decisão, com a distribuição de nós semelhante aos adotados nos modelos do presente estudo.

Figura 3 – Componentes e relações da Árvore de Decisão



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A confecção dos modelos de classificação tem por base um processo de mineração dos dados, no qual, são apresentados um conjunto de dados divididos em variáveis (*predictors*) e uma rotulação (*target*) para o processo de aprendizagem. Nessa etapa são utilizados os dados de treino, uma parte aleatória dos dados definida no início do algoritmo, que servem para construir o modelo. A outra parcela dos dados é utilizada para o teste, onde são simuladas previsões do modelo que permitem verificar seu desempenho.

Neste caso, a base foi composta pelas pontuações correspondentes à cada variável das duas populações (discentes e docentes) e rotulada pelo nível de consciência obtido na etapa anterior. Para o desenvolvimento do modelo em questão, foi utilizado 70% da base de dados para treinamento e 30% para teste.

A confecção da árvore de decisão foi realizada por meio do pacote *rpart* do software RStudio. O pacote levou em consideração uma fórmula, definida de acordo com as variáveis

disponíveis no banco de dados, e utilizou o padrão de divisão de nós definido pelo índice de Gini.

O processo de medição da impureza dos nós é realizado a partir do índice de Gini, que busca determinar a melhor divisão e a correta atribuição de uma classe à um nó folha. Esse coeficiente, obtido a partir da dispersão estatística, mede o grau de heterogeneidade dos dados, e é calculado de acordo com a equação 3 (ONODA e EBECKEN, 2001; SILVA, 2005):

$$\text{Índice Gini} = 1 - \sum_{i=1}^c (P_i)^2 \quad (3)$$

Onde:

$P_i$  é a frequência relativa de cada classe em cada nó;

$c$  é o número de classes.

Quando o valor calculado se aproxima de 0, diz-se que a classe é pura, ou seja, os elementos foram classificados corretamente. Por outro lado, se o valor do índice tender a 1, o número de classes distribuídas aleatoriamente no nó aumenta, e ele é considerado impuro.

De forma a evitar um crescimento descontrolado no tamanho da árvore e super ajuste aos dados de treino, foi acrescentado ao algoritmo parâmetros de controle incluídos no pacote. Para a opção *minbucket*, que fornece o menor número de observações em um nó, foi adotado o valor 1, mesmo valor adotado para o campo *minsplit*, como adotado por Huang et. al (2017). Por último, o parâmetro *maxdepth*, o qual controla a quantidade de camadas da árvore, assumiu dois valores. Na árvore pré-poda, utilizou-se o valor *default* do algoritmo, 30 camadas. Além disso, o parâmetro foi utilizado para podar a árvore, assumindo o valor de 4 camadas para a melhor compreensão da relação das variáveis mais importantes e reduzindo sua complexidade.

A importância das variáveis foi outro fator determinante para o modelo, já que a partir da ordem obtida, foi possível determinar quais questões mais influenciaram no nível de consciência do usuário. A partir disso, foi gerado um novo modelo com apenas 4 variáveis mais importantes. Sendo assim, foram gerados 4 modelos de ADs, seguindo as seguintes premissas:

- 1º modelo: Todas as variáveis e 30 camadas;
- 2º modelo: Todas as variáveis e 4 camadas;
- 3º modelo: Variáveis mais importantes e 30 camadas;
- 4º modelo: Variáveis mais importantes e 4 camadas.

O método da matriz de confusão foi utilizado para confrontar a distribuição dos resultados previstos pelo modelo e reais do banco de dados para, conseqüentemente, aplicação da acurácia, uma métrica de avaliação (MARKOULIDAKIS et. al, 2021; MÃO DE FERRO,

2021). O modelo de matriz de confusão utilizado neste trabalho foi de uma matriz multiclasse 3x3 (Quadro 2) onde os valores da diagonal principal revelam as classes que foram preditas corretamente, enquanto as demais representam erros na predição. Sendo assim, os elementos da diagonal principal da matriz são denominados Verdadeiros Positivos (VP), enquanto os demais são ditos Falsos Negativos (FN).

Quadro 2 – Estrutura de uma Matriz de Confusão Multiclasse

MATRIZ DE CONFUSÃO		Valores Preditos		
		Baixo	Médio	Alto
Valores Reais	Baixo	$X_{B,B}$	$X_{M,B}$	$X_{B,A}$
	Médio	$X_{M,B}$	$X_{M,M}$	$X_{M,A}$
	Alto	$X_{A,B}$	$X_{A,M}$	$X_{A,A}$

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

À disposição da matriz de confusão do modelo, pôde-se chegar ao cálculo das métricas que medem a performance dos algoritmos de classificação. Embora, para uma matriz multiclasse, apenas algumas métricas são utilizadas com mais frequência (acurácia, precisão, sensibilidade e  $F_1$ -Score) obtidas por meio de relações entre VP e FN e apresentadas por Markoulidakis et. al (2021), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Métricas de Performance para Matriz Multiclasse

Métrica	Fórmula	Parâmetros
<b>Acurácia</b> ( <i>Accuracy</i> )	$A_{CC} = \frac{\sum_i^N VP(C_{i,i})}{\sum_i^N \sum_j^N C_{i,j}}$	Treino: 80% Teste: 75%
<b>Precisão</b> ( <i>Precision</i> )	$P_i = \frac{VP(C_i)}{VP(C_i) + FN(C_i)}$	Treino: 80% Teste: 70%
<b>Sensibilidade</b> ( <i>Recall</i> )	$R_i = \frac{VP(C_i)}{VP(C_i) + FN(C_i)}$	Treino: 80% Teste: 70%
<b>F1-Score</b>	$F_1 = 2 \cdot \frac{P_i(C_i) \cdot R_i(C_i)}{P_i(C_i) + R_i(C_i)}$	Treino: 80% Teste: 75%

Fonte: Adaptado de MARKOULIDAKIS et. al (2021)

Onde as letras i e j podem assumir a representação das iniciais das classes referentes aos níveis de consciência: baixo (B), médio (M) e alto (A).

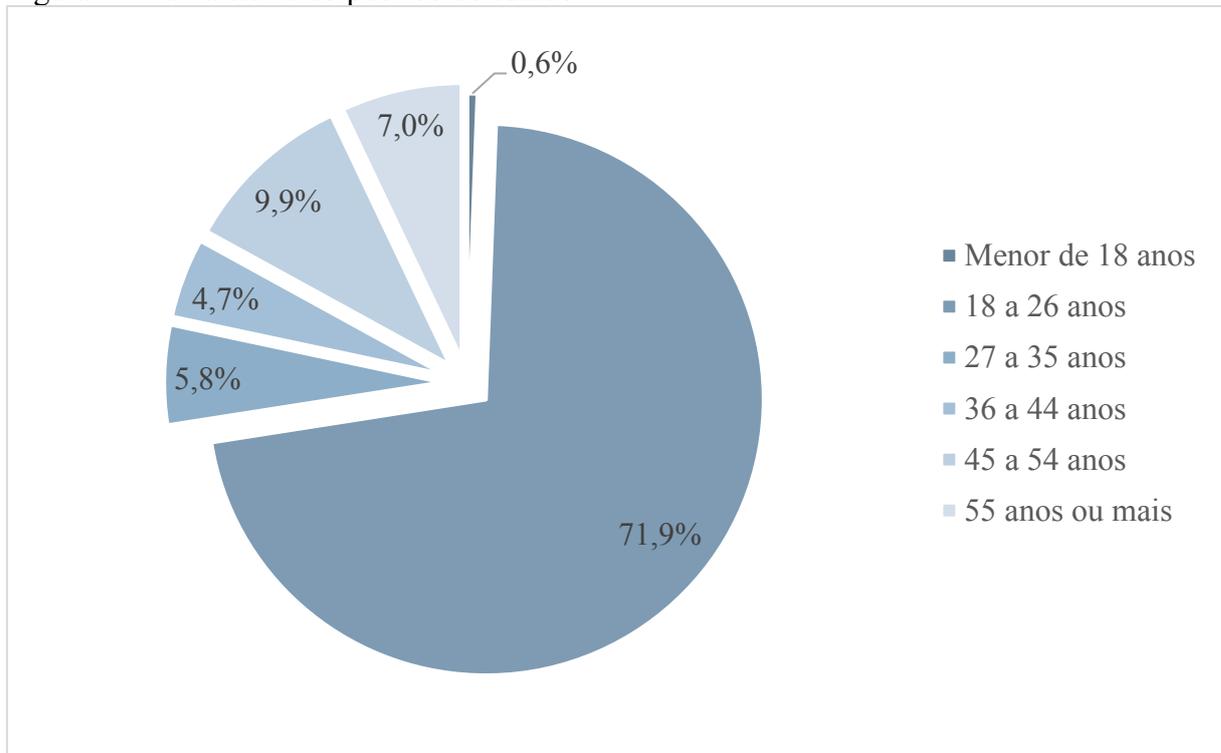
Esse tipo de avaliação definiu quais modelos foram mais eficientes na classificação dos dados de treino e teste. Sendo assim, possível verificar a ocorrência de problemas no algoritmo como o *overfitting*, problema relacionado ao super ajuste do modelo aos dados de treino e baixa eficiência na predição dos dados de teste. Além de outro problema recorrente em *machine learning*, o *underfitting*, observado quando o modelo apresenta baixíssima acurácia, tanto nos dados de teste quanto nos dados de treino, resultado de um baixo ajuste aos dados e/ou interpretação das correlações (BASHIR *et al.*, 2020; MÃO DE FERRO, 2021).

Com base em trabalhos anteriores que usaram árvores de decisão (ADs) para classificação (SHAIKHINA, 2017; JESUS, 2021), considerou-se os parâmetros dispostos na Tabela 3 para as métricas, tanto para treino como para teste. Vale ressaltar que a acurácia foi a principal métrica para a avaliação dos modelos, já que todos são modelos de classificação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram aplicados 174 questionários, dos quais 130 foram respondidos por discentes e 44 por docentes do curso de engenharia civil. Os entrevistados que se identificaram como discentes apresentaram faixa etária média de 18 a 26 anos, enquanto que os identificados como docentes possuíam idade entre 45 e 54 anos, predominantemente. No total, 71,9% dos entrevistados tinham idade entre 18 a 26 anos (Figura 4).

Figura 4 – Faixa etária do público do estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 4.1 Avaliação do perfil comportamental dos consumidores

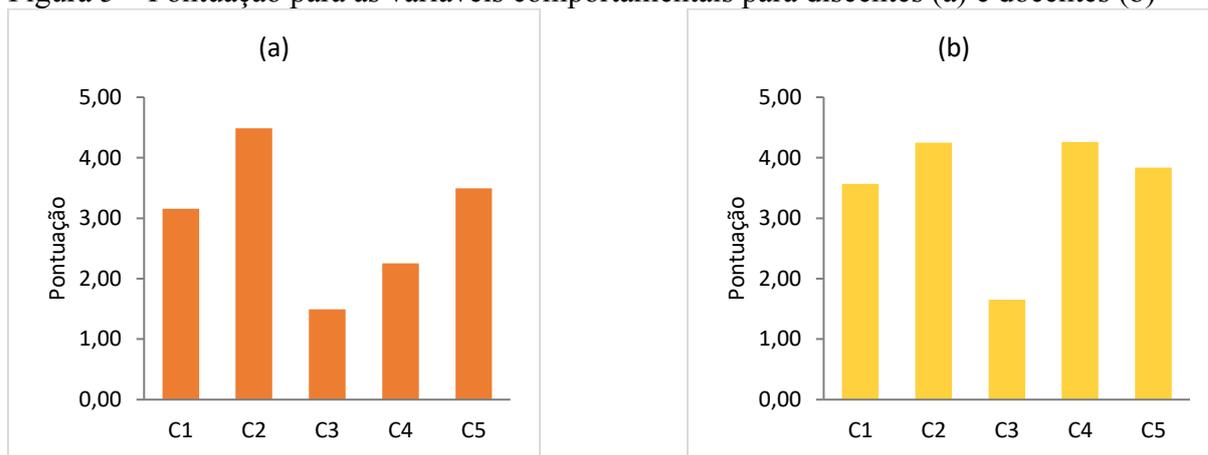
#### 4.1.1 Variáveis Comportamentais

As variáveis comportamentais, representadas pelas identificações (ID) C1, C2, C3, C4 e C5, buscaram descrever o comportamento dos usuários em hábitos do dia a dia ligados as atividades básicas e rotineiras que podem gerar desperdício.

