

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC**

**FRANCISCO BARBOSA HACKBARTH**

**MODELAGEM DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCRITÓRIOS: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE JOINVILLE**

**JOINVILLE**

**2021**

**FRANCISCO BARBOSA HACKBARTH**

**MODELAGEM DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCRITÓRIOS: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE JOINVILLE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Profª. Dra. Andreza Kalbusch  
Co-orientadora: Profª Dra. Elisa Henning

**JOINVILLE**

**2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CCT/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Hackbarth, Francisco Barbosa  
Modelagem do consumo de água em escritório : estudo de caso  
na cidade de Joinville / Francisco Barbosa Hackbarth. -- 2021.  
174 p.

Orientadora: Andreza Kalbusch  
Coorientadora: Elisa Henning  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil, Joinville, 2021.

1. Consumo de água. 2. Fatores influenciadores do consumo de  
água. 3. Regressão linear múltipla. 4. Escritórios. I. Kalbusch,  
Andreza. II. Henning, Elisa. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

**FRANCISCO BARBOSA HACKBARTH**

**MODELAGEM DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCRITÓRIOS: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE JOINVILLE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

Dra. Andreza Kalbusch (Orientadora)

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

Dr. Doalcey Antunes Ramos

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Dr. Marcus Andre Siqueira Campos

Universidade Federal de Goiás - UFG

Joinville, 27 de julho de 2021

Dedico esta pesquisa a minha querida família. A meus pais Jeanne e Raimundo, e a minha esposa Karine. Sem vocês, todo este esforço não teria valido a pena.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, pelo apoio incondicional em toda minha caminhada profissional e acadêmica: ao meu pai Raimundo e minha mãe Jeanne, exemplos que levarei para sempre em minha vida. Ao meu irmão Augusto, minha irmã Bruna e seu marido Fabio, a minha sobrinha “pequenininha” Sofia, e a menor ainda, Isadora: obrigado pelo apoio.

Agradeço a minha esposa Karine, que conseguiu suportar as ausências nesse longo período. Obrigado por todo o auxílio e compreensão!

Agradeço ao apoio e toda ajuda prestado pela minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra. Andreza Kalbusch, que esteve sempre disponível, incluindo no seu período de férias e finais de semana. Pelo suporte e paciência da coorientadora Prof<sup>a</sup> Dra Elisa Henning, que tanto me auxiliou nas dúvidas do R.

Agradeço a Hackbarth Engenharia, empresa que trabalho e que, fundada há mais de 35 anos pelo meu pai, possibilitou o sustento, minha educação e meu futuro.

Agradeço a toda UDESC (que já fez parte da minha vida acadêmica na graduação, a qual já sou muito grato), por possibilitar esta pesquisa e minha pós-graduação. Obrigado a todos os servidores e pessoas que fazem parte desta universidade, e a tornam referência nacional.

Agradeço ao apoio dado pela Companhia Águas de Joinville, que contribuiu com a divulgação de informações importantíssimas do consumo de água dos escritórios.

Agradeço também a todas aquelas pessoas que tiraram um tempinho para responder o questionário desta pesquisa, ou que de alguma forma prestaram alguma informação da sua empresa. Este gesto foi muito importante para a conclusão do trabalho.

## RESUMO

A água é um elemento fundamental para a vida e para as atividades humanas, e cada vez mais as pessoas estão conscientes desta importância. Diante de cenários de escassez de água, torna-se necessário conhecer adequadamente características de consumo e aplicar ações que tornem seu uso mais eficiente. Este trabalho objetivou identificar os fatores relacionados ao consumo de água em escritórios utilizando, como estudo de caso, o município de Joinville. Com base em pesquisa bibliográfica, elaborou-se questionário com 46 perguntas que visavam identificar as características e instalações físicas dos escritórios, bem como os hábitos, comportamentos, o perfil e quantidade de pessoas que os ocupam. Ao todo, 165 escritórios participaram do levantamento e responderam à pesquisa. Os dados coletados no questionário, as informações obtidas junto à Companhia Águas de Joinville relativas ao consumo mensal, e dados do Cadastro Técnico da Prefeitura Municipal de Joinville quanto à área de cada imóvel permitiram a caracterização dos escritórios, e de como a água é utilizada. Foi realizada análise exploratória de dados e análise estatística a partir de medidas descritivas para o consumo de água e para variáveis oriundas do questionário. Após análise criteriosa foram aproveitadas as informações de 53 escritórios para a elaboração de modelos estatísticos, utilizando o método da regressão linear múltipla e o método *stepwise* para a escolha das variáveis. O consumo de água mensal dos escritórios apresentou valor médio de 14,06 m<sup>3</sup>/escritório/mês e mediana de 10,08 m<sup>3</sup>/escritório/mês. As variáveis explicativas são a idade do imóvel, a quantidade de bacias sanitárias, a existência de atendimento ao público e o número total de funcionários. O consumo de água por escritório aumenta com a idade do imóvel, com o aumento do número de bacias sanitárias e de funcionários, e diminui quando existe atendimento ao público. Quanto ao consumo *per capita*, o valor médio foi de 53,26 litros/funcionário/dia e mediana de 46,94 litros/funcionário/dia. Para este indicador, as variáveis explicativas são a idade do imóvel e o número total de funcionários. O consumo *per capita* aumenta com a idade do imóvel e diminui com o número de funcionários. Com relação ao indicador de consumo por área, o valor médio encontrado foi de 0,719 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano e mediana de 0,548 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano. As variáveis explicativas são a propriedade ou não do imóvel, a idade do imóvel, a área do imóvel e o número total de funcionários. Nesse caso, o consumo por área aumenta quando o imóvel é alugado, com a idade do imóvel e com o número de funcionários, e diminui com o

aumento da área. Após a obtenção dos três modelos, todos foram validados por uma amostra de teste composta por três escritórios não inclusos na amostra original, e pelo método de validação cruzada *leave-one-out*, apresentando resultados satisfatórios. Os resultados identificam os principais fatores que impactam o consumo de água em escritórios e podem auxiliar tanto no dimensionamento quanto em estudos para redução de consumo de água nestes espaços.

**Palavras-chave:** Consumo de água. Fatores influenciadores do consumo de água. Regressão linear múltipla. Escritórios.

## ABSTRACT

Water is a fundamental element for life and human activities, and people are increasingly aware of its importance. In the face of water scarcity scenarios, properly understanding consumption characteristics and taking actions towards a more efficient use is necessary. This work sought to identify the factors related to water consumption in offices using the city of Joinville, state of Santa Catarina, Brazil, as a case study. Based on a literature review, a questionnaire was developed with 46 questions aiming to identify the offices' characteristics and facilities, as well as the habits, behavior, profile and number of people who occupy them. A total of 165 offices participated in this survey and answered the questionnaire. The data collected through the questionnaire, the information obtained from the utility company *Companhia Águas de Joinville* regarding monthly consumption and the data from Joinville's City Hall's technical archives on the square area of each building allowed for the characterization of the offices, and for how the water is used. Exploratory data analysis and statistical analysis were performed based on descriptive measures for water consumption and for variables taken from the questionnaire, presented in tables, graphs and figures. After careful analysis, information from 53 offices was used to develop statistical models using the multiple linear regression method, and the stepwise method for the choice of variables. The monthly water consumption in the offices had a mean of 14.06 m<sup>3</sup>/office/month and a median of 10.08 m<sup>3</sup>/office/month. The explanatory variables are the age of the building, the number of toilet bowls, the presence of a front desk for public service and the total number of employees. Office water consumption increases with the age of the building and with the number of toilet bowls and employees, and decreases when there is a public front desk. As for the consumption per capita, the mean was 53.26 liters/employee/day and the median was 46.94 liters/employee/day. For that indicator, the explanatory variables are the age of the building and the total number of employees. The consumption per capita increases with the age of the building and decreases with the number of employees. The mean for the consumption per square area was 0.719 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/year and the median was 0.548 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/year. The explanatory variables are the property ownership, the age of the building, the area of the building and the total number of employees. In this case, the consumption per area increases when the property is rented, with the age of the building and the number of employees. Consumption per area decreases as the area increases. After the three models were obtained, they were

validated through a test sample composed of three offices not included in the original sample, and through the leave-one-out cross validation method, with satisfactory results. The results identify the main factors impacting water consumption in offices, which can help in both sizing and in studies to reduce water consumption in those venues.

**Keywords:** Water consumption. Factors influencing water consumption. Multiple linear regression. Offices.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Consumo de água de 2005/09 em 600 edifícios pesquisados em Bologna, Itália.....	20
Figura 2 - Perfil do consumo médio de água em uma semana, em edifício monitorado. ....	21
Figura 3 - Perfil do consumo médio em edifícios monitorados na Nova Zelândia, ao longo dos meses. ..	21
Figura 4 - Delineamento da pesquisa .....	36
Figura 5 - Localização do Município de Joinville/SC.....	53
Figura 6 - Histograma para a área construída dos escritórios (m <sup>2</sup> ). ....	54
Figura 7 - Histograma para a idade dos escritórios (m <sup>2</sup> ). ....	55
Figura 8 - Histograma para o número total de funcionários.....	56
Figura 9 - Histogramas do número de banheiro e de salas nos escritórios.....	56
Figura 10 - Boxplot para a variável dependente consumo mensal (m <sup>3</sup> /escritório/mês). ....	57
Figura 11 - Histograma para a variável dependente consumo mensal (m <sup>3</sup> /escritório/mês). ....	58
Figura 12 - Boxplot para a variável dependente consumo <i>per capita</i> (litro/funcionário/dia). ....	58
Figura 13 - Histograma para a variável dependente consumo <i>per capita</i> (litro/funcionário/dia)	59
Figura 14- Boxplot para a variável dependente consumo de água por área (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano).....	59
Figura 15 – Histograma para a variável dependente consumo de água por área (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano). ...	60
Figura 16 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Área do Escritório. ....	63
Figura 17 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Idade da Edificação. ....	63
Figura 18 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Número de Funcionários. ....	64
Figura 19 - Boxplot do consumo mensal de água e a presença de arejadores nas torneiras. ....	67
Figura 20 - Boxplot do consumo mensal de água e a existência de máquina de lavar roupa. ....	67
Figura 21 - Boxplot do consumo mensal de água, e as atividades dos escritórios.....	68
Figura 22 - Boxplot do consumo mensal de água e atendimento ao público.....	68
Figura 23 - Boxplot do consumo mensal de água e tipologia das edificações. ....	69
Figura 24 - Gráfico de Dispersão - Consumo <i>per capita</i> x Área do Escritório.....	78
Figura 25 - Gráfico de Dispersão - Consumo <i>per capita</i> x Idade da edificação .....	78
Figura 26 - Gráfico de Dispersão - Consumo <i>per capita</i> x Número de funcionários.....	79

Figura 27 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável independente ramo de atividade.....	82
Figura 28 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável independente porte da empresa.....	82
Figura 29 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável independente importância do tema.....	83
Figura 30 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável prática de ações de URA. ....	84
Figura 31 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável investimento aceitável em URA.....	84
Figura 32 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável acompanhamento do consumo de água.....	85
Figura 33 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável treinamento sobre consumo de água.....	85
Figura 34 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável existência de reservatório de água.....	86
Figura 35- Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água quanto à propriedade do imóvel.....	86
Figura 36 - Boxplot do consumo <i>per capita</i> de água para a variável atendimento ao público. ....	87
Figura 37 - Boxplot do consumo de água por área de água para a variável independente porte da empresa.....	95
Figura 38 - Boxplot do consumo de água por área de água para a variável independente propriedade do imóvel.....	95
Figura 39 - Boxplot do consumo de água por área de água para escritórios com abastecimento exclusivo da concessionária. ....	96
Figura 40 - Boxplot do consumo de água por área de água para a variável independente acompanhamento de consumo de água. ....	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo de estudos sobre fatores que impactam o consumo de água em edifícios comerciais.....	26
Tabela 2 - Perfil do consumo médio de água em edifícios de escritórios monitorados na Suíça, Alemanha e Áustria .....	29
Tabela 3 - Faixas de classificação (em estrelas) do NABERS referente ao consumo de água em escritórios para as principais cidades australianas, em $m^3/m^2/ano$ .....	30
Tabela 4 - Estudos com indicadores de consumo de água em edifícios de escritórios .....	31
Tabela 5 - Variáveis obtidas a partir do questionário.....	40
Tabela 6 - Análise exploratória das principais características dos escritórios da amostra.....	54
Tabela 7 - Análise exploratória das variáveis dependentes.....	57
Tabela 8 – Análise da variação do consumo mensal em relação às variáveis independentes categóricas.....	61
Tabela 9 - Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo mensal de água. ....	64
Tabela 10 – Resultados dos testes de significância das variáveis categóricas em relação ao consumo mensal de água.....	65
Tabela 11 - Resultados estatísticos do modelo consumo mensal ( $m^3/escritório/mês$ ). ....	72
Tabela 12 - Análise da variação do consumo per capita em relação às variáveis independentes categóricas.....	75
Tabela 13 - Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo per capita de água. ....	79
Tabela 14 - Significância das variáveis categóricas no consumo per capita de água.....	80
Tabela 15 – Resultados estatísticos do modelo consumo per capita (litros/funcionário/dia).....	89
Tabela 16 - Análise da variação do consumo de água por área em relação às variáveis independentes categóricas. ....	90
Tabela 17 – Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo de água por área... ....	92
Tabela 18 - Significância das variáveis categóricas no consumo de água por área. ....	93
Tabela 19 – Resultados estatísticos do modelo consumo de água por área ( $m^3/m^2/ano$ ). ....	99
Tabela 20 – Características dos escritórios que compõem a amostra de validação. ....	101
Tabela 21 – Resultado comparativo entre consumo real x consumo predito – amostra de validação. ....	101
Tabela 22 - Indicadores validação dos modelos pelo método da validação cruzada leave-one-out	102
Tabela 23 – Intervalo de Predição.....	103

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	14
1.2	JUSTIFICATIVA .....	14
1.3	OBJETIVOS .....	16
1.3.1	Objetivo Geral .....	16
1.3.2	Objetivos Específicos .....	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
2.1	CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS .....	19
2.2	FATORES QUE INFLUENCIAM O CONSUMO DE ÁGUA .....	23
2.3	INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS .....	27
2.4	USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS .....	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO .....	36
3.1.1	Análise Inicial .....	37
3.1.2	Estudo de Caso .....	37
3.2	ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	38
3.3	AMOSTRAGEM .....	42
3.4	COLETA DE DADOS .....	43
3.5	ANÁLISE DAS RESPOSTAS .....	44
3.6	LEVANTAMENTO DE CONSUMO DE ÁGUA .....	44
3.7	CÁLCULO DE INDICADORES DE CONSUMO .....	45
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	46
3.8.1	Análise exploratória .....	46
3.8.2	Análise bivariada .....	46
3.8.3	Análise Multivariada - Modelo de Regressão Linear Múltipla .....	47
3.8.4	Seleção de variáveis .....	48
3.8.5	Verificação da significância – parâmetros e modelo .....	49
3.8.6	Análise dos resíduos e da multicolinearidade .....	50
3.8.7	Modelo final e validação .....	51
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>

4.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	52
4.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA AMOSTRA .....	53
4.3 CONSUMO MENSAL.....	60
4.3.1 Análise bivariada .....	60
4.3.2 Considerações preliminares do modelo .....	69
4.3.3 Modelo para o consumo mensal de água em escritórios .....	71
4.4 CONSUMO <i>PER CAPITA</i> .....	74
4.4.1 Análise bivariada .....	74
4.4.2 Considerações preliminares do modelo .....	87
4.4.3 Modelo para o consumo <i>per capita</i> de água em escritórios.....	88
4.5 CONSUMO POR ÁREA .....	90
4.5.1 Análise bivariada .....	90
4.5.2 Considerações preliminares do modelo .....	97
4.5.3 Modelo para o consumo de água por área de água em escritórios .....	98
4.6 VALIDAÇÃO FINAL DOS MODELOS .....	100
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	105
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	108
APÊNDICE A .....	115
APÊNDICE B .....	120
APÊNDICE C .....	122
APÊNDICE D .....	156
APÊNDICE E .....	159
APÊNDICE F .....	162
APÊNDICE G .....	165
APÊNDICE H .....	168

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O planejamento da utilização dos recursos naturais deve estar entre as principais prioridades das sociedades em todo o mundo de modo a garantir o atendimento da demanda crescente por alimentos, energia e recursos hídricos (DING *et al.*, 2021). Um dos principais recursos naturais, a água potável adequada ao consumo humano, é um recurso cada vez mais escasso, devido ao rápido crescimento populacional, à contaminação de aquíferos, córregos e rios, à inexistência, em muitos locais, do tratamento de esgoto, e às mudanças climáticas (BERMUDEZ *et al.*, 2018). A disponibilidade de água potável influencia diretamente o desenvolvimento da sociedade, sendo um gargalo que restringe o crescimento de cidades, culturas agrícolas e instalação de fábricas e indústrias (ZHOU *et al.*, 2018). As regiões urbanas tornaram-se então áreas de extrema relevância para a gestão sustentável deste recurso, devido à grande quantidade de pessoas e atividades envolvidas (VOSKAMP *et al.*, 2018). A eficiência do consumo de água em edificações, diante deste cenário de escassez de água e crescimento urbano, é atualmente considerada um dos maiores desafios da sociedade moderna (BERMUDEZ *et al.*, 2018).

### 1.2 JUSTIFICATIVA

O número de edificações comerciais tem crescido muito ao longo das últimas décadas (MANNAN; AL-GHAMDI, 2020). A crescente demanda por água nessas edificações torna necessário conhecer melhor os perfis de consumo, os usos finais e as possibilidades de redução desse consumo, para manter a sustentabilidade em suas atividades. O ser humano passa grande parte do tempo em atividades laborais, de modo que os edifícios comerciais apresentam grandes volumes de água consumidos e descartados, demonstrando a clara necessidade de dados sobre o impacto de edifícios comerciais nos recursos hídricos (TROWSDALE; GABE; VALE, 2011).

O uso da água em edificações comerciais é um dos principais consumos na demanda de água urbana, representando cerca de 15% do total consumido, segundo estudo publicado pelo *Australian Bureau of Statistics* (ABS, 2010). O custo da água, geralmente cobrado por metro cúbico pelas concessionárias, é repassado no valor dos

produtos e serviços ofertados pelas empresas que ocupam as edificações comerciais, tornando esses imóveis candidatos ideais para ações de eficiência hídrica (TROWSDALE; GABE; VALE, 2011). O mercado altamente competitivo, e a influência dos edifícios de escritórios no consumo de água nas cidades mostram que é necessário incorporar esse setor na busca por um desenvolvimento mais sustentável no que se refere ao uso da água.

A falta de dados confiáveis e robustos sobre o consumo de água em edificações não residenciais impossibilita a definição de padrões para cálculo e dimensionamento de dispositivos relacionados ao uso da água em edifícios (FARINA *et al.*, 2013). Além disso, os autores afirmam que os dados publicados são insuficientes para que exista um estudo comparativo entre dados teóricos e números práticos. Assim, Farina *et al.* (2013) alegam que o consumo de água em edifícios não residenciais se torna uma questão bastante complicada para engenheiros e projetistas envolvidos no processo de análise da demanda e gerenciamento do consumo de água.

Existem vários métodos teóricos utilizados para cálculo da demanda de água, em edifícios de escritórios. Wu, Sakaue e Murakawa (2017) mostram que os resultados obtidos em medições em um edifício diferem muito dos valores previstos em seis métodos analisados pelos autores, o que indica a necessidade de se encontrar novos modelos e métodos adequados para correto dimensionamento dos sistemas prediais hidrossanitários.

Existem muitos estudos focados na utilização e consumo de energia, porém ao contrário, muito menos pesquisas foram realizadas sobre o consumo de água durante todo o ciclo de vida de um edifício (incluindo edifícios de escritórios), e os impactos ambientais associados (MANNAN; AL-GHAMDI, 2020). As poucas análises e avaliações que existem em edificações de uso comercial, são na maioria dos casos baseadas em estimativas, e muitos dados são praticamente ausentes, como custos de manutenção (SOUZA; SILVA; MEIRELES, 2019).

Muitos são os motivos que justificam o estudo sobre o consumo e o uso racional de água em edificações comerciais, mostrando que existe uma grande demanda do mercado pela redução do consumo (SENEVIRATNE, 2006):

- a) muitas grandes empresas, incluindo principalmente as maiores, de capital aberto, adotam princípios sustentáveis e desejam ocupar imóveis que reflitam seus valores;
- b) atratividade do mercado: o setor de construção sustentável é um dos que mais crescem no mercado de propriedades comerciais;

- c) pressão de acionistas e investidores institucionais;
- d) exigências regulatórias de muitas cidades e Estados;
- e) vantagem competitiva em um mercado bastante acirrado pela disputa de *market share*;
- f) minimização de custos, passivos e riscos atuais e futuros.

Investigações recentes demonstraram que há pouco conhecimento sobre consumo de água em edificações comerciais, e um desconhecimento sobre o que constitui um desempenho bom ou ruim em relação aos volumes de água consumidos (BANNISTER; MUNZINGER; BLOOMFIELD, 2005). Segundo os autores, essa falta de conhecimento é uma barreira que inibe a capacidade do mercado em dar as respostas adequadas para aumentar a eficiência do consumo de água. Os edifícios utilizados pela comunidade em geral (públicos e privados) são locais estratégicos para desenvolver estudos sobre o consumo de água, pois são lugares com alta concentração de pessoas e de consumo, em que uma pequena intervenção pode proporcionar efeitos significativos quanto à redução do consumo de água (FARINA *et al.*, 2013).

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é estabelecer modelos para previsão e/ou explicação do consumo de água em edificações utilizadas como escritórios, usando a cidade de Joinville, estado de Santa Catarina, como estudo de caso.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta dissertação são:

- conhecer o perfil e características de edificações de escritórios do Município de Joinville, e caracterizar a unidade de estudo quanto ao uso e consumo de água;
- identificar e analisar a influência de variáveis construtivas, socioeconômicas, demográficas e operacionais das edificações e a relação que existe com o consumo mensal, *per capita* e por área de água nos escritórios.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos. No capítulo inicial apresentou-se uma introdução e justificativa, bem como os objetivos a serem alcançados com a presente pesquisa. Abordou-se a importância da eficiência no consumo de água no ambiente urbano e do consumo em escritórios, e como este tema está inserido no contexto da sociedade. O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema desta pesquisa, principalmente o consumo urbano de água com foco em escritórios e edificações comerciais. São apresentados conceitos e informações sobre o assunto, além de citar brevemente programas de uso racional de água, e certificações ambientais em edificações (principalmente sobre os requisitos que abordam o consumo de água). Apresentam-se também vários artigos, dissertações e teses que tratam sobre os fatores relacionados ao consumo de água em escritórios, indicadores de consumo *per capita* e por área, e usos finais da água nessas edificações, incluindo a metodologia utilizada e os respectivos resultados obtidos.

No terceiro capítulo abordou-se a metodologia utilizada nesta pesquisa. Primeiramente, o objeto deste estudo foi identificado, bem como a elaboração dos questionários e como se realizou a coleta de dados. Informações do consumo de água das empresas entrevistadas foram levantadas junto à concessionária municipal de água e esgoto, e em visitas realizadas nesses imóveis, para cálculo dos indicadores de consumo. Por último, são apresentados a análise estatística com a descrição do método estatístico utilizado no estudo, a determinação do tamanho da amostra, a análise exploratória dos dados, o modelo de regressão linear múltipla e o método de escolha de variáveis.

No quarto capítulo são expostos os resultados observados por meio da metodologia proposta. Propõe-se o detalhamento do estudo de caso, em Joinville, assim como a análise de todas as variáveis dependentes e independentes do modelo estatístico. Por último, os modelos obtidos para previsão do consumo de água em escritórios são apresentados, discutidos e depois, devidamente validados.

No quinto capítulo, as conclusões finais e demais considerações sobre os modelos propostos para consumo mensal de água dos escritórios e indicadores de consumo *per capita* e por área são apresentadas. Nesse capítulo também são mencionadas algumas situações observadas no estudo, como limitações encontradas e sugestões para

continuidade da pesquisa. Na sequência são apresentadas as referências bibliográficas e os apêndices, incluindo o modelo do questionário aplicado junto às empresas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre o consumo de água em escritórios. O capítulo está dividido em quatro seções, e além de tratar sobre o consumo em escritórios, aborda também os principais fatores relacionados ao consumo, os indicadores de consumo mais usuais e ações relacionadas ao uso racional de água nessa tipologia de edificação.

### 2.1 CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS

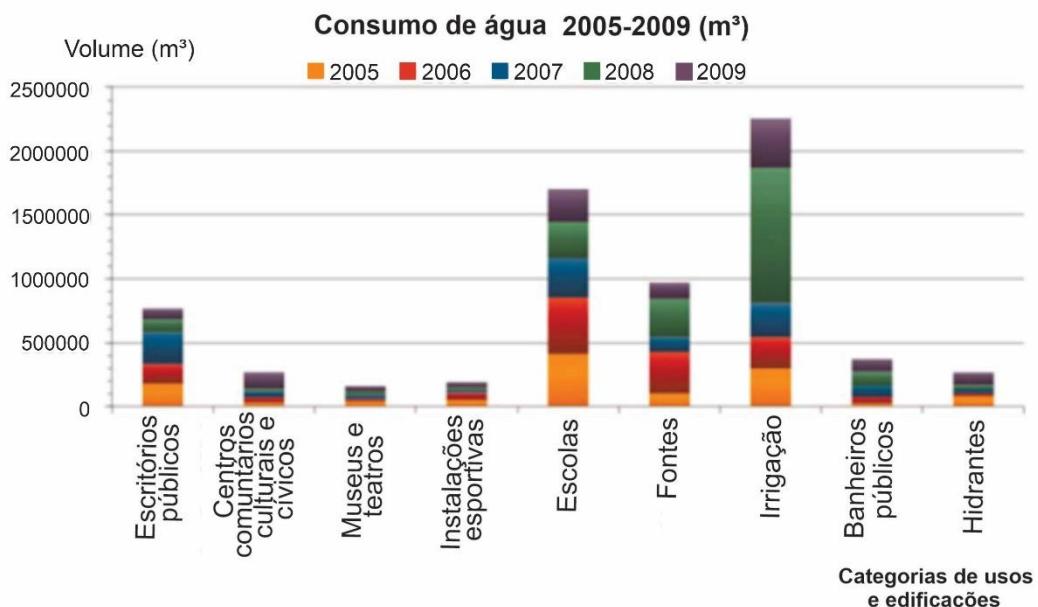
As edificações comerciais e institucionais, incluindo escritórios, são responsáveis por um consumo significativo de água. Na Califórnia, nos Estados Unidos, 27% do suprimento urbano de água do Estado é utilizado pelos setores comerciais e institucionais (SENEVIRATNE, 2006). O consumo de água em escritórios e edificações comerciais dependerá dos usos finais específicos de cada atividade (MANNAN; AL-GHAMDI, 2020). Segundo os autores, nos Estados Unidos, os edifícios de escritórios consomem aproximadamente 9% da água total consumida no país. As atividades diárias humanas, tanto residenciais quanto em ambientes comerciais têm grande dependência da água, e a ineficiência de sua utilização está geralmente ligada à má gestão, e à existência de instalações e equipamentos antigos e deficientes (BERMUDEZ *et al.*, 2018).

Em pesquisa realizada com objetivo de comparar o consumo de água real e o projetado em edifício de escritórios certificado LEED Gold, Kern *et al.* (2016) descobriram grande discrepância nos dados. As previsões de consumo feitas na fase de projeto foram muito abaixo do consumo medido, resultando em uma diferença de quase 200%. As causas para essa grande diferença são inúmeras e as mais variadas, como necessidade de maior irrigação nos jardins, necessidade de mais água nos tanques de tratamento de águas servidas, vazamento em piscina, erros de projeto, a não consideração da necessidade de água no sistema de climatização ou o número de usuários previstos que ocupariam os escritórios, dentre outros (KERN *et al.*, 2016).

Com o intuito de criar um *benchmark* de consumo de água em edificações públicas, e estimular a eficiência do seu consumo, a cidade de Bologna na Itália iniciou um projeto de pesquisa denominado ACQUABO (FARINA *et al.*, 2013). Esse estudo

identificou e caracterizou o consumo de água na cidade de Bologna, através da coleta de dados de consumo de água. Segundo o estudo, que abrangeu cerca de 600 edifícios, edificações de escritório municipais e públicos foram um dos principais consumidores de água no período de 2005-2009, sendo o emprego de água para irrigação e em escolas, os maiores usos (Figura 1).

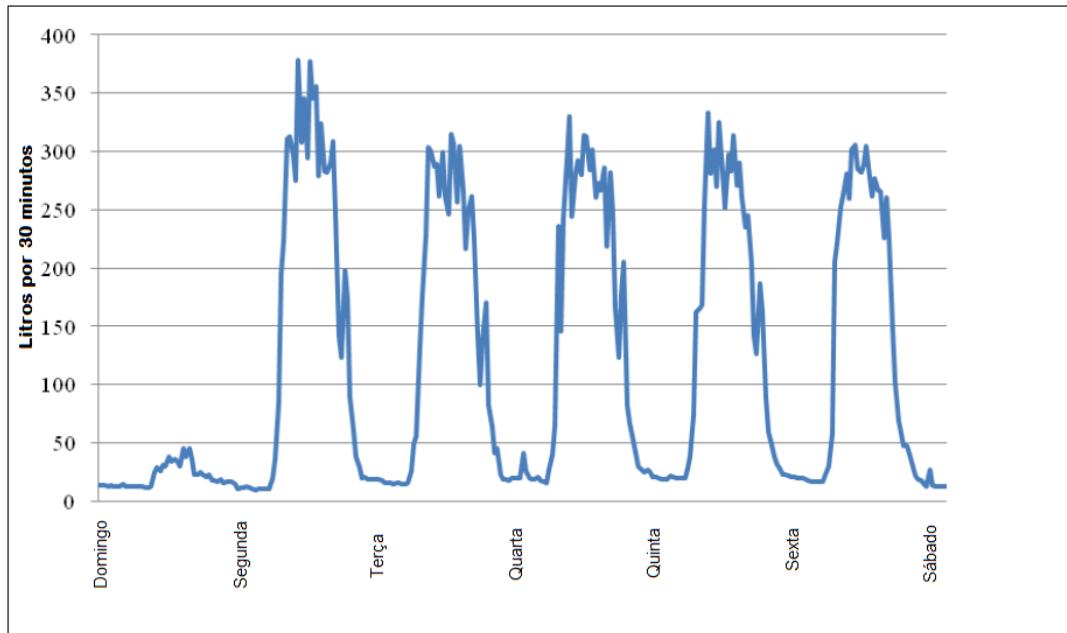
Figura 1 - Consumo de água de 2005/09 em 600 edifícios pesquisados em Bologna, Itália.



Fonte: Adaptado de Farina *et al.* (2013).

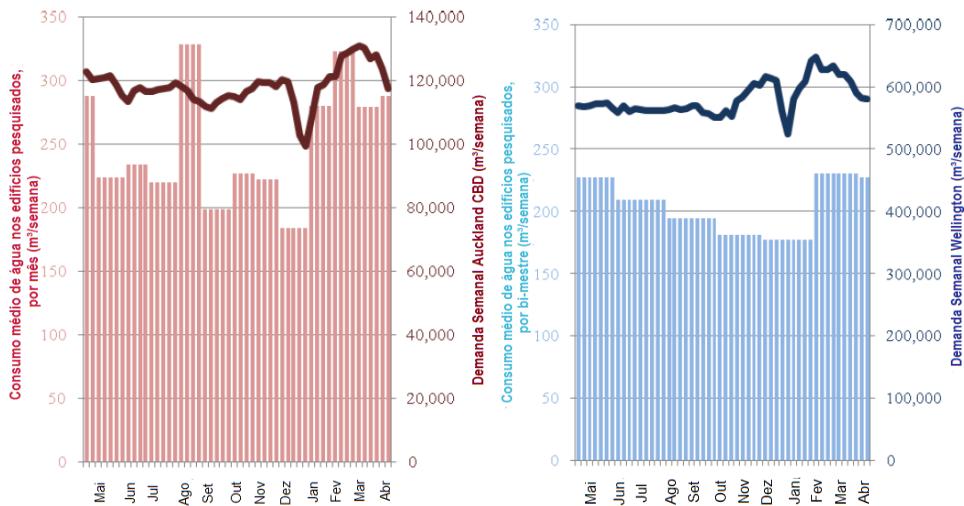
Bint, Vale e Issacs (2011) apresentaram um estudo sobre o comportamento do consumo médio de edifícios de escritórios na Nova Zelândia. A pesquisa mostrou que o consumo é bastante inferior nos fins de semana, e no período noturno, porém, nunca chega a zero. Isso ocorre devido a vazamentos não identificados, a alguns usos automáticos, como descargas em mictórios ou algum outro uso diverso dentro da edificação (Figuras 2 e 3). O consumo pode variar também ao longo dos meses. Como a Nova Zelândia se encontra no hemisfério Sul, as estações climáticas coincidem com as estações no Brasil, sendo o consumo maior de água nos meses mais quentes (dezembro a março).