Considerando os resultados obtidos para a população de discentes, representada pela Figura 5(a), a variável com maior pontuação (4,48), foi a que questionou os entrevistados sobre a ação de fechar torneiras enquanto ensaboam as mãos ou escovam os dentes (C2). Já em

relação aos resultados da Figura 5(b), observou-se que a variável que aponta a frequência de rega das plantas (C4) foi a que mais pontuou entre os docentes, com 4,26 pontos, seguida pela variável C2, com 4,25 pontos. A variável que apresentou menor pontuação nas duas amostras foi a que dizia respeito a frequência de lavagem de quintais e/ou calçadas, com 1,49 e 1,65, para discente e docentes, respectivamente.

Figura 5 – Pontuação para as variáveis comportamentais para discentes (a) e docentes (b)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A partir desses resultados, pôde-se inferir que nas variáveis C1, C2, C4 e C5, onde uma pontuação acima de 4,0 na escala Likert indicaria um comportamento cauteloso, apenas a variável C2 teve uma boa sensibilidade ao uso consciente nos dois públicos.

Percebendo assim que os respondentes se mostraram dispostos a fechar torneiras quando estão realizando a higiene das mãos. Um ato simples, mas que foi incessantemente incentivado pelos órgãos de saúde de todo mundo. Em 2021, a OMS reforçou a importância da higienização das mãos como principal meio de conter infecções e doenças, principalmente a Covid-19. Com esse incentivo, algumas companhias de saneamento básico notaram um aumento no consumo em decorrência desse período. O consumo de água no Ceará teve um aumento de 6% no primeiro trimestre do ano de 2021, se comparado a 2019, antes da pandemia. Entretanto, sem as campanhas de educação trabalhadas pela mídia, esse aumento poderia ter sido maior (CAGECE, 2021).

Em relação ao resultado da variável C1, observou-se que o público de discentes não realiza banhos curtos com muita frequência, pontuando mais próximo de “às vezes” (3,15 pontos). Enquanto docentes realizam a prática um pouco mais frequente (3,57), porém ainda não satisfatório do ponto de vista econômico.

A Organização Mundial da Saúde (2011) indicou que a duração ideal de um banho é de cerca de 5 minutos, tanto para a economia quanto para a saúde da pele. Os fatores que

influenciam essa ação são, predominantemente, clima e idade. Segundo análise da médica membro da diretoria da Sociedade Brasileira de Dermatologia no Rio de Janeiro, Regina Schechtman (2021), pessoas que vivem em locais de clima quente, como o Brasil, tendem a fazer a prática com mais frequência. Diferentemente de países frios, como a Inglaterra e Turquia, onde somente cerca de metade da população tomam banho todos os dias. Quanto à idade, Demoscopia (2015) revelaram, em um estudo realizado na Espanha, que a população mais jovem, por ser mais ativa e produzir mais suor, tende a ter uma maior frequência de banhos na semana e com maior duração. Com base nisso, como a maior parte do público do estudo é jovem, era esperado que a frequência não fosse alta.

Questionados a respeito da lavagem de quintais ou calçadas, representada pela variável C3, as respostas predominantes foram “nunca” ou “raramente”. A lavagem desses espaços tem alto consumo de água, quantificada em cerca de 279 litros a cada 15 minutos utilizando mangueiras, segundo a Sabesp. Logo, os usuários se mostraram adeptos de formas alternativas para a higienização destes lugares.

A respeito da frequência da rega de plantas no início do dia ou pela noite, a variável C4 apresentou proporções diferentes para os dois públicos. Para discentes, a pontuação obtida (2,25) indicou que raramente a rega é feita desta forma. Já os docentes afirmaram que realizam a atividade com mais frequência (4,26). A rega no início do dia ou durante a noite evita maiores perdas por evaporação, sendo os horários ideais para que não seja necessário regar novamente durante o dia, fornecendo quantidade suficiente para as plantas. Essa atividade exige muita água, principalmente em condições quentes e secas (HURD, 2006).

Por fim, a variável C5 buscou quantificar o uso da máquina de lavar em sua capacidade total, que possui um consumo de 135 litros a cada lavagem. Nesse caso, o grupo de discentes apresentou pontuação entre hábitos frequentes e ocasionais (3,49). Já o grupo de professores revelou um hábito mais próximo de lavagens na capacidade total frequentes (3,84). Desta forma, observou-se que este hábito deve ser melhorado em ambos públicos, já que é uma atividade que demanda alta quantidade de água e por vezes, o tempo do usuário.

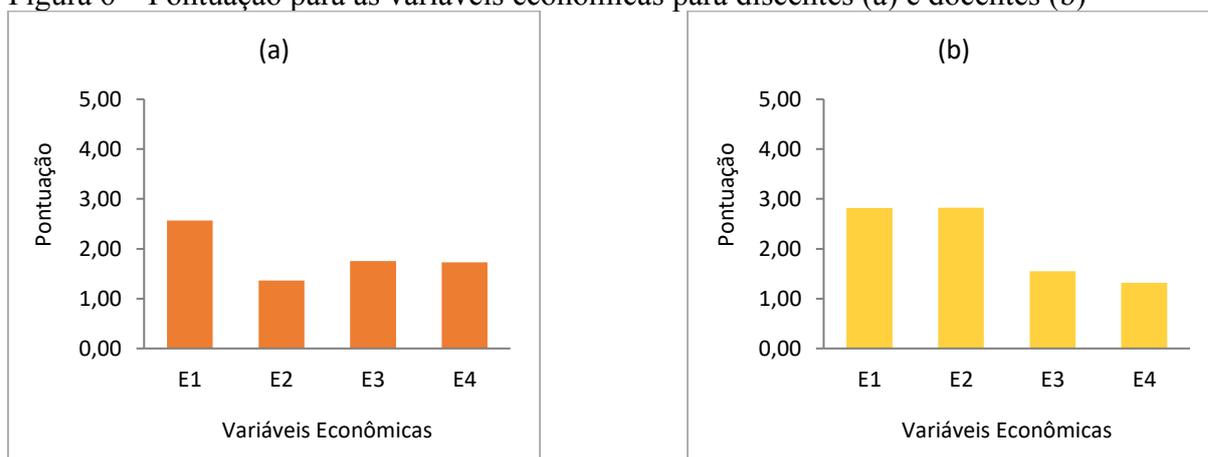
Em síntese, esperava-se que as ações sustentáveis representadas pelas variáveis C1, C2, C4 e C5 apresentassem pontuação acima de 4,0 para caracterizar um consumidor mais consciente com o consumo. Entretanto, somente a variável C2 alcançou esta pontuação nos dois públicos estudados, revelando que o nível de conscientização dos consumidores não foi satisfatório para as demais atividades. Quanto a variável C3, uma pontuação baixa inferior a 2,0, caracterizaria um bom comportamento, algo concretizado nas duas amostras.

#### 4.1.2 Variáveis Econômicas

As variáveis econômicas, representadas pelas identificações (ID) E1, E2, E3 e E4, buscaram refletir o comportamento econômico dos usuários em hábitos do dia a dia que resultem em ações que podem gerar economia de água.

Considerando os resultados obtidos para a população de discentes, representada pela Figura 6(a), a variável com maior pontuação (2,57), foi a que questionou os entrevistados sobre a ação de verificar vazamentos na residência (E1). Já observando os resultados da Figura 6(b), a variável que representava o uso de baldes na lavagem de veículos (E2) obteve a mesma pontuação que a variável E1 (2,82) no público de docentes. Enquanto que, no público de discentes a variável E2 foi a que recebeu menor pontuação (1,36).

Figura 6 – Pontuação para as variáveis econômicas para discentes (a) e docentes (b)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em geral, observou-se que as variáveis econômicas obtiveram pontuações distantes do que seria positivo do ponto de vista econômico. Todas indicaram que as ações que visam economia de água são realizadas com frequências de “às vezes”, “raramente” ou “nunca”, segundo a escala de Likert.

Analisando especificamente cada variável, verifica-se que a primeira questão econômica, que abordou o hábito de verificar vazamentos ao sair de casa (E1), foi a que obteve a maior pontuação em ambos os públicos. Indicando que, a prática ocorre ocasionalmente na residência, apesar da alta taxa de desperdício gerada por problemas desta natureza. Identificar a origem do vazamento é de fundamental importância para uma solução rápida, evitando grandes desperdícios e custos ao usuário, ideia reforçada pela empresa BRK Ambiental (anteriormente, Odebrecht Ambiental, 2015).

Quanto a economia na lavagem de automóveis, questão abordada pela variável E2, os resultados indicaram que os discentes não se mostraram adeptos da utilização de baldes no processo de lavagem do(s) veículo(s), com uma frequência de quase nunca (1,36). Enquanto isso, os docentes pontuaram com 2,82 em média, indicando a prática maior, porém ainda insatisfatória do ponto de vista econômico. Vale ressaltar que, somente 41% dos entrevistados possuíam veículos, os demais opinaram com “não se aplica” por não possuírem o meio de transporte referido.

Vale lembrar que a atividade de higienização dos veículos é responsável por uma parcela significativa do consumo de água potável. No Brasil, essa prática é responsável por consumir 3,7 milhões de m<sup>3</sup>/mês em 32.700 postos de lavagem, que corresponde ao consumo mensal de uma população de 600 mil habitantes (RODRIGUES et. Al, 2021; SOUZA FILHO, 2017). Dessa forma, um método mais econômico seria a utilização de baldes que possibilitariam um consumo de apenas 40 litros de água por lavagem, segundo recomendações da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE, 2012).

Em relação a coleta de águas pluviais (E3), ação destinada a utilizar água de chuva em atividades diversas, os entrevistados foram questionados em qual frequência realizam essa coleta. Os dois públicos demonstraram realizar a ação esporadicamente, com pontuação de 1,75 e 1,55 para discentes e docentes, respectivamente. De forma geral, o uso de cisternas urbanas não é comum na Região Metropolitana de Fortaleza, local onde os entrevistados residem (CIRILO, 2008; SOUSA, 2014). Essa região, em sua maior parte, não está inserida no clima semiárido (IPECE, 2020), assim, a preocupação em adaptar a infraestrutura das casas com dispositivos de coleta de água pluvial é pouco encontrada e a cultura pouco difundida entre a população.

Já no restante do estado do Ceará, o clima é predominantemente semiárido, com índices pluviométricos inferiores à 800 mm ao ano (Ministério Nacional da Integração, 2017). Assim, o armazenamento de águas pluviais em cisternas se mostrou uma estratégia eficiente como uma medida de convivência com as secas (SILVA et. al, 2020).

Além dessa estratégia, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe em seu catálogo, a NBR 15527:2019 que especifica os requisitos e parâmetros necessários para o uso de águas pluviais para fins não potáveis. Dessa forma, a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva possibilita o aumento da oferta de água na edificação e reduz as demandas nos sistemas públicos de abastecimento de água (MOREIRA, 2006).

Outra maneira de aproveitamento de água para fins não potáveis, é a utilização de águas cinzas (E4). O termo água cinza se refere às águas residuárias provenientes de lavatórios,

águas de banho, máquinas de lavar e cozinha (TELES, 2019; GOLÇALVES *et al.*, 2010). Quanto ao seu uso, os entrevistados demonstraram que pouco realizam a prática, pontuando entre 1 e 2 na escala de Likert. A rejeição dessa cultura é resultante do preconceito com a reutilização dos esgotos, além de fatores como ambiente rural e urbano, poder aquisitivo e grau de informação (TELES, 2019; HESPANHOL, 2003). Diante da observação dos autores, pode-se atribuir os resultados à falta de informação das populações investigadas, mesmo sendo de origem acadêmica. Essa possibilidade revela uma deficiência no incentivo da prática do reuso das águas por parte das instituições, já que o público está diretamente ligado ao meio acadêmico.

A viabilidade dos sistemas de reuso já é algo comprovado por sua economia financeira e ambiental. No Ceará, o Projeto Paulo Freire rende bons resultados nas comunidades rurais com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), incentivando a economia local. O aproveitamento de águas cinzas é utilizado na agricultura familiar, possibilitando o cultivo de plantas e hortaliças, resultado de um investimento de cerca de R\$ 3.000,00 por residência (CEARÁ, 2020).

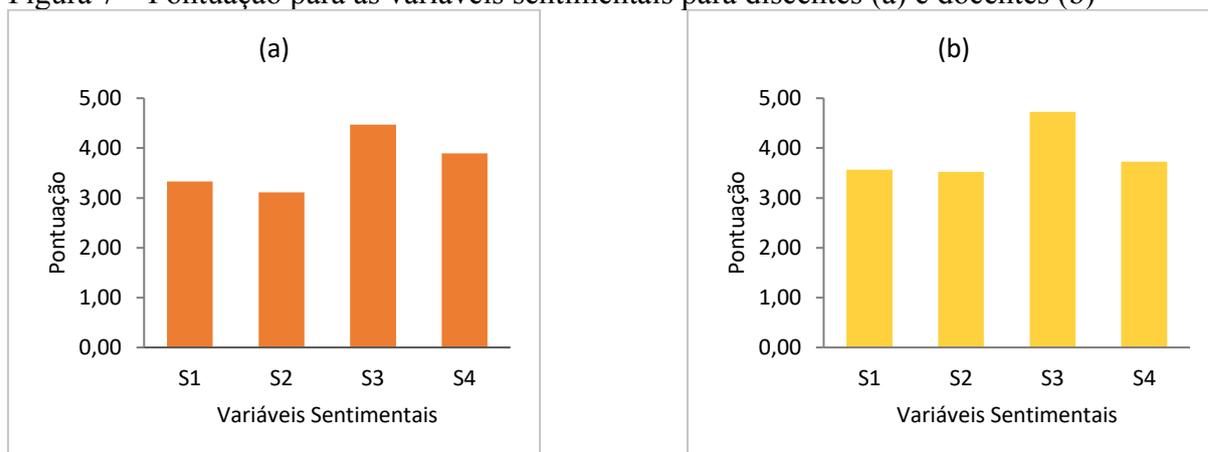
As variáveis econômicas foram as que apresentaram a menor pontuação por conjunto, admitindo por referência que melhores pontuações do ponto de vista econômico são próximas de 4,0. À vista disso, as populações entrevistadas não se mostraram muito adeptas de atitudes econômicas que reduzem o consumo de água.

#### **4.1.3 Variáveis Sentimentais**

As variáveis sentimentais, representadas pelas ID's S1, S2, S3 e S4, buscaram explicar a sensibilidade dos usuários em questões que refletem a preocupação e interesse em preservar a água para consumo.

Considerando os resultados obtidos para as duas populações (Figura 7), a variável com maior pontuação abordou os entrevistados a respeito da importância da educação para o consumo consciente de água (S3), pontuando com 4,47 e 4,73 para discentes e docentes, respectivamente. Em seguida, a variável que demonstrou o interesse pelos equipamentos de economia de água (S4) obteve pontuações próximas a 4,0, em ambos os públicos. Enquanto as variáveis que abordavam a confiança na família em economizar água (S1) e o incômodo ao perceber banhos demorados em outras pessoas (S2) obtiveram pontuações superiores a 3,0, porém inferiores à 4,0 na escala de Likert.

Figura 7 – Pontuação para as variáveis sentimentais para discentes (a) e docentes (b)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observando os resultados das variáveis sentimentais, nota-se que apesar de apresentarem pontuações superiores às anteriores, somente a variável S3 apontou bons resultados para a alta sensibilidade sobre questões de economia de água, no ambiente doméstico. Contudo, as demais variáveis pontuaram acima de 3,0 pontos na escala de Likert, o que indicou que há uma tendência para que o sentimento demonstrado por essas questões ocorresse com mais frequência.

As variáveis S1, S2 e S3 tiveram foco na opinião do entrevistado a respeito da cultura de economia de água no ambiente familiar. Com pontuação de 3,33 para discentes e 3,57 para docentes, o nível de confiança na capacidade de economia da família (S1) não pode ser considerado alto em nenhum dos dois públicos. Esses resultados não mostraram um alto grau de confiança na família, para nenhuma das duas populações.

Quanto ao incômodo se alguém realiza banhos longos (S2), a variável caracterizou as pontuações mais baixas desse grupo, 3,12 e 3,52 para discentes e docentes, respectivamente. Porém, caracterizadas como uma percepção mais próxima de média para discentes e mais próxima de frequente para docentes.

A maior pontuação por variável foi registrada pela variável S3, que levantava a importância da educação de pessoas voltadas para a economia de água. Discentes pontuaram com 4,47 pontos enquanto docentes pontuaram com 4,73 pontos nesta categoria. Isso demonstra uma tendência a uma percepção muito alta a importância da educação consciente para o desenvolvimento de uma sociedade que preze mais pela economia de água.

Já a variável S4 buscou demonstrar o interesse dos entrevistados na instalação de equipamentos que gerem economia de água, na residência. Os resultados demonstraram alto interesse na adoção de equipamentos de economia, com pontuações próximas à 4,0 nos dois públicos. Segundo Guto Ferreira, presidente da Agência Brasileira de Desenvolvimento

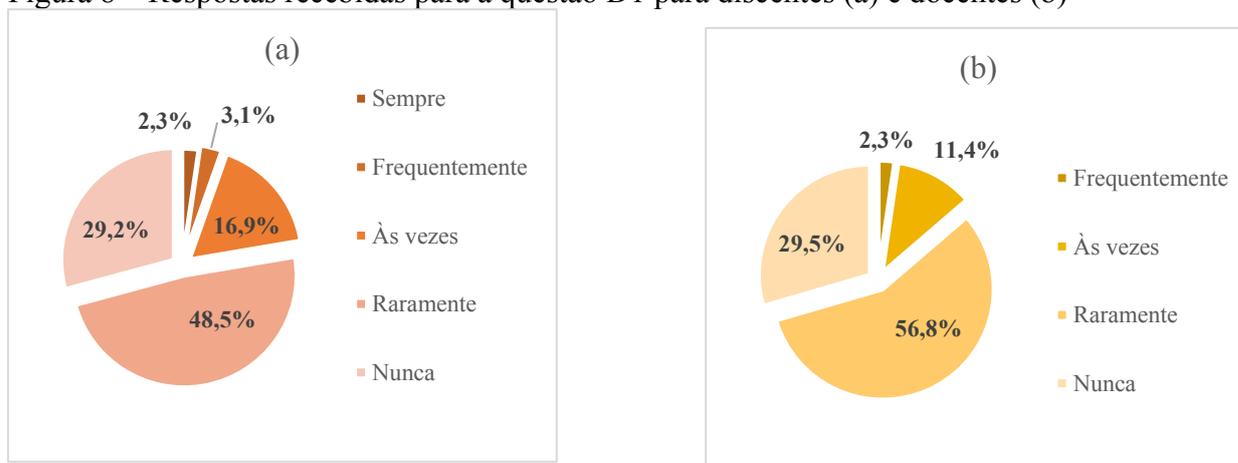
Industrial (2018), a adoção de tecnologias nas residências possibilita uma redução do consumo entre 30% e 40% de água.

#### 4.1.4 Variáveis Descritivas

As variáveis descritivas buscaram identificar a ocorrência de vazamentos na residência dos entrevistados (D1) e a existência de equipamentos de economia de água nos ambientes familiar (D2) e profissional (D3).

Para a primeira questão (D1) desta classe, de acordo com as respostas recebidas no formulário, a maior parte da população de discentes (Figura 8a) e docentes (Figura 8b), raramente ou nunca apresenta vazamentos em suas residências. Enquanto isso, apenas 2% do primeiro público relatou uma frequência alta (sempre) ao passo que nenhum docente relatou essa opção. Já a resposta “às vezes” apareceu em 17% nas respostas dos discentes e 11% nas respostas de docentes.

Figura 8 – Respostas recebidas para a questão D1 para discentes (a) e docentes (b)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O resultado positivo desta variável pode ser relacionado ao abordado na variável E1. Como apontado, os dois públicos demonstraram realizar a prática ocasionalmente (às vezes) na residência. Essa verificação, mesmo com uma frequência regular, diminui a incidência de vazamentos mais graves que aumentem consideravelmente o consumo. A ocorrência de vazamentos aparentes e não aparentes em residências pode contribuir fortemente para um aumento na conta de água do consumidor, já que um simples gotejamento de uma torneira pode consumir cerca de 46 litros de água por dia (SABESP, 2014; ÁGUAS DE CAMBORIU, 2020).

Além da verificação de vazamentos frequente, outro fator que pode reduzir a incidência de vazamentos e proporcionar um consumo sustentável, é a adoção de equipamentos

e estratégias econômicas no sistema de abastecimento predial/residencial. A escolha por esse tipo de estratégia foi abordada pela variável D2, que destacou que tanto discentes como docentes não têm esse hábito, com índices de 86,36% e 90%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Divisão percentual das respostas à pergunta D2

<b>Respostas à D2</b>	<b>Discentes</b>	<b>Docentes</b>
<b>Sim</b>	10,00%	13,64%
<b>Não</b>	90,00%	86,36%

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Essa proporção, inclinada a não utilização de equipamentos que reduzem o consumo de água, se deve principalmente aos custos iniciais envolvidos na instalação na residência e a acessibilidade desses dispositivos e/ou atitudes, como relatado por alguns entrevistados. Segundo Willis (2011), mesmo com o conhecimento a respeito das vantagens econômicas gerada por aparelhos dessa espécie, os consumidores ainda não optam por novas tecnologias por desconhecerem o período de retorno do investimento.

Em contrapartida, os entrevistados que responderam afirmativamente, tiveram a opção de indicar qual(is) dispositivo(s) e/ou estratégia(s) implantam em seu ambiente familiar. A atitude mais relatada no público de discentes foi a reutilização de águas cinzas, principalmente provenientes da máquina de lavar, para meios não potáveis como lavagem de cômodos, veículos e rega de plantas. Outros relatos indicaram o uso de águas pluviais para os meios não potáveis, como lavagem de veículos e partes da residência, mas nenhum tipo de sistema de coleta, como cisternas, foi mencionado pelos entrevistados.