Figura 2 - Perfil do consumo médio de água em uma semana, em edifício monitorado.



Fonte: Adaptado de Bint, Vale, Isaacs (2011).

Figura 3 - Perfil do consumo médio em edifícios monitorados na Nova Zelândia, ao longo dos meses.



Fonte: Adaptado de Bint, Vale, Isaacs (2011).

De acordo com medições realizadas com auxílio de medidores de vazão ultrassônicos, em estudo realizado em edifício de escritórios no Japão, Asakura e Nishikawa (2018) encontraram as seguintes vazões de consumo de água nos sistemas prediais hidrossanitários: 15,0 litros/hora nas bacias sanitárias, 4,0 litros/hora nos mictórios e 0,2 litros/hora nas torneiras. Os resultados mostraram também que o consumo máximo de água por hora era cerca de 2,6 vezes maior que o consumo médio, sendo esse

dado de importante consideração na etapa de projetos para sistemas prediais em escritórios.

Em sua pesquisa Proença e Ghisi (2010), estimam que 56% a 86% do volume de água consumido é utilizado em atividades que não necessitam de água potável, como em descargas e na limpeza de banheiros. Os autores estimam que o consumo de água em escritórios seja dividido em quatro principais consumos específicos: (a) bacias sanitárias; (b) torneiras (lavatórios para lavar as mãos, escovar os dentes); (c) limpeza (escritórios e área comum); (d) outros usos (água usada para cozinhar, beber e outros usos na torneira da cozinha). Seneviratne (2006) mostrou que auditorias no consumo de água em alguns edifícios comerciais revelaram que aplicações não potáveis equivalem à parcela que representa entre 50% e 90% da demanda total de água nos imóveis.

Wu, Sakaue e Murakawa (2017) analisaram os métodos utilizados no Japão para cálculo de demanda de água em edifícios de escritórios locais. Seis métodos distintos foram aplicados, e os resultados obtidos foram superiores aos volumes reais encontrados, em alguns casos com grandes diferenças entre valores calculados e valores reais consumidos. Esses métodos para cálculo de vazão de projeto são baseados no número de usuários, com determinação do volume de água necessário a partir da densidade de ocupação do escritório (de 0,1 a 0,2 pessoas/m<sup>2</sup>); na quantidade de equipamentos sanitários existentes (utilizando as vazões de cada equipamento); e outros métodos indicados pelo Ministério da Terra, Infraestrutura, Transporte e Turismo do Japão (MLIT), denominado como *“Design Standard”* e pela SHASE (Sociedade de Engenharia Sanitária no Japão), denominado SHASE-S 206 (baseado no método de Hunter), ambos com comprovado risco de superestimação, segundo os autores. No estudo, o único método que mostrou adesão aos resultados reais encontrados foi o de Monte Carlo. Nesse método, uma simulação é realizada utilizando informações como taxa de pessoas que ocupam a edificação, características dos equipamentos como vazão, tempo de uso e distribuição. Verificou-se a necessidade de estimar corretamente o número de ocupantes, pois essa informação possui grande relevância nos resultados obtidos.

Para o levantamento correto do consumo das edificações, é necessário considerar também a população flutuante que frequenta esses escritórios (PROENÇA; GHISI, 2010). Esse público pode ser composto por clientes, fornecedores e outros interessados nas atividades do escritório. De acordo com Rice *et al.* (2017), em um edifício de escritórios típico com sistema de refrigeração à água, 65% do consumo de água se dá diretamente na ocupação dos escritórios (uso de equipamentos hidrossanitários como bacias sanitárias,

torneiras e chuveiros), e 35% está relacionado ao consumo base do edifício (climatização e limpeza). Já em edifícios com climatização a ar, o consumo direto na ocupação do escritório é maior, de 75%; o consumo base do edifício é de 25%, segundo os autores. Assim, os autores mencionam que a relação entre vacância e consumo de água é indicada como sendo em média de 70%, ou seja, aumentando a vacância em 10%, por exemplo, a redução no consumo de água seria de 7%.

## 2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM O CONSUMO DE ÁGUA

Conforme apontaram Silva, Tamaki e Gonçalves (2006), tão importante quanto a verificação do consumo de água, também é fundamental verificar a associação de possíveis causas da variação do consumo e a avaliação de como tais fatores influenciam o consumo. É importante salientar que os fatores que irão impactar o consumo de água em uma determinada edificação variam bastante conforme o uso e ocupação. No caso dos escritórios, muitas atividades profissionais distintas são realizadas nesses espaços, o que torna mais complicada a caracterização dos fatores envolvidos na ocupação. Essas especificidades do uso precisam ser consideradas em diferentes tipologias. Segundo Gomes, Bittar e Fernandes (2016), que estudaram o consumo de água em hospitais, o volume de água consumida variou muito, dependendo do tipo (clínica geral, especializada), do porte, localização, complexidade de equipamentos e práticas de conservação e uso racional de água.

Segundo Bint, Vale e Isaacs (2011), o consumo de água em escritórios na Nova Zelândia é impactado principalmente pela área líquida locável ocupada, ou seja, a área útil de um empreendimento ocupada pelos escritórios. Conforme seus estudos, após análise estatística de dados de consumo de água em edificações de escritório no país, e aplicação de método de regressão multivariada, os autores verificaram que 68% da variação do consumo de água pode ser explicada por essa variável. Por isso seus resultados foram apresentados em termos de metros cúbicos por metro quadrado de área locável líquida por ano. Outros fatores importantes que impactam no consumo de água são a quantidade de andares ( $R^2=53\%$ )<sup>1</sup>, número de aparelhos eletrodomésticos

---

<sup>1</sup>  $R^2$  - coeficiente de determinação múltipla é uma medida estatística que indica a quantidade de redução na variabilidade de  $y$ , obtida pelo uso dos regressores  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Ele varia de 0 a 1 (pode ser indicado percentualmente) e é representado pela divisão entre a soma dos quadrados devido à regressão e a soma total dos quadrados (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

( $R^2=49\%$ ), o número de ocupantes equivalentes em período integral ( $R^2=44\%$ ), a quantidade de horas em operação ( $R^2=9\%$ ) e a idade da edificação ( $R^2=2\%$ ). A diferença de consumo em cada cidade, de acordo com os autores, diz respeito às diferenças nas tarifas cobradas em cada local, sendo esse mais um fator importante com relação ao consumo.

Em estudo realizado pelo governo australiano sobre consumo de água em escritórios, identificou-se que a intensidade de consumo de água é aproximadamente constante em relação às características técnicas e operacionais da edificação, porém sujeita a efeitos climáticos significativos (BANNISTER; MUNZINGER; BLOOMFIELD, 2005). No referido estudo, os autores utilizaram métodos de regressão e não encontraram nenhuma influência estatisticamente significativa no consumo de água no que se refere à densidade de ocupação dos edifícios, horas de uso dos edifícios, uso de sistemas de refrigeração que utilizam água, uso de sistemas de irrigação, práticas e sistemas de gestão da água e tarifas. As duas únicas variáveis que se mostraram significativas foram a área líquida locável e o número de dias em que houve necessidade de climatização. Foi estudada também, para a amostra de 132 edifícios de escritórios, a existência de significância estatística na correlação entre o consumo de água e a presença de alguns equipamentos economizadores e realização de ações de gestão do uso de água. Para essa pesquisa, nenhum dos equipamentos ou ações mencionadas a seguir se mostraram significativos estatisticamente na redução do consumo de água: mictórios sem a presença de água, mictórios com sensor, bacia sanitárias com duplo acionamento, medição de água setorizada, planos de gestão de água em implementação, auditorias e medidas economizadoras de água. Da mesma forma, não foram significativos para o aumento do consumo nessas edificações a presença de sistema de climatização que utiliza água no seu processo, bem como sistemas de irrigação e outros pontos de consumo exteriores.

Segundo Kern *et al.* (2016) o consumo de água em edificações comerciais é influenciado pela estação do ano, sendo maior nos meses de dezembro a fevereiro, verão no Brasil, onde os autores estudaram o consumo de água em edificação comercial certificada. A partir da ocupação da edificação, o consumo foi decrescente ao longo dos meses, devido às adaptações necessárias nos sistemas e à adequação e educação dos usuários quanto ao uso do sistema predial hidrossanitário. Para reduzir o consumo de água, várias ações foram realizadas, como a medição e o monitoramento do consumo diário de água, fiscalização e controle de vazamentos (principalmente na piscina) e

campanhas constantes de educação e conscientização dos usuários, principalmente com relação ao uso dos banheiros.

De acordo com Santana e Kiperstok (2010), o consumo de água está, em geral, relacionado à tipologia da edificação, aos usos específicos existentes na edificação, ao número de pessoas que frequentam o imóvel, ao processo construtivo do sistema predial hidrossanitário, às patologias e manutenções realizadas, e em menor grau, às estações do ano. Seneviratne (2006) comentou que o uso de água em edifícios de escritórios depende de alguns fatores, como a área ocupada, o número de funcionários ou inquilinos, a tipologia e a eficiência do sistema predial hidrossanitário, além das condições climáticas do local.

A quantidade de água utilizada na fase de ocupação das edificações comerciais e de escritórios pode variar dependendo de vários fatores, como a cultura na região, renda, número e idade dos ocupantes e visitantes, qualidade dos aparelhos sanitários, condições climáticas e características construtivas da edificação (MANNAN; AL-GHAMDI, 2020).

Soares (2010) afirma que os principais fatores que influenciam o consumo de água em edifícios não habitacionais são o clima e a umidade, sendo maior o consumo em regiões mais quentes e secas; o tipo da edificação; os tipos de equipamentos sanitários; o tipo e o nível de manutenção dos sistemas hidráulicos; pressão na rede de abastecimento de água; cultura dos consumidores, hábitos e nível de vida dos ocupantes; a existência de medição individual; e o valor da tarifa de água. O autor menciona que também é necessário verificar e investigar o público visitante, pois em alguns casos esse número de pessoas é bastante relevante.

Feil e Tucci (2014), em estudo sobre o consumo residencial de água, mostraram em ampla revisão bibliográfica com o uso da metanálise como análise estatística, que o consumo eficiente desse recurso, além do uso de equipamentos eficientes, está relacionado a fatores sociodemográficos como nível de renda e ocupação, idade dos ocupantes, nível de educação ambiental, atitudes, crenças e comportamentos dos consumidores. Segundo os autores, também influenciam o consumo de água a questão climática (temperatura e precipitação), a existência de medições e *feedbacks* sobre o consumo.

Rice *et al.* (2017) demonstraram que em edifícios de escritórios australianos, o consumo de água por metro quadrado diminuiu no período de 2011 a 2017, cerca de 0,15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Além do aumento da vacância, outros fatores que justificam essa redução nos últimos anos da pesquisa são as melhorias proporcionadas por projetos de reforma, a

implantação de práticas de gerenciamento por parte dos gestores desses prédios, e mudanças de comportamento dos usuários dessas edificações, impulsionados por programas de uso racional de água e certificações ambientais.

Rice *et al.* (2017) também evidenciaram que existem diferenças no consumo de água conforme aumenta a área total dos edifícios de escritórios nos casos em que há climatização a ar. Nesse caso, em edifícios com área entre 5.000 a 10.000 metros quadrados, o consumo médio é de 0,606 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano; em edifícios com área superior a 20.000 metros quadrados, o valor é de 0,345 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano. Em edifícios com climatização à água, o consumo de água por área praticamente se manteve constante.

A Tabela 1 apresenta resumo com resultados encontrados em estudos sobre o consumo de água em edifícios comerciais, e os principais fatores que o influenciam.

Tabela 1 – Resumo de estudos sobre fatores que impactam o consumo de água em edifícios comerciais

Autores	País	Fatores que impactam o consumo de água
Bannister <i>et al.</i> (2005)	Austrália	Área líquida locável e número de dias com necessidade de climatização
Seneviratne (2006)	Austrália	Área ocupada, o número de funcionários ou inquilinos, a tipologia e a eficiência do sistema predial hidrossanitário, além das condições climáticas do local.
Santana e Kiperstok (2010)	Brasil	Tipologia da edificação, usos específicos existentes na edificação, número de pessoas que frequentam o imóvel, processo construtivo do sistema predial hidrossanitário, patologias e manutenções realizadas, e em menor grau, as estações do ano.
Soares (2010)	Portugal	Clima e a umidade, o tipo da edificação, os tipos de equipamentos sanitários, o tipo e o nível de manutenção dos sistemas hidráulicos, pressão na rede de abastecimento de água, cultura dos consumidores, hábitos e nível de vida dos ocupantes, a existência de medição individual, o valor da tarifa de água e público visitante.
Bint <i>et al.</i> (2011)	Nova Zelândia	Área líquida locável ocupada, quantidade de andares, número de aparelhos eletrodomésticos, número de ocupantes em período integral, quantidade de horas em operação e a idade da edificação.
Kern <i>et al.</i> (2016)	Brasil	Estação do ano e educação dos usuários quanto ao uso do sistema predial hidrossanitário
Rice <i>et al.</i> (2017)	Austrália	Área, reduções de consumo proporcionadas por reformas no imóvel, implantação de práticas de gerenciamento no consumo de água, melhor comportamento dos usuários impulsionados por programas de uso racional de água e certificações ambientais.
Mannan e Al-Ghamdi (2020)	Qatar	Cultura na região, renda, número e idade dos ocupantes e visitantes, qualidade dos aparelhos sanitários, condições climáticas e características construtivas da edificação

Fonte: O Autor (2021).

### 2.3 INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS

Indicador de consumo é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período de tempo e o número de agentes consumidores neste mesmo período (SAUTCHUK *et al.*, 2005). Estes indicadores podem ser utilizados para comparar o desempenho de determinada unidade de estudo em relação a edificações de mesma tipologia. Cada tipologia, dependendo de suas características construtivas e ocupação, possui indicadores mais adequados que devem ser utilizados. Em escolas e universidades é comum a utilização de indicadores que refletem o consumo por estudantes; em restaurantes e lanchonetes, o consumo por refeição preparada; em hotéis, o consumo por hóspede por dia (SILVA, 2004).

Os indicadores comumente utilizados para avaliar e comparar o uso de água em edificações comerciais e escritórios caracterizam o consumo de água por unidade de área em um período de tempo ou por funcionário por unidade de tempo (SENEVIRATNE, 2006). Segundo o autor, são mais usuais os indicadores de consumo anual de água por área ( $m^3/m^2/ano$ ) ou por funcionário por dia ou ano (litro/funcionário/dia ou  $m^3/funcionário/ano$ ). Segundo Gonçalves *et al.* (2005), o consumo de água nos edifícios é geralmente estimado utilizando um indicador de consumo expresso pelo volume de água em um período dividido pelo número de consumidores ou usuários da edificação.

Na Nova Zelândia, 93 edifícios de escritórios das cidades de Auckland e Wellington foram selecionados para servir como base de estudo para identificação de indicador de consumo de água em escritórios (BINT; VALE; ISSACS, 2011). Para essa amostra foram escolhidos imóveis em que mais de 80% da área líquida locável fosse utilizada como escritório. Primeiramente foi realizada uma pesquisa por meio de um questionário; na sequência, a análise do histórico da conta de água, e visita aos edifícios. Utilizando um método de regressão multivariada, foram encontrados os valores de consumo de água de  $0,76\ m^3/m^2/ano$  para a cidade de Auckland, e  $1,03\ m^3/m^2/ano$  para a cidade de Wellington. Segundo os autores, esses resultados se encontram em valores intermediários em relação a indicadores de consumo em edificações com o mesmo uso, quando comparados com *benchmarks*, literatura e ferramentas de classificação semelhantes do Reino Unido, da Austrália e dos Estados Unidos. São mencionados valores que constam em iniciativas como o *Construction Industry Research and Information Association* - CIRIA, que apresenta valor de  $0,60\ m^3/m^2/ano$  segundo

Waggett *et al.* (2000) *apud* Bint, Vale e Isaacs (2011), o *National Australian Built Environment Rating System* - NABERS, com valor de 1,21 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano segundo Bannister *et al.* (2005) e o *Commercial and Institutional End Uses of Water Study* - CIEUWS, que apresenta valor de consumo de 1,59 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano (DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000).

Em estudo realizado em várias cidades da Austrália, envolvendo 132 edifícios de escritórios, Bannister, Munzinger e Bloomfield (2005) chegaram ao valor médio de consumo de água de 0,91 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano (considerando a área líquida locável). Existiu uma variação dos resultados em cada cidade, devido principalmente às condições climáticas, segundo o estudo. A pesquisa consistiu na aplicação de questionário em edifícios, que foram indicados pelo setor público. Os dados foram reunidos e processados, resultando no valor mencionado. Os pesquisadores criaram então uma classificação em faixas, para identificar os prédios estudados, indo de 1 a 5 (onde 1 representa menor eficiência no consumo, e 5 maior eficiência). A classificação para edificações mais eficientes apresentou consumo de 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano e a menos eficiente, de 1,50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano. Os resultados da pesquisa foram comparados pelos autores com outros estudos, como um realizado no Reino Unido que apontou consumo médio de edifícios de escritórios de 1,08 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano.

No Japão, para dimensionamento em projetos hidrossanitários, o volume de água *per capita* considerado para edificações de escritórios é de 60 a 100 litros/pessoa/dia. Em edifícios em que existem dispositivos economizadores de água, o volume a ser considerado para dimensionamento em projetos é de 40 a 60 litros/pessoa/dia (ASAKURA; NISHIKAWA, 2018). Em edifício estudado pelos autores, o valor médio de consumo encontrado foi de 63 litros/pessoa/dia. Esse valor varia conforme o sexo, sendo o consumo médio masculino de 35 litros/pessoa/dia, e o consumo médio feminino, de 81 litros/pessoa/dia.

Na Austrália, em auditorias que envolveram mais de 30 grandes edifícios, a Sydney Water desenvolveu como referência de uso de água com melhores práticas, o consumo de 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano quando há torres de resfriamento no edifício (SENEVIRATNE, 2006). Seneviratne (2006) também mostrou que, no Reino Unido, o governo tomou a iniciativa de estabelecer metas de redução de consumo de água nos departamentos governamentais, de 11 m<sup>3</sup>/pessoa/ano para 7,7 m<sup>3</sup>/pessoa/ano. A Thames Water, empresa privada de monopólio responsável pelo fornecimento público de água e tratamento de águas residuais em grande parte de Londres e outras cidades do Reino Unido, estabeleceu como parâmetros de referência para consumo em escritórios, o valor

de 6,8 m<sup>3</sup>/pessoa/ano em edifícios com área maior que 1.000,00 m<sup>2</sup>, e 4,4 m<sup>3</sup>/pessoa/ano para edifícios com área menor que 1.000,00 m<sup>2</sup>. Seneviratne (2006) também apresentou tabela com dados de consumo de água por área e funcionário, em edifícios de escritórios na Suíça, Alemanha e Áustria (Tabela 2).

Tabela 2 - Perfil do consumo médio de água em edifícios de escritórios monitorados na Suíça, Alemanha e Áustria.

	Consumo de água por funcionário	Consumo de água por área
	litros/funcionário/dia	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
<i>Benchmark</i> das melhores práticas da Ellipson AG	47	0,7
<i>Benchmark</i> das práticas padrões da Ellipson AG	104	1,7
Melhor desempenho entre os escritórios avaliados	30	0,5
Pior desempenho entre os escritórios avaliados	135	2,2

Fonte: Adaptado de Seneviratne (2006).

Em um edifício de escritórios com área total de 29.747,00 m<sup>2</sup> no Japão, e ocupado por cerca de 1900 pessoas, o consumo de água medido foi de 41,66 litros/pessoa/dia, considerando o ano todo (365 dias), e de 59,31 litros/pessoa/dia considerando somente os dias úteis (240 dias) (MURAKAWA; IKEDA; DOI, 2017). Segundo os autores, o valor ficou abaixo dos valores convencionalmente utilizados em projetos, que variam de 60 a 100 litros/pessoa/dia no Japão. Nunes (2006) apresentou o consumo de água em edificações de diversas tipologias, encontrando para edifícios de escritórios os valores de 50 a 80 litros/pessoa/dia e de 4 a 10 litros/m<sup>2</sup>/dia quando considerados os indicadores de consumo *per capita* e por área de escritório, respectivamente.

Em 14 prédios administrativos públicos na cidade de Salvador/BA foram analisados os dados históricos das faturas pagas à concessionária de água e o número de funcionários que ocupavam cada edifício (SANTANA; KIPERSTOK, 2010). A literatura pesquisada pelos autores mostrava que, para as características do uso dessas edificações, era esperado um consumo *per capita* de 50 litros/funcionário/dia. Os resultados calculados mostraram uma grande variação, apresentando edifícios com consumo de 25 litros/funcionário/dia, e outros chegando a valores próximos a 280 litros/funcionário/dia.

Proença e Ghisi (2010) estudaram o consumo de água em dez edifícios de escritórios localizados na cidade de Florianópolis. Os cálculos foram feitos após levantamento do número de ocupantes e visitantes nas edificações, e análise do histórico de consumo de água junto à concessionária local. O consumo de água *per capita*

apresentou variação de resultados entre 34,9 a 101,6 litros/pessoa/dia. Os edifícios com maior consumo são aqueles que possuem maior diversidade de uso, e que recebem maior número de visitantes.

Soares (2010) encontrou em sua pesquisa de fontes bibliográficas em Portugal, consumos *per capita* em escritórios que variaram de 15 a 80 litros/funcionário/dia, atingindo um valor médio de 52,5 litros/funcionário/dia. Essa grande variação pode ser explicada pela diferença de dimensão entre os escritórios e comércios, existindo desde pequenas salas até grandes escritórios corporativos, como também pela grande variedade de atividades presentes. Santos *et al.* (2011) apresentaram resultados de um estudo com consumo *per capita* em escritórios na ordem de 35 litros/funcionário/dia durante a semana, e de 4 litros/funcionário/dia nos finais de semana. Trowsdale, Gabe e Vale (2011), em estudo realizado em edifício de escritório em Auckland, na Nova Zelândia, encontraram o consumo de água de 7,7 m<sup>3</sup>/funcionário/ano ou de 0,15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano.

O NABERS (*National Australian Built Environment Rating System*) é um programa na Austrália que faz a classificação do ambiente construído de acordo com o consumo energético, água, emissão de carbono, dentre outros indicadores. Essas edificações classificadas recebem estrelas, que vão de 1 a 6, limite máximo. Rice *et al.* (2017) apresentaram uma tabela com simulações para seis cidades australianas, de valores de consumo de água para enquadramento em cada nível (Tabela 3). O valor varia para cada cidade pois características como temperatura e umidade são levadas em conta neste cálculo.

Tabela 3 - Faixas de classificação (em estrelas) do NABERS referente ao consumo de água em escritórios para as principais cidades australianas, em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano.

Classificação NABERS	CONSUMO DE ÁGUA (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)					
	Sydney	Melbourne	Canberra	Adelaide	Brisbane	Perth
1 estrela	1,73	1,03	0,99	1,08	2,53	1,41
1,5 estrelas	1,56	0,94	0,91	0,99	2,26	1,28
2 estrelas	1,39	0,86	0,83	0,90	1,99	1,14
2,5 estrelas	1,21	0,77	0,75	0,80	1,72	1,01
3 estrelas	1,04	0,69	0,67	0,71	1,44	0,88
3,5 estrelas	0,87	0,60	0,59	0,62	1,17	0,75
4 estrelas	0,70	0,53	0,51	0,53	0,90	0,61
4,5 estrelas	0,52	0,43	0,43	0,44	0,62	0,48
5 estrelas	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
5,5 estrelas	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
6 estrelas	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Fonte: Adaptado de Rice (2017).

Rice *et al.* (2017) também estudaram o consumo de água em 110 escritórios localizados na Austrália. Após filtro, 82 edificações foram consideradas com área superior a 5.000,00 m<sup>2</sup>. O valor médio do consumo de água nestas edificações foi de 0,62 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, sendo que para edificações com climatização à água, o consumo foi de 0,67 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, e para os escritórios com climatização a ar, o consumo foi de 0,53 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano. Os edifícios com climatização à água geralmente são mais eficientes em termos de energia do que as edificações com resfriamento a ar, porém utilizam mais água devido à exigência de uma torre de resfriamento, segundo os autores. A análise do período de 2011 até 2017 nos edifícios pesquisados mostra que o consumo de água tem reduzido, de acordo com o avançar dos anos. Apesar de nesse período ter aumentado a vacância desses edifícios, segundo os autores, a redução do consumo não se justifica apenas por esse fator, sugerindo que a eficiência do uso da água continua melhorando no setor de escritórios comerciais.

O programa de certificação canadense BOMA Canada (*The Building Owners and Managers Association of Canada*) utiliza indicador de consumo de água por área para classificação dos edifícios em categorias. Na categoria prata, o limite máximo de consumo é de 0,83 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano; na categoria ouro, o limite é de 0,60 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, e na categoria platina, o valor limite de consumo é de 0,43 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano (BOMA, 2018).

A Tabela 4 apresenta um resumo dos resultados de estudos com indicadores de consumo por área e *per capita* em edifícios de escritórios.

Tabela 4 - Estudos com indicadores de consumo de água em edifícios de escritórios  
(continua)

Autores - Fonte	País	Estudo	Indicador	Resultados
Seneviratne (2006)	Austrália	Auditórias em 30 grandes edifícios de escritórios	Consumo por área	Indicador de referência de 0,8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
Seneviratne (2006)	Austrália	Benchmark de resultados encontrados em edifícios de escritórios na Suíça, Alemanha e Áustria	Consumo por área	Mais eficiente = 0,70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano Menos eficiente = 1,70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
Seneviratne (2006)	Austrália	Benchmark de resultados encontrados em edifícios de escritórios na Suíça, Alemanha e Áustria	Consumo <i>per capita</i>	Mais eficiente = 47 litros/pessoa/dia Menos eficiente = 104 litros/pessoa/dia
Bannister <i>et al.</i> (2005)	Austrália	132 edifícios de escritórios em várias cidades da Austrália	Consumo por área	Mediana de 0,91 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
Bannister <i>et al.</i> (2005)	Austrália	Classificação de edifícios de escritórios quanto a eficiência no consumo de água	Consumo por área	Mais eficiente = 0,50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano Menos eficiente = 1,50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 4 - Estudos com indicadores de consumo de água em edifícios de escritórios  
(conclusão)

Autores - Fonte	País	Estudo	Indicador	Resultados
Santana e Kiperstok (2010)	Brasil	Estudo em 14 prédios administrativos públicos	Consumo <i>per capita</i>	Variação entre 25 litros/funcionário/dia até 280 litros/funcionário/dia
Proença e Ghisi (2010)	Brasil	Estudo em 10 edifícios de escritórios	Consumo <i>per capita</i>	Variação entre 34,9 litros/funcionário/dia até 101,6 litros/funcionário/dia
Bint <i>et al.</i> (2011)	Nova Zelândia	93 edifícios comerciais em Auckland e Wellington	Consumo por área	Auckland = 0,76 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano Wellington = 1,03 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
Santos <i>et al.</i> (2011)	Portugal	Estudo em 2 edifícios comerciais	Consumo <i>per capita</i>	35 litros/funcionário/dia durante a semana, e 4 litros/funcionário/dia aos finais de semana
Trowsdale <i>et al.</i> (2011)	Nova Zelândia	Estudo realizado em edifício de escritório em Auckland	Consumo por área	0,15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano
Murakawa <i>et al.</i> (2017)	Japão	Estudo em um edifício de escritórios com área total de 29,747.00 m <sup>2</sup>	Consumo <i>per capita</i>	41,66 litros/pessoa/dia, considerando o ano todo e de 59,31 litros/pessoa/dia considerando somente os dias úteis
Rice <i>et al.</i> (2017)	Austrália	Estudo do consumo de água em 110 escritórios.	Consumo por área	Consumo médio de 0,62 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano (sendo 0,67 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano para edificações com climatização à água e 0,53 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano para os escritórios com climatização a ar)
Asakura e Nishikawa (2018)	Japão	Estudo em edifício comercial	Consumo <i>per capita</i>	Consumo médio de 63 litros/pessoa/dia, sendo 35 litros/homem/dia e 81 litros/mulher/dia
Asakura e Nishikawa (2018)	Japão	Indicadores para dimensionamento em projetos de instalações hidrossanitárias para edificações de escritórios.	Consumo <i>per capita</i>	60 a 100 litros/pessoa/dia (quando existem dispositivos economizadores de água = 40 a 60 litros/pessoa/dia)
Building Owners and Managers of Canada (2018)	Canadá	Indicador de consumo de água por área para classificação dos edifícios em categorias	Consumo por área	Categoria prata = 0,83 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano Categoria ouro = 0,60 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano Categoria platina = 0,43 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano

Fonte: O Autor (2021).

## 2.4 USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E ESCRITÓRIOS

O uso racional e eficiente de água nos edifícios é baseado na análise do consumo, e determina possíveis alternativas que levem à redução do consumo de água junto à rede

pública de abastecimento (BERMUDEZ *et al.*, 2018). Esse processo consiste na caracterização, inspeção e avaliação do consumo de todos os componentes hidrossanitários instalados na edificação, e tem como objetivo determinar um conjunto de medidas e soluções que promovam a redução do consumo de água potável em uma determinada edificação.

Segundo Barbosa (2013), o uso racional da água (URA) é uma solução para preservação deste recurso, envolvendo questões de economia durante a utilização, de acordo com a atividade em que a água é empregada. Segundo o autor, para usos que necessitam de água potável, é recomendável a economia do recurso por meio da utilização de dispositivos mais eficientes e da conscientização do usuário. Para atividades que não requerem contato direto com o usuário, como em descargas de bacias sanitárias, pode se fazer uso de água não potável, obtida por fontes alternativas, tais como o aproveitamento da água da chuva e o reúso de águas cinzas (BARBOSA, 2013).

Na busca pela sustentabilidade ambiental, o uso racional da água é apresentado como um dos principais requisitos. O uso eficiente de água implica na diminuição de energia utilizada na captação, transporte, tratamento, na redução da emissão de gases do efeito estufa, e na redução dos custos operacionais dos sistemas de abastecimento de água (MARIANO; RODRIGUES; AFONSO, 2011). O setor da construção civil responde por grande parte dos recursos consumidos em todo o mundo, sendo a redução do consumo um dos grandes desafios da construção sustentável (KERN *et al.*, 2016). Após ocupação, os edifícios comerciais são grandes consumidores de recursos nas áreas urbanas, e, portanto, é necessário considerar oportunidades de melhoria da sustentabilidade por meio do uso mais eficiente de água, energia e materiais (COOK; SHARMA; GURUNG, 2014).

Segundo Almeida (2009), existem muitos motivadores para implantar as ações de uso racional de água, sejam elas: a economia oriunda da redução do consumo de água; a redução dos efluentes gerados; a redução da utilização de insumos como energia elétrica; a redução do uso de elementos químicos no tratamento de água; redução dos custos operacionais; redução dos custos de manutenção; e melhor imagem da empresa perante a sociedade.

No estudo desenvolvido por Oliveira (1999) acerca de programas de uso racional de água, apresentou-se a seguinte estruturação em etapas (OLIVEIRA, 1999):

- a) diagnóstico geral: cadastro e caracterização do sistema predial hidrossanitário, caracterização de hábitos de consumo e auditoria do consumo;
- b) detecção de vazamentos visíveis e não visíveis;

- c) diagnóstico de consumo: cálculo dos índices de perdas;
- d) correção de vazamentos;
- e) instalação de sistema de medição setorizada de consumo de água;
- f) substituição de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água;
- g) reaproveitamento de água em sistemas especiais;
- h) campanhas de conscientização e educação;
- i) avaliação do impacto de redução por agente consumidor.

Edifícios de escritórios que empregam aparelhos mais eficientes ou que possuem alguma certificação de eficiência hídrica apresentaram redução no consumo de água na Nova Zelândia. Todos os prédios possuíam indicadores de consumo de água melhores que a média (BINT; VALE; ISSACS, 2011). Outra forma de reduzir o consumo de água da rede pública é a utilização de fontes alternativas, como a captação de água pluvial, água subterrânea e a partir da condensação de água em sistemas de climatização (COOK; SHARMA; GURUNG, 2014). Tais medidas devem ser tomadas de forma a assegurar a segurança na utilização de água não potável.