Algumas respostas afirmativas recebidas pelo público de docentes foram similares ao anterior. A reutilização das águas provenientes da máquina de lavar foi citada com mais frequência que o reuso de águas cinzas. No entanto, dois entrevistados citaram a reutilização de águas tratadas provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do condomínio na irrigação das plantas do jardim. O potencial de aproveitamento do efluente doméstico da ETE para atividades de irrigação é válido desde que os parâmetros de qualidade da água estejam dentro do padrão da Resolução do COEMA nº 2/2017 (CEARÁ, 2017), onde se comprova ser um sistema eficiente, reduzindo a quantidade de esgoto e utilização de água potável para fins menos nobres (BEZERRA *et al.* 2021; LIMA, 2017; DEON, 2010).

Quanto ao uso dessas técnicas e/ou equipamentos no ambiente de trabalho dos entrevistados, indicado pela variável D3, a variedade de respostas foi maior que às recebidas na questão anterior. Por alguns estudantes não estarem inseridos no ambiente de trabalho, 16,15%

do público de discentes responderam “não se aplica”. Uma pequena parcela desta população ainda relatou desconhecer a existência ou não de sistemas de economia de água no trabalho (4,62%). Respostas negativas à variável foram responsáveis por mais da metade (66,15%), enquanto as afirmativas responderam por 13,08%.

Em relação ao público de docentes, mesmo compartilhando o mesmo ambiente de trabalho, a proporção das respostas foi distribuída. Apenas 20,45% afirmaram existir sistemas de economia de água na Universidade, 22,73% não souberam responder e 56,82% afirmaram não existir qualquer forma de aproveitamento dos recursos hídricos de forma sustentável.

Os resultados para os dois públicos estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5 – Divisão percentual das respostas à pergunta D3**

<b>Respostas à D3</b>	<b>Discentes</b>	<b>Docentes</b>
<b>Sim</b>	13,08%	20,45%
<b>Não</b>	66,15%	56,82%
<b>Não soube responder</b>	4,62%	22,73%
<b>Não se aplica</b>	16,15%	0,00%

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A transparência das empresas na adoção de medidas sustentáveis contribui para a melhoria da imagem e incentiva ações amigáveis ao meio ambiente por parte dos seus colaboradores. Esse tipo de estratégia, além da economia no uso dos recursos ambientais, apresenta um retorno positivo economicamente, já que equipamentos ecológicos e tecnológicos reduzem o consumo de água e energia elétrica, melhorando assim o fluxo de caixa das companhias (JIZI, 2017; SILVA, 2019).

Mesmo dispondo dessas vantagens, infere-se que poucas empresas adotam essas medidas, ou se adotam, não investem na transparência das ações para os funcionários. Diante dessa deficiência, programas que incentivem a redução de água nas empresas são uma forma de dar suporte para essa transição, como a iniciativa da empresa Ambev com o Sistema de Autoavaliação de Eficiência Hídrica (SAVEh). A proposta da Ambev já reduziu em 34% o consumo de água em mais de 150 empresas e indústrias cadastradas, somente no ano de 2018 (Ambev, 2018).

Por outro lado, apesar da baixa taxa de respostas positivas, os discentes relataram com frequência o uso de torneiras com dispositivos redutores de vazão e com fechamento automático nos banheiros. Outras ações citadas incluíam o reaproveitamento das águas provenientes das pias para a descargas dos mictórios e bacias sanitárias, sistema de duplo

acionamento de descarga e cartazes educativos com instruções para atividades que necessitam de água, como higiene das mãos, banhos e descargas sanitárias. Um entrevistado citou que a empresa a qual pertencia, faz relatórios mensais do consumo e, caso haja um aumento imprevisto, medidas corretivas são tomadas para que o consumo esteja numa margem pré-estabelecida.

Quanto ao público de docentes, vale ressaltar que apesar de dividirem o mesmo espaço profissional, o desencontro das respostas pode ser associado à transparência da universidade quanto às tecnologias aplicadas, já que muitos docentes relataram não saber informar se havia alguma preocupação com o consumo de água. Os entrevistados que responderam afirmativamente (20,45%) defenderam que existem alertas para consumo em alguns blocos acadêmicos, dispositivos de controle de vazão em descargas sanitárias e preocupação com vazamentos. Em contrapartida (56,82%) disseram não haver essa preocupação, relatando problemas com vazamentos nas estruturas.

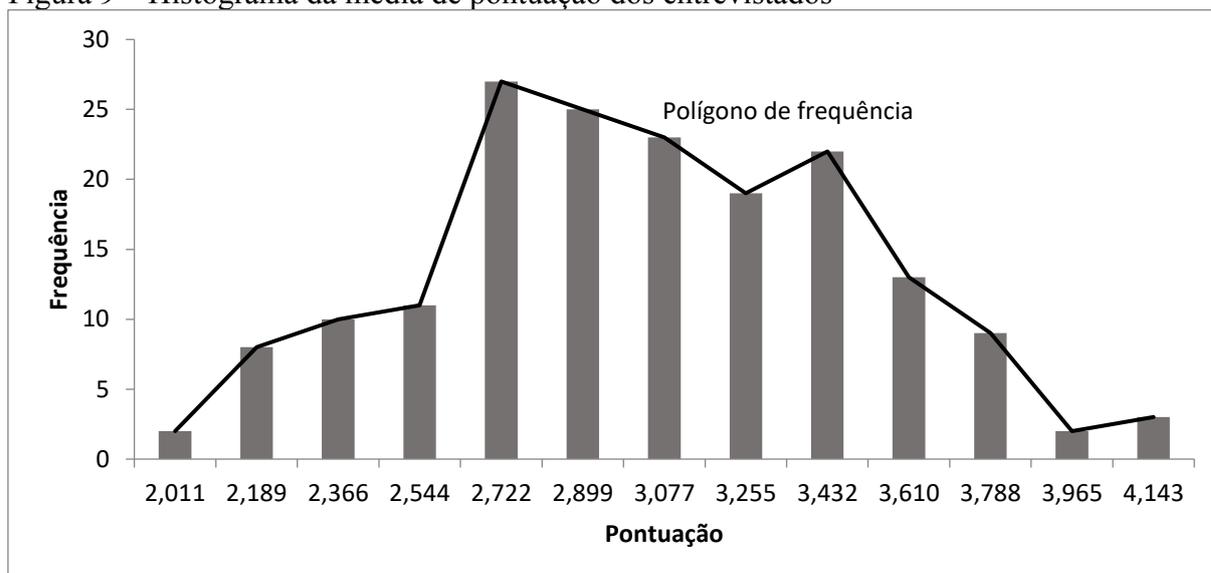
Em 2018, a UFC começou a colocar em prática o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) para o quinquênio 2018-2022, que dispõe de ações na universidade em diversas áreas, incluindo gestão ambiental, onde destaca a instalação de equipamentos de otimização do consumo de água e energia. Dentre as iniciativas, estão inclusos a adequação das unidades à tecnologias de redução de consumo de água e a execução de projetos de águas pluviais (UFC, 2018).

Ao analisar o histórico de consumo disponível, que dispõe apenas dos anos de 2019, 2020 e 2021 (ainda não completo), observou-se uma redução de cerca de 37% no consumo de 2020, em relação ao ano de 2019. Entretanto, esse resultado positivo não pode ser atribuído à instalação de equipamentos de economia, como ressalta o plano, mas sim à pandemia de covid-19, já que a partir de março de 2020 o regime de aulas passou a ser remoto (UFC, 2021).

#### **4.1.5 Classificação do nível de consciência**

Tendo por base os resultados obtidos no procedimento de pontuação das variáveis, os valores obtidos na variável *class* foram distribuídos em um histograma. Ao traçar o polígono de frequência, observou-se que as 4 pontuações centrais corresponderam, juntas, à 54,02% das pontuações dos respondentes. Enquanto as pontuações dos extremos, tanto a mais positivas (próximas à 5) quanto as mais negativas (próximas à 2) obtiveram as menores frequências, conforme representado na Figura 9.

Figura 9 – Histograma da média de pontuação dos entrevistados



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

De acordo com o nível de consciência, que foi classificado seguindo as pontuações da variável *class*, observou-se que a maioria dos dois públicos (63,2%) está inserida no nível de consciência médio. O público de discentes tem 80% das pontuações entre médio e alto, enquanto o público de docentes tem 88,7% das pontuações incluídas nessa mesma classificação (Tabela 6).

Tabela 6 – Classificação dos grupos segundo o nível de consciência de consumo de água

Grupo	Baixo	Médio	Alto
<b>Discentes</b>	20,0%	60,8%	19,2%
<b>Docentes</b>	11,4%	70,5%	18,2%
<b>Total</b>	<b>17,8 %</b>	<b>63,2%</b>	<b>19,0%</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

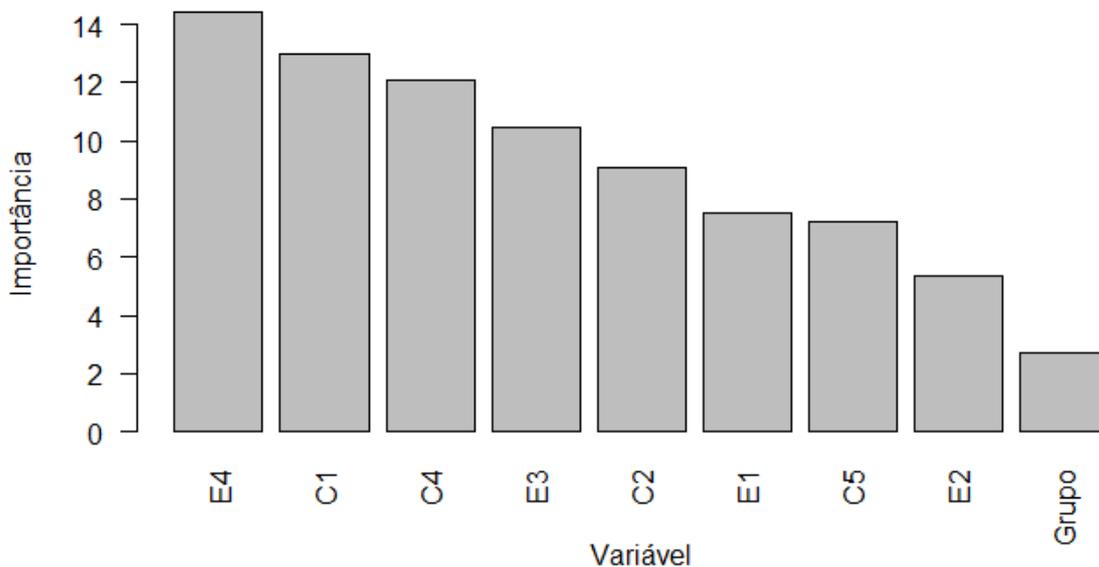
Esperava-se que, por se tratar de um grupo em contato com o ambiente acadêmico, a população de discentes e, principalmente, a de docentes apresentasse um nível de consciência de consumo de água alto. Porém, como apenas 19% do público total apresentou nível de consciência alto, conclui-se que o nível de instrução não tem grande influência sobre o uso racional de água, assim como apontado nos estudos de Hasan, Razali e Razali (2021) e Feital et. al (2008).