Santana e Kiperstok (2010) analisaram o consumo de água em prédios administrativos do setor público, localizados na Bahia, Brasil. Nessas edificações não havia prévio controle ou monitoramento do consumo de água pelos responsáveis. Por meio de ações de uso racional de água, como a melhoria da manutenção do sistema predial hidrossanitário, implantação de medidas simples de gestão e controle dos recursos, incluindo a medição setorizada do consumo de água, verificou-se o elevado potencial de redução de consumo.

Segundo Proença e Ghisi (2010), para o uso racional de água em escritórios, o conhecimento dos usos finais de água é extremamente importante para avaliar as possíveis intervenções a serem realizadas a fim de minimizar o consumo, a produção de esgoto e o impacto no meio ambiente. Na pesquisa, os pontos de maior consumo foram as bacias sanitárias.

Seneviratne (2006) listou uma série de ações que podem ser realizadas, para obter maior eficiência no consumo de água em edificações comerciais. As ações mencionadas pelo autor são: monitorar o uso de água empregando indicadores de consumo por área ou funcionário; eliminar vazamentos; instalar bacias sanitárias com duplo acionamento; empregar mictórios e chuveiros com maior eficiência no uso de água; utilizar arejadores nas torneiras; utilizar irrigação por gotejamento nos jardins; verificar correto

funcionamento de sistemas de aspersão e dispositivos com temporizadores; captar água da chuva para fins não potáveis; conectar os hidrômetros aos sistemas de gestão do imóvel; medição individual de água para casos em que existam mais de um inquilino; reutilizar, quando possível, as águas que forem usadas em testes, como as das tubulações de incêndio; e realizar campanhas de conscientização junto aos ocupantes, solicitando sugestões dos mesmos com relação ao uso racional da água. Nunes (2006) citou também como medidas convencionais para a redução do consumo e conservação da água, consertos de vazamentos nas edificações; a redução de pressão nas redes públicas e tubulações dos edifícios; mudanças nas tarifas, normas para equipamentos sanitários e educação ambiental para os usuários.

Sousa, Silva e Meireles (2019) estudaram a aplicação de ações de uso racional de água em uma edificação comercial, um *shopping center* em Lisboa, Portugal. Nessa edificação, os equipamentos sanitários foram trocados por dispositivos mais eficientes, houve instalação de sistema de aproveitamento de água de chuva e sistema para uso de águas servidas, além de uma campanha de conscientização dos usuários, com cartazes e informativos quanto ao uso da água. Os resultados mostram que houve redução de consumo de água. Nos banheiros, com a instalação de equipamentos mais eficientes, o consumo de água passou de 1,82 litros/visitante, para 1,46 litros/visitante; o sistema de aproveitamento de água pluvial reduziu cerca de 550 m<sup>3</sup>/mês o consumo de água junto à concessionária; e o reúso de águas servidas reduziu o consumo em 7.600 m<sup>3</sup>/ano. Para Mariano, Rodrigues e Afonso (2011), as principais ações para redução e eficiência no consumo de água são a substituição de equipamentos hidrossanitários por modelos mais eficientes, o aproveitamento da água pluvial, e o reúso de águas servidas.

Os diversos estudos indicados abordam a importância do consumo eficiente de água e a relevância que o consumo em edificações comerciais tem no consumo urbano de água. As pesquisas aplicadas sobre o tema junto à escritórios na Austrália por exemplo, receberam apoio do setor privado, indicando um alto nível de interesse do mercado por questões de consumo de água (BANNISTER; MUNZINGER; BLOOMFIELD, 2005). Tal movimento também é percebido em outras localidades, e nas inúmeras certificações ambientais de edifícios, que determinam parâmetros para o consumo de água, atestando sua importância.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta pesquisa é explicitada neste capítulo foi elaborada com base na leitura e compilação de diversos trabalhos desenvolvidos por vários autores, que estudaram o consumo de água não só em escritórios, mas também em residências, escolas, universidades, *shopping centers* e hospitais. Nota-se que os estudos nesses outros ambientes existem em maior quantidade, e dados sobre escritórios no Brasil são ainda escassos.

O procedimento metodológico proposto objetivou construir modelos que descrevam o consumo mensal, o consumo *per capita* e o consumo de água por área para edifícios de escritórios. Na Figura 4 são apresentadas as etapas da metodologia desta pesquisa.

Figura 4 - Delineamento da pesquisa



Fonte: O Autor (2021).

Foi utilizado o método estatístico de regressão linear múltipla, aplicado a variáveis extraídas de um questionário respondido pelas empresas. O consumo mensal de água, e indicadores de consumo por pessoa e por área foram definidos como variáveis dependentes, sendo as demais, variáveis independentes.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

### 3.1.1 Análise Inicial

A fase inicial consistiu em visitas e contatos com os empresários que trabalham em escritórios. Foram contatados engenheiros, arquitetos, advogados, contadores, publicitários, e outros profissionais que trabalham ou são proprietários de escritórios. Nessa etapa, associações de empresas foram visitadas, com o intuito de se obter dados e características das empresas para uma análise inicial. Segundo dados de uma associação ligada a micro, pequenas e médias empresas da cidade de Joinville (AJORPEME), o número de empresas associadas que realizam suas atividades em escritórios equivale a cerca de 18% do total de 2.200 empresas associadas à entidade. As edificações que comportam esses escritórios possuem as mais diversas tipologias, sendo as principais encontradas, edificações térreas, edificações de dois pavimentos, salas comerciais em condomínios horizontais, verticais e em galpões.

Santana e Kiperstok (2010), em sua pesquisa sobre consumo de água em prédios administrativos públicos, realizaram primeiramente o levantamento do perfil das características físicas e funcionais dos sistemas prediais hidrossanitários e seus componentes. Também pesquisaram o perfil dos usuários, a composição dos gastos e características da demanda e do consumo medido. Em alguns casos, devido à inexistência de registros documentais, vistorias técnicas nas unidades pesquisadas foram realizadas.

No caso das empresas visitadas nesta pesquisa, suas características eram bastante variadas, indicando a necessidade de um estudo bastante abrangente para abranger todos os tipos de escritórios existentes. Essa variação foi considerada quando da definição do tipo de amostragem utilizado nesta pesquisa.

Alguns pré-requisitos básicos são necessários que o escritório preencha, para servir como dado útil na amostra. Primeiramente, é mandatória a existência de hidrômetro com medição individual, para que o consumo exclusivo do escritório seja medido. É necessário também que o imóvel seja utilizado como escritório, e nenhuma outra atividade que demande água de maneira distinta às de um escritório. E por último, como os dados da leitura fornecidos pela Companhia Águas de Joinville abrangem somente imóveis em área urbana de Joinville, é preciso que os escritórios se localizem nessa região.

### 3.1.2 Estudo de Caso

O município de Joinville está localizado na região nordeste do estado de Santa Catarina, sendo a maior cidade do estado em termos de população segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010a), com um total de 515.288 habitantes. A estimativa do IBGE para o ano de 2020, é que Joinville já tenha ultrapassado 597.000 habitantes (IBGE, 2020).

Em termos de Produto Interno Bruto - PIB, Joinville figura como a terceira maior cidade da região sul (IBGE, 2010b), o que a leva a ter importância regional, sendo reconhecida como importante polo econômico brasileiro. Em pesquisa realizada pela Associação de Joinville e Região da Pequena, Micro e Média Empresa - AJORPEME (2018), junto aos seus associados para identificar as necessidades de capacitação dos empresários sobre sustentabilidade e ações de economia de água e energia junto às empresas, o engajamento percebido foi mínimo: de 2000 empresas questionadas por e-mail, somente 8 manifestaram algum tipo de interesse. Ao total, são 25.336 empresas na cidade, empregando aproximadamente 249.000 pessoas (IBGE, 2019).

### 3.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para conhecimento mais detalhado de cada escritório, foi elaborado um questionário com perguntas sobre os sistemas prediais hidrossanitários das edificações, hábitos de consumo de água, características dos funcionários e empresários, e questões referentes às práticas de uso racional de água (Apêndice A). As perguntas constantes nesse questionário objetivaram levantar o maior número de informações a respeito de possíveis fatores relacionados ao consumo de água. As questões foram formuladas com base na revisão bibliográfica pesquisada, considerando especificidades do uso e ocupação no Brasil, e de acordo com a análise preliminar realizada. Percebeu-se na revisão bibliográfica que a aplicação de questionários é largamente utilizada em pesquisas sobre hábitos e fatores relacionados ao consumo de água, cálculos de indicadores de consumo e usos finais. A presença de questionários em outras pesquisas auxiliou a preparação e redação das questões. No questionário de Bint, Vale, Isaacs (2011) foram pesquisadas informações sobre a data de construção do edifício, o número de ocupantes em período integral, a quantidade de horas em operação de cada escritório, número de andares, consumo anual de água, área líquida locável e número de equipamentos hidrossanitários na edificação.

Para o levantamento de informação na pesquisa de Proença e Ghisi (2010) foram realizadas entrevistas com os ocupantes dos escritórios, e aplicado um questionário quando a entrevista não foi possível. As perguntas elaboradas eram sobre a frequência diária do uso de equipamentos hidrossanitários, como as descargas de bacias sanitárias, uso de torneiras de lavatório para lavar as mãos e escovação de dentes, frequência de uso de torneiras, e a quantidade de tempo (em segundos) que esses equipamentos eram utilizados, além da quantidade de água utilizada na limpeza dos escritórios e áreas comuns.

No questionário utilizado por Bannister, Munzinger e Bloomfield (2005) foram coletadas informações como a idade da edificação, área ocupada por escritórios e por outras atividades, área de irrigação nos jardins, quantidade de horas semanais trabalhadas, volumes de água consumido, valores das tarifas pagas, e tipos de aparelhos que consomem água e suas respectivas quantidades.

As perguntas redigidas na presente pesquisa seguiram os princípios listados por Barbetta (2012) para a elaboração de um questionário, ou seja: separar as variáveis a serem levantadas; fazer a revisão bibliográfica para verificar formas de mensurar as variáveis em estudo; estabelecer a forma de mensuração das variáveis; elaboração de uma ou mais perguntas para cada variável observada; verificar se a pergunta está suficientemente clara; verificar se a pergunta não está induzindo a nenhuma resposta; verificar se a resposta da pergunta não é óbvia. Algumas informações obtidas no questionário junto às empresas foram consideradas de extrema importância para os resultados do estudo, como:

- a) o número de funcionários na empresa;
- b) os pontos de consumo: número de torneiras, bacias sanitárias, chuveiros e outros;
- c) informações técnicas sobre os aparelhos, como o acionamento de bacias sanitárias e existência de arejadores nas torneiras;
- d) a realização de manutenção nos sistemas prediais hidrossanitários, o acompanhamento do consumo de água e existência de vazamentos;
- e) a existência de alguma medida de racionalização de consumo de água, e o nível de conhecimento sobre o assunto;
- f) o interesse dos empresários em adotar estas práticas e o investimento aceitável para tal;
- g) o endereço da empresa, e se a medição de água era individualizada ou não;

h) a área total construída do escritório, e a idade da edificação.

A partir do questionário elaborado, variáveis independentes que podem explicar o consumo de água mensal, *per capita* e por área nos escritórios foram listadas, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Variáveis obtidas a partir do questionário.

(continua)

Questionário	Variáveis Independentes	Tipo de Variável
Característica 1	Localização (distância em metros até o centro da cidade)	Quantitativa
Característica 2	Ramo de atividade	Qualitativa
Característica 3	Idade do responsável pela empresa	Quantitativa
Característica 4	Escolaridade do responsável pela empresa	Qualitativa
Questão 1	Tipo societário da empresa	Qualitativa
Questão 2	Enquadramento da empresa quanto ao faturamento	Qualitativa
Questão 3	Importância do tema para os gestores	Qualitativa
Questão 4	Prática de ações de uso racional de água	Qualitativa
Questão 5	Investimento aceitável em ações de uso racional de água	Qualitativa
Questão 6	Tipologia construtiva	Qualitativa
Questão 7	Área construída	Quantitativa
Questão 8	Regularização do imóvel	Qualitativa
Questão 9	Imóvel próprio ou alugado	Qualitativa
Questão 10	Idade do imóvel	Quantitativa
Questão 11	Tempo desde última reforma	Qualitativa
Questão 12a	Número de funcionários masculino	Quantitativa
Questão 12b	Número de funcionários feminino	Quantitativa
Questão 12	Número total de funcionários	Quantitativa
Questão 13a	Quantidade de funcionários com ensino fundamental	Quantitativa
Questão 13b	Quantidade de funcionários com ensino médio	Quantitativa
Questão 13c	Quantidade de funcionários estagiários	Quantitativa
Questão 13d	Quantidade de funcionários com ensino superior	Quantitativa
Questão 13e	Quantidade de funcionários com pós-graduação	Quantitativa
Questão 14	Medição individual de água	Qualitativa
Questão 15	Existência de fontes alternativas de abastecimento de água	Qualitativa
Questão 16	Detalhamento das fontes alternativas	Qualitativas
Questão 17	Pontos de consumo com fontes alternativas	Qualitativas

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 5 - Variáveis obtidas a partir do questionário.

(conclusão)

Questionário	Variáveis Independentes	Tipo de Variável
Questão 18	Existência de coleta pública de esgoto	Qualitativa
Questão 19	Existência de reservatório de água	Qualitativa
Questão 20	Volume do reservatório de água	Quantitativa
Questão 21a	Quantidade de salas no escritório	Quantitativa
Questão 21b	Quantidade de cozinhas no escritório	Quantitativa
Questão 21c	Quantidade de banheiros no escritório	Quantitativa
Questão 21d	Quantidade de lavabos no escritório	Quantitativa
Questão 21e	Quantidade de lavanderias no escritório	Quantitativa
Questão 22	Quantidade de bacias sanitárias	Quantitativa
Questão 23	Tipos de bacia sanitária	Qualitativa
Questão 24	Quantidade de mictórios	Quantitativa
Questão 25	Quantidade de chuveiros	Quantitativa
Questão 26	Quantidade de torneiras	Quantitativa
Questão 27	Existência de arejadores nas torneiras	Qualitativa
Questão 28	Como é feito o consumo de água potável	Qualitativa
Questão 29	Quantidade de bebedouros	Quantitativa
Questão 30	Quantidade de tanques (lavanderia)	Quantitativa
Questão 31	Quantidade de máquinas de lavar roupa	Quantitativa
Questão 32	Quantidade de máquinas de lavar louça	Quantitativa
Questão 33	Quantidade de torneiras de jardim	Quantitativa
Questão 34	Utilização de água para climatização	Qualitativa
Questão 35	Existência de jardim	Qualitativa
Questão 36	Existência de manutenção periódica	Qualitativa
Questão 37	Existência de vazamentos	Qualitativa
Questão 38	Equipe de limpeza própria	Qualitativa
Questão 39	Situações de desperdício	Qualitativa
Questão 40	Acompanhamento do consumo de água	Qualitativa
Questão 41	Horário de funcionamento do escritório	Qualitativa
Questão 42	Comportamento dos funcionários	Qualitativa
Questão 43	Treinamento dos funcionários	Qualitativa
Questão 44	Existência de atendimento ao público externo	Qualitativa
Questão 45	Número de pessoas atendidas (público externo)	Quantitativa
Questão 46	Duração de atendimento ao público externo	Quantitativa

Fonte: O Autor (2021).

O questionário foi aplicado no ano de 2019 com quatro empresários como teste. O objetivo foi verificar se os respondentes entenderam todas as questões, e se algum ajuste seria necessário no formulário. As respostas foram analisadas e pequenas melhorias

foram implementadas. A versão final do questionário, constante no Apêndice A, foi então aplicada às demais empresas.

### 3.3 AMOSTRAGEM

A amostragem é uma etapa de fundamental importância no desenvolvimento da pesquisa, capaz de determinar a validade dos dados obtidos (OLIVEIRA, 2001). Inicialmente se faz necessário determinar a população, a forma de amostragem, e o tamanho da amostra para a elaboração de modelos de regressão. Entender esses conceitos e aplicá-los corretamente é vital para atingir os objetivos propostos.

A população é o conjunto de elementos a abranger no estudo e que são passíveis de serem observados, com respeito às características (variáveis) a levantar (BARBETTA, 2012). Neste estudo, a população é a soma total de escritórios existentes em Joinville/SC. Segundo dados do IBGE (2019), existem em Joinville 25.336 empresas atuantes, conforme dados de 2019. Uma fração desse total corresponde a empresas que utilizam escritórios para suas atividades. Neste trabalho, utilizou-se a amostragem não probabilística, que pode ser subdividida em amostragem por conveniência, por julgamento, e por quota (OLIVEIRA, 2001). A amostragem foi por quota, sendo os estratos definidos de acordo com as atividades praticadas nos escritórios (variável “Atividade” da Tabela 5). Com base na lista de associados da AJORPEME, identificou-se que as principais atividades exercidas nos escritórios são de arquitetura e engenharia, advocacia, contabilidade e imobiliárias. Assim propôs-se que as quotas seguissem proporção similar com que essas atividades são encontradas na população.

Devido à complexidade em se obter o tamanho necessário de dados da amostra, buscou-se metodologias e pesquisas para estimação da quantidade de escritórios a se pesquisar. A abordagem de Carlo (2008) apresenta o número de dados necessários para representar uma população de edificações para erros de 5% e 10%. Considerando erro amostral máximo tolerado de 10%, um valor sugerido para o tamanho inicial da amostra seria de 100 escritórios.

O tamanho da amostra tem um impacto direto sobre a adequação e o poder estatístico da regressão múltipla (HAIR *et al.*, 2009). Para garantir resultados confiáveis e robustos, a abordagem do poder estatístico na regressão foi também utilizada. O poder do teste (também representado como  $(1 - \beta)$ ), corresponde à probabilidade de rejeição da

hipótese nula, quando esta realmente for falsa (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). Hair *et al* (2009) explicam que em regressão múltipla, poder estatístico refere-se à probabilidade de detectar como estatisticamente significante um nível específico de coeficiente de determinação ou de regressão para um determinado tamanho de amostra e nível de significância.

Para a regressão múltipla desta pesquisa foi utilizada um tamanho de amostra que permita detectar um efeito médio no coeficiente de determinação  $R^2$  de 0,26, com poder superior a 0,80 (80%) (COHEN, 1988; HAIR *et al.*, 2009). Cohen (1988) estabeleceu uma escala para o valor do  $R^2$ , com o objetivo de indicar qual o tamanho do efeito e verificar o poder estatístico da regressão múltipla. Para valores de  $R^2$  menor que 0,02 o efeito é considerado muito fraco; entre 0,02 e 0,13, fraco; entre 0,13 e 0,26, moderado, e, acima de 0,26, substancial. O cálculo do poder estatístico das regressões foi realizado utilizando o *software R* (R CORE TEAM, 2021) e o pacote *power* (pwr) (CHAMPELY, 2020), aplicado para esta análise. Considerando um nível de significância de 5% e poder de 80%, em uma amostra com 50 edifícios e 20 variáveis explicativas no modelo, valores de  $R^2$  maiores ou iguais a 0,29 seriam detectados (HAIR *et al.*, 2009).

### 3.4 COLETA DE DADOS

Os questionários foram aplicados de maneira presencial ou *online*, sendo antecedidos pelo preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B). Quando aplicado de maneira presencial, o questionário do Apêndice A foi impresso e entregue para o entrevistado. Para a entrevista *online*, foi criado um formulário através da ferramenta *Google Forms*, cujo *link* era enviado por *e-mail*, ou aplicativo de comunicação. Eventualmente os questionários foram aplicados em reuniões de associações comerciais e entidades de classes, uma vez que nesses eventos a presença de empresários era significativa. Também foram realizadas visitas junto a algumas empresas. Cabe ressaltar que todos os questionários aplicados presencialmente foram realizados com os proprietários ou diretores das empresas (alta administração), pois o foco era atingir os responsáveis diretos por tomadas de decisão.

Em visitas aos escritórios, foi verificado que grande parte dos entrevistados desconhecia se a medição do consumo de água era individualizada ou não, principalmente nos imóveis alugados em condomínio. Como parte dos entrevistados desconhecia a

existência de medição individualizada de consumo de água, adotou-se a presença de tal característica como critério de inclusão ou exclusão do escritório nas análises realizadas posteriormente. Assim, para determinação do consumo de água, somente os edifícios que realmente possuíam medição individualizada do consumo de água foram considerados na composição da amostra válida. A existência de vários escritórios compartilhando um mesmo hidrômetro não permite identificar qual o consumo específico de cada unidade.

### 3.5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS

Após aplicação do questionário junto às empresas, os dados obtidos foram tabulados e organizados para melhor entendimento. Realizou-se uma análise das respostas, para verificar se houve congruência com as perguntas propostas. Respostas atípicas, confusas, ou ausentes para algumas perguntas foram confirmadas com novos contatos aos respondentes, ou indicadas na tabela como “Não soube responder”.

Nessa etapa também foi feita uma triagem para verificar se as respostas atendiam exclusivamente ao objetivo da pesquisa, que é estudar o consumo de água em escritórios. Foi necessário também verificar se a atividade realizada pela empresa é foco do estudo, se existem dados da concessionária fornecedora de água para o local, se o escritório se localiza na região do estudo e se as leituras existentes diziam respeito unicamente ao escritório, ou se mais atividades eram realizadas e medidas pelo mesmo hidrômetro.

Com relação aos dados faltantes, quando não houve possibilidade de confirmar com o entrevistado esta ausência de resposta, foram utilizadas técnicas simples de imputação de dados. Estas técnicas de imputação geram um valor específico para um valor real ausente em um conjunto de dados, sendo mais simples e barata, requerendo menos custo computacional (KHAN; HOQUE, 2020). No caso desta pesquisa, dados faltantes das respostas dos entrevistados foram substituídos pela moda (valor que mais se repetia de acordo com as respostas das outras empresas) e dados faltantes da série de leitura do consumo de água de cada escritório, pela mediana do consumo histórico.

### 3.6 LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA

Geralmente, o consumo de água é estimado ou levantado com base nas contas de água e no histórico de consumo (MANNAN; AL-GHAMDI, 2020). No estudo de caso desta pesquisa, o consumo de água nos escritórios foi levantado com o apoio da empresa concessionária Companhia Águas de Joinville, que forneceu o histórico de consumo das empresas que responderam ao questionário, autorizando a cessão dos dados.

No questionário foi perguntado o endereço da empresa, e se a medição de água era individualizada ou não. No estudo de caso, as planilhas fornecidas pela Companhia Águas de Joinville identificavam as unidades consumidoras pelo número da inscrição imobiliária. Com base no endereço fornecido, e com o auxílio do *Google Maps* e do SIMGEO – Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas da Prefeitura Municipal de Joinville, que indica o número da inscrição imobiliária de cada lote, o consumo de cada escritório foi identificado.

A Companhia Águas de Joinville forneceu dados de consumo referentes ao período de outubro/2017 até setembro/2020. Foram consideradas somente as leituras a partir de janeiro/2018 até dezembro/2019, perfazendo dois anos completos. É importante que os dados utilizados sejam os mais recentes possíveis, por conta de possíveis mudanças de endereço ao longo dos anos, alteração nos números de funcionários e no comportamento dos funcionários, dentre outros. Os dados referentes ao ano de 2020 foram descartados, devido à pandemia COVID-19. O período de pandemia alterou significativamente a ocupação dos escritórios, o que poderia prejudicar as análises feitas.

### 3.7 CÁLCULO DE INDICADORES DE CONSUMO

Para edifícios de escritórios, de acordo com a revisão de literatura realizada, são utilizados principalmente dois indicadores de consumo: o consumo *per capita* (de acordo com o número de funcionários) e o consumo por área privativa ou locável (área do escritório). Essas informações foram levantadas por meio do questionário elaborado. A questão sobre a área dos escritórios está indicada de forma qualitativa, para o entrevistado assinalar a faixa mais próxima da área ocupada pelo escritório. De forma a auxiliar na construção desse indicador, foram utilizados como base também os dados cadastrais fornecidos pela Prefeitura Municipal de Joinville, que aponta a área existente na edificação.

O indicador de consumo *per capita* utilizado nesta pesquisa tem como unidade, litro/funcionário/dia. Para calcular a quantidade de dias úteis, foram utilizados os calendários dos anos de 2018 e 2019. Quanto ao indicador de consumo de água por área, a unidade utilizada é m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Neste tópico são descritos os métodos e procedimentos necessários para o desenvolvimento dos modelos de regressão linear múltipla para o consumo mensal, e para os indicadores de consumo *per capita* e por área. A análise estatística englobou a análise exploratória, a análise da relação entre duas variáveis (bivariada) com o uso das correlações e testes de significância, e a construção do modelo de regressão linear múltipla, com a seleção de variáveis, verificação da significância dos parâmetros e do modelo, análise dos resíduos e validação do modelo final encontrado.

#### 3.8.1 Análise exploratória

Inicialmente foi realizada a análise exploratória das informações obtidas sobre as variáveis dependentes e independentes. Essa análise inicial permitiu conhecer e caracterizar o conjunto de dados obtidos. Foram calculados os valores mínimos e máximos, valores do primeiro e terceiro quartis, a média e mediana, e o desvio padrão. Os resultados estão apresentados em forma de tabelas, gráficos *boxplot*, gráficos de dispersão e histogramas.

#### 3.8.2 Análise bivariada

A análise bivariada tem como objetivo estudar as relações (associações para variáveis qualitativas e quantitativas e correlações para variáveis quantitativas) entre duas variáveis (FÁVERO; BELFIORE, 2017). Ela é realizada para entender o comportamento das variáveis dependentes em relação às variáveis independentes, duas a duas. Nesta pesquisa serve para entender como cada variável independente, individualmente, afeta o consumo de água mensal, *per capita* e por área.

A correlação entre as variáveis é adimensional, e pode variar de -1 (correlação negativa) a + 1 (correlação positiva) (SILVA, 2011). Segundo o autor, as correlações medem o grau de associação entre duas variáveis, não implicando em qualquer relação de causa e efeito. São consideradas correlações fortes aquelas acima de 0,8, correlações moderadas aquelas que estão entre 0,5 e 0,8, e correlações fracas aquelas abaixo de 0,5 (DEVORE, 2006).

Para calcular as correlações entre as variáveis quantitativas foram calculados os coeficientes de correlação Pearson (em caso de distribuição normal dos dados de ambas as variáveis) ou de Spearman (quando a distribuição é não normal) (ESTRELA, 2018). A significância das correlações deve ser verificada através de teste de hipóteses (teste t de Student), e caso a hipótese nula seja rejeitada, pode-se concluir que existe uma relação significativa entre as variáveis (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010). Caso a hipótese nula não seja rejeitada, conclui-se que não existe uma correlação significativa entre as variáveis.

Para as variáveis qualitativas, a análise foi realizada por meio de gráficos *boxplot*. Em seguida foram realizados alguns testes estatísticos. Para analisar se há diferenças no consumo de água para variáveis com duas categorias, o teste t de Student foi empregado quando houve distribuição normal, e o teste não paramétrico de Wilcoxon quando não houve normalidade (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). Para analisar se há diferenças no consumo de água para variáveis com três ou mais categorias, o teste ANOVA fator único foi empregado para variáveis com distribuição normal, e o teste não paramétrico de Kruskal Wallis para variáveis que não seguiram a distribuição normal (DEVORE, 2006). Além disso, variáveis quantitativas independentes fortemente correlacionadas entre si foram analisadas para verificar a necessidade de exclusão de uma ou mais do processo de modelagem.

### 3.8.3 Análise Multivariada - Modelo de Regressão Linear Múltipla

Em geral, uma variável dependente (Y) depende de várias variáveis independentes ou explicativas ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ ). A análise de regressão múltipla envolve a construção de um modelo estatístico-matemático para estudar a relação entre as variáveis dependentes e as independentes (BARBETTA, 2012). Segundo o autor, essa análise serve também para conhecer a influência de cada variável independente, bem também como predizer a variável dependente em função das variáveis independentes conhecidas.

De acordo com Montgomery e Runger (2009), a variável dependente (Y) pode estar relacionada com k variáveis independentes (dita regressoras), conforme a Equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon. \quad (1)$$

Sendo:

Y = variável dependente;

$\beta_0$  = intercepto;

$\beta_j$  = coeficiente de regressão;

$X_j$  = variável independente;

$\varepsilon$  = erro aleatório.

Para se calcular os coeficientes de regressão do modelo de regressão linear múltipla, utiliza-se o método dos mínimos quadrados (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). Esse método procura encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados. No presente estudo, a modelagem foi realizada considerando como variáveis dependentes (Y), o consumo mensal da edificação, o consumo *per capita* diário e o consumo de água anual por área nos escritórios analisados. A seleção das variáveis independentes (ou regressoras) é detalhada a seguir.

### 3.8.4 Seleção de variáveis

Selecionar o conjunto de variáveis regressoras a ser utilizado no modelo é um dos problemas de maior relevância na análise de regressão (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). Segundo os autores, o objetivo é que o modelo final contenha um número de variáveis regressoras suficientes de modo que o modelo atenda o seu propósito. Além disso, o número adequado de variáveis é também mais fácil de interpretar e compreender do que um modelo com um número bem maior de previsores (DEVORE, 2006).

A seleção preliminar das variáveis é realizada após análise e cálculo das correlações entre as variáveis dependentes e independentes (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). As variáveis quantitativas com correlações significativas foram

incluídas no modelo. Do mesmo modo, as variáveis qualitativas que apresentaram diferenças significativas nos testes também entraram no modelo inicial. Tanto para as variáveis quantitativas, como para as variáveis qualitativas, foram considerados significativos valores de  $\alpha$  abaixo de 0,20 (20%) (HOSMER; LEMESHOW, 2013; TALAVERA *et al.*, 2020).

No processo de modelagem foi utilizado o método *Stepwise* que realiza a seleção de variáveis, adicionando ou excluindo preditores do modelo existente. O critério para adição ou exclusão de uma variável utilizada pelo *software R* é o critério de Akaike (R CORE TEAM, 2021). Este critério seleciona o modelo com menor valor de AIC (*Akaike Information Criterion*), em que os dados de entrada são o valor máximo da função de verossimilhança e o número de parâmetros (HAQUE *et al.*, 2018). O método *Stepwise* é uma combinação dos métodos de seleção progressiva e eliminação regressiva (KUTNER; NACHTSHEIM; NETER, 2004). A combinação da seleção progressiva e da eliminação regressiva (chamada de procedimento retroativo), inicia-se com a seleção progressiva, adicionando variáveis ao modelo. As variáveis são experimentadas e ajustadas e é introduzida no modelo aquela que gera a maior razão absoluta (DEVORE, 2006). Depois de adicioná-las, o procedimento prevê a verificação das variáveis introduzidas anteriormente para verificar se alguma delas poderá ser eliminada (DEVORE, 2006). O processo continua até que nenhuma outra variável  $x_i$  possa ser descartada e obtenha-se o modelo final.

### **3.8.5 Verificação da significância – parâmetros e modelo**

Nas situações em que se aplicam o método da regressão linear múltipla, testes de hipóteses relativos aos parâmetros do modelo são necessários para avaliar a significância destes, e se estes continuarão no modelo (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). Conforme os autores, os coeficientes de regressão devem ser testados com a formulação de hipóteses ( $H_0 : \beta_j = 0$  e  $H_1 : \beta_j \neq 0$ ), e a construção de intervalos de confiança. Nesse teste, utiliza-se a distribuição *t* de Student. A não rejeição da hipótese nula indica que o parâmetro  $\beta_j$  não difere de zero.

Após os testes nos coeficientes de regressão, o modelo precisa ser testado. A significância do mesmo foi testada pela análise da variância (ANOVA), para verificar a existência de relação entre a variável dependente e o conjunto de variáveis independentes regressoras escolhidas (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). O teste de significância da

regressão é realizado com a formulação de hipóteses ( $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$  e  $H_1: \beta_j \neq 0$ ). Caso haja rejeição da hipótese nula, isto mostra que ao menos um dos parâmetros é estatisticamente significativo para o modelo. O teste pela análise da variância é baseado na estatística  $F_0$ , advinda da decomposição da soma dos quadrados totais (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

### 3.8.6 Análise dos resíduos e da multicolinearidade

Segundo Montgomery e Runger (2009) resíduo é a diferença entre os valores observados e os valores estimados pelo modelo. A análise dos resíduos da regressão é importante para validar o modelo encontrado. Quanto menor for o valor dos resíduos, melhor será a modelagem da variável dependente a partir das variáveis independentes. Para a estimação dos coeficientes de regressão pelo método dos mínimos quadrados, algumas condições para os resíduos do modelo são necessárias. Os resíduos devem ser normais e independentemente distribuídos, com média igual a zero e variância constante (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

Para validação do modelo, a análise dos resíduos e o atendimento aos pressupostos indicados é de extrema importância. Gráficos com o comportamento dos resíduos e testes são apresentados para verificar a validade do modelo desenvolvido. Kabacoff (2015) sugere quatro verificações para atendimento às suposições de normalidade, homoscedasticidade, independência e multicolinearidade, que foram aplicadas nesta pesquisa. A verificação da normalidade foi realizada através da construção do gráfico de probabilidade normal dos resíduos e do teste de Shapiro-Wilk (KUTNER; NACHTSHEIM; NETER, 2004). A verificação quanto a homocedasticidade ocorreu através de gráfico dos resíduos, em que a variância deve ser constante, apresentando pontos dispostos aleatoriamente, sem nenhum padrão ou tendência definidos. Em complemento também foi realizado o teste de Breusch Pagan (KUTNER; NACHTSHEIM; NETER, 2004). A verificação da independência dos resíduos, é realizada através de gráfico dos resíduos em função dos valores ajustados, bem como pelo teste Durbin-Watson (dwt).

Quanto a multicolinearidade, foi realizado o teste VIF (KUTNER; NACHTSHEIM; NETER, 2004), onde a não existência de relação entre as variáveis acontece quando o teste apresenta valores abaixo de 5,0 (entre 5,0 e 10,0 existe alta correlação entre as variáveis). E, por último, em complemento verificam-se os *outliers* e

pontos influentes, por meio do gráfico de resíduos *versus* valores ajustados e pela aplicação do teste de Bonferroni. No gráfico dos pontos influentes, são aceitos valores de distância de Cook abaixo de 1,0 (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

### 3.8.7 Modelo final e validação

A última etapa da análise estatística envolve o processo de validação do modelo de regressão encontrado. O objetivo principal dessa etapa é garantir que os resultados sejam generalizáveis à população e não específicos à amostra usada no processo de estimação do modelo (HAIR *et al.*, 2009). Segundo os autores, a abordagem mais direta de validação é obter uma outra amostra da população, e avaliar a correspondência dos resultados das duas amostras. Caso uma amostra adicional não seja possível, o pesquisador pode avaliar a validade dos resultados por meio de outros métodos.

Para a validação dos modelos de regressão do consumo mensal, consumo *per capita* e consumo de água por área propõe-se alguns métodos, sendo primeiramente a comparação entre os valores previstos pelos modelos e os consumos reais de escritórios que não estão na amostra. O segundo método utilizado foi o da validação cruzada *leave-one-out*. Esse método obtém amostras adicionais para fins de validação a partir da amostra original de uma maneira especializada, calculando a estatística PRESS (HAIR *et al.*, 2009). Essa estatística é semelhante ao  $R^2$ , usada para avaliar a precisão preditiva do modelo de regressão. São estimados  $n-1$  modelos de regressão, sendo  $n$ , o número de escritórios utilizados nesta pesquisa. O procedimento omite uma observação na estimação do modelo de regressão e então prevê a observação omitida com o modelo estimado. Isso é repetido para todas as observações, e os resíduos podem então ser somados para fornecer uma medida geral do ajuste preditivo (HAIR *et al.*, 2009). E por último, o cálculo dos intervalos de predição (95%), para verificar se os resultados reais estavam dentro do intervalo previsto de consumo, os erros existentes e a capacidade de predição dos modelos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

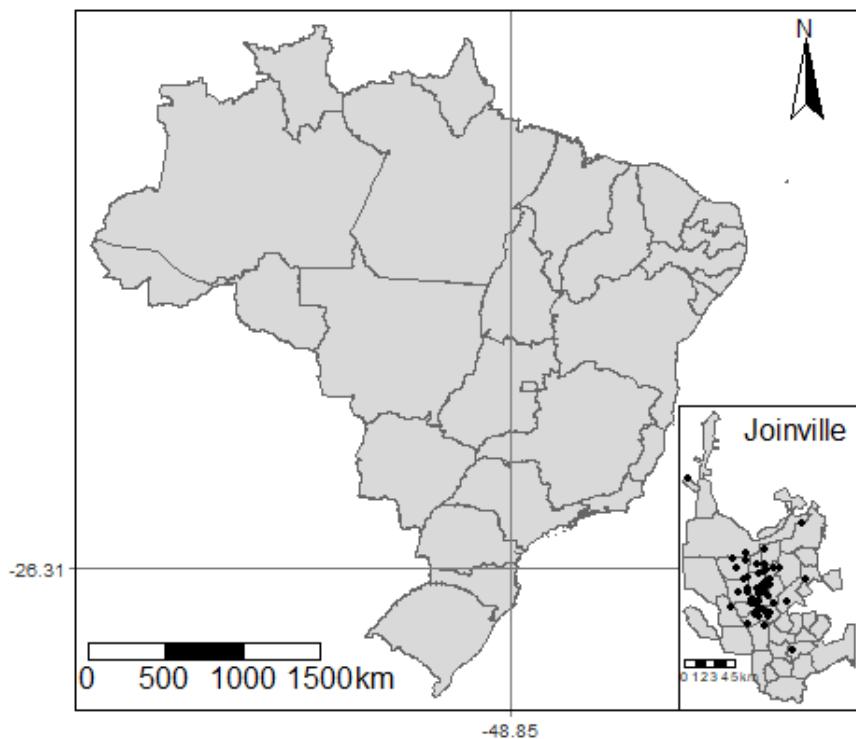
Este capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos com a metodologia proposta no estudo de caso realizado no município de Joinville. A aplicação do questionário viabilizou a caracterização de empresas e escritórios pesquisados. As informações obtidas foram compiladas e analisadas comparando os resultados com resultados obtidos por outros autores. São apresentadas com maiores detalhes as variáveis dependentes e independentes obtidas a partir do questionário respondido, as informações repassadas pela Companhia Águas de Joinville, e os dados obtidos junto ao Cadastro Técnico da Prefeitura Municipal de Joinville. A partir desses dados, foram elaborados modelos para previsão do consumo mensal, consumo *per capita* e consumo de água por área de escritórios.

### 4.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O questionário foi aplicado em 165 empresários. Desse total, parte das entrevistas foi realizada presencialmente, e parte *online*, com preenchimento de formulário *Google Forms*. No total, mais de 400 empresários foram contatados, visando atingir o maior número possível de empresas, porém muitos optaram por não responder a pesquisa. As respostas da aplicação do questionário nas 165 empresas são apresentadas no Apêndice C.

Do total de entrevistas realizadas, conforme regras estabelecidas na metodologia, algumas respostas foram retiradas da análise devido à ausência de alguma característica necessária para este estudo. Sendo assim, cinco empresas foram retiradas pelo fato de não se localizarem no perímetro urbano de Joinville, mas em cidades vizinhas ou na área rural, onde não há fornecimento de água pela Companhia Águas de Joinville. Outras sete empresas não constavam na planilha fornecida pela concessionária. Mais 72 escritórios, segundo dados da Companhia Águas de Joinville constam em endereços com mais de uma economia (com medição coletiva do consumo de água), não sendo possível apurar o consumo isolado do escritório. Outros 23 escritórios são empresas que funcionam no mesmo local de residências, e não há medição individual de consumo de água separando casa e escritório. E, por último, cinco respostas foram descartadas por não se enquadarem no objeto de estudo (escritórios). Assim, para a análise final, foi considerada uma amostra com 53 escritórios (indicadas no Detalhe da Figura 5).

Figura 5 - Localização do Município de Joinville/SC.



Fonte: O Autor (2021).

#### 4.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA AMOSTRA

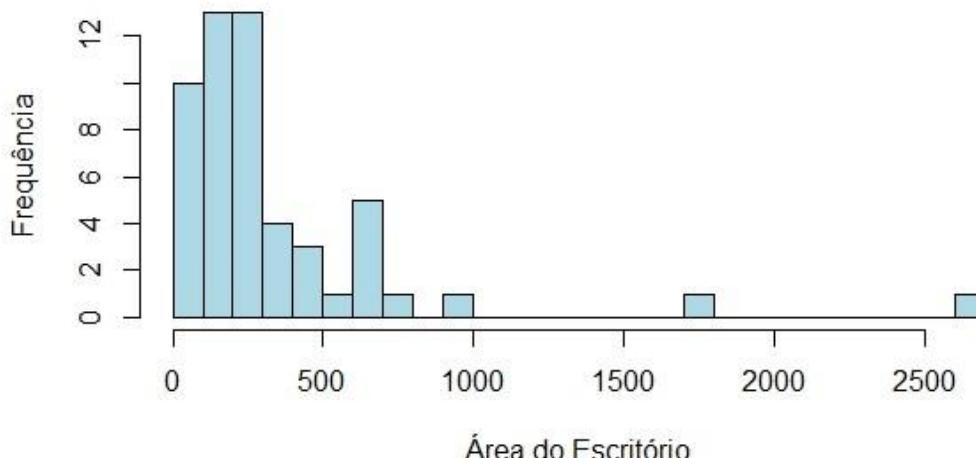
Para a construção do modelo de previsão do consumo mensal, *per capita* e por área, com base nos dados obtidos dos escritórios, e para entender melhor quais fatores influenciam o consumo de água, realizou-se inicialmente análise exploratória da amostra. Na Tabela 6 são apresentadas as estatísticas descritivas dos 53 escritórios (variáveis independentes numéricas), contendo valores mínimos e máximos, primeiro quartil, mediana, média, terceiro quartil e o desvio padrão. Também foram calculadas as estatísticas descritivas das 3 variáveis dependentes: consumo mensal, consumo *per capita* e consumo por área. As informações constantes na Tabela 6 foram extraídas do questionário, com exceção da idade do imóvel, área construída, e área do terreno, que foram levantadas na base de dados do Cadastro Técnico da Prefeitura Municipal de Joinville e das variáveis dependentes que foram calculadas de acordo com consumo de água, área construída obtida e número de funcionários.

Tabela 6 - Análise exploratória das principais características dos escritórios da amostra.

Variável	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Idade do Responsável (anos)	24,00	34,00	41,00	42,57	49,00	62,00	10,57
Idade do Imóvel (anos)	1,00	15,00	20,00	27,23	39	90	20,03
Área Construída (m <sup>2</sup> )	40,00	115,00	225,10	348,80	340,00	2700,00	434,65
Área Terreno (m <sup>2</sup> )	292,00	489,00	630,00	1026,60	987,80	10459,00	1491,34
Número de Funcionários M (unid.)	0,00	2,00	4,00	7,06	6,00	70,00	11,31
Número de Funcionários F (unid.)	0,00	3,00	5,00	11,91	9,00	87,00	18,89
Número total de Funcionários (unid.)	3,00	6,00	9,00	18,96	15,00	118,00	26,50
Número de Salas (unid.)	0,00	3,00	4,00	4,42	5,00	10,00	2,24
Número de Bacias Sanitárias (unid.)	1,00	2,00	2,00	3,17	4,00	10,00	2,00
Número de Banheiros e Lavabos (unid.)	1,00	2,00	3,00	3,83	5,00	16,00	3,00
Número de Torneiras (unid.)	2,00	3,00	4,00	4,19	5,00	8,00	1,46

Fonte: O Autor (2021).

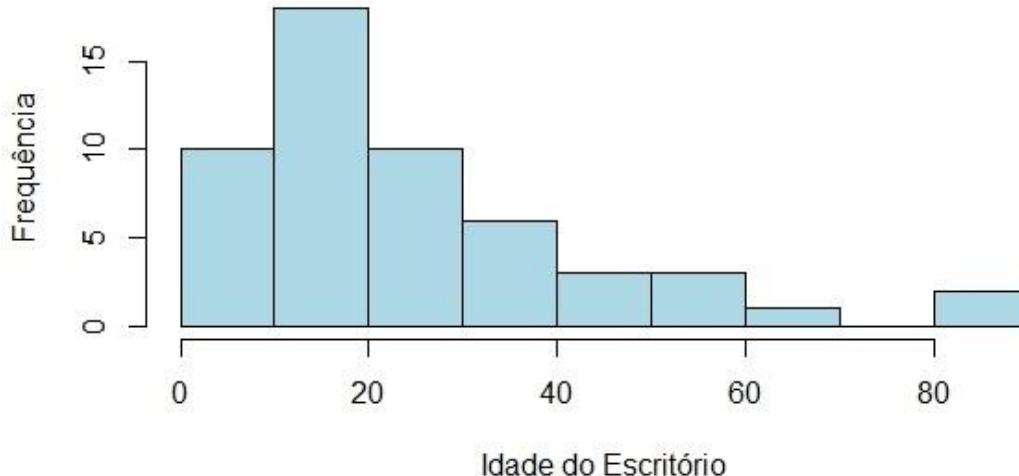
A Figura 6 apresenta o histograma da área construída dos escritórios (em m<sup>2</sup>). O valor mínimo encontrado foi de 40,00 m<sup>2</sup>, e o valor máximo, de 2.700,00 m<sup>2</sup>. A mediana das áreas é de 225,10 m<sup>2</sup>, enquanto o valor médio é de 348,80 m<sup>2</sup>. Percebe-se pelo histograma, que quase a totalidade dos escritórios possui até 500,00 m<sup>2</sup>.

Figura 6 - Histograma para a área construída dos escritórios (m<sup>2</sup>).

Fonte: O Autor (2021).

A Figura 7 apresenta o histograma da idade dos imóveis, em anos. Existem desde imóveis recém-inaugurados, com idade de um ano (valor mínimo) até escritórios baseados em edificações com 90 anos de idade (valor máximo). A mediana das idades é de 20 anos e a distribuição é assimétrica à direita, com a maioria dos escritórios possuindo entre 0 e 30 anos.

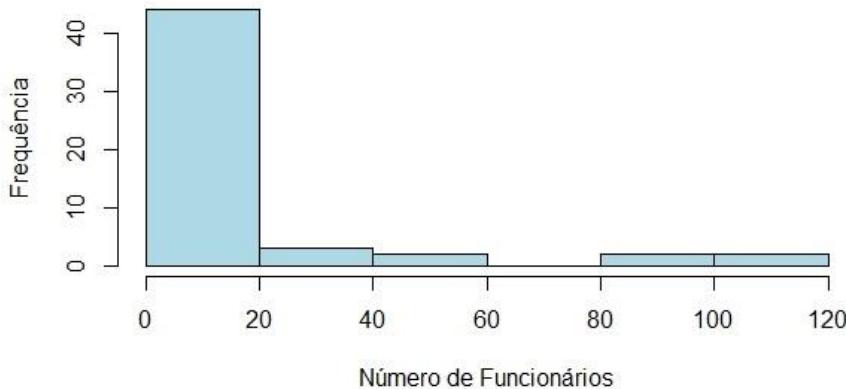
Figura 7 - Histograma para a idade dos escritórios (m<sup>2</sup>).



Fonte: O Autor (2021).

A Figura 8 apresenta o histograma do número total de funcionários em cada escritório. Os escritórios que compõem a amostra final, possuem entre três (valor mínimo) e 118 (valor máximo) funcionários, tendo como valor da mediana nove funcionários, e média de quase 19. Pelo histograma, percebe-se que a distribuição é assimétrica à direita, sendo que quase a totalidade das empresas participantes da pesquisa possuem até 20 funcionários.

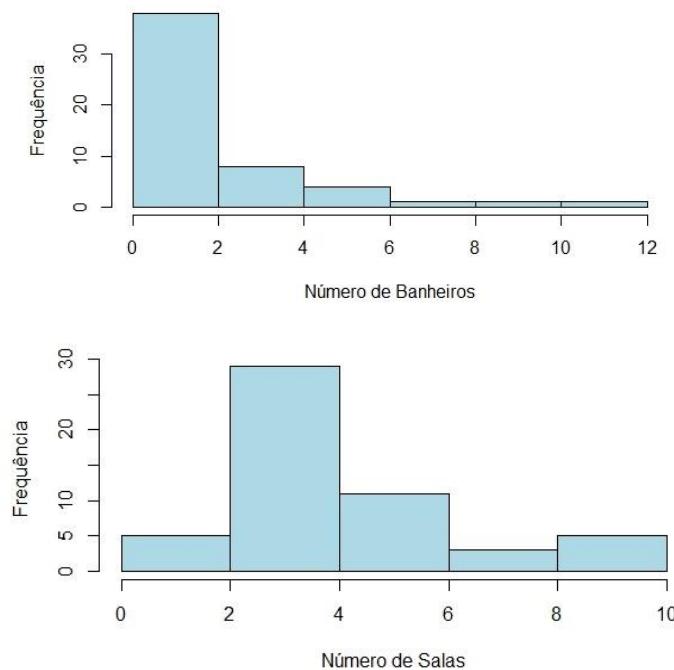
Figura 8 - Histograma para o número total de funcionários.



Fonte: O Autor (2021).

A Figura 9 apresenta dois histogramas, que mostram o número de banheiros e o número de salas. A amostra possui mediana de dois banheiros, tendo uma média próxima de 2,30. Quanto às salas, a mediana é de quatro unidades, sendo uma média de 4,42 salas. Quanto ao número de banheiros, a distribuição é assimétrica à direita, havendo poucos escritórios com mais de três unidades. Com relação à quantidade de salas, existe uma maior concentração de empresas que possuem de duas a seis unidades.

Figura 9 - Histogramas do número de banheiro e de salas nos escritórios.



Fonte: O Autor (2021).

A Tabela 7 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis dependentes consumo mensal, consumo *per capita* e consumo por área. Os valores encontrados podem ser considerados próximos dos valores identificados na revisão bibliográfica. Quanto ao consumo *per capita*, na revisão bibliográfica foram encontrados os valores de consumo médio de 63 litros/pessoa/dia na pesquisa de Asakura e Nishikawa (2018); de 59,31 litros/pessoa/dia no estudo de Murakawa *et al.* (2017) e na pesquisa realizada por Proença e Ghisi (2010), o consumo de água em escritórios variou de 34,9 a 101,6 litros/pessoa/dia. Da mesma forma, com relação ao consumo por área, os valores pesquisados por Bint *et al.* (2011), de 0,76 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, e por Rice *et al.* (2017), de 0,62 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, são próximos da média e da mediana de consumo por área encontradas na presente pesquisa em escritórios de Joinville.

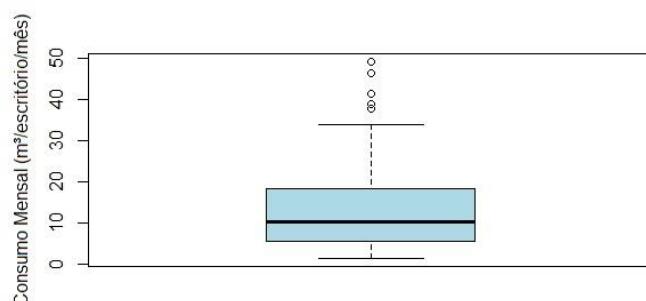
Tabela 7 - Análise exploratória das variáveis dependentes

Variável	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo Mensal (m <sup>3</sup> /escritório/mês)	1,38	5,42	10,08	14,06	18,21	49,08	12,00
Consumo <i>per capita</i> (litros/funcionário/dia)	6,87	23,31	46,94	53,26	65,09	159,10	37,82
Consumo por área (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	0,062	0,381	0,548	0,719	0,878	4,063	0,671

Fonte: O Autor (2021).

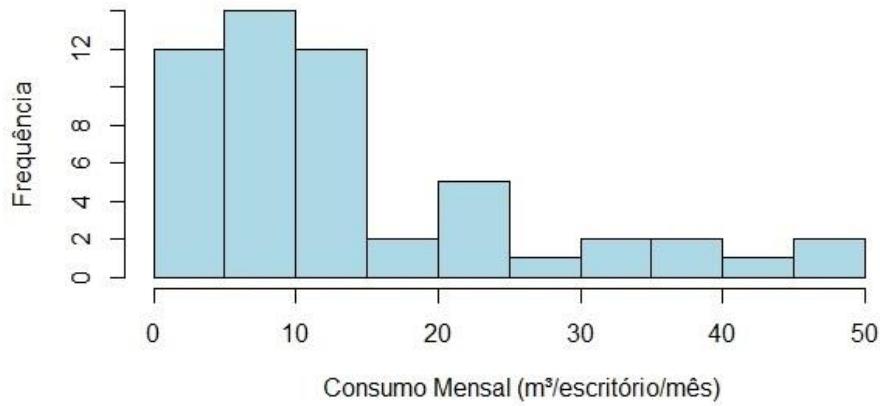
A Figura 10 apresenta o *boxplot* da variável dependente consumo mensal (m<sup>3</sup>/escritório/mês). O valor mínimo encontrado na análise dos dados foi de 1,38 m<sup>3</sup>/escritório/mês, e o valor máximo, de 49,08 m<sup>3</sup>/escritório/mês. A Figura 11 apresenta o histograma, com distribuição assimétrica à direita, com a maioria dos volumes concentrados entre 0 e 25 m<sup>3</sup>/escritório/mês.

Figura 10 - *Boxplot* para a variável dependente consumo mensal (m<sup>3</sup>/escritório/mês).



Fonte: O Autor (2021).

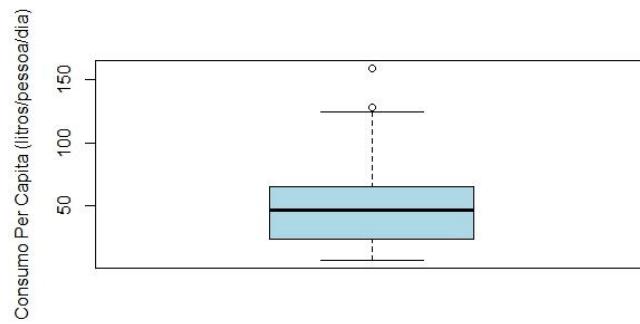
Figura 11 - Histograma para a variável dependente consumo mensal ( $m^3/\text{escritório/mês}$ ).



Fonte: O Autor (2021).

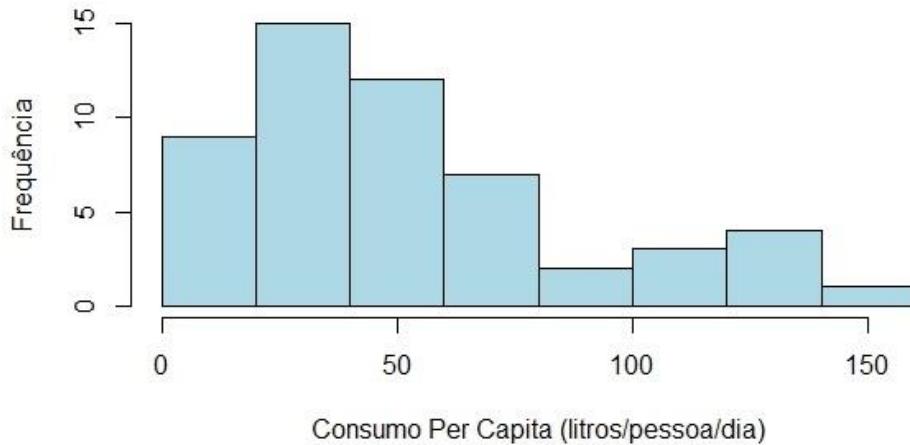
Nas Figuras 12 e 13 apresentam-se o *boxplot* e o histograma para a variável dependente consumo *per capita* (litros/funcionário/dia). O valor mínimo encontrado na análise dos dados foi de 6,87 litros/funcionário/dia, e o valor máximo, de 159,10 litros/funcionário/dia. A mediana encontrada foi de 46,94 litros/funcionário/dia, e a média, 53,26 litros/funcionário/dia. A distribuição é assimétrica à direita, com a maioria dos volumes concentrados entre 0 e 100 litros/funcionário/dia.

Figura 12 - *Boxplot* para a variável dependente consumo *per capita* (litro/funcionário/dia).



Fonte: O Autor (2021).

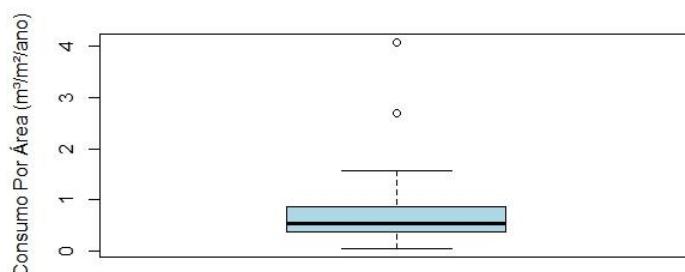
Figura 13 - Histograma para a variável dependente consumo *per capita* (litro/funcionário/dia).



Fonte: O Autor (2021).

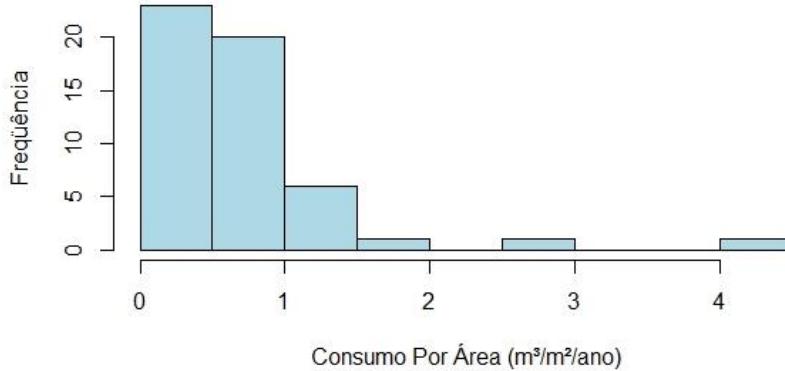
Nas Figuras 14 e 15 apresentam-se o *boxplot* e o histograma para a variável dependente consumo de água por área ( $m^3/m^2/ano$ ). O valor mínimo encontrado na análise dos dados foi de  $0,062\ m^3/m^2/ano$ , e o valor máximo, de  $4,063\ m^3/m^2/ano$ . O valor da mediana é de  $0,548\ m^3/m^2/ano$ , e da média de  $0,719\ m^3/m^2/ano$ , ambas coerentes com os números encontrados nas bibliografias. A distribuição apresentada no histograma é levemente assimétrica à direita, com a maioria dos valores concentrados próximos à média e mediana.

Figura 14- *Boxplot* para a variável dependente consumo de água por área ( $m^3/m^2/ano$ ).



Fonte: O Autor (2021).

Figura 15 – Histograma para a variável dependente consumo de água por área ( $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ ).



Fonte: O Autor (2021).

### 4.3 CONSUMO MENSAL

O consumo mensal de água nos escritórios foi obtido a partir do valor médio mensal de cada empresa, sendo seu valor descrito em metros cúbicos por mês. Para isto, foi considerado o consumo de cada mês, através dos dados fornecidos pela Companhia Águas de Joinville. Os resultados obtidos foram analisados de acordo com as características de cada escritório e variáveis da Tabela 5.

#### 4.3.1 Análise bivariada

Para a construção do modelo de previsão do consumo mensal, realizou-se inicialmente a análise bivariada das variáveis dependentes e independentes. Da lista de 59 variáveis extraídas do questionário, apresentadas na Tabela 5, foram inicialmente analisadas as variáveis mencionadas em outros estudos, de maior relevância e que obtiveram respostas claras, sem muitos dados faltantes. Na Tabela 8 é apresentada a análise da variação do consumo mensal com as principais variáveis independentes, contendo valores mínimos e máximos, primeiro quartil, mediana, média, terceiro quartil e o desvio padrão.

Tabela 8 – Análise da variação do consumo mensal em relação às variáveis independentes categóricas  
(continua)

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo mensal de água quando escolaridade do responsável é Ensino Médio	3	10,08	11,21	12,33	18,01	21,98	31,62	11,84
	22	2,04	5,04	9,21	13,92	16,92	41,38	12,95
	28	1,38	6,23	11,21	13,75	16,97	49,08	11,61
Consumo mensal de água quando porte da empresa é Microempresa	10	2,04	4,05	8,73	9,19	12,65	21,04	6,11
	36	1,38	5,48	10,69	14,82	20,64	49,08	11,96
	7	3,23	6,33	6,96	17,12	25,31	46,38	17,45
Consumo mensal de água quando tipologia é Sala comercial + Imóvel térreo	29	1,38	4,25	8,75	12,92	15,79	49,08	12,53
	19	3,23	6,13	12,58	15,78	19,35	46,38	12,62
	5	9,67	9,96	12,92	14,17	14,63	23,67	5,70
Consumo mensal de água quando o imóvel é regularizado	42	1,50	5,94	10,10	14,06	17,31	46,38	11,55
	11	1,38	4,27	9,88	14,07	18,15	49,08	14,22
Consumo mensal de água quando o imóvel é próprio (quitado ou financiado)	25	1,38	6,50	10,21	12,42	14,38	46,38	10,28
Consumo mensal de água quando o imóvel é alugado.	28	1,50	5,39	10,02	15,52	21,70	49,08	13,37

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 8 – Análise da variação do consumo mensal em relação às variáveis independentes categóricas (conclusão)

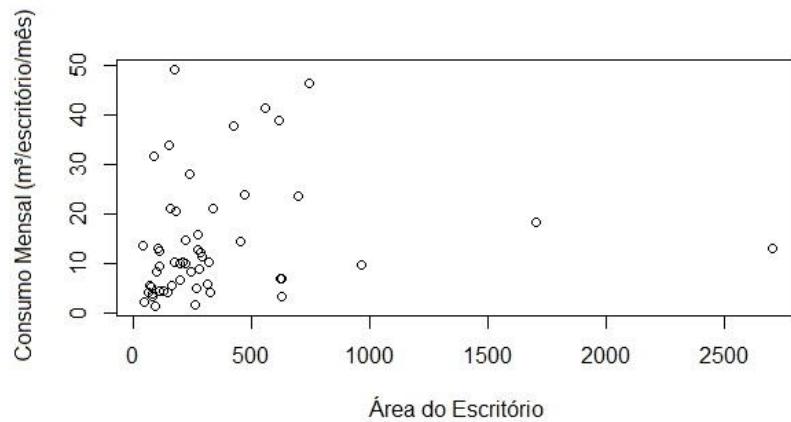
Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo mensal de água quando existe rede pública de coleta de esgoto	41	1,50	5,50	9,96	14,36	18,21	49,08	12,57
	12	1,38	4,27	13,06	13,05	16,97	37,71	10,22
Consumo mensal de água quando não existe rede pública de coleta de esgoto	43	1,38	5,12	10,08	13,80	17,56	49,08	12,37
	10	3,33	8,62	11,27	15,17	17,60	38,79	10,81
Consumo mensal de água quando não existe arejadores nas torneiras	32	4,04	7,82	11,21	14,02	18,78	38,79	9,20
	21	1,38	3,83	6,96	14,12	14,38	49,08	15,60
Consumo mensal de água quando não existe máquina de lavar roupa	21	1,38	4,96	9,33	12,31	14,62	49,08	10,56
	32	9,88	12,23	15,62	23,93	39,44	46,37	15,44
Consumo mensal de água quando existe treinamento dos funcionários	7	5,42	8,17	14,38	17,39	19,62	16,38	14,00
	46	1,38	5,04	10,02	13,56	15,50	49,08	11,76
Consumo mensal de água quando existe atendimento ao público	45	1,38	4,96	9,67	12,39	13,54	46,38	10,94
	8	6,96	13,46	20,94	23,48	32,15	49,08	14,08

Fonte: O Autor (2021).

As Figuras 16, 17 e 18 apresentam gráficos de dispersão, relacionando o consumo mensal de água e as variáveis área do escritório, idade do imóvel e o número de funcionários, respectivamente. Existe uma relação positiva entre o aumento do valor

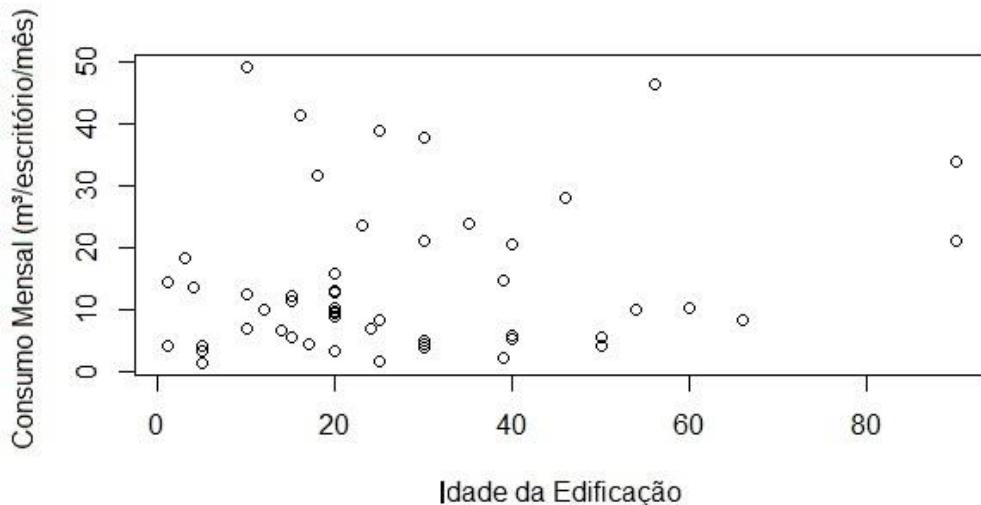
dessas variáveis, e o aumento do consumo mensal de água, conforme apontam os resultados das correlações entre as variáveis e o consumo mensal (correlação de 0,1647 para a área, 0,1937 para a idade do imóvel e 0,4147 para o número total de funcionários). Os resultados da correlação e p-valor das variáveis quantitativas estão indicados na Tabela 9.