## 4.2 Modelos descritivos do comportamento

### 4.2.1 Método 1 – Todas as variáveis

Tendo por ponto de partida a repartição dos dados em teste e treino, o primeiro método utilizou todas as variáveis do banco de dados. Em seguida, o método de árvore de decisão apontou as variáveis E4 (utilização de águas cinzas), C1 (banhos até 5 minutos), C4 (rega das plantas a noite ou início da manhã) e E3 (coleta de águas pluviais) como as mais importantes para definir um perfil de uso consciente da água (Figura 10).

Figura 10 – Ordem de importância das variáveis pelo método de árvore de decisão



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Sendo assim, é ressaltada a importância da variável E4 pois usuários que aproveitam águas cinzas sempre ou com frequência têm alto nível de consciência de consumo, pois é uma forma de uso racional da água que contribui para controle das perdas e desperdícios, além de minimizar a disposição de efluentes no ambiente (CUNHA et. al, 2011).

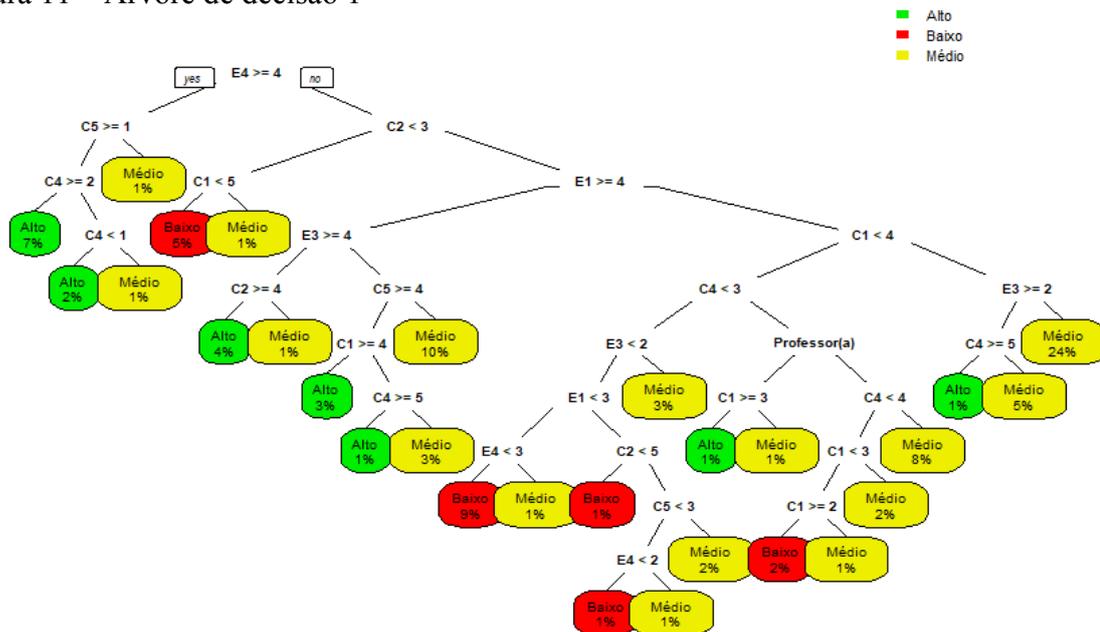
Ainda segundo a Figura 10, foi possível observar que a variável Grupo foi a menos relevante para o modelo. Sendo assim, a divisão como docente e discente pouco influenciou o nível de consciência de consumo de água do usuário.

A Figura 11 expõe a árvore de decisão construída com todas as variáveis do modelo. Cada folha da árvore apresentou a classificação do nível de consciência e a porcentagem de observações naquele nó. Observa-se que a primeira divisão realizada pela árvore é em torno da

variável E4 (mais importante), na qual respondentes com pontuação maior ou igual a 4 na escala de Likert foram classificados com o de o nível de consciência alto ou médio, dependendo também da pontuação nas variáveis C5 e C4.

Em contrapartida, para os usuários que obtiveram pontuação inferior à 4, a árvore apresentada na Figura 11 apresentou muitos desdobramentos, dificultando a compreensão em decorrência do alto grau de complexidade.

Figura 11 – Árvore de decisão 1



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em relação à porcentagem de observações nos nós, o modelo 1 obteve distribuição de 18% para a classe “Baixo”, 63% para a classe “Médio” e 19% para a classe “Alto”. Comparando ao calculado no nível de consciência, os valores foram bastante próximos, indicando uma representação fiel aos resultados da Tabela 6.

Em seguida, foi produzida uma matriz de confusão, para quantificar os erros e acertos obtidos com o presente modelo para os dados de treino (Tabela 7) e dados de teste (Tabela 8), e avaliar o desempenho do modelo.

Tabela 7 – Matriz de confusão do modelo 1 gerada com dados de treino

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	23	0	0
	Baixo	0	21	1
	Médio	0	0	77

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

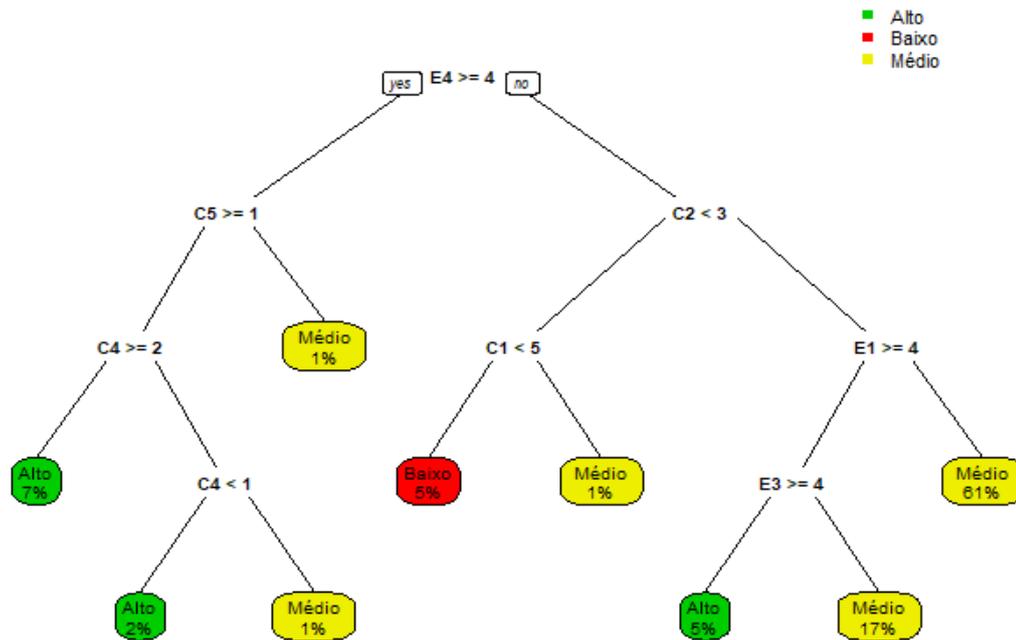
Tabela 8 – Matriz de confusão do modelo 1 gerada com dados de teste

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	6	0	4
	Baixo	0	8	1
	Médio	5	1	27

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em decorrência do alto grau de complexidade e distribuição em muitas camadas da AD 1, buscando uma melhor visualização dos dados, optou-se pelo procedimento de impedimento de crescimento da árvore por meio da poda. O parâmetro de controle *maxdepth* foi reduzido para 4, de forma que a árvore podada apresentasse apenas 4 camadas. A árvore pós-poda foi exposta na Figura 12.

Figura 12 – Árvore de decisão 2



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em relação à porcentagem de observações nos nós, o modelo 2 obteve distribuição de 5% para a classe “Baixo”, 81% para a classe “Médio” e 14% para a classe “Alto”. Nesse caso, os valores não foram tão próximos quanto o esperado, pois o algoritmo não foi capaz de encontrar relações mais objetivas no processo de aprendizagem.

Após gerada a árvore de decisão 2, as respectivas matrizes de confusão para o modelo aplicado aos dados de treino (Tabela 9) e teste (Tabela 10) foram produzidas.

Tabela 9 – Matriz de confusão do modelo 2 gerada com dados de treino

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	16	0	7
	Baixo	0	6	16
	Médio	1	0	76

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 10 – Matriz de confusão do modelo 2 gerada com dados de teste

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	4	0	6
	Baixo	0	2	7
	Médio	1	0	32

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para avaliação das duas árvores geradas pelo método 1, foram utilizadas as métricas: acurácias, precisão, sensibilidade e  $F_1$ -score, conforme Figura 13. A partir da figura, observou-se um super ajuste do modelo de árvore de decisão 1 aos dados de treino, já que todas as métricas convergiram para 1,0 (ou 100%). Porém, o mesmo desempenho não foi mantido nos dados de teste, onde as métricas indicaram percentuais entre 76% e 79%, caracterizando um problema de *overfitting*.

A respeito da AD2, resultante da poda da árvore de decisão 1, a acurácia e a precisão se mantiveram satisfatórias, equivalente a 80% e 90%, respectivamente. Porém, a sensibilidade e o  $F_1$ -score tiveram quedas já no período de treino. Na fase de teste, os valores obtidos para sensibilidade foram de 0,53(ou 53%), enquanto para o  $F_1$ -score na faixa de 65%.

Figura 13 – Métricas das árvores de decisão obtidas no método 1

		MÉTRICAS			
		Acc	P	R	F1
AD1	treino	0,99	1,00	0,98	0,99
	teste	0,79	0,76	0,77	0,76
AD2	treino	0,80	0,90	0,66	0,76
	teste	0,73	0,84	0,53	0,65

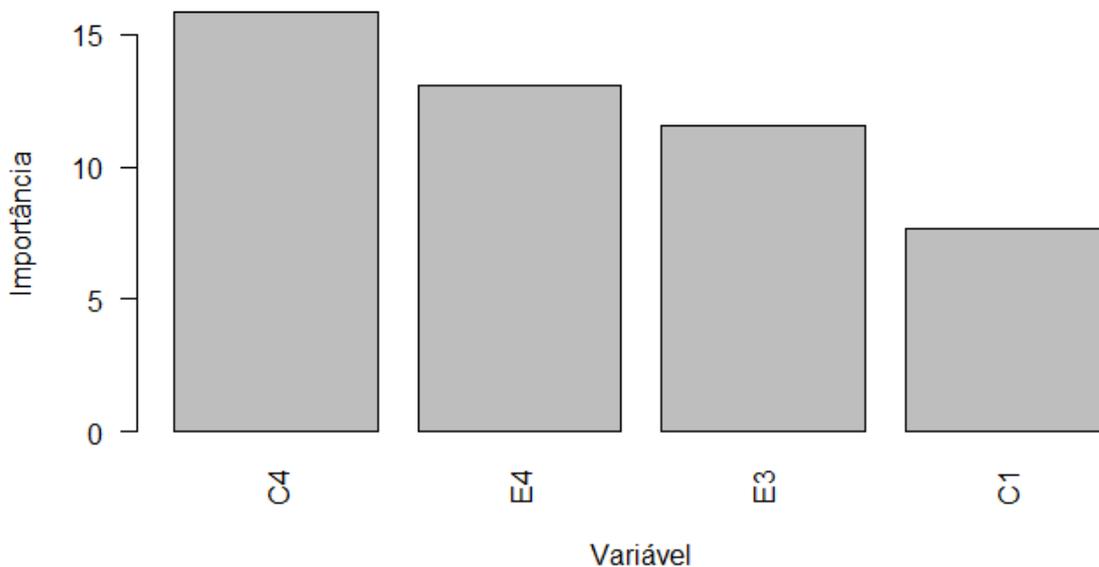
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Apesar de uma árvore mais objetiva, o modelo 2 não se mostrou eficiente para a predição de novos dados por apresentar métricas de desempenho inferiores a 70%, representadas pela cor vermelha. Mesmo com uma diferença notável entre treino e teste, o modelo 1 se mostrou mais eficiente do ponto de vista estatístico, porém de difícil análise e alta complexidade entre as inter-relações das variáveis.