Figura 16 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Área do Escritório.



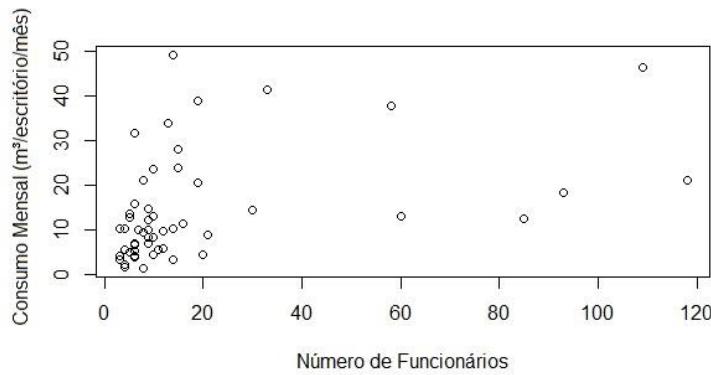
Fonte: O Autor (2021).

Figura 17 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Idade da Edificação.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 18 - Gráfico de Dispersão - Consumo Mensal x Número de Funcionários.



Fonte: O Autor (2021).

Tabela 9 - Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo mensal de água.

Variáveis Quantitativas	CONSUMO MENSAL	
	Correlação	p-valor
Idade do entrevistado	0,1492	0,2864
Idade do imóvel	0,1937	0,1647
Número de funcionários com ensino fundamental	0,2240	0,1069
Número de funcionários com ensino médio	0,4054	0,0026**
Número de estagiários	0,1545	0,2692
Número de funcionários com ensino superior	0,3905	0,0038**
Número de funcionários com pós-graduação	0,3369	0,0136*
Relação entre o número de funcionários com curso superior e o total de funcionários	-0,0208	0,8827
Número de salas no escritório	0,2339	0,0919*
Número de cozinhas no escritório	0,1483	0,2894
Número de banheiros no escritório	0,3897	0,0039**
Número de lavabos no escritório	0,1229	0,3806
Número de lavanderias no escritório	0,2124	0,1267
Número de bacias sanitárias no escritório	0,3220	0,0187*
Número de mictórios no escritório	0,3644	0,0073**
Número de chuveiros no escritório	-0,0396	0,7781
Número de torneiras no escritório	0,0030	0,9831
Área do terreno	0,0103	0,9418
Área construída do escritório	0,1647	0,2385
Número de funcionários masculino	0,1609	0,2499
Número de funcionários feminino	0,4854	0,0002***
Número total de funcionários	0,4147	0,0020**
Relação entre o número de funcionárias femininas e o total de funcionários	0,2560	0,0643*

Notas: \*\*\* p-valor &lt; 0,001; \*\*p-valor &lt; 0,01; \* p-valor &lt; 0,1

Fonte: O Autor (2021).

Na Tabela 10 estão os resultados dos testes de hipóteses das variáveis categóricas e o consumo mensal de água nos escritórios. Na Figura 19, é possível perceber a existência de relação entre o consumo mensal de água e a presença de dispositivos economizadores, como a presença de arejador nas torneiras, pois a diferença entre as médias de consumo quando existe a presença do arejador é significativa (teste Kruskal Wallis resultou em p-valor igual a 0,1, conforme apresentado na Tabela 10). Quando existem arejadores nas torneiras, a mediana do consumo mensal é de 6,96 m<sup>3</sup>/escritório/mês. Quando estes dispositivos estão ausentes, a mediana do consumo é de 11,21 m<sup>3</sup>/escritório/mês. Já na Figura 20, fica clara a relação de maior consumo mensal de água, e a presença de máquinas de lavar roupa. Nos escritórios que possuem máquina de lavar roupa, a mediana do consumo é de 15,62 m<sup>3</sup>/escritório/mês. Nos escritórios que não possuem, a mediana do consumo mensal é de 9,33 m<sup>3</sup>/escritório/mês.

Tabela 10 – Resultados dos testes de significância das variáveis categóricas em relação ao consumo mensal de água

(continua)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Tipo de atividade realizada no escritório	5	Contabilidade; Advocacia; Engenharia; Imobiliária; Outros serviços	0,0727 <sup>a*</sup>
Escolaridade do responsável do escritório	3	Nível médio; Nível superior; Pós-graduação ou mais.	0,5229 <sup>a</sup>
Tipo societário do escritório	3	SS/ME/EIRELI/EI; Limitada (Ltda); Anônima (SA).	0,9722 <sup>a</sup>
Porte do escritório quanto ao faturamento	3	Microempresa; Pequena empresa; Média ou grande empresa.	0,4067 <sup>a</sup>
Importância do Tema Uso Racional de Água	3	Nada importante / pouco importante; Importante; Bastante importante / extremamente importante.	0,7810 <sup>a</sup>
Empresa pratica alguma ação de URA?	3	Sim; Não, mas há interesse; Não, e não há interesse.	0,9805 <sup>a</sup>
Valor de investimento aceitável para implantar ações de URA	3	Até R\$ 500,00; De R\$ 501,00 a R\$ 2.000,00; Acima de R\$ 2.000,00.	0,9182 <sup>a</sup>
Tipologia do Imóvel	3	Sala comercial / imóvel térreo; Imóvel de 2 andares; Galpão.	0,2469 <sup>a</sup>
O imóvel é averbado?	2	Sim; Não sei / Não.	0,6849 <sup>b</sup>
Propriedade do imóvel	2	Próprio / Alugado.	0,6054 <sup>b</sup>

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 10 - Resultados dos testes de significância das variáveis categóricas em relação ao consumo mensal de água

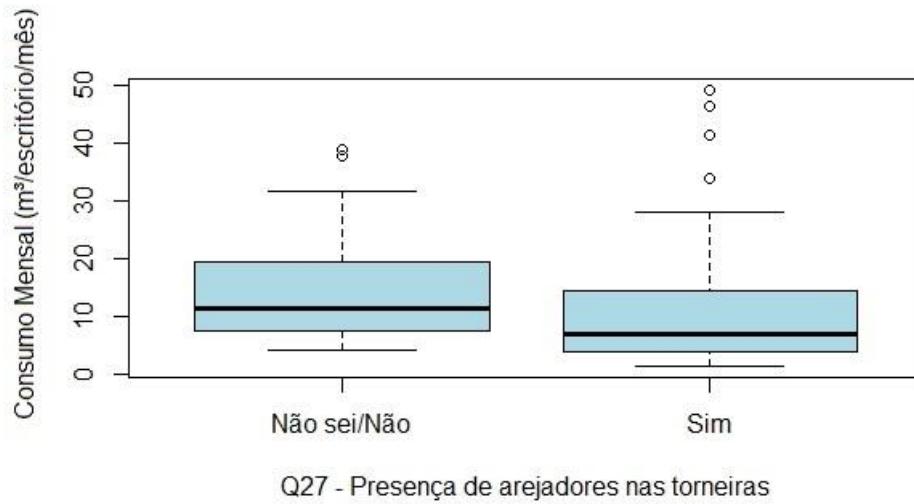
(conclusão)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Em quanto tempo foi realizado a última reforma hidrossanitária.	3	Menos de 2 anos; Entre 2 e 5 anos; Acima de 5 anos.	0,0748 <sup>a*</sup>
Abastecimento exclusivo da concessionária?	2	Sim; Não sei / Não.	0,4079 <sup>b</sup>
Existência de coleta de esgoto no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	1,0000 <sup>b</sup>
Existência de reservatório d'água no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	0,4600 <sup>b</sup>
Tipo de bacia sanitária	2	Caixa acoplada; válvula de descarga.	0,3778 <sup>b</sup>
Presença de arejadores nas torneiras	2	Sim; Não sei / Não.	0,1000 <sup>b</sup>
Como é feito o consumo de água potável no escritório	3	Torneira / bebedouro; filtro; Bomba de água mineral.	0,3289 <sup>a</sup>
Existência de bebedouro	2	Sim; Não.	0,5158 <sup>b</sup>
Existência de tanque	2	Sim; Não.	0,6891 <sup>b</sup>
Existência de máquina de lavar	2	Sim; Não.	0,0134 <sup>b*</sup>
Existência de torneira de jardim	2	Sim; Não.	0,2859 <sup>b</sup>
Existência de jardim	2	Sim; Não.	0,7212 <sup>b</sup>
Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias	2	Sim; Não.	0,3723 <sup>b</sup>
Identificação de vazamentos	2	Sim; Não sei / Não.	0,7017 <sup>b</sup>
Equipe de limpeza própria	2	Sim; Não.	0,1357 <sup>b</sup>
Presença de situações de desperdício	2	Sim; Não.	0,5481 <sup>b</sup>
Acompanhamento do consumo de água	2	Sim; Não.	0,9707 <sup>b</sup>
Comportamento dos colaboradores quanto o consumo de água	3	Nada / pouco conscientes; Conscientes; Bastante / extremamente conscientes.	0,6143 <sup>a</sup>
Existência de treinamento dos colaboradores quanto o consumo de água	2	Sim; Não.	0,3310 <sup>b</sup>
Realização de atendimento ao público	2	Sim; Não.	0,0144 <sup>b*</sup>

Notas: <sup>a</sup> Teste Kruskal-Wallis; <sup>b</sup> Teste Wilcoxon; \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

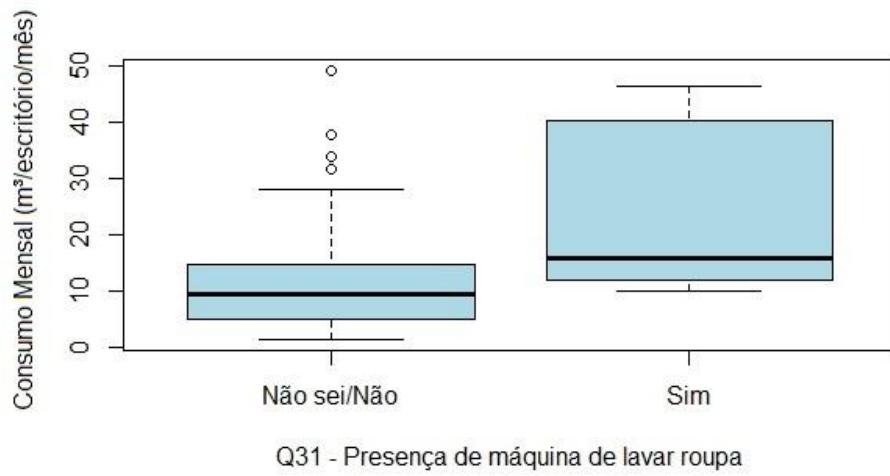
Fonte: O Autor (2021).

Figura 19 - *Boxplot* do consumo mensal de água e a presença de arejadores nas torneiras.



Fonte: O Autor (2021).

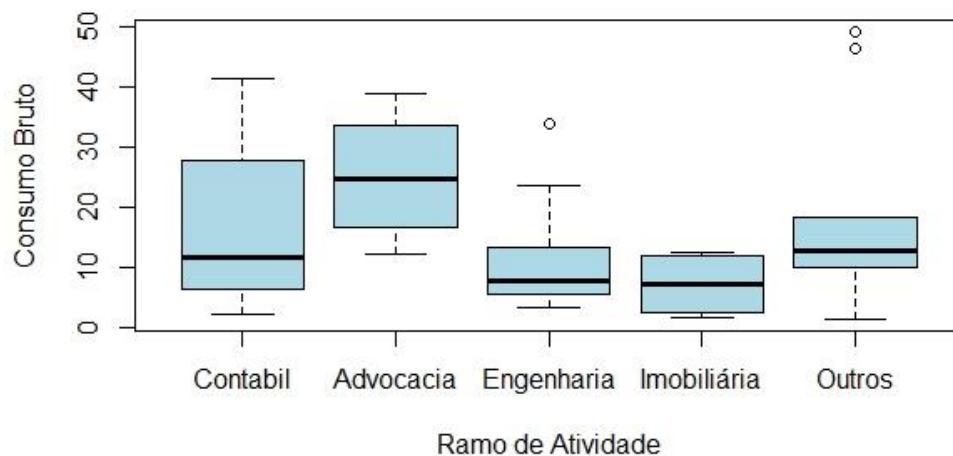
Figura 20 - *Boxplot* do consumo mensal de água e a existência de máquina de lavar roupa.



Fonte: O Autor (2021).

A atividade realizada em cada escritório também é importante para definir a variação do consumo mensal de água, conforme o *boxplot* da Figura 21. A diferença nas médias de consumo por atividade é significativa, tendo em vista que o teste Kruskal Wallis resultou em p-valor de 0,0727.

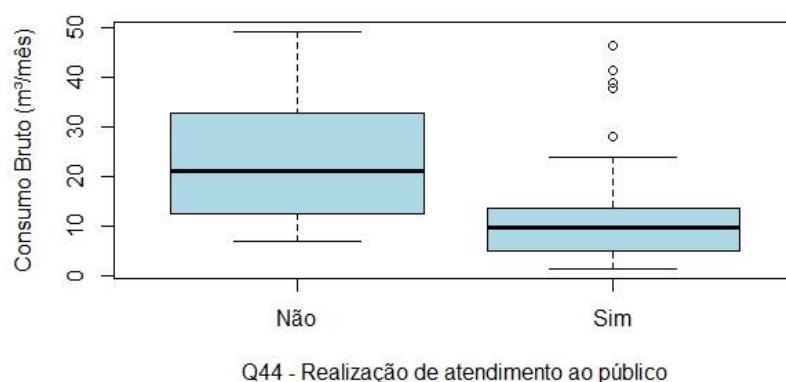
Figura 21 - *Boxplot* do consumo mensal de água, e as atividades dos escritórios.



Fonte: O Autor (2021).

Na Figura 22, é apresentada a diferença na média do consumo mensal de água entre os escritórios que realizam atendimento a público e aqueles em que o atendimento não é realizado. Quando não há atendimento, o valor da mediana do consumo mensal de água é de 20,94 m<sup>3</sup>/escritório/mês, e, quando existe o atendimento, o valor da mediana é de 9,67 m<sup>3</sup>/escritório/mês.

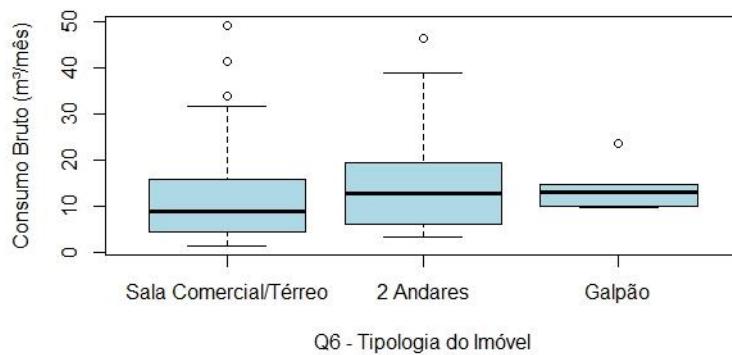
Figura 22 - *Boxplot* do consumo mensal de água e atendimento ao público.



Fonte: O Autor (2021).

Na Figura 23, é apresentada a diferença na média do consumo mensal de água nos escritórios de acordo com o tipo de edificação. O valor da mediana é maior nos escritórios localizados em galpões ( $12,92 \text{ m}^3/\text{escritório/mês}$ ), sendo seguidos por escritórios localizados em edificações de dois pavimentos ( $12,58 \text{ m}^3/\text{escritório/mês}$ ) e, com menor consumo, escritórios localizados em salas comerciais, ou edificações térreas ( $8,75 \text{ m}^3/\text{escritório/mês}$ ).

Figura 23 - Boxplot do consumo mensal de água e tipologia das edificações.



Fonte: O Autor (2021).

#### 4.3.2 Considerações preliminares do modelo

Após a análise exploratória do consumo mensal de água de acordo com as respostas dos empresários, uma análise preliminar de todas as variáveis foi realizada para se obter um modelo de previsão do consumo mensal de água.

A partir dessa análise, algumas variáveis foram selecionadas para elaboração do modelo, bem como a criação de novas variáveis para identificação de fatores que poderiam afetar o consumo de água, como por exemplo a proporção de homens e mulheres em cada escritório e a proporção de funcionários com formação em ensino superior. No Apêndice D estão detalhadas todas as variáveis, contendo descrição com nome, tipo, as categorias e respostas possíveis.

Ao se analisar o comportamento das variáveis categóricas e a distribuição da variável resposta, ambos através do teste Shapiro-Wilk, constatou-se que a distribuição normal não ocorria. Assim, foi realizado uma transformação dos dados da variável dependente utilizando a transformação logarítmica ( $\ln$  - logaritmo natural na base  $e$ ). Essa

mesma solução foi também adotada por Cruz *et al.* (2017), Dias (2017) e Garcia (2020), que utilizaram esse critério de transformação para a variável dependente consumo de água.

As variáveis admitidas preliminarmente para a elaboração do modelo foram escolhidas segundo alguns critérios. As variáveis numéricas foram incluídas quando a correlação com o  $\ln$  do consumo mensal foi igual ao superior a 0,2. No caso das variáveis categóricas, quando houve diferença nas médias dos estratos considerando p-valor abaixo de 0,2, através dos testes de Kruskal Wallis (quando a variável apresentava três ou mais estratos) e Wilcoxon (quando a variável apresentava 2 estratos). Os resultados constam na Tabela 10. E por último, fatores citados por outros pesquisadores, conforme verificado na revisão bibliográfica.

Assim, para a construção do modelo de previsão do consumo mensal ( $m^3/\text{escritório/mês}$ ) foram consideradas as seguintes variáveis:

- a) idade do imóvel;
- b) em quanto tempo foi realizado a última reforma no sistema hidrossanitário;
- c) quantidade de funcionários com ensino fundamental;
- d) quantidade de funcionários com ensino médio;
- e) quantidade de funcionários com ensino superior;
- f) quantidade de funcionários com pós-graduação;
- g) quantidade de salas no escritório;
- h) quantidade de banheiros no escritório;
- i) quantidade de lavanderias no escritório;
- j) quantidade de bacias sanitárias;
- l) quantidade de mictórios;
- m) presença de arejadores nas torneiras;
- n) existência de máquina de lavar;
- o) equipe de limpeza própria;
- p) realização de atendimento ao público;
- q) área construída do escritório;
- r) número de funcionários do sexo masculino;
- s) número de funcionários do sexo feminino;
- t) número total de funcionários (masculino + feminino).

#### 4.3.3 Modelo para o consumo mensal de água em escritórios

O modelo calculado para o consumo mensal de água nos escritórios, está indicado na Equação 4:

$$\ln(\text{Mensal}) = 2,316854 + 0,009531(\text{Idade}) + 0,114798(\text{Bacias}) - 0,966695(\text{Atendimento}) + 0,009663 (\text{Funcionários}). \quad (4)$$

Sendo:

**Mensal** = Consumo Mensal (m<sup>3</sup>/escritório/mês);

**Idade** = Idade do imóvel (anos);

**Bacias** = Quantidade de bacias sanitárias (unidade);

**Atendimento** = Existência de atendimento ao público externo (Não – 0 / Sim – 1);

**Funcionários** = Número total de funcionários (masculino + feminino) (unidade).

O coeficiente de determinação ajustado encontrado ( $R^2$  Ajustado <sup>2</sup>= 0,3296) indica que 32,96% da variabilidade dos resultados observados é explicada pelas variáveis utilizadas (idade do imóvel, quantidade de bacias sanitárias, existência de atendimento ao público externo e número total de funcionários), e que a diferença para a unidade (100%) é decorrente de variáveis não utilizadas e possíveis imperfeições da amostra. A Tabela 11 apresenta os resultados para o modelo consumo mensal de água.

O modelo apresentou p-valor de 0,0001009, bem abaixo de 0,05, mostrando ser estatisticamente significativo. Com relação às variáveis e ao intercepto, os mesmos apresentaram p-valor abaixo de 0,05 com exceção da variável *Idade*, com valor de 0,05678. No entanto como o valor está muito próximo do limite, foi aceito no modelo final.

---

<sup>2</sup>  $R^2$  Ajustado – o coeficiente de determinação ajustado por definição, é obtido através da equação  $R^2_{\text{Ajust}} = 1 - [(SQT/(n-p)) / (SQT/(n-1))]$  e serve para penalizar a adição de regressores pouco úteis para a análise (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

Tabela 11 - Resultados estatísticos do modelo consumo mensal (m<sup>3</sup>/escritório/mês).

Variável	Estimativa	Erro Padrão	t	p-valor	VIF
Intercepto	2,316854	0,299013	7,6748	< 0,0001	-
Idade	0,009531	0,004882	1,952	0,05678	1,001768
Bacias	0,114798	0,056591	2,029	0,04807	1,338016
Atendimento	-0,966695	0,282068	-3,427	0,00126	1,088276
Funcionários	0,009663	0,004132	2,338	0,02358	1,255504
Teste / Estatística	Valor				
R <sup>2</sup>	0,3812				
R <sup>2</sup> Ajustado	0,3296				
p-valor	0,0001009				
ncvTest	0,35368				
outlierTest	-				
shapiroTest	0,6448				
Durbin-Watson (dwt)	0,932				

Fonte: O Autor (2021).

Para esses resultados, calculou-se o poder do teste de modo a verificar se o tamanho da amostra é adequado para validar os resultados. Utilizando como dados de entrada o número total de escritórios (53), o número de variáveis pré-selecionados após análise inicial (19), o R<sup>2</sup> Ajustado de 0,3296 e o nível de significância de 10%, atinge-se poder de 83,39%. O valor do R<sup>2</sup> Ajustado de 0,3296 está acima de 0,26, valor na escala de Cohen (1988) que indica captar efeitos substanciais. Assim, o tamanho da amostra de 53 escritórios é adequado para o modelo proposto.

Para validação do modelo, foram realizados alguns testes (Tabela 11):

- multicolinearidade: o resultado do teste VIF apresentou para todas as variáveis valores bem abaixo do limite de 5,0, estando todos próximos de 1,0. Consequentemente, não existe relação entre as variáveis (ausência de multicolinearidade);
- normalidade dos resíduos: para esta análise, foi construído gráfico da probabilidade normal dos resíduos (Apêndice E). Os resultados obtidos para cada dado da amostra estão muito próximos da reta normal, o que evidencia a distribuição normal. Também foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, cujo resultado apresentado na Tabela 11, de 0,6448 mostra ser bem acima do limite de 0,05, indicando que a hipótese nula H<sub>0</sub> não é rejeitada, e os resíduos seguem a distribuição normal;

- c) homocedasticidade: para esta análise, foi construído gráfico dos resíduos, mostrando a variância constante (Apêndice E). Os resultados obtidos apresentam pontos dispostos aleatoriamente, sem nenhum padrão definido indicando que a variância do modelo é constante. Também foi realizado o teste de Breusch-Pagan, indicado na Tabela 11 como ncvTest, cujo resultado de 0,35368 mostra ser bem acima do limite de 0,05. Assim, a hipótese nula  $H_0$  não é rejeitada, e os resíduos possuem variância constante;
- d) independência dos resíduos: para esta análise, foi construído gráfico dos resíduos *versus* valores ajustados (Apêndice E). O teste realizado para esta análise é o de Durbin-Watson (dwt), cujo resultado de 0,932 mostra ser bem acima do limite de 0,05. Isto posto, a hipótese nula  $H_0$  não é rejeitada, indicando que os resíduos não são autocorrelacionados;
- e) verificação de outliers e pontos influentes: foi construído o gráfico da distância de Cook (Apêndice E). Nenhum dado apresentou valor superior a 1,0, sendo o valor mais alto próximo a 0,20. Portanto, na amostra não existe nenhum outlier ou ponto influente.

O modelo apresentado indica que o consumo mensal de água em escritórios é explicado pela idade do imóvel, número de bacias sanitárias, realização de atendimento ao público, e número total de funcionários. Com relação à variável idade do imóvel, o consumo mensal de água será maior conforme aumenta a idade do imóvel. Essa variável também foi identificada como fator relevante no consumo de água nos estudos de Bint, Vale e Isaacs (2011). Segundo Stoker e Rothfeder (2014) a idade de uma edificação pode afetar a demanda de água, pois as edificações mais antigas têm maior probabilidade de ter equipamentos menos eficientes no consumo de água, com aparelhos e acessórios mais antigos, sendo também provável um maior número de vazamentos de água devido ao uso e desgaste.

A variável quantidade de bacias sanitárias também atua positivamente no aumento do consumo mensal de água: quanto maior a quantidade de bacias sanitárias, maior é o consumo de água. Segundo Proença e Ghisi (2010), o maior consumo de água em escritórios (de 56% a 86%) se dá em atividades que não necessitam de água potável, como descargas em bacias sanitárias e limpeza. Rice *et al.* (2017), mostrou que 65% do consumo de água se dá diretamente na ocupação dos escritórios (uso de equipamentos hidrossanitários como bacias sanitárias, torneiras e chuveiros).

Com relação à variável atendimento ao público externo, o consumo mensal é menor nos escritórios que realizam atendimento aos seus clientes. Proença e Ghisi (2010) informam que é necessário considerar a população flutuante que frequenta os escritórios, além dos funcionários fixos, pois também usufruem das instalações dos escritórios. Soares (2010) menciona que também é necessário verificar e investigar o público visitante, pois em alguns casos esse número de pessoas é bastante relevante. No caso das empresas estudadas nesta pesquisa, pelo tipo de atividade que realizam, a interação com os clientes pode fazer com que os funcionários precisem se ausentar do escritório para atendimentos externos, o que pode acarretar diminuição do consumo de água. Essa condição é percebida nas imobiliárias (corretores visitando imóveis com os clientes), escritórios de engenharia (engenheiros e arquitetos visitando obras) e em escritórios de advocacia (advogados em audiência e diligências).

A variável que representa o número total de funcionários também contribui positivamente para o aumento de consumo mensal de água. Seneviratne (2006) comentou que o uso de água em edifícios de escritórios depende de alguns fatores, sendo um dos principais o número de funcionários.

#### 4.4 CONSUMO *PER CAPITA*

O consumo *per capita* de água nos escritórios trata do consumo diário de água por pessoa. Esse índice foi obtido dividindo o consumo mensal (em litros) pelo número de funcionários, e pelo número de dias úteis de cada mês, sendo seu valor descrito em litros por pessoa por dia (litros/funcionário/dia). Os resultados obtidos foram analisados de acordo com as características de cada escritório e as variáveis da Tabela 5.

##### 4.4.1 Análise bivariada

Das variáveis extraídas a partir do questionário, apresentadas na Tabela 5, foram analisados os fatores mencionados em outras bibliografias, citados como de maior relevância. Na Tabela 12 é apresentada a análise da variação do consumo *per capita* com as principais variáveis independentes.

Tabela 12 - Análise da variação do consumo *per capita* em relação às variáveis independentes categóricas.

(continua)

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo <i>per capita</i> de água quando escolaridade do responsável é Ensino Médio	3	6,87	28,38	49,90	71,96	104,50	159,10	78,48
Consumo <i>per capita</i> de água quando escolaridade do responsável é Ensino Superior	22	9,27	30,38	39,94	47,45	62,18	122,74	28,38
Consumo <i>per capita</i> de água quando escolaridade do responsável é Pós-Graduação	28	8,14	22,09	51,18	55,83	75,54	128,21	39,98
Consumo <i>per capita</i> de água quando porte da empresa é Microempresa	10	24,17	35,58	59,17	69,33	110,22	128,21	41,35
Consumo <i>per capita</i> de água quando porte da empresa é Pequena Empresa	36	6,87	22,09	48,42	52,57	67,59	159,10	38,43
Consumo <i>per capita</i> de água quando porte da empresa é Média e Grande Empresa	7	10,93	21,41	30,78	33,85	45,64	61,15	18,45
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa não acha importante o tema Uso Racional de Água	2	51,28	68,42	85,55	85,55	102,69	119,82	48,47
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa acha importante o tema Uso Racional de Água	23	8,44	26,46	52,59	58,42	82,71	159,10	42,08
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa acha muito importante o tema Uso Racional de Água	28	6,87	23,15	40,79	46,72	56,78	128,21	32,87
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa não pratica ação de URA, e não tem interesse em praticar	2	41,75	62,46	83,17	83,17	103,88	124,59	58,58
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa não pratica ação de URA, e tem interesse em praticar	28	6,87	27,76	51,61	52,77	69,28	159,10	37,73

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 12 - Análise da variação do consumo *per capita* em relação às variáveis independentes categóricas.

(continuação)

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa pratica ação de URA	23	9,27	23,00	42,74	51,26	57,34	128,21	37,30
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa acha aceitável investimento de até R\$ 500,00 para implantar ações de URA	20	6,87	29,59	51,94	56,22	69,28	159,10	40,17
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa acha aceitável investimento de R\$ 501,00 até R\$ 2.000,00 para implantar ações de URA	26	8,14	25,68	48,42	54,64	64,87	128,21	37,23
Consumo <i>per capita</i> de água quando a empresa acha aceitável investimento acima de R\$ 2.000,00 para implantar ações de URA	7	10,20	16,80	30,78	39,70	45,64	112,03	35,45
Consumo <i>per capita</i> de água quando tipologia = Sala comercial + Imóvel térreo	29	6,87	24,17	42,74	53,29	59,35	159,10	40,76
Consumo <i>per capita</i> de água quando tipologia = Imóvel 2 andares	19	9,27	22,68	33,20	48,52	64,65	128,21	35,68
Consumo <i>per capita</i> de água quando tipologia = Galpão	5	38,13	61,15	67,34	71,12	76,92	112,03	26,97
Consumo <i>per capita</i> de água quando o imóvel é regularizado	42	6,87	23,52	40,30	52,00	64,87	159,10	37,77
Consumo <i>per capita</i> de água quando o imóvel não é regularizado	11	8,14	33,63	51,94	58,10	75,80	124,59	39,43
Consumo <i>per capita</i> de água quando o imóvel é alugado	28	6,87	30,64	51,51	60,22	79,82	159,10	39,66
Consumo <i>per capita</i> de água quando o imóvel é próprio (quitado ou financiado)	25	8,14	20,14	36,38	45,64	61,15	124,59	34,77
Consumo <i>per capita</i> de água quando existe rede pública de coleta de esgoto	41	6,87	23,31	46,94	51,77	64,21	159,10	36,14
Consumo <i>per capita</i> de água quando não existe rede pública de coleta de esgoto	12	8,14	28,16	43,73	58,36	87,48	128,21	44,43

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 12 - Análise da variação do consumo *per capita* em relação às variáveis independentes categóricas.

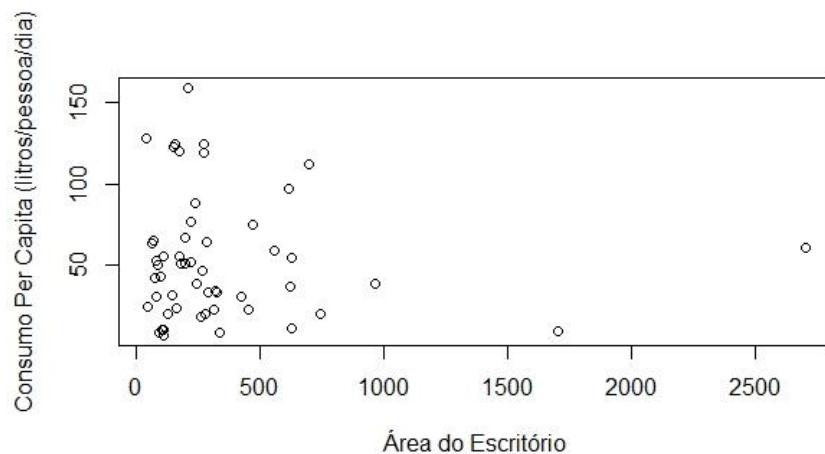
(conclusão)

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo <i>per capita</i> de água quando existe reservatório de água	43	6,87	22,68	41,75	49,71	62,13	159,10	37,37
	10	9,27	42,13	59,97	68,52	94,61	124,59	37,78
Consumo <i>per capita</i> de água quando não existe acompanhamento do consumo de água pelos gestores	33	6,87	30,24	55,22	60,42	76,92	159,10	39,98
	20	8,14	22,05	37,26	41,45	51,29	128,21	31,42
Consumo <i>per capita</i> de água quando existe treinamento dos funcionários	7	8,44	14,70	22,68	23,63	31,08	42,74	13,21
	46	6,87	31,06	51,61	57,77	73,15	159,10	38,37
Consumo <i>per capita</i> de água quando existe atendimento ao público	45	6,87	22,68	38,85	50,54	63,12	159,10	37,85
	8	9,27	53,65	61,33	68,55	85,70	122,74	36,10

Fonte: O Autor (2021).

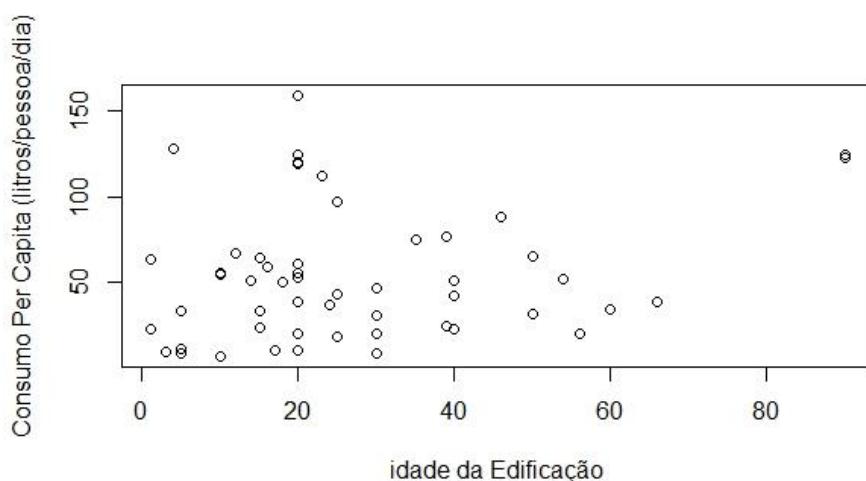
As Figuras 24, 25, e 26 apresentam gráficos de dispersão, relacionando o consumo *per capita* de água e as variáveis área do escritório, idade do imóvel e o número de funcionários, respectivamente. Os resultados da correlação e p-valor das variáveis quantitativas estão indicados na Tabela 13.

Figura 24 - Gráfico de Dispersão - Consumo *per capita* x Área do Escritório.



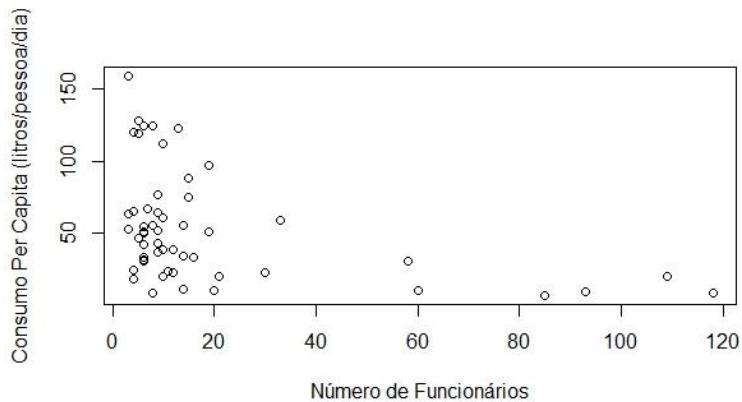
Fonte: O Autor (2021).

Figura 25 - Gráfico de Dispersão - Consumo *per capita* x Idade da edificação



Fonte: O Autor (2021).

Figura 26 - Gráfico de Dispersão - Consumo *per capita* x Número de funcionários.



Fonte: O Autor (2021).

Tabela 13 - Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo *per capita* de água.

Variáveis Quantitativas	CONSUMO <i>PER CAPITA</i>	
	Correlação	p-valor
Idade do entrevistado	-0,0152	0,9139
Idade do imóvel	0,2071	0,1368
Número de funcionários com ensino fundamental	0,2231	0,1084
Número de funcionários com ensino médio	-0,1156	0,4098
Número de estagiários	-0,1280	0,3611
Número de funcionários com ensino superior	-0,2719	0,0489*
Número de funcionários com pós-graduação	-0,1979	0,1555
Relação entre o número de funcionários com curso superior e o total de funcionários	0,1814	0,1937
Número de salas no escritório	-0,0989	0,4813
Número de cozinhas no escritório	-0,1145	0,4144
Número de banheiros no escritório	-0,1043	0,4575
Número de lavabos no escritório	-0,0381	0,7866
Número de lavanderias no escritório	0,1811	0,1945
Número de bacias sanitárias no escritório	-0,2501	0,0709*
Número de mictórios no escritório	-0,0256	0,8555
Número de chuveiros no escritório	-0,1028	0,4639
Número de torneiras no escritório	-0,1398	0,3181
Área do terreno	-0,0712	0,6122
Área construída do escritório	-0,0682	0,6274
Número de funcionários masculino	-0,3431	0,0119*
Número de funcionários feminino	-0,3599	0,0081**
Número total de funcionários	-0,4030	0,0028**
Relação entre o número de funcionárias femininas e o total de funcionários	-0,1477	0,2913

Notas: \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

Na Tabela 14, são mostradas as significâncias das variáveis categóricas com relação ao consumo *per capita* de água nos escritórios. O *boxplot* da Figura 27 apresenta a variação do consumo de água *per capita*, conforme cada atividade realizada. A diferença nas médias de consumo encontradas para cada atividade é significativa. O valor do teste Kruskal-Wallis resultou em 0,0548, abaixo do valor limite de 0,2, mostrando que existe diferença entre as médias de cada grupo.

Tabela 14 - Significância das variáveis categóricas no consumo *per capita* de água  
(continua)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Tipo de atividade realizada no escritório	5	Contabilidade; Advocacia; Engenharia; Imobiliária; Outros serviços	0,0548 <sup>a*</sup>
Escolaridade do responsável do escritório	3	Nível médio; Nível superior; Pós-graduação ou mais.	0,8321 <sup>a</sup>
Tipo societário do escritório	3	SS/ME/EIRELI/EI; Limitada (Ltda); Anônima (SA).	0,2049 <sup>a</sup>
Porte do escritório quanto ao faturamento	3	Microempresa; Pequena empresa; Média ou grande empresa.	0,07625 <sup>a*</sup>
Importância do Tema Uso Racional de Água	3	Nada importante / pouco importante; Importante; Bastante importante / extremamente importante.	0,3019 <sup>a</sup>
Empresa pratica alguma ação de URA?	3	Sim; Não, mas há interesse; Não, e não há interesse.	0,1962 <sup>a</sup>
Valor de investimento aceitável para implantar ações de URA	3	Até R\$ 500,00; De R\$ 501,00 a R\$ 2.000,00; Acima de R\$ 2.000,00.	0,4077 <sup>a</sup>
Tipologia do Imóvel	3	Sala comercial / imóvel térreo; Imóvel de 2 andares; Galpão.	0,2921 <sup>a</sup>
O imóvel é averbado?	2	Sim; Não sei / Não.	0,7150 <sup>b</sup>
Propriedade do imóvel	2	Próprio / Alugado.	0,2605 <sup>b</sup>
Em quanto tempo foi realizado a última reforma hidrossanitária.	3	Menos de 2 anos; Entre 2 e 5 anos; Acima de 5 anos.	0,8439 <sup>a</sup>

Notas: <sup>a</sup> Teste Kruskal-Wallis; <sup>b</sup> Teste Wilcoxon; \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

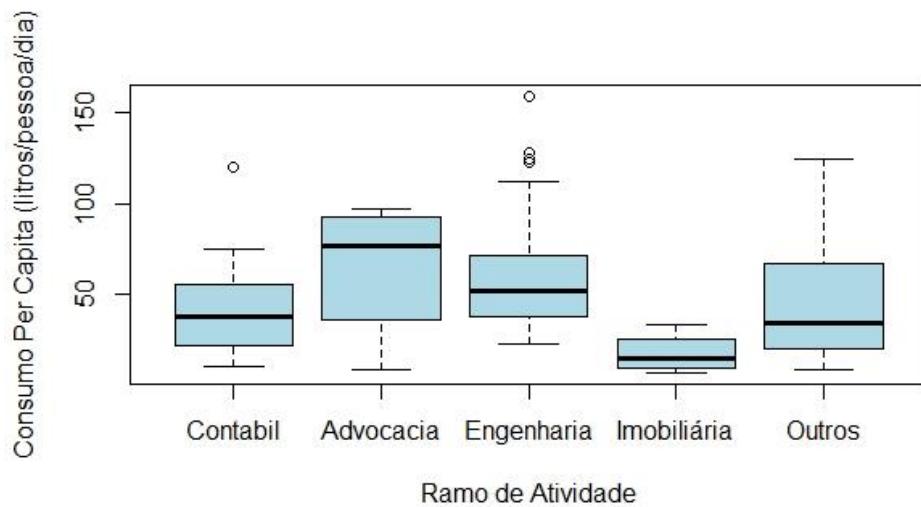
Tabela 14 - Significância das variáveis categóricas no consumo *per capita* de água  
(conclusão)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Abastecimento exclusivo da concessionária?	2	Sim; Não sei / Não.	0,8799 <sup>b</sup>
Existência de coleta de esgoto no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	0,9254 <sup>b</sup>
Existência de reservatório d'água no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	0,0388 <sup>b*</sup>
Tipo de bacia sanitária	2	Caixa acoplada; válvula de descarga.	0,3280 <sup>b</sup>
Presença de arejadores nas torneiras	2	Sim; Não sei / Não.	0,8880 <sup>b</sup>
Como é feito o consumo de água potável no escritório	3	Torneira / bebedouro; filtro; Bomba de água mineral.	0,2381 <sup>a</sup>
Existência de bebedouro	2	Sim; Não.	0,0046 <sup>***</sup>
Existência de tanque	2	Sim; Não.	0,3373 <sup>b</sup>
Existência de máquina de lavar	2	Sim; Não.	0,6006 <sup>b</sup>
Existência de torneira de jardim	2	Sim; Não.	0,0068 <sup>***</sup>
Existência de jardim	2	Sim; Não.	0,2390 <sup>b</sup>
Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias	2	Sim; Não.	0,7205 <sup>b</sup>
Identificação de vazamentos	2	Sim; Não sei / Não.	0,5106 <sup>b</sup>
Equipe de limpeza própria	2	Sim; Não.	0,9514 <sup>b</sup>
Presença de situações de desperdício	2	Sim; Não.	0,5634 <sup>b</sup>
Acompanhamento do consumo de água	2	Sim; Não.	0,1361 <sup>b</sup>
Comportamento dos colaboradores quanto o consumo de água	3	Nada / pouco conscientes; Conscientes; Bastante / extremamente conscientes.	0,9201 <sup>a</sup>
Existência de treinamento dos colaboradores quanto o consumo de água	2	Sim; Não.	0,0112 <sup>b*</sup>
Realização de atendimento ao público	2	Sim; Não.	0,1543 <sup>b</sup>

Notas: <sup>a</sup> Teste Kruskal-Wallis; <sup>b</sup> Teste Wilcoxon; \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

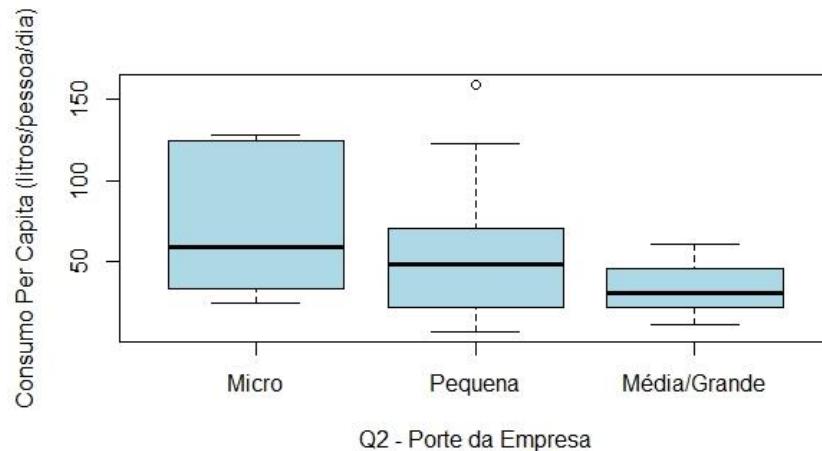
Figura 27 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável independente ramo de atividade.



Fonte: O Autor (2021).

O *boxplot* da Figura 28 apresenta resultados quanto ao porte da empresa de acordo com seu faturamento. Na amostra há 10 microempresas, 36 pequenas empresas, e 7 empresas de médio ou grande porte. Observa-se que o consumo *per capita* de água é menor conforme aumenta o porte da empresa. A mediana do consumo *per capita* de água nas microempresas é de 59,17 litros/funcionário//dia, nas pequenas empresas de 48,42 litros/funcionário/dia, e nas médias/grandes empresas, de 30,78 litros/funcionário/dia.

Figura 28 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável independente porte da empresa.

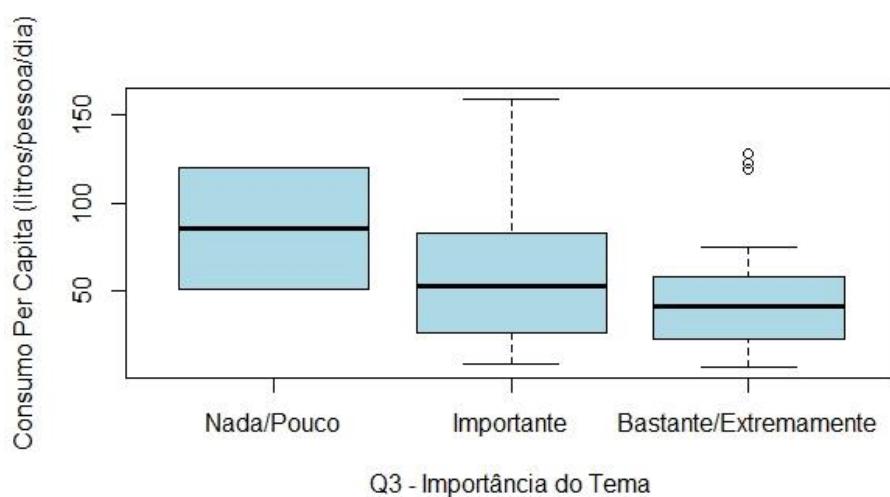


Fonte: O Autor (2021).

Outro aspecto importante percebido, é o menor consumo de água nos escritórios cujos gestores se preocupam com tal assunto. Nas Figuras 29, 30 e 31, apresentam-se as variações do consumo *per capita* de água de acordo com a importância do assunto segundo o gestor, interesse em praticar ações de uso racional de água, e valor aceitável para investimento na área, respectivamente.

Nos escritórios em que o assunto uso racional de água é considerado nada/pouco importante (Figura 29), a mediana do consumo *per capita* é de 85,55 litros/funcionário/dia; nos escritórios em que os gestores entendem ser importante o assunto, a mediana é de 52,59 litros/funcionário/dia; e naqueles escritórios que consideram o assunto bastante/extremamente importante, a mediana é de 40,79 litros/funcionário/dia.

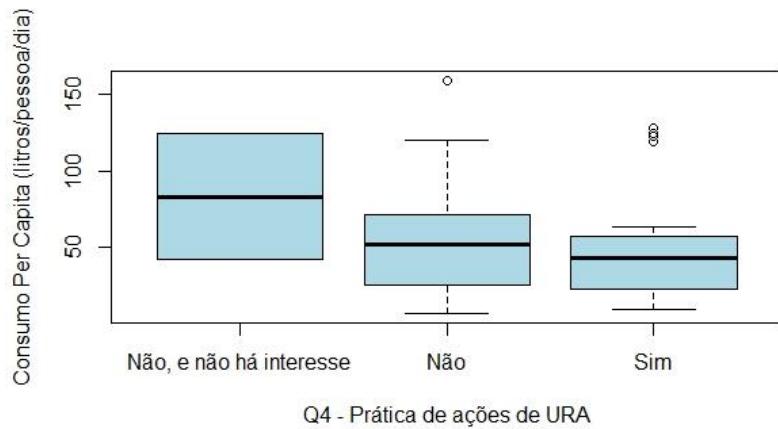
Figura 29 - Boxplot do consumo *per capita* de água para a variável independente importância do tema.



Fonte: O Autor (2021).

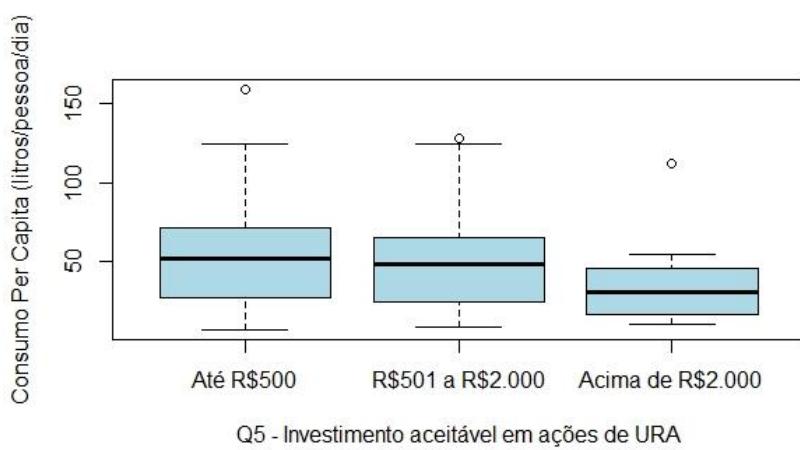
Com relação à prática de ações de uso racional de água (Figura 30), nos escritórios em que os empresários que responderam que não há interesse no assunto, a mediana de consumo é de 83,17 litros/funcionário/dia; naqueles em que não são praticadas ações, mas há interesse em adotar alguma ação referente ao uso racional de água, a mediana é de 51,61 litros/funcionário/dia; já naqueles em que são praticadas ações de uso racional de água, a mediana é de 42,74 litros/funcionário/dia. Verifica-se de igual forma, que conforme foi indicada propensão a investir no assunto, menor é o consumo *per capita* de água do escritório (Figura 31).

Figura 30 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável prática de ações de URA.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 31 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável investimento aceitável em URA.

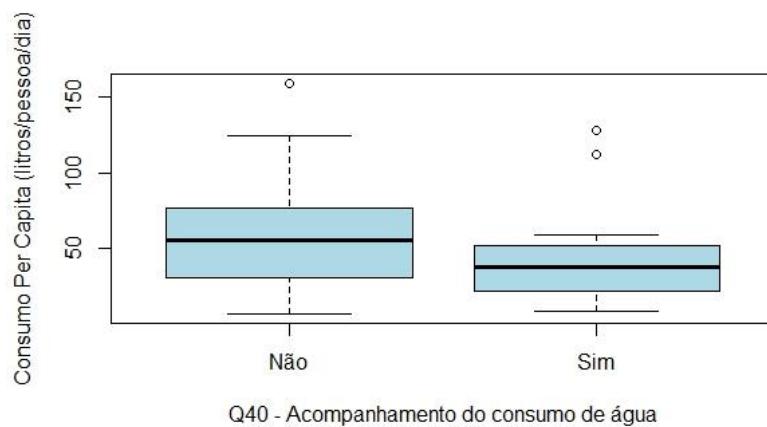


Fonte: O Autor (2021).

Essa tendência de menor consumo *per capita* de água também pode ser observada nas empresas em que o responsável faz o acompanhamento do consumo de água, e naqueles escritórios que realizam treinamentos específicos com seus funcionários sobre o uso da água. Na Figura 32 apresenta-se *boxplot* da variável acompanhamento do consumo de água: as empresas que acompanham têm valores para a mediana do consumo de água de 37,26 litros/funcionário/dia e as empresas que não acompanham têm valores para a mediana de 55,22 litros/funcionário/dia. Já com relação aos treinamentos (Figura

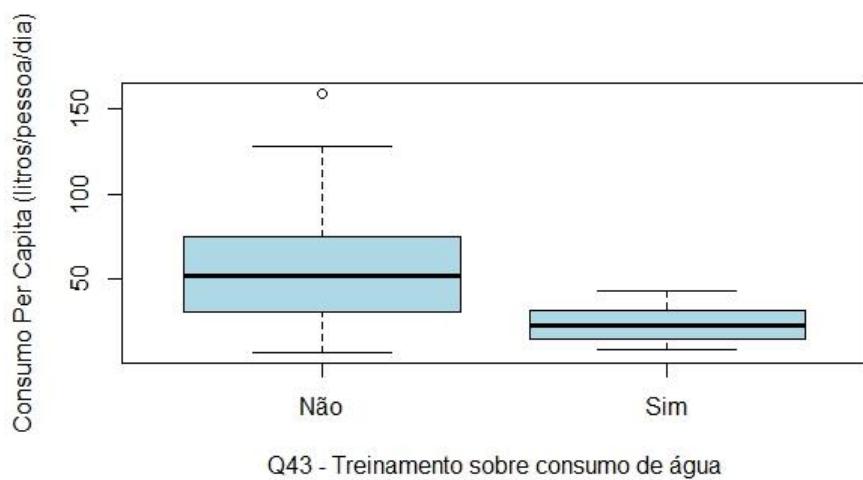
33), os escritórios em que há ações de treinamento dos funcionários com relação ao uso da água apresentam mediana do consumo de água de 22,68 litros/funcionário/dia, e naqueles em que não há ações de treinamento, de 51,61 litros/funcionário/dia.

Figura 32 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável acompanhamento do consumo de água.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 33 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável treinamento sobre consumo de água.

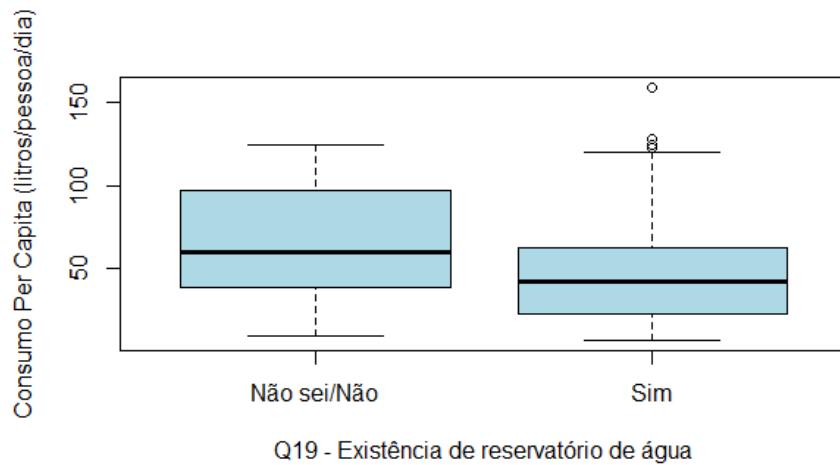


Fonte: O Autor (2021).

Também se percebe um menor consumo *per capita* de água nos escritórios que possuem reservatório de água. A mediana do consumo de água em imóveis que possuem reservatório é de 41,75 litros/funcionário/dia, enquanto naqueles que não possuem, a mediana é de 59,97 litros/funcionário/dia (Figura 34). Destaca-se também o maior

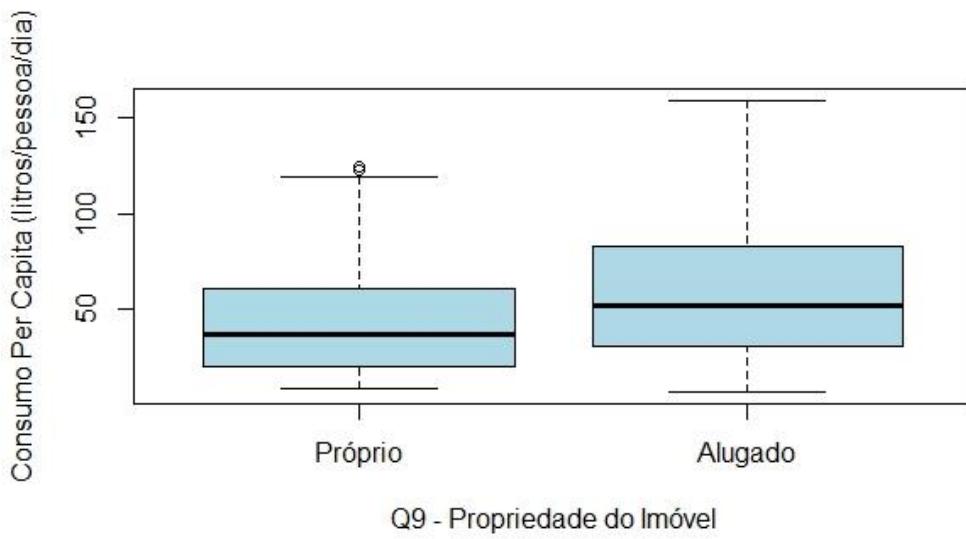
consumo de água em imóveis alugados em relação às empresas com sede própria (tanto os já quitados como os financiados) (Figura 35).

Figura 34 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável existência de reservatório de água.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 35- *Boxplot* do consumo *per capita* de água quanto à propriedade do imóvel.

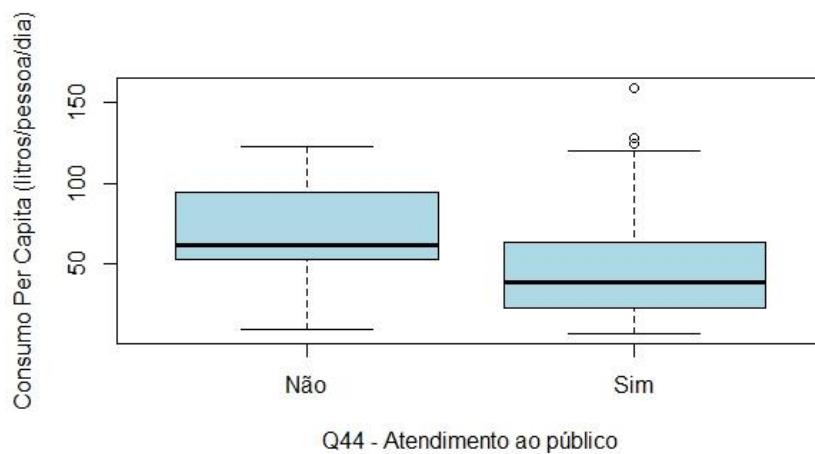


Fonte: O Autor (2021).

Registra-se também o menor consumo *per capita* de água nos escritórios em que os entrevistados relataram haver atendimento ao público. Nesses escritórios, a mediana do consumo *per capita* é de 38,85 litros/funcionário/dia, enquanto nos escritórios que não

realizam atendimento ao público, a mediana de consumo é de 61,33 litros/funcionário/dia (Figura 36).

Figura 36 - *Boxplot* do consumo *per capita* de água para a variável atendimento ao público.



Fonte: O Autor (2021).

#### 4.4.2 Considerações preliminares do modelo

Com as informações extraídas da pesquisa com os empresários, o consumo *per capita* e demais características de cada empresa, as variáveis levantadas no questionário, além de novas variáveis criadas a partir das já existentes, foram analisadas para obtenção de um modelo de previsão. As informações de todas as variáveis estão indicadas no Apêndice D. A análise também mostrou, por meio do teste de Shapiro-Wilk (Apêndice F), que o comportamento das variáveis categóricas e a distribuição dos resíduos não seguiam a distribuição normal. Uma transformação logarítmica ( $\ln$  – logaritmo natural na base e) foi então utilizada na variável resposta consumo *per capita*.

Dentre todas as variáveis disponíveis, admitiu-se preliminarmente para a elaboração do modelo as seguintes variáveis, adotando critérios similares aos adotados para o consumo mensal da edificação, para o consumo *per capita* (litros/funcionário/dia):

- tipo de atividade realizada no escritório;
- propriedade do imóvel;
- idade do imóvel;
- quantidade de funcionários com ensino superior;

- e) quantidade de funcionários com pós-graduação;
- f) existência de reservatório de água no escritório;
- g) quantidade de bacias sanitárias no escritório;
- h) como é feito o consumo de água no escritório;
- i) existência de bebedouros;
- j) existência de torneira de jardim;
- l) acompanhamento do consumo de água;
- m) existência de treinamento dos funcionários quanto o consumo de água;
- n) realização de atendimento ao público;
- o) número total de funcionários (masculino + feminino).

#### **4.4.3 Modelo para o consumo *per capita* de água em escritórios**

O modelo calculado para o consumo mensal de água nos escritórios é apresentado na Equação 5.

$$\ln(CP\text{Capita}) = 3,759582 + 0,00941(Idade) - 0,016831(Funcionários).$$

(5)

Sendo:

***CP Capita*** = Consumo *per capita* (litros/funcionário/dia);

***Idade*** = Idade do imóvel (anos);

***Funcionários*** = Número total de funcionários (masculino + feminino) (unidade).

O coeficiente de determinação ajustado encontrado ( $R^2$  Ajustado = 0,3400) indica que 34,00% da variabilidade dos resultados é justificada pelas variáveis adotadas no modelo (idade do imóvel e número total de funcionários). A diferença para a unidade (100%) pode ser explicada por variáveis que não foram consideradas no modelo, bem como erros ou imperfeições da amostra. A Tabela 15 apresenta os resultados estatísticos para o modelo de consumo *per capita*.

Tabela 15 – Resultados estatísticos do modelo consumo *per capita* (litros/funcionário/dia).

Variável	Estimativa	Erro Padrão	t	p-valor	VIF
Intercepto	3,759582	0,167614	22,43	< 0,0001	-
Idade	0,00941	0,004546	2,07	0,0436	1,000605
Funcionários	-0,016831	0,003437	-4,897	0,0000106	1,000605
Teste / Estatística	Valor				
R <sup>2</sup>	0,3653				
R <sup>2</sup> Ajustado	0,3400				
p-valor	0,00001157				
ncvTest	0,65641				
outlierTest	0,66005				
shapiroTest	0,5605				
Durbin-Watson (dwt)	0,692				

Fonte: O Autor (2021).

O modelo apresentou p-valor de 0,00001157, abaixo de 0,05 mostrando ser estatisticamente significativo. As variáveis e o intercepto apresentaram p-valor abaixo de 0,05, sendo todos significativos. Com os resultados da Tabela 15, calculou-se o poder do teste, para verificar se o tamanho da amostra é adequado. Os dados de entrada foram o número total de escritórios (53), o número de variáveis (14), o R<sup>2</sup> Ajustado de 0,34 e o nível de significância de 10%, obtendo-se poder de 92,48%. O valor do R<sup>2</sup> Ajustado de 0,34 está acima de 0,26, valor na escala de Cohen (1988) que indica captar efeitos substanciais. Assim, o tamanho da amostra de 53 escritórios é adequado para o modelo proposto. Para verificar a adequação do modelo, foram realizados os testes constantes na Tabela 15, apresentando resultados satisfatórios, conforme apresentado no Apêndice F.

O modelo indica que o consumo *per capita* de água em escritórios é explicado pela idade do imóvel, e pelo número total de funcionários. Com relação à variável idade do imóvel, o consumo *per capita* de água será maior conforme aumenta a idade do imóvel. De forma similar ao modelo do consumo mensal de água, o maior consumo pode ser justificado devido à perda de eficiência dos equipamentos sanitários, vazamentos e manutenção das instalações hidráulicas (DIAS, 2017; STOKER; ROTHFEDER, 2014).

A variável número total de funcionários, também constante no modelo de consumo mensal, contribui negativamente para o consumo *per capita*, ou seja, conforme aumenta o número de pessoas em um escritório, diminui o consumo *per capita*. Seneviratne (2006) comentou que o uso de água em edifícios de escritórios depende de alguns fatores, sendo um dos principais o número de funcionários ou inquilinos. Essa

diminuição no consumo se justifica devido ao compartilhamento de usos de água, como a limpeza de ambientes e a irrigação de jardins, que se dilui quando dividido por maior número de funcionários.

## 4.5 CONSUMO POR ÁREA

O consumo de água por área nos escritórios foi obtido ao se calcular o valor médio anual de consumo para cada empresa, dividindo-o pela área de cada escritório, sendo seu valor descrito em metros cúbicos por metro quadrado por ano ( $m^3/m^2/ano$ ). Os resultados foram analisados de acordo com as características de cada escritório e variáveis da Tabela 5.