#### 4.2.2 Método 2 – Variáveis mais importantes

Diante da problemática exposta anteriormente, buscou-se criar um modelo menos complexo e mais eficiente. Para tal, o método 2 criou relações apenas com as variáveis mais importantes, apresentadas na Figura 10, em ordem de importância. Com uma nova fórmula relacionando apenas as variáveis E4, C1, C4 e E3, uma nova ordem de importância foi definida pelo algoritmo (Figura 14). A ordem de variáveis importantes foi alterada em relação ao modelo 1, sendo a nova ordem C4, E4, E3 e C1.

Figura 14 – Ordem de importância das variáveis do modelo 2

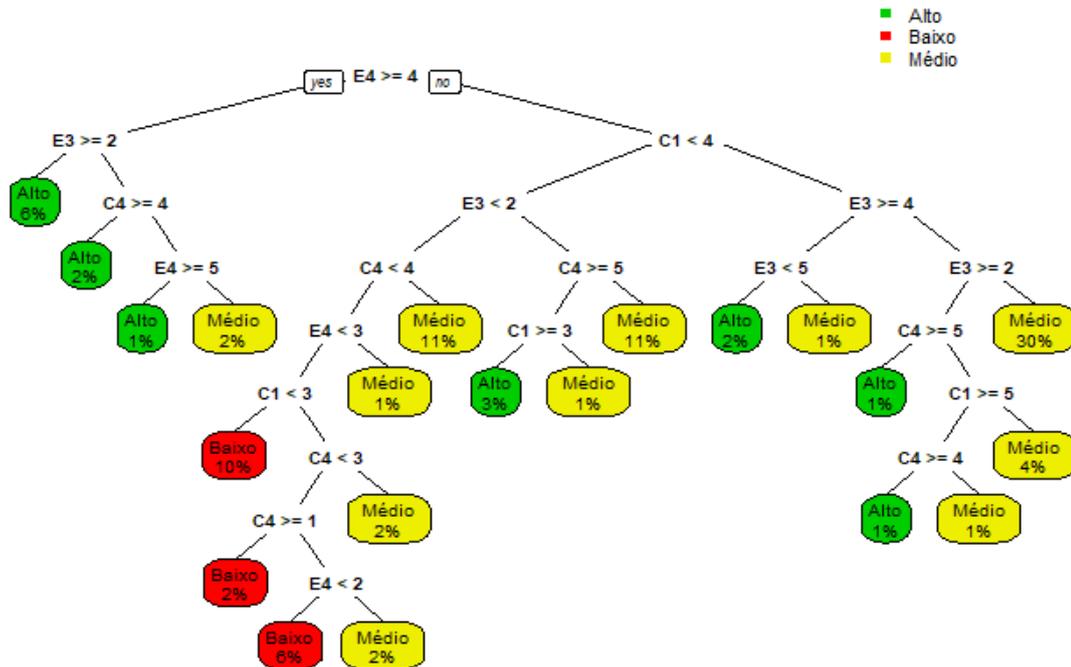


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Neste rearranjo, a rega das plantas ser realizada cedo da manhã ou pela noite (C4) foi considerada a variável mais importante.

A árvore de decisão resultante do terceiro modelo indicou sete possibilidades da classe do usuário ser classificada como “alto”, enquanto a classe “médio” obteve onze possibilidades. Já o nível “baixo” foi disposto por apenas 3 caminhos. A Figura 15 indica as ligações entre os nós da AD3.

Figura 15 – Árvore de decisão 3



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em relação à porcentagem de observações nos nós, o modelo 3 obteve distribuição de 18% para a classe “Baixo”, 66% para a classe “Médio” e 16% para a classe “Alto”. Comparando ao calculado no nível de consciência, os valores foram bastante próximos, indicando uma boa representação aos resultados da Tabela 6, tendo diferença apenas uma pequena diferença entre as classes “médio” e “alto”.

Após gerada a árvore de decisão 3, as respectivas matrizes de confusão para o modelo aplicado aos dados de treino (Tabela 11) e teste (Tabela 12) foram produzidas.

Tabela 11 – Matriz de confusão do modelo 3 gerada com dados de treino

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	20	0	3
	Baixo	0	17	5
	Médio	0	5	72

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 12 – Matriz de confusão do modelo 3 gerada com dados de teste

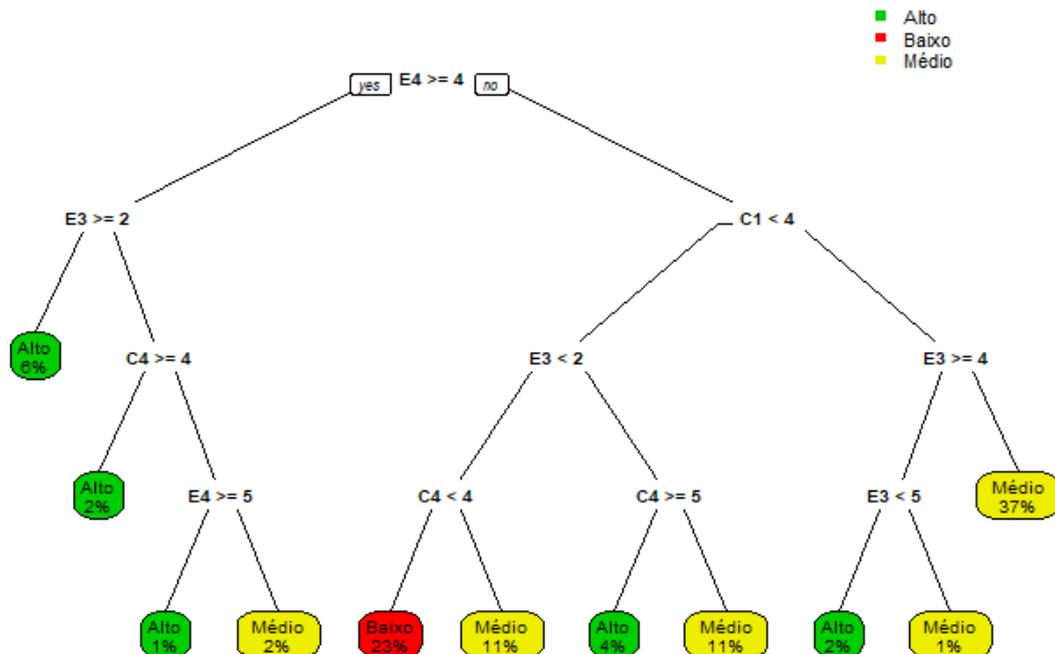
Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	5	0	5
	Baixo	0	8	1
	Médio	1	5	27

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observando a configuração da AD3 (Figura 15), observou-se comportamento semelhante ao encontrado na AD1: alto nível de complexidade, apresentação ininteligível e muitas camadas e ramificações. Dessa forma, seguindo o mesmo caminho, optou-se por um modelo mais simples e conciso, através da poda. Novamente, o parâmetro de controle maxdepth foi reduzido para 4, de forma que a árvore podada apresentasse apenas 4 camadas.

O modelo apresentou quatro possibilidades de classificação para as categorias “alto” e “médio” e apenas um caminho possível para a classificação “baixo”. A árvore pós-poda foi exposta na Figura 16.

Figura 16 – Árvore de decisão 4



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em relação à porcentagem de observações nos nós, o modelo 4 obteve distribuição de 23% para a classe “Baixo”, 62% para a classe “Médio” e 15% para a classe “Alto”. Comparando ao calculado no nível de consciência, os valores foram próximos, indicando uma boa representação aos resultados da Tabela 6, porém com pouca diferença, de até 5%, para os valores reais.

Após gerada a árvore de decisão 4, as respectivas matrizes de confusão para o modelo aplicado aos dados de treino (Tabela 13) e teste (Tabela 14) foram produzidas.

Tabela 13 – Matriz de confusão do modelo 4 gerada com dados de treino

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	18	0	5
	Baixo	0	18	4
	Médio	1	10	66

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 14 – Matriz de confusão do modelo 4 gerada com dados de teste

Matriz de Confusão		Valores Preditos		
		Alto	Baixo	Médio
Valores Reais	Alto	5	0	5
	Baixo	0	8	1
	Médio	0	7	26

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para avaliação das duas árvores geradas pelo método 1, foram utilizadas as métricas: acurácias, precisão, sensibilidade e  $F_1$ -score, conforme Figura 17. Pela disposição das cores, observou-se que os resultados das métricas dos dois modelos do método 2 estiveram dentro do espectro da cor verde, todos tiveram proporções maiores que 0,7 (ou 70%), indicando bom desempenho com dados de teste e treino.

Apesar de nenhuma métrica apresentar desempenho superior a 0,9 (ou 90%), a diferença entre desempenhos para teste e treino foi razoável, com a maior variação sendo de 0,13. Além disso, a variação dos resultados das métricas para a AD1 e AD2 foi baixa, em contra partida às árvores geradas pelo método 1.

No geral, a AD3 teve melhor desempenho, com a principal métrica (Acc) em 89% para treinamento e 77% de acurácia para novos dados. Enquanto isso, a AD4 apresentou os resultados de 84% e 75% para mesma métrica, em relação ao treinamento e teste, respectivamente.

Figura 17 – Métricas das árvores de decisão obtidas no método 2

		MÉTRICAS			
		Acc	P	R	F1
AD3	treino	0,89	0,89	0,86	0,87
	teste	0,77	0,76	0,74	0,75
AD4	treino	0,84	0,82	0,82	0,82
	teste	0,75	0,78	0,73	0,75

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

É importante ressaltar que, apesar da variável mais importante nesse método ser a que representa a frequência em que a rega das plantas é realizada pelo início da manhã ou começo da tarde (C4), o nó raiz utilizou a primeira divisão com a variável E4, que indica a frequência em que o usuário reaproveita águas cinzas para fins não potáveis.

Em comparação aos dois métodos, notou-se que o segundo foi mais eficiente no conjunto, nenhuma métrica apresentou resultado abaixo de 0,70 (ou 70%). Além disso, não houve diferença significativa entre os resultados obtidos entre dados de treino e teste, diferente do que foi constatado no método 1.

Na literatura, buscando o desempenho de modelos de classificação, um estudo elaborado por Jesus (2021) investigou o efeito causado pelo tráfego em cidades e como este afeta a mobilidade dos pedestres. A autora utilizou ADs com desempenho de 70% a 87% nos dados de treino e 40% a 75% nos dados de teste, para uma amostra com 103 observações. Já em outro estudo, na área da medicina, Shaikhina (2017) buscou prever a eficiência de transplante renal de alto risco com 80 amostras de pacientes. O autor obteve acurácia de 85% em ambos conjuntos de treinamento e teste.

Avaliando os resultados obtidos da métrica acurácia diante da ótica de outros estudos de classificação, e levando em consideração que o estudo tem foco em descrever o comportamento, que é influenciado por muitos fatores, o resultado teve desempenho satisfatório para os modelos desenvolvidos pelos métodos 1 e 2. A acurácia no grupo de treinamento foi igual ou superior a 80%, enquanto o grupo de teste teve resultados superiores a 70%.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se analisar o comportamento dos consumidores de água, discentes e docentes, que frequentam a Universidade Federal do Ceará através dos resultados obtidos em um formulário que foi aplicado de forma online. A partir desse instrumento de coleta de dados, foram realizadas análises exploratórias estatísticas, divididas por conjunto de variáveis, e simulações computacionais, baseadas nas diretrizes do aprendizado de máquina para a produção de modelos por meio do algoritmo de árvore de decisão.