### 4.5.1 Análise bivariada

Foram calculadas e identificadas na Tabela 16 para cada variável, os valores mínimos e máximos, 1º quartil, mediana, média, 3º quartil e o desvio padrão. Além da variável dependente consumo por área ( $m^3/m^2/ano$ ), foram estudadas as mesmas variáveis independentes mencionadas na análise de consumo *per capita*.

Ao se iniciar os cálculos, identificou-se que um dos escritórios apresentou características influentes no resultado do modelo, pois a sua área era muito superior às demais da amostra. Assim, esse dado não foi considerado para a modelagem, e na Tabela 16 o mesmo já não está mais incluso. As correlações (e respectivos p-valores) entre as variáveis quantitativas e o consumo de água por área estão apresentadas na Tabela 17.

Tabela 16 - Análise da variação do consumo de água por área em relação às variáveis independentes categóricas.

(continua)

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Consumo de água por área - escolaridade do responsável é Ensino Médio	3	0,574	0,725	0,876	0,924	1,098	1,321	0,376
Consumo de água por área - escolaridade do responsável é Ensino Superior	22	0,120	0,259	0,534	0,695	0,876	2,697	0,594
Consumo de água por área - escolaridade do responsável é Pós-Graduação	27	0,062	0,384	0,510	0,717	0,770	4,063	0,763

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 16 - Análise da variação do consumo de água por área em relação às variáveis independentes categóricas.

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	(continuação)
								Desvio Padrão
Consumo de água por área quando a empresa se trata de SS/ME/Eireli/EI	13	0,390	0,490	0,604	0,715	0,847	1,476	0,328
Consumo de água por área quando a empresa se trata de sociedade limitada (Ltda)	37	0,062	0,374	0,553	0,750	0,885	4,063	0,765
Consumo de água por área quando a empresa se trata de sociedade anônima (SA)	2	0,128	0,151	0,174	0,174	0,196	0,219	0,064
Consumo de água por área quando porte da empresa é Microempresa	10	0,153	0,558	0,726	1,082	0,975	4,063	1,112
Consumo de água por área quando porte da empresa é Pequena Empresa	36	0,068	0,386	0,518	0,673	0,854	2,697	0,506
Consumo de água por área quando porte da empresa é Média e Grande Empresa	6	0,062	0,133	0,176	0,393	0,617	1,059	0,411
Consumo de água por área quando tipologia é Sala comercial + Imóvel térreo	29	0,068	0,396	0,574	0,728	0,885	2,697	0,535
Consumo de água por área quando tipologia é Imóvel 2 andares	19	0,062	0,300	0,510	0,756	0,850	4,063	0,896
Consumo de água por área quando tipologia é Galpão	5	0,120	0,336	0,506	0,481	0,651	0,790	0,287
Consumo de água por área quando o imóvel é regularizado	41	0,062	0,381	0,542	0,725	0,876	4,063	0,727
Consumo de água por área quando o imóvel não é regularizado	11	0,174	0,434	0,533	0,698	0,946	1,416	0,426
Consumo de água por área quando o imóvel é alugado	28	0,068	0,450	0,773	0,871	0,996	4,063	0,735
Consumo de água por área quando o imóvel é próprio (quitado ou financiado)	24	0,062	0,169	0,429	0,543	0,625	2,697	0,552
Consumo de água por área quando o abastecimento não é exclusivo da concessionária	3	0,120	0,124	0,128	0,313	0,410	0,692	0,328
Consumo de água por área quando o abastecimento é exclusivo da concessionária	49	0,062	0,388	0,553	0,744	0,885	4,063	0,681
Consumo de água por área quando existe rede pública de coleta de esgoto	40	0,062	0,381	0,518	0,664	0,878	2,697	0,508
Consumo de água por área quando não existe rede pública de coleta de esgoto	12	0,133	0,346	0,718	0,905	0,857	4,063	1,060

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 16 - Análise da variação do consumo de água por área em relação às variáveis independentes categóricas.

Variável	Amostra	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	(conclusão)	
							Máximo	Desvio Padrão
Consumo de água por área quando existe reservatório de água	42	0,062	0,381	0,558	0,756	0,928	4,063	0,724
	10	0,128	0,415	0,540	0,568	0,670	1,416	0,364
Consumo de água por área quando não há acompanhamento do consumo de água pelos administradores	32	0,068	0,469	0,648	0,786	0,951	2,697	0,502
	20	0,062	0,148	0,388	0,614	0,745	4,063	0,883
Consumo de água por área quando existe treinamento dos funcionários	7	0,128	0,385	0,396	0,538	0,746	0,975	0,292
	45	0,062	0,381	0,553	0,748	0,885	4,063	0,710
Consumo de água por área quando existe atendimento ao público	44	0,062	0,381	0,534	0,696	0,856	4,063	0,648
	8	0,128	0,339	0,697	0,846	0,940	2,697	0,827

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 17 – Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo de água por área.

(continua)

Variáveis Quantitativas	CONSUMO POR ÁREA	
	Correlação	p-valor
Idade do entrevistado	-0,1136	0,4749
Idade do imóvel	0,2265	0,0961*
Número de funcionários com ensino fundamental	0,3384	0,0127*
Número de funcionários com ensino médio	0,1332	0,3885
Número de estagiários	0,0104	0,8906
Número de funcionários com ensino superior	0,0231	0,8455
Número de funcionários com pós-graduação	0,0221	0,8597
Relação entre o número de funcionários com curso superior e o total de funcionários	0,0025	0,9874
Número de salas no escritório	-0,1297	0,3726

Notas: \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

Tabela 17 – Correlação e significância das variáveis quantitativas e o consumo de água por área.  
(conclusão)

Variáveis Quantitativas	CONSUMO POR ÁREA	
	Correlação	p-valor
Número de cozinhas no escritório	-0,0466	0,7773
Número de banheiros no escritório	-0,0055	0,9826
Número de lavabos no escritório	0,0044	0,7935
Número de lavanderias no escritório	-0,0412	0,8578
Número de bacias sanitárias no escritório	-0,0785	0,4625
Número de mictórios no escritório	-0,0148	0,7067
Número de chuveiros no escritório	-0,239	0,0575*
Número de torneiras no escritório	-0,2273	0,0765*
Área do terreno	-0,1899	0,1069
Área construída do escritório	-0,3327	0,0203*
Número de funcionários masculino	0,0888	0,523
Número de funcionários feminino	0,0311	0,7829
Número total de funcionários	0,0601	0,6391
Relação entre o número de funcionárias femininas e o total de funcionários	-0,072	0,6742

Notas: \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

Na Tabela 18 são mostradas as significâncias das variáveis categóricas do consumo de água por área nos escritórios. Da mesma forma que acontece com o consumo *per capita*, o consumo de água por área é menor nos escritórios de maior porte. A Figura 37 apresenta o *boxplot* do consumo de água por área quanto ao porte da empresa. As microempresas apresentam mediana de 0,726 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano; as pequenas empresas, mediana de 0,518 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, enquanto as médias e grandes empresas apresentam mediana de consumo de 0,176 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano.

Tabela 18 - Significância das variáveis categóricas no consumo de água por área.

(continua)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Tipo de atividade realizada no escritório	5	Contabilidade; Advocacia; Engenharia; Imobiliária; Outros serviços	0,2375 <sup>a</sup>
Escalaridade do responsável do escritório	3	Nível médio; Nível superior; Pós-graduação ou mais.	0,3460 <sup>a</sup>
Tipo societário do escritório	3	SS/ME/EIRELI/EI; Limitada (Ltda); Anônima (SA).	0,0986 <sup>a*</sup>

Notas: <sup>a</sup> Teste Kruskal-Wallis; <sup>b</sup> Teste Wilcoxon; \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

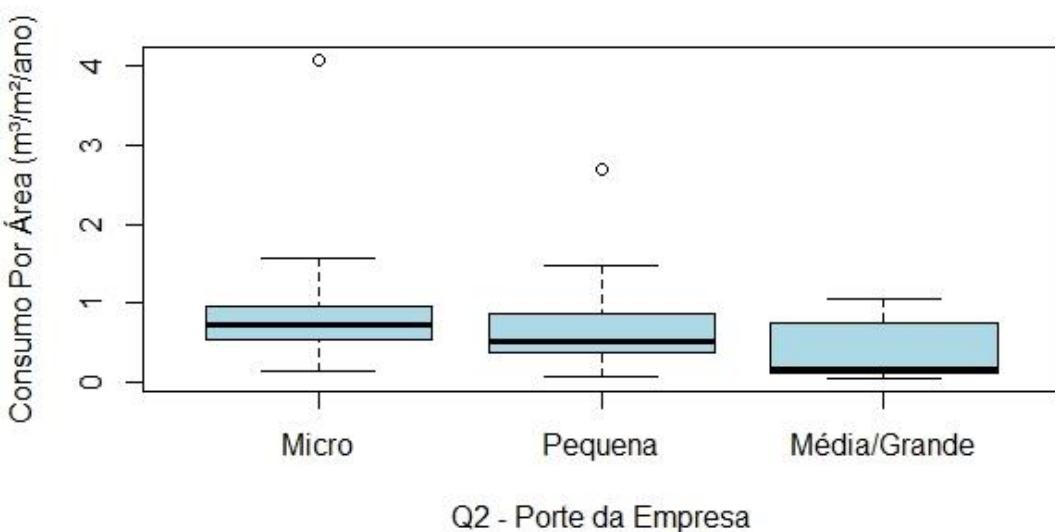
Tabela 18 - Significância das variáveis categóricas no consumo de água por área.  
(conclusão)

VARIÁVEIS CATEGÓRICAS	Nº CATEGORIAS	CATEGORIAS	P-VALOR
Porte do escritório quanto ao faturamento	3	Microempresa; Pequena empresa; Média ou grande empresa.	0,0421 <sup>a</sup> *
Importância do Tema Uso Racional de Água	3	Nada importante / pouco importante; Importante; Bastante importante / extremamente importante.	0,6673 <sup>a</sup>
Empresa pratica alguma ação de URA?	3	Sim; Não, mas há interesse; Não, e não há interesse.	0,8674 <sup>a</sup>
Valor de investimento aceitável para implantar ações de URA	3	Até R\$ 500,00; De R\$ 501,00 a R\$ 2.000,00; Acima de R\$ 2.000,00.	0,1569 <sup>a</sup>
Tipologia do Imóvel	3	Sala comercial / imóvel térreo; Imóvel de 2 andares; Galpão.	0,3390 <sup>a</sup>
O imóvel é averbado?	2	Sim; Não sei / Não.	0,4919 <sup>b</sup>
Propriedade do imóvel	2	Próprio / Alugado.	0,0028 <sup>b**</sup>
Em quanto tempo foi realizado a última reforma hidrossanitária.	3	Menos de 2 anos; Entre 2 e 5 anos; Acima de 5 anos.	0,2428 <sup>a</sup>
Abastecimento exclusivo da concessionária?	2	Sim; Não sei / Não.	0,1309 <sup>b</sup>
Existência de coleta de esgoto no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	0,4665 <sup>b</sup>
Existência de reservatório d'água no escritório	2	Sim; Não sei / Não.	0,8436 <sup>b</sup>
Tipo de bacia sanitária	2	Caixa acoplada; válvula de descarga.	0,3820 <sup>b</sup>
Presença de arejadores nas torneiras	2	Sim; Não sei / Não.	0,4231 <sup>b</sup>
Como é feito o consumo de água potável no escritório	3	Torneira / bebedouro; filtro; Bomba de água mineral.	0,4432 <sup>a</sup>
Existência de bebedouro	2	Sim; Não.	0,2899 <sup>b</sup>
Existência de tanque	2	Sim; Não.	0,0845 <sup>b*</sup>
Existência de máquina de lavar	2	Sim; Não.	0,4877 <sup>b</sup>
Existência de torneira de jardim	2	Sim; Não.	0,0829 <sup>b*</sup>
Existência de jardim	2	Sim; Não.	0,1423 <sup>b</sup>
Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias	2	Sim; Não.	0,4799 <sup>b</sup>
Identificação de vazamentos	2	Sim; Não sei / Não.	0,6778 <sup>b</sup>
Equipe de limpeza própria	2	Sim; Não.	0,9168 <sup>b</sup>
Presença de situações de desperdício	2	Sim; Não.	0,6426 <sup>b</sup>
Acompanhamento do consumo de água	2	Sim; Não.	0,0196 <sup>b*</sup>
Comportamento dos colaboradores quanto o consumo de água	3	Nada / pouco conscientes; Conscientes; Bastante / extremamente conscientes.	0,7062 <sup>a</sup>
Treinamento dos colaboradores quanto o consumo de água	2	Sim; Não.	0,5798 <sup>b</sup>
Realização de atendimento ao público	2	Sim; Não.	0,5754 <sup>b</sup>

Notas: <sup>a</sup> Teste Kruskal-Wallis; <sup>b</sup> Teste Wilcoxon; \*\*\* p-valor < 0,001; \*\*p-valor < 0,01; \* p-valor < 0,1

Fonte: O Autor (2021).

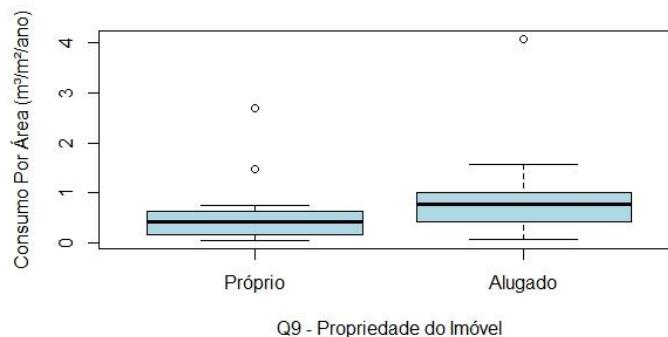
Figura 37 - *Boxplot* do consumo de água por área de água para a variável independente porte da empresa.



Fonte: O Autor (2021).

A Figura 38 apresenta a variação do consumo de água por área, de acordo com a propriedade do imóvel, sendo maior o consumo em imóveis alugados. Quando o imóvel é próprio, a mediana do consumo de água por área de água é de  $0,429 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ ; quando o imóvel é alugado, o valor é de  $0,773 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ .

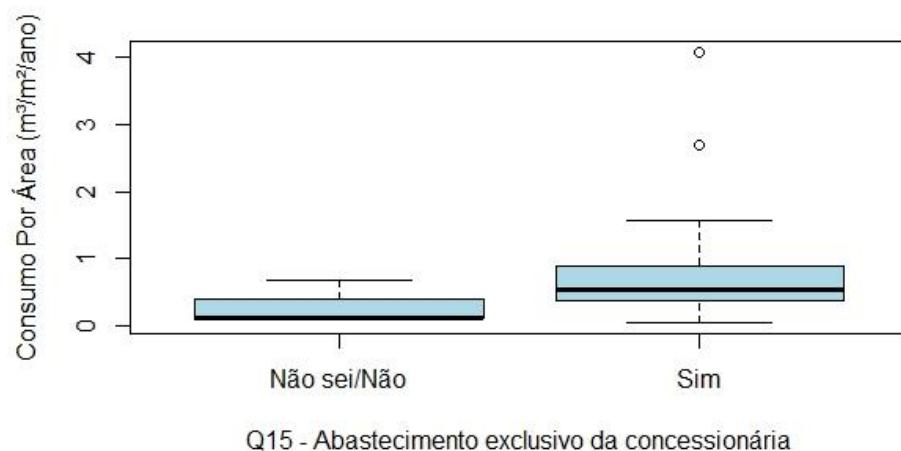
Figura 38 - *Boxplot* do consumo de água por área de água para a variável independente propriedade do imóvel.



Fonte: O Autor (2021).

Na Figura 39, apresenta-se a variação do consumo de água, quando existe sistema alternativo de abastecimento, além do fornecido pela concessionária. Apesar de poucos escritórios contarem com sistema alternativo (apenas três), a diferença no consumo é significativa, sendo o p-valor do teste Wilcoxon abaixo do limite adotado de 0,2 (0,1284): enquanto os escritórios com abastecimento exclusivo da concessionária apresentam mediana de  $0,553 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ , aqueles que contam com alguma outra fonte, consomem  $0,128 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ .

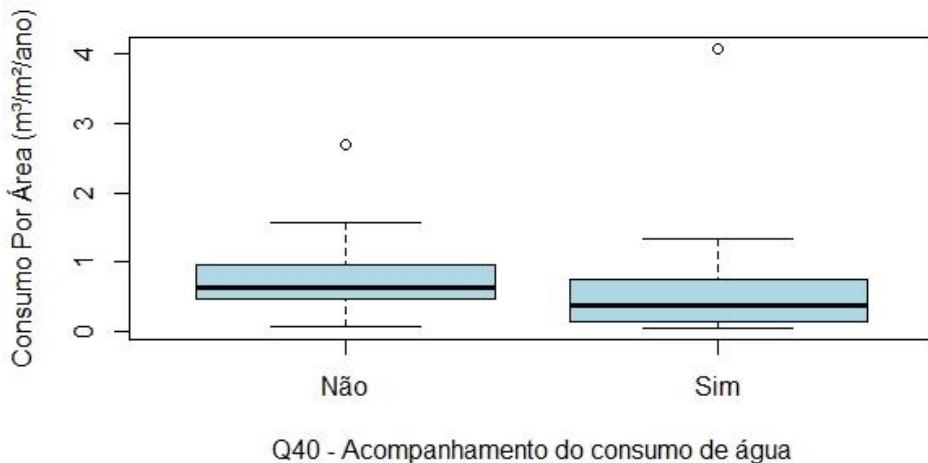
Figura 39 - *Boxplot* do consumo de água por área de água para escritórios com abastecimento exclusivo da concessionária.



Fonte: O Autor (2021).

Na Figura 40 apresenta-se a variação do consumo de água por área das empresas que fazem o acompanhamento do consumo de água. As empresas que controlam e acompanham o uso da água, a mediana do consumo é de  $0,388 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ , enquanto as empresas que não controlam, consomem  $0,648 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ .

Figura 40 - *Boxplot* do consumo de água por área de água para a variável independente acompanhamento de consumo de água.



Fonte: O Autor (2021).

#### 4.5.2 Considerações preliminares do modelo

Após a análise exploratória do consumo de água por área, verificou-se que um dos escritórios apresentava comportamento influente na modelagem, pois em vários cenários este aparecia com distância de Cook acima de 1,0. Esse escritório apresenta área de 2.700,00 m<sup>2</sup>, bem acima da área dos demais escritórios da amostra. Assim, optou-se pela exclusão desse dado.

As variáveis foram selecionadas para elaboração do modelo de maneira semelhante ao que foi realizado nos modelos de consumo mensal e consumo *per capita*. O Apêndice D apresenta informações sobre as variáveis. Houve também a necessidade de transformação logarítmica (ln - logaritmo natural na base *e*) da variável resposta consumo por área, e assim, para a elaboração de modelo de previsão do consumo de água por área (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano) foram consideradas as seguintes variáveis:

- tipo societário do escritório;
- porte do escritório quanto ao faturamento;
- propriedade do imóvel;
- idade do imóvel;
- em quanto tempo foi realizado a última reforma hidrossanitária;
- quantidade de funcionários com ensino fundamental;

- g) abastecimento exclusivo da concessionária;
- h) quantidade de chuveiros;
- i) existência de tanque;
- j) existência de torneira de jardim;
- l) existência de jardim;
- m) acompanhamento do consumo de água;
- n) número total de funcionários (masculino + feminino);
- o) área do terreno onde se encontra o escritório;
- p) área construída do escritório.

#### 4.5.3 Modelo para o consumo de água por área de água em escritórios

O modelo calculado para o consumo de água por área de água nos escritórios, está indicado na Equação 6.

$$\ln(CP\text{Area}) = -0,8408243 + 0,3649524 (\text{Propriedade}) + 0,0085933 (\text{Idade}) -0,0016351 (\text{Area}) + 0,0127687 (\text{Funcionários}). \quad (6)$$

Sendo:

**CPArea** = Consumo de água por área ( $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ );

**Propriedade** = Propriedade do imóvel (0 – próprio / 1 – alugado);

**Idade** = Idade do imóvel (anos);

**Área** = Área construída do escritório ( $\text{m}^2$ );

**Funcionários** = Número total de funcionários (masculino + feminino) (unidade).

O coeficiente de determinação ajustado encontrado ( $R^2$  Ajustado = 0,393) indica que 39,3% da variabilidade dos resultados observados é explicada pelas variáveis utilizadas (propriedade do imóvel, idade do imóvel, área construída do imóvel e número total de funcionários), e que o restante da variabilidade é decorrente de variáveis não utilizadas ou outras imperfeições da amostra. A Tabela 19 apresenta os resultados estatísticos para o modelo consumo de água por área.

Tabela 19 – Resultados estatísticos do modelo consumo de água por área (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano).

Variável	Estimativa	Erro Padrão	t	p-valor	VIF
<i>Intercepto</i>	-0,8408243	0,238948	-3,519	0,000974	-
<i>Propriedade</i>	0,3649524	0,1970466	1,852	0,070296	1,121776
<i>Idade</i>	0,0085933	0,004726	1,818	0,075398	1,039435
<i>Área</i>	-0,0016351	0,0003803	-4,299	0,000086	1,354855
<i>Funcionários</i>	0,0127687	0,0039015	3,273	0,002001	1,239672
Teste / Estatística	Valor				
R <sup>2</sup>	0,4406				
R <sup>2</sup> Ajustado	0,393				
p-valor	0,000013				
ncvTest	0,83984				
outlierTest	0,05802				
shapiroTest	0,1924				
(Durbin-Watson) dwt	0,316				

Fonte: O Autor (2021).

O modelo apresentou p-valor de 0,000013, indicando ser estatisticamente significativo. As variáveis área construída do escritório, número de funcionários e o intercepto apresentaram p-valor abaixo de 0,05. As variáveis propriedade do imóvel e idade do imóvel apresentaram p-valor próximos a 0,07, acima do limite pré-estabelecido. No entanto, devido à proximidade do limite de 0,05, e relevância dessas variáveis em outras bibliografias e nos modelos de consumo mensal e *per capita*, foram então admitidas no modelo.

Com os resultados do modelo, calculou-se o poder do teste, utilizando como dados de entrada o número total de escritórios (52), o número de variáveis (15), o R<sup>2</sup> Ajustado de 0,393 e o nível de significância de 10%. O poder obtido foi de 96,11%, valor bem acima de 80%. O valor do R<sup>2</sup> Ajustado de 0,393 está também acima de 0,26, valor na escala de Cohen (1988) que indica captar efeitos substanciais. Assim, o tamanho da amostra de 52 escritórios é adequado para o modelo proposto. Para verificação da adequação do modelo foram realizados alguns testes, apresentados na Tabela 19, todos eles indicando resultados satisfatórios.

O modelo mostra que o consumo de água por área em escritórios é explicado pela propriedade do imóvel, idade do imóvel, pela área construída e pelo número total de funcionários. A variável propriedade do imóvel é uma variável categórica, em que zero (0) significa que o imóvel é próprio, e um (1) que este é alugado. O consumo de água por área aumenta quando o imóvel é alugado.

Com relação à variável idade do imóvel, o consumo de água por área será maior conforme a idade do imóvel aumenta. Essa variável também foi selecionada para os modelos de consumo mensal e *per capita*, e é justificada devido à perda de eficiência dos equipamentos sanitários, vazamentos e manutenção das instalações hidráulicas. As edificações mais novas possuem em alguns casos, equipamentos mais eficientes que reduzem o consumo de água (DIAS, 2017; STOKER; ROTHFEDER, 2014).

A variável área do escritório contribui negativamente para esse indicador de consumo, ou seja, quanto maior a área do imóvel, menor será o consumo de água por área. A área líquida ocupada é a principal característica que impacta no consumo de água em escritórios na Nova Zelândia, segundo Bint, Vale e Isaacs (2011). Rice *et al.* (2017) também demonstraram que existem diferenças no consumo de água conforme aumenta a área total dos edifícios de escritórios. Os autores concluíram que em edifícios com área entre 5.000 a 10.000 metros quadrados, o consumo médio é de 0,606 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, e, em edifícios com área superior a 20.000 metros quadrados, o valor passa para 0,345 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/ano, evidenciando o menor consumo por área em escritórios com maiores áreas.

A variável número de funcionários, também constante nos modelos de consumo mensal e *per capita*, contribui positivamente com o consumo de água por área, ou seja, conforme aumenta o número de pessoas em um escritório para uma determinada área, maior será o consumo de água. Essa condição também foi levantada nos estudos de Seneviratne (2006), que indica o uso de água em edifícios de escritórios dependente de alguns fatores, sendo um dos principais, o número de ocupantes.

#### 4.6 VALIDAÇÃO FINAL DOS MODELOS

Para realizar a validação dos modelos propostos foram realizadas três verificações: (i) utilizando uma amostra de validação com três escritórios para testar a capacidade preditiva do modelo; (ii) validação cruzada pelo método *leave-one-out*; e (iii) através da análise do intervalo de predição dos resultados esperados x resultados reais de consumo. O objetivo desses testes é verificar se o modelo possui capacidade de prever o consumo dos escritórios, comparando o valor predito com dados reais de leitura.

Na Tabela 20, apontam-se as características dos três escritórios que compõem a amostra de validação. Todos eles apresentam características semelhantes aos imóveis da

amostra original, localizados na cidade de Joinville, sendo duas empresas de contabilidade e uma imobiliária.

Tabela 20 – Características dos escritórios que compõem a amostra de validação.

Escritório	Área Imóvel (m <sup>2</sup> )	Nº Func.	Propriedade do Imóvel	Idade	Nº bacias Sanitárias	Atendimento a público
Escritório 1	427,78	22	Próprio	9	7	Sim
Escritório 2	144,80	8	Próprio	13	2	Sim
Escritório 3	417,95	57	Alugado	23	6	Sim

Fonte: O Autor (2021).

Os resultados mostram boa capacidade dos modelos de consumo mensal, consumo *per capita* e consumo de água por área de representarem o consumo real desses escritórios. Para os três escritórios testados, houve uma diferença entre o consumo medido e o consumo predito, e conforme indicado na Tabela 21 nas colunas “Erro Absoluto” e “Erro Relativo”.

Tabela 21 – Resultado comparativo entre consumo real x consumo predito – amostra de validação.

CONSUMO MENSAL				
Escritório	Consumo Mensal real (m <sup>3</sup> /escritório/mês)	Consumo Mensal predito (m <sup>3</sup> /escritório/mês)	Erro Absoluto	Erro Relativo
Escritório 1	16,17	11,61	4,56	28,20%
Escritório 2	7,5	5,94	1,56	20,80%
Escritório 3	41,58	16,59	24,99	60,10%
CONSUMO PER CAPITA				
Escritório	Consumo <i>per capita</i> real (litros/funcionário/dia)	Consumo <i>per capita</i> predito (litros/funcionário/dia)	Erro Absoluto	Erro Relativo
Escritório 1	34,99	32,27	2,72	7,77%
Escritório 2	44,64	42,4	2,24	5,02%
Escritório 3	34,74	20,42	14,32	41,22%
CONSUMO POR ÁREA				
Escritório	Consumo de água por área real (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	Consumo de água por área predito (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	Erro Absoluto	Erro Relativo
Escritório 1	0,454	0,307	0,15	32,38%
Escritório 2	0,622	0,422	0,20	32,15%
Escritório 3	1,194	0,792	0,40	33,67%

Fonte: O Autor (2021).

O erro (%) relativo é calculado dividindo a diferença entre o consumo real e o consumo previsto pelo consumo real. O erro percentual absoluto médio (MAPE) do modelo (considerando os valores previstos dos escritórios da amostra, pelo modelo) está indicado na Tabela 22. Para o modelo de regressão do consumo mensal, o erro foi de 0,4745; para o consumo *per capita*, de 0,4702, e para o consumo por área, de 0,4546. Também é indicado na Tabela 22 o erro percentual absoluto mediano (MedianAPE) dos 3 indicadores.

Para os três modelos de regressão linear múltipla, o valor calculado de  $R^2$  (predição) por meio do método da validação cruzada “*leave-one-out*” constam na Tabela 22. Os valores de  $R^2$  Preditivo para os três casos, são bem próximos dos valores de  $R^2$  Ajustado do modelo original. Para o modelo de consumo mensal, o  $R^2$  original é de 32,96%, enquanto o  $R^2$  de predição é de 26,42%; no modelo de *consumo per capita*, o  $R^2$  original é de 34,00%, enquanto o  $R^2$  de predição é de 30,68%; e no modelo de consumo de água por área, o  $R^2$  original é de 39,30%, enquanto o  $R^2$  de predição é de 32,75%.

Tabela 22 - Indicadores da validação dos modelos pelo método da validação cruzada leave-one-out.

Modelo	$R^2$ Ajustado	$R^2$ Preditivo	RMSE	MAE	MAPE	MedianAPE
Consumo mensal	32,96%	26,42%	0,739026	0,607352	63,52%	51,02%
Consumo <i>per capita</i>	34,00%	30,68%	0,668029	0,545262	60,99%	36,56%
Consumo por área	39,30%	32,75%	0,706044	0,541981	60,53%	37,02%

Fonte: O Autor (2021).

Os intervalos de predição (95%) para os três escritórios da amostra de validação foram calculados (Tabela 23) para cada indicador. Os resultados indicam que todos os valores reais se encontram dentro deste intervalo.

Dessa maneira, conclui-se que os modelos testados estão adequados de acordo com as três validações propostas. Os três escritórios da amostra de validação apresentaram resultados aproximados com os valores reais, estando estes dentro do intervalo de predição. Além disso, o  $R^2$  Preditivo calculado é muito próximo do  $R^2$  Ajustado do modelo. Assim, os modelos de consumo mensal, *per capita* e por área de água apresentam resultados válidos para explicar e prever o consumo de água em escritórios.

Tabela 23 – Intervalo de Predição.

Consumo Mensal				
Escritório	Estimativa	Real	Intervalo de Predição (95%)	
			Mínimo	Máximo
Escritório 1	11,61	16,17	2,6	51,96
Escritório 2	5,94	7,5	1,4	25,22
Escritório 3	16,59	41,58	3,82	72,09
Consumo <i>Per Capita</i>				
Escritório	Estimativa	Real	Intervalo de Predição (95%)	
			Mínimo	Máximo
Escritório 1	32,27	34,99	8,44	123,4
Escritório 2	42,4	44,64	11,11	161,89
Escritório 3	20,42	34,74	5,26	79,33
Consumo Por Área				
Escritório	Estimativa	Real	Intervalo de Predição (95%)	
			Mínimo	Máximo
Escritório 1	0,31	0,45	0,08	1,22
Escritório 2	0,42	0,62	0,1	1,7
Escritório 3	0,79	1,19	0,19	3,22

Fonte: O Autor (2021).

A determinação dos indicadores de consumo de água, a avaliação dos fatores que influenciam o consumo e a construção de modelos são muito importantes para a gestão do uso da água em edifícios. A modelagem é uma ferramenta de simplificação da realidade, e neste caso auxilia a compreensão do comportamento dos usuários e de quais características da edificação impactam os volumes de água necessários às atividades. A carência de informações e a escassez de estudos relacionados ao consumo de água nesta tipologia enaltecem a importância deste estudo. Assim, espera-se que os indicadores de consumo de água calculados, a determinação dos fatores que influenciam o consumo de água e os modelos de regressão construídos possam auxiliar na gestão da demanda de água, servindo como parâmetro para o dimensionamento de sistemas prediais hidrossanitários em escritórios, e como base de comparação entre o consumo de determinado escritório e valores esperados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de água adequado e a sustentabilidade no uso dos recursos disponíveis serão importantes diferenciais para as empresas se manterem competitivas em suas áreas de atuação. Cada vez mais, assuntos como meio ambiente, sustentabilidade e governança serão pauta do cotidiano, e nesse contexto, os indicadores de consumo de água são importantíssimos para medir o desempenho dessas empresas.

Na parte inicial, na revisão bibliográfica, são apresentados conceitos sobre o consumo de água em edificações comerciais, com ênfase em escritórios; os principais fatores que influenciam e explicam o consumo de água nesses ambientes; alguns indicadores de consumo de água existentes, utilizados para comparar o desempenho de cada escritório; e, por último, noções de um programa de uso racional de água, no que ele é composto, e como pode contribuir para a redução no consumo de água.

Com relação ao consumo mensal, um modelo de previsão foi elaborado considerando amostra de 53 escritórios e 19 variáveis independentes. Verificou-se que as variáveis idade do imóvel (quanto mais velho o imóvel, maior o consumo mensal), número de bacias sanitárias (quanto mais bacias sanitárias, maior o consumo mensal), atendimento ao público (se não existe atendimento ao público, maior o consumo mensal) e número total de funcionários (quanto maior o número de funcionários, maior o consumo mensal) eram significativas e em conjunto explicam adequadamente o consumo mensal de água nos escritórios.