Discussões a respeito dos padrões de consumo dos consumidores de água são uma temática importante, visto que está ligado diretamente ao aumento do consumo mundial desse recurso, que é limitado e vital para a sobrevivência da vida na Terra. Dessa forma, a investigação do comportamento do usuário, particular a cada cultura, deve ser explorada para traçar metas e soluções para reverter o cenário atual de alto consumo. A comunidade acadêmica é pioneira no processo de transformação e adaptação de novas tecnologias na sociedade, além de ter um público voltado para o conhecimento científico.

Nos dois públicos, o sistema mais presente nas residências foi o de reaproveitamento de águas cinzas, principalmente geradas na máquina de lavar, utilizadas para atividades lavagem de cômodos e rega de plantas, apesar de ter sido citado como usado raramente na variável E3. Já o sistema de coleta de águas pluviais, que também recebeu classificação predominante como “raramente”, pouco apareceu nas perguntas abertas. Nas grandes cidades, a verticalização das residências impede a coleta de água das chuvas de forma individual, ficando essa tarefa a cargo dos condomínios.

Com destaque ao corpo docente, que não obteve diferenças significativas nos resultados para o corpo discente, foram relatados a falta de conhecimento, a respeito de técnicas e abordagens que incentivem atitudes de economia de água da universidade para com o público acadêmico. Revelando um problema que pode ser de comunicação entre as entidades e/ou falta de estrutura voltada para a economia.

No geral, a população acadêmica do curso de engenharia civil não mostrou muita afinidade à algumas atitudes básicas de economia, em conflito com o que era esperado. A partir da análise do nível de consciência, essa constatação ficou mais evidente, apenas 19% do público total foi classificado com alto nível de consciência. Enquanto a maior parte ficou no nível intermediário, cerca de 18% ficaram classificados no nível baixo, mesma proporção do nível mais alto.

A modelagem por meio das árvores de decisão conseguiu prever as decisões dos usuários com eficiência, já que obteve desempenho superior a 70% na métrica acurácia, principal avaliadora de modelos dessa natureza. Além disso, o algoritmo ressaltou a importância das principais variáveis apontadas, em ordem: a frequência de reutilização de águas cinzas para usos não potáveis (E4); duração de banho inferiores a cinco minutos (C1); frequência da rega de plantas a ser realizada no início da manhã ou após as dezenove horas; e coleta de águas pluviais como fonte alternativa de água (E3).

Nesse viés, sugere-se para estudos futuros: (i) a adoção de novos parâmetros para analisar comunidades com características em comum; (ii) investigar a estrutura da universidade para verificar a existência de equipamentos de economia de água e/ou incentivos que proporcionem a reeducação da comunidade para novos hábitos sustentáveis; e (iii) adoção de outras ferramentas de modelagem com maior eficácia para descrever o comportamento do consumidor de água.

## REFERÊNCIAS

AGERGS, A. Dia Internacional do Meio Ambiente - quais os cuidados para economizar água. **Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul**, 2021. Disponível em: <<https://agergs.rs.gov.br/dia-internacional-do-meio-ambiente-quais-os-cuidados-para-economizar-agua>> Acesso em: 12 out. 2021.

ÁGUAS de Camboriú sugere consumo consciente de água para evitar desperdício. **Águas de Camboriú**, 2020. Disponível em: <<https://www.aguasdecamboriu.com.br/aguas-de-camboriu-sugere-consumo-consciente-de-agua-para-evitar-desperdicio/>> Acesso em: 06 nov. 2021.

ALENCAR, C. M. S.; SILVA, M. F. P. **Diagnóstico os Efeitos da Pandemia de Covid-19 na Gestão do Curso De Engenharia Civil da UFC e Proposição de Painel de Continuidade do Ensino**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020.

ALMEIDA, H. 7 Dicas para Economizar Água, Mesmo com Coronavírus. **Vegmag**, 2020. Disponível em: <<https://vegmag.com.br/blogs/meio-ambiente/7-dicas-para-economizar-agua-mesmo-com-coronavirus>> Acesso em: 12 out. 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

APPOLINÁRIO, F.; ATLAS, (Ed.) **Dicionário de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

ÁRVORE de Decisão em R: Classificação e Aplicação na Base de Baseball (MLB). **Medium**, 2019. Disponível em: <<https://medium.com/@gabriel.stankevix/arvore-de-decis%C3%A3o-em-r-85a449b296b2>>. Acesso em: 12 out. 2021.

BARBERÁN, R.; SALVADOR, M. **El Uso del Agua en Los Hogares de la Ciudad de Zaragoza**. Ayuntamiento de Zaragoza, 2010.

BARBOSA, H. Ceará possui 175 cidades incluídas no Semiárido. *Diário do Nordeste*, 2017. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/ceara-possui-175-cidades-incluidas-no-semiarido-1.1857199>> Acesso em: 15 mai. 2021.

BASHIR, D.; MONTANEZ, G. D.; SEHRA, S.; SEGURA, P. S.; LAUW, J. An Information-Theoretic Perspective on Overfitting and Underfitting. **AI 2020: Advances in Artificial Intelligence**. Lecture Notes in Computer Science, vol 12576. Springer, Cham, 2020. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-64984-5\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-64984-5_27)

BERMUDES, W. L.; SANTANA, B. T.; BRAGA, J. H. O.; SOUZA, P. H. **Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações**. *Revista Vértices*, v. 18, n. 2, p. 7-20, 25 out. 2016.

BEZERRA, V.G.; TAVARES, M.G.; DOMBROSKI, S.A.; CAVALCANTE, F.L.; SOUZA, L.D.; MARTINS, R.C.; BATISTA, R.O. Desempenho de estação de tratamento de esgoto doméstico no semiárido brasileiro e potencial de seu efluente para fins de irrigação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 36159-36174, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-197>

BRAGA, B.; KELMAN, J. Facing the challenge of extreme climate: the case of Metropolitan São Paulo. **Water Policy**, IWA Publishing, 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2017. 63 p. il.

CAGECE aponta 15 dicas para a utilização apropriada da água. **Secretaria das Cidades do Ceará**, 11 dez. 2012. Disponível em: <https://www.cidades.ce.gov.br/2012/12/11/cagece-aponta-15-dicas-para-a-utilizacao-apropriada-da-agua/>. Acesso em: 6 nov. 2021.

CARLI, L. N. ; DE CONTO, S. M. ; BEAL, L. L. ; PESSIN, N. **Racionalização do uso da água em uma Instituição de Ensino Superior - estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, p. 143-164, 2013.

CEARÁ. **Resolução COEMA nº 2** de 2 de fevereiro de 2017 dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002. Diário Oficial do Estado do Ceará, 21 de Fevereiro de 2017.

CHUNG, K. L. **A Course in Probability Theory**. Academic Press, 2001.

CONSUMO de água no Ceará teve aumento de 6% no primeiro trimestre de 2021 em relação a 2019. **Diário do Nordeste**, 2021. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/consumo-de-agua-no-ceara-teve-aumento-de-6-no-primeiro-trimestre-de-2021-em-relacao-a-2019-1.3106141> > Acesso em: 05 nov. 2021.

COSGROVE, W. J.; LOUCKS, D. P. Water management: Current and future challenges and research directions. **Water Resources Research**, 51(6), 4823–4839, 2015. doi:10.1002/2014wr016869

COSTA, M. C. R.; RODRIGUES, M. R. A. S.; MENDES, F. R. S.; VASCONCELOS, S. O. S.; MEDEIROS, N. F. M. M.; MARINHO, M. M.; MARINHO, E. S. Contextualização do uso racional da água pelas escolas públicas de Limoeiro do Norte (Ceará – Brasil): Experiência formativa na Extensão Universitária. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.1, p.30-42, 2020.

COSTA, P. DA; FERRAZ, R. L.; NETO, J.; ANJOS, F.; JÚNIOR, C. A.; BARRETO, N.; MEDEIROS, A. DE; BARBOSA, M. DE; MAGALHÃES, I.; SANTOS, S. DE. Virtual Water Consumption: A Case Study in a Higher Education Institution in Northeast Brazil. **Journal of Scientific Research and Reports**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/39250>

CUNHA, A. H.; OLIVEIRA, T. H. de; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M.; SILVA, S. M. da C. e. O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, 2011, v. 7, n. 13, p. 1225 – 1248.

DEON, M. D.; GOMES, T. M.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; SILVA, E. da. Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 1149-1156, 2010.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001000014>

FEITAL, J. C. C.; SPERS, E. E.; NETTO, A. F. de N.; SPERS, V. R. E.; PONCHIO, M. C. O consumo consciente da água: um estudo do comportamento do usuário doméstico. In: Encontro de Marketing da Anpad, 3., Curitiba: **ANPAD**, 2008.

FONSECA, V. L. A.; NASCENTES, R.; CAIXETA, L. T. Técnicas de baixo custo para aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza: o início de uma cultura de conservação da água em Rio Paranaíba-MG. **Revista ELO – Diálogos Em Extensão**, 7(1), 2018. <https://doi.org/10.21284/elo.v7i1.343>

GARCIA-RUBIO, M.A.; RUIZ-VILLAVERDE, A.; GONZALEZ-GOMEZ, F. Urban Water Tariffs in Spain: What Needs to Be Done? *Water*, 7, 1456-1479, 2015. <http://dx.doi.org/10.3390/w7041456>

GONÇALVES, R. F.; SIMÕES, G. M. DA S.; WANKE, R. Reúso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**. Vol. 3, No. 1, 120 - 131, 2010.

GREY, D.; SADOFF, C. W. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, 9(6), 545–571, 2007. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>

GURJÃO, A. (ed.). **Projeto Paulo Freire investe R\$ 7,9 milhões na implantação de 2.499 sistemas de reuso d'água**. Governo do Estado do Ceará, 16 jun. 2020. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2020/06/16/projeto-paulo-freire-investe-r-79-milhoes-na-implantacao-de-2-499-sistemas-de-reuso-dagua/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. *Data Mining Concepts and Techniques*. 3<sup>o</sup> Edition. **Elsevier**, 2012.

HASAN, H. H.; RAZALI, S.F.M.; RAZALI, N.H.M. Does the Household Save Water? Evidence from Behavioral Analysis. **Sustainability**. 2021, 13, 641. <https://doi.org/10.3390/su13020641>.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Bahia Analise & Danos**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 411-437, 2003.

HUANG, Q.; ZHANG, C.; YE, F.; WANG, Q.; CHEN, S. Data Analysis for Infant Formula Nutrients. **Advances in Internetworking, Data & Web Technologies**. v. 6, p. 629-636, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59463-7\\_63](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59463-7_63)

HURD, B.H. Water conservation and residential landscapes: Household preferences, household choices. **Journal of Agricultural and Resource Economics**. 31:173–92, 2006. <https://doi.org/10.1017/S1074070800000626>

IBGE – Projeção da População. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/53/49645?ano=2020>> Acesso em: 09 abr. 2021.

IBGE; ANA. **Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA)**. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710_informativo.pdf)> Acesso em: 17 fev. 2022.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Página Institucional**. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC. Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments, **Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas**, 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>> Acesso em: 20 abr. 2021.

JEPSON, W. Measuring ‘no-win’ waterscapes: Experience-based scales and classification approaches to assess household water security in colonias on the US–Mexico border. **Geoforum**, v. 51, p. 107-120, ISSN 0016-7185, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.002>.

JESUS, M. C. R. de. **Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores de decisão e florestas aleatórias**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

JIZI, M. The Influence of Board Composition on Sustainable Development Disclosure. **Business Strategy and the Environment**, 2017.

KATZ, D. Undermining Demand Management with Supply Management: Moral Hazard in Israeli Water Policies. **Water**. 2016; 8(4):159. <https://doi.org/10.3390/w8040159>

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. n. 140, p. 44-53, 1932

LIMA, M. V. **Avaliação técnica e ambiental da eficiência de ETE em condomínio no Porto das Dunas - Fortaleza**. 2017. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

LOBO NETO, J. B. **Planejamento da segurança hídrica em cenário de mudança climática considerando avaliação de custos de múltiplos mananciais**. 2020. 340 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

LOMBARDI, R. Banho todos os dias? Pandemia faz pessoas repensarem hábito. **O Tempo**, 2021. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/interessa/banho-todos-os-dias-pandemia-faz-pessoas-repensarem-habito-1.2505869>> Acesso em: 03 nov. 2021.

MARKOULIDAKIS, I.; RALLIS, I.; GEORGOULAS, I.; KOPSIAFTIS, G.; DOULAMIS, A.; DOULAMIS, N. Multiclass Confusion Matrix Reduction Method and Its Application on Net Promoter Score Classification Problem. **Technologies** 2021, 9, 81. <https://doi.org/10.3390/technologies9040081>

MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R.; GARCÍA-VALIÑAS M. Á. Adopting versus adapting: adoption of water-saving technology versus water conservation habits in Spain. **International**

**Journal of Water Resources Development**, 2013. v. 29, p. 400-414.  
<https://doi.org/10.1080/07900627.2012.721695>

MARTINS, A. de F. H. **Estudo do hiato atitude-comportamento no consumo de água entre populações universitárias do Brasil e Canadá**. 2017. 145f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2017.

MARTINS, E.G.M. **População (Estatística)**, Rev. Ciência Elem., v. 1(01):044, 2013.

MELO, M. C.; JOHNSON, R. M. F. O CONCEITO EMERGENTE DE SEGURANÇA HÍDRICA. **Sustentare**, v. 1, p. 72-92, 2017.

MONDÉJAR-JIMÉNEZ, J. A.; CORDENTE-RODRÍGUEZ, M.; MESEGUER-SANTAMARÍA, M.L; GÁZQUEZ-ABAD, J. C. Environmental Behavior and Water Saving in Spanish Housing. **International Journal of Environmental Research**. 5. 1-10. 2011.

MONTEIRO, A. P. **Sustentabilidade em Comunidades Rurais: Um estudo do assentamento Maceió, Itapipoca-CE**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MOREIRA, S. **Aproveitamento de águas da chuva**. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2006

NO dia do Consumo Consciente, Instituto Akatu provoca as pessoas a descobrirem seu perfil de consumidor. **Akatu**, 2021. Disponível em: <<https://akatu.org.br/release/no-dia-do-consumo-consciente-instituto-akatu-provoca-as-pessoas-a-descobrirem-seu-perfil-de-consumidor/>> Acesso em: 15 nov. 2021.

OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional de água em escolas estaduais de Minas Gerais**. 2013. 193 f. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

ONODA, M.; EBECKEN, N.F. Implementação em Java de um Algoritmo de Árvore de Decisão Acoplado a um SGBD Relacional. **SBB**, 2001.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 2015**. Nova Iorque: ONU, 76 p. 2015

OTTO, B. New Study Raises Question: What Don't We Know About Water Scarcity? **World Resources Institute**, 2013. Disponível em: <<https://www.wri.org/blog/2013/05/new-study-raises-question-what-don-t-we-know-about-water-scarcity>> Acesso em: 16 de abril de 2021.

PIRES, I. J. B. **A pesquisa sob o enfoque da estatística**. 01. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, v. 1, 166p. 2006.

QUEVEDO, V. O. R. de. **A Água nossa de cada dia: percepção, uso e predisposições comportamentais de alunos do ensino médio de Natal, Rio Grande do Norte**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia, Sociedade e Qualidade de Vida) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

RELATÓRIO Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020: água e mudança climática. UNESCO, 2020.

RODRIGUES, A. R. D.; COELHO, C. R.; SOUSA, L. L. S.; ROCHA, R. A. M.; OLIVEIRA, T. C. S.; FERREIRA, B. C. S. **Uma proposta de implementação de reuso de água e economia hídrica em um lava-rápido da cidade Caarapó- MS.** Brazilian Journal of Development, v.7, n.1, p.4279-4296, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-288>

RODRIGUES, A. Pandemia reafirma importância de um ato simples: lavar as mãos. **Agência Brasil**, 2021. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/pandemia-reafirma-importancia-de-um-ato-simples-lavar-maos> > Acesso em: 31 out. 2021.

RPART – Decision Trees in R. **Learn by Marketing**, 2022. Disponível em: <<https://www.learnbymarketing.com/tutorials/rpart-decision-trees-in-r/>>. Acesso em 02 de jan. de 2022.

SAHIN, O.; BERTONE, E.; BEAL, C.D. A systems approach for assessing water conservation potential through demand-based water tariffs, **Journal of Cleaner Production**, Volume 148, 2017, Pages 773-784, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.051>.

SANTIAGO, W. R. de T. **Consumo sustentável: A visão do consumidor sobre a sustentabilidade.** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica & Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SAVEH - Sistema de Autoavaliação de Eficiência Hídrica. **Ambev**, 2018. Disponível em: <https://saveh.ambev.com.br/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SCHLEICH, J.; Hillenbrand, T. Determinants of residential water demand in Germany. **Ecological Economics**, 2009. v. 68, issue 6, p. 1756-1769.

SHAIKHINA, T.; LOWE, D.; DAGA, S.; BRIGGS, D.; HIGGINS, R.; KHOVANOVA, N. Decision tree and random forest models for outcome prediction in antibody incompatible kidney transplantation. **Biomedical Signal Processing and Control**, 2017. doi:10.1016/j.bspc.2017.01.012

SHUANG, Q.; ZHAO, R.T. Water Demand Prediction Using Machine Learning Methods: A Case Study of the Beijing–Tianjin–Hebei Region in China. **Water** 2021, 13, 310. <https://doi.org/10.3390/w13030310>

SILVA, L. M. O. **Uma Aplicação de Árvores de Decisão, Redes Neurais e KNN para a Identificação de Modelos ARMA Não-Sazonais e Sazonais.** Rio de Janeiro, 2005. 145p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SILVA, M. E. D.; ALCOCER, J. C. A.; PINTO, O. R. O.; PINTO, C. M.; FONSECA, A. M. Percepção de beneficiários do Programa Cisternas: manuseio de águas em Ibaretama, Ceará. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 37847-37867, 2020.

SOUSA, D. H. N.; FERREIRA, R. L. Aproveitamento de Águas Pluviais no Estado do Ceará. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 5, p. 50-66, 2014.

SOUZA FILHO, D. P. de. **Reutilização de água residual no processo de gestão de lava jato: um estudo multicaso**. 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

STAVENHAGEN, M.; BUURMAN, J.; TORTAJADA, C. Saving water in cities: Assessing policies for residential water demand management in four cities in Europe. **Cities**, v. 79, 2018, p. 187-195, ISSN 0264-2751. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.008>.

SUÁREZ-ALMIÑANA, S.; PEDRO-MONZONÍS, M.; PAREDES-ARQUIOLA, J.; ANDREU, J.; SOLERA, A. Linking Pan-European data to the local scale for decision making for global change and water scarcity within water resources planning and management. **Science of The Total Environment**, 603-604, 126–139, 2017. <https://doi:10.1016/j.scitotenv.2017.05.2>

SUÁREZ-ALMINANA, S.; PEDRO-MONZONÍS, M.; PAREDES-ARQUIOLA, J.; ANDREU, J.; SOLEIRA, A. Linking Pan-European data to the local scale for decision making for global change and water scarcity within water resources planning and management. **Science of the Total Environment**, v. 603-604, p. 126-139, 2017.

TORTAJADA, C.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F.; BISWAS, A. K.; BUURMAN, J. Water demand management strategies for water-scarce cities: The case of Spain. **Sustainable Cities and Society**, v. 45, 2019, p. 649-656, ISSN 2210-6707. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.044>.

UFC - Universidade Federal do Ceará. **Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI**, 2017. Disponível em: <[https://www.ufc.br/images/\\_files/a\\_universidade/plano\\_desenvolvimento\\_institucional/cartilha\\_pdi\\_2018\\_2022.pdf](https://www.ufc.br/images/_files/a_universidade/plano_desenvolvimento_institucional/cartilha_pdi_2018_2022.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2021.

UFC – Universidade Federal do Ceará. **Água e Energia** - Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental. Disponível em: <<https://ufcinfra.ufc.br/pt/aguaenergia/>>. Acesso em: 01 dez. 2021.

VASCONCELLOS, F. C.; PIZZOCHERO, R. M.; CAVALCANTI, I. F. A. Month-to-Month Impacts of Southern Annular Mode Over South America Climate. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 41, p. 783-792, 2019.

VEJA 10 dicas para economizar água no quintal. **Portal do Governo de São Paulo**, 2015. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/veja-10-dicas-para-economizar-agua-no-quintal/>> Acesso em: 18 de abril de 2021.

VIEIRA, M. A. **Acesso ao Ensino Superior no Ceará: a contribuição do Instituto Federal**. 2018.115f. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior, Fortaleza (CE), 2018.

VOCÊ sabia? Lavar o carro pode consumir mais de 300L de água. **WWF**, 2013. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?33962/voc-sabia-lavar-o-carro-pode-consumir-mais-de-300-litros-de-gua>> Acesso em: 19 set. 2021.

**APÊNCICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS****QUESTIONÁRIO**

1. Você é:

- Professor(a) de Engenharia Civil
- Aluno de Engenharia Civil

2. Qual sua faixa etária?

- Menor de 18 anos
- 18 a 26 anos
- 27 a 35 anos
- 36 a 44 anos
- 45 a 54 anos
- 55 anos ou mais

3. Toma banho em menos de cinco minutos?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

4. Fecha a torneira enquanto ensaboa as mãos ou escova os dentes?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

5. Verifica se há algum vazamento de água antes de sair de casa?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

6. Lava calçadas e/ou quintal?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca
- Não se aplica

7. Com que frequência, a rega das plantas na sua residência é realizada no início da manhã ou após às 19 horas?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca
- Não se aplica

8. Com que frequência, o tanque ou máquina de lavar roupa da sua residência é utilizado na sua capacidade total?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca
- Não se aplica

9. Utiliza baldes ao invés de mangueiras para lavar seu veículo?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca
- Não se aplica

10. Quando chove em sua região, você costuma coletar a água para utilizá-la como uma fonte alternativa?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

11. Reutiliza águas cinzas\* para usos não potáveis?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

12. Existe vazamento de água na sua residência?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes

- Raramente
- Nunca

13. Sente-se confiante na capacidade de sua família em economizar água?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

14. Sente-se incomodado se um membro da sua família ou alguém toma banho por muito tempo?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

15. Acha que é um requisito: Educar os membros da família ou qualquer outra pessoa no sentido de conservar água?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

16. Tem interesse em instalar equipamentos de economia de água em sua residência?

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

17. Na sua residência, há algum sistema de reaproveitamento de água?

18. No seu ambiente de trabalho, há alguma preocupação com o consumo de água?