Para o indicador de consumo *per capita*, um modelo de previsão foi elaborado considerando também amostra de 53 escritórios, e 14 variáveis independentes. Verificou-se que as variáveis idade do imóvel (quanto mais velho o imóvel, maior o consumo *per capita*) e número total de funcionários (quanto maior o número de funcionários, menor o consumo *per capita*) eram significativas e em conjunto explicam adequadamente o consumo *per capita* de água nos escritórios.

Por último, com relação ao consumo de água por área, um modelo de previsão foi elaborado considerando amostra de 52 escritórios e 15 variáveis independentes. Verificou-se que as variáveis propriedade do imóvel (se alugado, o consumo de água por área é maior), idade do imóvel (quanto mais velho o imóvel, maior o consumo de água por área), área do escritório (quanto maior, menor o consumo de água por área), e número

total de funcionários (quanto maior o número de funcionários, maior o consumo de água por área) eram significativas e em conjunto explicam adequadamente o consumo de água por área nos escritórios.

Para os três modelos propostos, foram realizadas a validação das equações através de amostra-teste com três escritórios, bem como pelo método da validação cruzada *leave-one-out*. Os resultados se mostraram satisfatórios, e os três modelos foram validados. As três equações obtidas auxiliarão na compreensão do consumo de água e em futuros estudos sobre o assunto. Estas equações atendem o objetivo geral desta Dissertação: o estabelecimento de modelos para previsão e/ou explicação do consumo de água em edificações utilizadas como escritórios.

Os principais fatores que atuam sobre o consumo de água em escritórios, encontrados nesta pesquisa foram também identificados em outros estudos da área. Características físicas do imóvel, como a área e a idade da construção, e o número de pessoas que utilizam as instalações são informações importantes para o cálculo dos indicadores de consumo aqui propostos. Também se percebe a existência de uma relação entre o consumo de água, e características dos escritórios percebidas nos *boxplots* apresentados. O adequado conhecimento das características desse tipo de edificação, e como cada variável impactou o consumo de água nos escritórios, a partir das análises descritiva e inferencial, permitiu o alcance dos objetivos específicos dessa pesquisa.

Modelos de previsão de consumo mensal, *per capita* e por área em escritórios são escassos na bibliografia. Os modelos aqui construídos podem servir como referência tanto no dimensionamento de novos projetos, como base de comparação na avaliação de desempenho das edificações já existentes. Outra contribuição do trabalho também foi a extensa base de dados dos escritórios pesquisados, que servirá para futuras análises.

O assunto não se esgota: conforme a região, a evolução dos equipamentos sanitários e do próprio homem, o consumo de água altera-se constantemente. Assim, há a necessidade contínua de pesquisas como esta, que capturem essas mudanças do comportamento humano, e auxiliem a racionalizar o consumo deste bem escasso e precioso que é a água.

## 5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Ao longo da pesquisa, algumas limitações foram encontradas, sendo elas:

- a inexistência de um banco de dados oficiais com a quantidade de empresas e atividades realizadas, que permita ter acesso à população total de escritórios na cidade de Joinville;
- a dificuldade de obtenção de respostas ao questionário;
- o pouco conhecimento do tema uso racional de água em várias empresas e ambientes organizacionais, ressaltando a necessidade de mais pesquisas e de mudança na cultura das empresas;
- dados faltantes nas respostas, que precisaram ser estimados através de técnica de imputação de dados;
- a ausência de medição individual nos escritórios, que não permitiu a utilização de muitos formulários preenchidos. Do total de 165 empresários que responderam, grande parte dos dados não aproveitados se deu pela falta de informações de consumo de água individual do escritório (grande parte em condomínios, mais de um uso na mesma unidade consumidora);
- a entrevista caracteriza a empresa no instante em que o questionário foi respondido, desconsiderando alterações no quadro de funcionários e outras mudanças na empresa durante o período de medição de consumo de água considerado;
- a ocorrência da pandemia COVID-19 durante a pesquisa, que gerou alteração no consumo e no perfil das empresas. Assim, o consumo de água considerado não incluiu o período de pandemia;
- a amostra de validação é pequena, sendo desejável um maior número de escritórios para comprovar a eficácia dos modelos propostos.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante das considerações finais, e das limitações encontradas durante a pesquisa alguns tópicos são sugeridos para abordagem futura:

- levantamento de dados de escritórios em outras cidades e regiões, para entender a influência da localização geográfica no consumo de água;
- verificar o quanto a variação sazonal de consumo de água interfere nos índices levantados;
- testar outros modelos de regressão, como o modelo de regressão por componentes principais, mínimos quadrados parciais, regressão Ridge, regressão Lasso, entre outras, e verificação das diferenças entre essas abordagens;

- aprofundar o estudo do consumo de água para cada atividade nos escritórios (escritórios de engenharia, advocacia, imobiliárias, etc);
- investigar as causas das diferenças entre os valores reais e preditos, e identificar novas variáveis que possam descrever melhor o consumo mensal, *per capita* e por área;
- realizar novas entrevistas após o término da pandemia COVID-19, para verificar se existiu alteração nos hábitos e no consumo de água em escritórios, tendo em vista que muitos funcionários passaram parte do período de 2020/2021 em *home office*.

## REFERÊNCIAS

ABS – AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS. **Environmental issues: water use and conservation.** [Canberra]. 2010. Disponível em: [https://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/878BECBA37E23738CA2577DF00155293/\\$File/4602055003\\_mar%202010.pdf](https://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/878BECBA37E23738CA2577DF00155293/$File/4602055003_mar%202010.pdf). Acesso em: 24 abr. 2020.

AJORPEME - ASSOCIAÇÃO DE JOINVILLE E REGIÃO DE PEQUENAS, MICRO E MÉDIAS EMPRESAS [Reunião]. Joinville, 2018.

ALMEIDA, H. M. de. **Campanha de conscientização de usuários quanto ao uso racional de água no campus VI do CEFET MG.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92763/278396.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ASAKURA, Y., NISHIKAWA, T., A survey on water consumption and unit design water supply amounts in office buildings. *In INTERNACIONAL SYMPOSIUM - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS*, 44th. Acores. **Anais** [...], Portugal, 2019. Disponível em [https://site.cibworld.nl/dl/publications/Proceedings\\_CIB\\_W062\\_2018\\_Symposium.pdf](https://site.cibworld.nl/dl/publications/Proceedings_CIB_W062_2018_Symposium.pdf). Acesso em 27 mar. 2020.

BANNISTER, P., MUNZINGER M., BLOOMFIELD, C. Water Benchmarks for Offices and Public Buildings. Exergy Australia Pty Limited (2005). Disponível em: [http://coloradowaterwise.org/Resources/Documents/ICI\\_toolkit/docs/ppab06/Australia%20Benchmarks%20for%20Office%20Buildings.pdf](http://coloradowaterwise.org/Resources/Documents/ICI_toolkit/docs/ppab06/Australia%20Benchmarks%20for%20Office%20Buildings.pdf). Acesso em: 05 abr. 2020.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais.** 8 ed. Florianópolis: UFSC, 2012. 315 p.

BARBETTA, P. A., REIS, M. M., BORNIA, A. C. **Estatística para cursos de engenharia e informática.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 408 p.

BARBOSA, J. G. **Análise do uso racional da água em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo:** métodos, práticas e certificação ambiental. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-05072013-114952/pt-br.php>. Acesso em: 21 mar. 2019.

BERMUDEZ, D., GOMES, R., SILVA-AFONSO, A., PIMENTEL\_RODRIGUES, C., GURIERREZ, J. Water Efficiency in Collective Non-Residential Buildings (Hotels). *In INTERNACIONAL SYMPOSIUM - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS*, 44th. Aveiro. **Anais** [...], Portugal, 2018. Disponível em [https://site.cibworld.nl/dl/publications/Proceedings\\_CIB\\_W062\\_2018\\_Symposium.pdf](https://site.cibworld.nl/dl/publications/Proceedings_CIB_W062_2018_Symposium.pdf). Acesso em 27 mar. 2020.

BINT, L., VALE, R., ISAACS, N. **Water Performance in New Zealand Office Buildings.** In WATER NEW ZEALAND ANNUAL CONFERENCE 2011 – PAPERS. 2011, Wellington, Nova Zelândia. Disponível em: [https://www.waternz.org.nz/Attachment?Action=Download&Attachment\\_id=947](https://www.waternz.org.nz/Attachment?Action=Download&Attachment_id=947). Acesso em: 04 abr. 2020

BUILDING OWNERS AND MANAGERS OF CANADA – BOMA CANADA. Building Momentum: 2018 BOMA BEST National Green Building Report [Toronto]:BOMA [2018]. Disponível em <http://bomacanada.ca/wp-content/uploads/2018/03/NGBR-2018-FULL-ENG.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais.** 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: [http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE\\_Joyce\\_Correna\\_Carlo.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Joyce_Correna_Carlo.pdf). Acesso em: 12 maio 2020.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** 2 ed. Hillsdale, NJ. 1988.

COOK, S., SHARMA, A. K., GURUNG, T. R. Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, [s.l.], v.89, Ago/2014, p.86-93. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344914001098>. Acesso em 15 mar. 2020.

CRUZ, A. O. de la; ALVAREZ-CHAVEZ, C. R.; RAMOS-CORELLA, M. A.; SOTO-HERNANDEZ, F. Determinants of domestic water consumption in Hermosillo, Sonora, Mexico. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 4, Jan/2017 p. 1901-1910. Disponível em [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616319394?casa\\_token=mRmvJbF3lZwAAAAA:OKGgVbOjKdwUrP3Pfg6mOwBlHRfP5enw04x9zIL7Nzj1svz8phjkLMJxKs\\_S1TxcrvH9m6UVwtI](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616319394?casa_token=mRmvJbF3lZwAAAAA:OKGgVbOjKdwUrP3Pfg6mOwBlHRfP5enw04x9zIL7Nzj1svz8phjkLMJxKs_S1TxcrvH9m6UVwtI). Acesso em 03 jun. 2021.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências.** 6 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 708 p.

DIAS, T. F. **Fatores influenciadores do consumo de água em edifícios de Joinville.** 2017. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville. 2020. Disponível em: <https://docplayer.com.br/66800687-Talita-flores-dias-fatores-influenciadores-do-consumo-de-agua-em-edificios-de-joinville.html>. Acesso em: 20 abr. 2019.

DING, K. J., GILLIGAN, J. M., YANG, Y. E., WOLSKI, P., HORNBERGER, G. M. Assessing food–energy–water resources management strategies at city scale: An agent-based modeling approach for Cape Town, South Africa. **Resources, Conservation and Recycling**, [s.l.], 170, 105573, Jul/2021. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105573>. Acesso em 05 jul. 2021.

DZIEGIELEWSKI, B., KIEFER, J., OPITZ, E., PORTER, G., LANTZ, G., DEOREO, W., MAYER, P., and OLAF NELSON, J. **Commercial and Institutional End Uses of Water.** American Water Works Association (AWWA), USA, 2000. Disponível em [https://silo.tips/queue/awwa-research-foundation-commercial-and-institutional-end-uses-of-water-subject?&queue\\_id=1&v=1625428052&u=MjgwNDoxNGM6ZjI4MD04OWM4OmMwNGY6ZjMzMzoxOWU5OjVmYmQ=](https://silo.tips/queue/awwa-research-foundation-commercial-and-institutional-end-uses-of-water-subject?&queue_id=1&v=1625428052&u=MjgwNDoxNGM6ZjI4MD04OWM4OmMwNGY6ZjMzMzoxOWU5OjVmYmQ=). Acesso em 03 jul. 2021.

ESTRELA, C. **Metodologia Científica: Ciência, Ensino e Pesquisa.** 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018. 725 p.

FARINA, M., MAGLIONICO, M., POLLASTRI, M., STOJKOV, I. Water consumption in public schools for the city of Bologna, Italy. **Water Science & Technology: Water Supply**, Londres, v.13, n.2, Mar/2013, p.257-264. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article-abstract/13/2/257/27075/Water-consumption-in-public-schools-for-the-city?redirectedFrom=PDF>. Acesso em 02 abr. 2020.

FÁVERO, L. P., BELFIORE, P. **Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel, SPSS e Stata.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 708 p.

FEIL, A. A., TUCCI, C. Consumo eficiente, conservação e características sociodemográficas que influenciam no consumo de água. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n.34, 30 dez. 2014 p.95-111. Disponível em: [https://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/220/183](https://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/220/183). Acesso em: 01 abr. 2020.

GARCIA, J. **Determinação dos fatores influentes no consumo de água em residências unifamiliares de Joinville.** 2020. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville. 2020. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/706/2020\\_07\\_24\\_Janine\\_Garcia\\_16020234225632\\_706.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/2020_07_24_Janine_Garcia_16020234225632_706.pdf). Acesso em: 19 nov. 2020.

GOMES, A.M., BITTAR, O. J. N. V., FERNANDES, A. D. Sustentabilidade na saúde – Água e seu consumo. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, São Paulo, V.5, n.1, Jan/Jun 2016 p.76-85. Disponível em: <https://revistargss.org.br/ojs/index.php/rgss/article/view/238/178>. Acesso em: 04 abr. 2020.

GONÇALVES, O. M., ILHA, M. S. O., AMORIM, S. V., PEDROSO, L. P. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.5, n.3, Jul/Set 2005 p.35-48. Disponível em: [https://researchgate.net/publication/277202066\\_Indicadores\\_de\\_uso\\_racional\\_da\\_agua\\_para\\_escolas\\_de\\_ensino\\_fundamental\\_e\\_medio](https://researchgate.net/publication/277202066_Indicadores_de_uso_racional_da_agua_para_escolas_de_ensino_fundamental_e_medio). Acesso em: 11 abr. 2020.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em 10 abr. 2020.

HAIR, J. F., BLACK, C. W., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** 6 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. 688 p.

HAQUE, M. M, RAHMAN, A., HAGARE, D., CHOWDHURY, R. K., A Comparative Assessment of Variable Selection Methods in Urban Water Demand Forecasting. **Water.** Abr. 2018; 10, n.40 :419. Disponível em <https://doi.org/10.3390/w10040419>. Acesso em 10 jul. 2021.

HOSMER JR, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. **Applied logistic regression.** John Wiley & Sons, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo de Santa Catarina** – Sinopse [Brasília, DF]. 2010a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>. Acesso em: 20 abr. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno bruto dos municípios** [Brasília, DF]. 2010b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/pesquisa/38/47001?tipo=ranking>. Acesso em: 20 abr. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno bruto dos municípios** [Brasília, DF]. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/pesquisa/19/29761?ano=2019>. Acesso em: 10 jul. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno bruto dos municípios** [Brasília, DF]. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>. Acesso em: 10 jul. 2021.

KABACOFF, R. I. **R in Action: Data analysis and graphics with R.** 2 ed. New York: Manning Publications, 2015. 628 p.

KERN, A. P., ANTONIOLLI, C. B., WANDER, P. R., MANCIO, M., GONZÁLEZ, M. A. S. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, Holanda, v.133, Jun/2016, p.826-834. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616305455>. Acesso em 09 mar. 2020.

KHAN, S. I., HOQUE, A. S. M. L. SICE: an improved missing data imputation technique. **Journal of Big Data**, California, EUA, v.7:37, Jun/2020. Disponível em: <https://journalofbigdata.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40537-020-00313-w.pdf>. Acesso em 22 mar. 2021.

KUTNER, M. H., NACHTSHEIM, C. J., NETER, J. **Applied Linear Regression Models.** 4 ed. New York: McGraw-Hill / Irwin, 2004. 1415 p.

MANNAN, M., AL-GHAMDI, S.G. Environmental impact of water-use in buildings: Latest developments from a life-cycle assessment perspective. **Journal of**

**Environmental Management**, [s.l.], v.133, Maio/2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147972030133X?via%3Dihub>. Acesso em 11 abr. 2020.

MARIANO, N., RODRIGUES, M. F., AFONSO, A.S. Water efficiency in buildings: a contribute to energy efficiency. In **INTERNACIONAL SYMPOSIUM - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS**, 37th. Aveiro. **Anais** [...], Portugal, 2011. Disponível em [irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC23982.pdf](http://irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC23982.pdf). Acesso em 27 mar. 2020.

**MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 496 p.

MURAKAWA, S., IKEDA, D., DOI, A., Estimation of water supply loads for the company cafeteria, hot-water service rooms and restrooms in na office building. In **INTERNACIONAL SYMPOSIUM - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS**, 43th. Haarlem. **Anais** [...], Holanda, 2017. Disponível em [https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC30478.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC30478.pdf). Acesso em 27 mar. 2020.

NUNES, R. T. S. **Conservação da água em edifícios comerciais**: potencial de uso racional e reúso em shopping center. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rtsnunes.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2019.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-16042018-084622/pt-br.php>. Acesso em: 03 nov. 2018.

OLIVEIRA, T. M. V. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **FECAP – Administração Online**, São Paulo, Brasil, v.2, n.3, Jul/2001. Disponível em: [https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/veludo\\_-\\_amostragem\\_nao\\_probabilistica\\_adequacao\\_de\\_situacoes\\_para\\_uso\\_e\\_limitacoes\\_de\\_amostras\\_por\\_conveniencia.pdf](https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/veludo_-_amostragem_nao_probabilistica_adequacao_de_situacoes_para_uso_e_limitacoes_de_amostras_por_conveniencia.pdf). Acesso em 09 maio 2020.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE – ESPELHO CADASTRAL**. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/servicos/consultar-espelho-cadastral-de-imovel/>. Acesso em 10 abr. 2020.

PROENÇA, L. C., GHISI, E. Water end-uses in Brazilian office buildings. **Resources, Conservation & Recycling**, [s.l.], v.54, n.8 Jun/2010, p.489-500. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344909002298>. Acesso em 15 mar. 2020.

**R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing and graphics**. Version 4.0.5. Vienna, Austria: The R Foundation, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 12 maio 2021.

RICE, P. (Principal Author). **Water Efficiency Benchmarks**: Commercial Buildings – Perth & West Perth CBD – Western Australia. HFM Asset Management for the Water Corporation, Jun. 2017. Disponível em: <https://watercorporation.com.au/-/media/files/business/save-water/commercial-office-water-efficiency-benchmarks-report.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2020.

SANTANA, L. M. C., KIPERSTOK, A. Caracterização preliminar de consumo de água em prédios públicos administrativos. *In CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 1. 2010, Salvador. *Anais* [...]. Bahia: UFBA, 2010. Disponível em: [https://teclim.ufba.br/site/material\\_online/publicacoes/pub\\_art120.pdf](https://teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art120.pdf). Acesso em: 25 mar. 2019.

SANTOS, C., TAVEIRA-PINTO, F., CHENG, C. Y., LEITE, D. Optimizing water consumption in buildings. A study on the alternatives to potable water supply. *In INTERNACIONAL SYMPOSIUM - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS*, 37th. Aveiro. *Anais* [...], Portugal, 2011. Disponível em [irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC23982.pdf](http://irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC23982.pdf). Acesso em 27 mar. 2020.

SAUTCHUK, C., FARINA, H., HESPAÑOL, I., OLIVEIRA, L. H., COSTI, L. O., ILHA, M. S. O., GONÇALVES, O. M., MAY, S., BONI, S. S. N., SCHMIDT, W.. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo, 2005: Prol Editora Gráfica. Disponível em <https://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=161985>. Acesso em 04 jul. 2021.

SENEVIRATNE, M., **Commercial buildings, hospitals and institutional buildings. A practical approach to water conservation for commercial and industrial facilities – Chapter 11**. Elsevier, Oxford (2006), p267-290. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978185617489350014X>. Acesso em 15 mar. 2020.

SILVA, A. L. C. **Introdução à Análise de Dados**. 2 ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2011. 170 p.

SILVA, G. S. da. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários**: o programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-12042005-102420/pt-br.php>. Acesso em 21 mar. 2019.

SILVA, G. S., TAMAKI, H. O., GONÇALVES, O. M. Implementação de programas de uso racional de água em campi universitários. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.1, Jan / Mar 2006 p.49-61. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3679/2045>. Acesso em: 11 abr. 2019.

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES MUNICIPAIS GEORREFERENCIADAS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE - SIMGEO**. Disponível em: <https://www.simgeo.joinville.sc.gov.br>. Acesso em 10 abr. 2020.

SOARES, A. M. M. **Análise dos consumos de água em edifícios não habitacionais.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções Civis) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 2010. Disponível em: <http://www.repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59840/1/000144748.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

SOUSA, V., SILVA, C. M., MEIRELES, I. Performance of water efficiency measures in commercial buildings. **Resources, Conservation & Recycling**, [s.l.], v.143, Abr. 2019 p.251-259. Disponível em: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919300138>. Acesso em: 08 set. 2019.

STOKER, P., ROTHFEDER, R. Drivers of urban water use. **Sustainable Cities and Society**, [s.l.], v.12, Jul/2014, p.1-8. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670714000237?via%3Dihub#bib0090>. Acesso em 21 jun. 2021.

TALAVERA, B. *et al.* Anosmia is associated with lower in-hospital mortality in COVID-19. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 419, p. 117163, 2020. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7527278/>. Acesso em 11 jul. 2021.

TROWSDALE, S., GABE, J., VALE, R. Integrated urban water management in commercial buildings. **Water Science & Technology**, Londres, v.63, m.5, Mar/2011. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article/63/5/859/16830/Integrated-urban-water-management-in-commercial?searchresult=1>. Acesso em 11 mar. 2020.

VOSKAMP, I. M., SUTTON, N. B., STREMKE, S., RIJNAARTS, H. H. M. A systematic review of factors influencing spatiotemporal variability in urban water and energy consumption. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, Holanda, v.256, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620303577>. Acesso em 02 abr. 2020.

WU, G.Z., SAKAUE, K., MURAKAWA, S. Verification of Calculation Method Using Monte Carlo Method for Water Supply Demands of Office Building. **Water**, Basel, Suiça, v.9, n.6, Maio/2017, p.376. Disponível em: <https://mdpi.com/2073-4441/9/6/376/htm>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ZHOU, J., LIU, J., WANG, H., WANG, Z., SHAO, W. Characteristics and Influence Factors of Water Consumption in China Pro-vincial Capital Cities by Means of Multivariate Regression Algorithm. *In* INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON WATER SYSTEM OPERATIONS, 1st. Pequim. **Anais** [...], Chiba, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824602005>. Acesso em 03 abr. 2020.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO – USO RACIONAL DE ÁGUA NAS EMPRESAS

Este questionário está sendo aplicado para fins acadêmicos. Os nomes e dados das empresas participantes não serão divulgados. O objetivo desta pesquisa, é identificar quais fatores estão relacionados ao consumo de água em escritórios e os impactos gerados com a aplicação de ações de Uso Racional de Água.

Nome da empresa:

Endereço Completo:

Ramo de atividade:

Nome do responsável da empresa:

Idade:

Escolaridade:

( ) Fundamental ( ) Médio ( ) Superior ( ) Pós-graduação ( ) Mestrado ( ) Doutorado

- 1) Qual o tipo societário da empresa:
  - ( ) Sociedade Empresária Limitada (Ltda).
  - ( ) Empresa Individual de Responsabilidade Limitada (Eireli).
  - ( ) Empresa individual.
  - ( ) Microempreendedor Individual (MEI).
  - ( ) Sociedade Simples (SS).
  - ( ) Sociedade Anônima (SA).
  - ( ) Microempresa (ME).
  - ( ) Empresa de Pequeno Porte (EPP).
- 2) Como se enquadra a empresa quanto ao faturamento anual:
  - ( ) Microempresa – Menor ou igual R\$ 360 mil.
  - ( ) Pequena Empresa – Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões.
  - ( ) Média Empresa – Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões.
  - ( ) Grande Empresa – Maior que R\$ 300 milhões
- 3) Qual a importância do tema “Uso Racional de Água” para você e sua empresa?
  - ( ) Nada Importante ( ) Pouco Importante ( ) Importante
  - ( ) Bastante Importante ( ) Extremamente Importante.
  - ( ) Não tenho conhecimento sobre o assunto.
- 4) A empresa está praticando alguma ação concreta, relacionada ao uso racional da água?
  - ( ) Sim. ( ) Sim, mas há algumas dificuldades. ( ) Não, mas gostaria de fazer.

- ( ) Não, e não há interesse em adotar.
- 5) Na sua opinião, qual o valor do investimento inicial aceitável, que estaria disposto a fazer para implantar ações de uso racional de água?
- ( ) Até R\$ 500,00  
 ( ) R\$ 501,00 a R\$ 1.000,00  
 ( ) R\$ 1.001,00 a R\$ 2.000,00  
 ( ) R\$ 2.001,00 a R\$ 5.000,00  
 ( ) R\$ 5.001,00 a R\$ 10.000,00  
 ( ) Acima de R\$ 10.000,00.
- 6) Tipologia do imóvel (o que o escritório ocupa):  
 ( ) Imóvel térreo ( ) Imóvel de 2 andares ( ) Sala comercial em prédio ( ) Galpão  
 ( ) Outro. Qual: \_\_\_\_\_
- 7) Qual a área construída aproximada, ocupada pelo seu escritório:  
 ( ) Até 30,00 m<sup>2</sup>  
 ( ) Entre 30,01 m<sup>2</sup> a 50,00 m<sup>2</sup>  
 ( ) Entre 50,01 m<sup>2</sup> a 100,00 m<sup>2</sup>  
 ( ) Entre 100,01 m<sup>2</sup> a 200,00 m<sup>2</sup>  
 ( ) Entre 200,01 m<sup>2</sup> a 500,00 m<sup>2</sup>  
 ( ) Acima de 500,00 m<sup>2</sup>.
- 8) O imóvel é averbado?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei
- 9) O imóvel é:  
 ( ) Próprio – financiado ( ) Próprio - quitado ( ) Alugado
- 10) Qual a idade do imóvel: \_\_\_\_\_
- 11) Há quanto tempo foi realizada a última reforma das instalações hidráulicas do imóvel?  
 ( ) Menos de 1 ano ( ) Entre 1 ano e 2 anos ( ) Entre 2 anos e 5 anos  
 ( ) Entre 5 anos e 10 anos ( ) Há mais de 10 anos ( ) Não sei
- 12) Qual o número de funcionários?  
 Masculino: ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 Outro \_\_\_\_\_  
 Feminino: ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 Outro \_\_\_\_\_
- 13) Qual a quantidade de funcionários, de acordo com a escolaridade:  
 - Fundamental: \_\_\_\_\_  
 - Médio: \_\_\_\_\_  
 - Estagiários: \_\_\_\_\_  
 - Superior: \_\_\_\_\_  
 - Pós-graduação: \_\_\_\_\_
- 14) O imóvel possui medição individualizada de água (medidor exclusivo para o escritório)?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei

- 15) O abastecimento de água é proveniente exclusivamente da concessionária (Águas de Joinville)?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei
- 16) Se a resposta à questão anterior foi “Não”, qual a outra fonte?  
 ( ) Poço ( ) Água de chuva ( ) Reúso de água ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 17) Com relação a pergunta anterior, onde a água de fonte alternativa é utilizada?  
 ( ) Torneira de jardim ( ) Bacia sanitária ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 18) No imóvel existe coleta pública de esgoto?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 19) O imóvel possui reservatório de água (caixa d’água / cisterna)?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei
- 20) Se a resposta anterior foi sim, qual o volume? \_\_\_\_\_
- 21) Quantas dependências o seu escritório possui:  
 - Salas: \_\_\_\_\_  
 - Cozinha / copa: \_\_\_\_\_  
 - Banheiros: \_\_\_\_\_  
 - Lavabos: \_\_\_\_\_  
 - Lavanderia: \_\_\_\_\_
- 22) Quantas bacias sanitárias possui o escritório?  
 ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) Outro \_\_\_\_\_
- 23) Qual o tipo de bacia sanitária:  
 ( ) Válvula de descarga simples ( ) Válvula de descarga com duplo acionamento  
 ( ) Caixa acoplada ( ) Caixa acoplada com duplo acionamento  
 ( ) Bacia sanitária de 6 litros por fluxo.
- 24) Quantos mictórios o escritório possui?  
 ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) Outro \_\_\_\_\_
- 25) Quantos chuveiros o escritório possui?  
 ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) Outro \_\_\_\_\_
- 26) Quantas torneiras o escritório possui (banheiro, copa e cozinha)?  
 ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) Outro \_\_\_\_\_
- 27) As torneiras possuem arejador?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Algumas \_\_\_\_\_ (colocar a quantidade)
- 28) Como é feito o consumo de água para beber?  
 ( ) Torneira ( ) Bebedouro ( ) Filtro ( ) Água mineral
- 29) Existe bebedouro e filtro (ligados a rede hidráulica)?  
 ( ) Sim ( ) Não..... Se sim, qual a quantidade: \_\_\_\_\_
- 30) Existe tanque?

- ( ) Sim ( ) Não..... Se sim, qual a quantidade: \_\_\_\_\_
- 31) Existe máquina de lavar roupa?  
 ( ) Sim ( ) Não..... Se sim, qual a quantidade: \_\_\_\_\_
- 32) Existe máquina de lavar louça?  
 ( ) Sim ( ) Não..... Se sim, qual a quantidade: \_\_\_\_\_
- 33) Existe torneira de jardim?  
 ( ) Sim ( ) Não..... Se sim, qual a quantidade: \_\_\_\_\_
- 34) A climatização / refrigeração do seu escritório é feita com algum sistema que utiliza água?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei
- 35) O imóvel possui jardim?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 36) É realizada manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias (verificação de vazamentos, limpeza de reservatórios, etc)?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 37) Já foram identificados vazamentos nas instalações?  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei
- 38) A equipe de limpeza do escritório é própria?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 39) Já presenciou alguma situação de desperdício de água por colaboradores, sócios, clientes?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 40) Existe algum acompanhamento / controle do volume de água consumida no imóvel?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 41) Qual o horário de funcionamento do escritório?  
 ( ) Segunda a sexta-feira matutino e vespertino ( ) Sábado matutino  
 ( ) Sábado vespertino ( ) Domingo matutino ( ) Domingo vespertino  
 ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 42) Na sua opinião, como se classifica o comportamento dos funcionários com relação ao uso de água?  
 ( ) Nada conscientes ( ) Pouco conscientes ( ) Conscientes  
 ( ) Bastante conscientes ( ) Extremamente conscientes
- 43) Os funcionários já receberam algum treinamento ou orientação quanto ao consumo de água na sua empresa?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 44) No imóvel é realizado atendimento ao público?  
 ( ) Sim ( ) Não
- 45) Se a resposta anterior foi sim, quantas pessoas ao dia são atendidas?  
 ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 Outro\_\_\_\_\_

- 46) Se a resposta da questão 44 foi sim, em média quanto tempo cada pessoa atendida fica no seu escritório?
- 5 minutos  15 minutos  30 minutos  1 hora  2 horas  Outro \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Uso Racional de Águas nas Empresas”.

O objetivo do estudo é dissertação é identificar quais fatores estão relacionados ao consumo de água em escritórios e os impactos gerados com a aplicação de ações de Uso Racional de Água. Este estudo é importante pois trata da água, recurso escasso e fundamental para nossa existência, e investiga dados sobre o seu uso em escritórios.

A coleta de dados acontecerá em entrevista presencial ou on-line (preenchimento de formulário), e tratará sobre questionamentos quanto ao consumo de água no imóvel, durante atividades profissionais.

Sua participação é voluntária, e você terá a liberdade de se recusar a responder às perguntas que lhe ocasionem constrangimento de alguma natureza. Você também poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, sem que a recusa ou a desistência lhe acarrete qualquer prejuízo. Você terá livre acesso aos resultados do estudo e garantido esclarecimento antes e durante a pesquisa, sobre sua metodologia ou objetivos.

Você terá garantia de acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o aluno do mestrado acadêmico em Engenharia Civil da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), Engº Francisco Barbosa Hackbarth (CREA 081.971-1 – SC), que pode ser encontrado no endereço profissional Rua Padre Antônio Vieira nº 215, bairro América, Joinville/SC, telefone 47-34353541 / 47-991548938.

É importante saber que não há despesas pessoais para o participante em nenhuma fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

As formas de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa são garantidas conforme Resolução n.º 196/96. É garantido o sigilo e assegurada a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os resultados deste estudo poderão ser apresentados por escrito ou oralmente em congressos e revistas científicas, sem que os nomes dos participantes sejam divulgados.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Paulo Malschitzki, 10 – Campus Universitário – Zona Industrial – CEP 89219-710 – Joinville – SC.

Eu, \_\_\_\_\_, concordo voluntariamente em participar da pesquisa “Uso Racional de Águas nas Empresas”, conforme informações contidas neste TCLE, que está impresso em duas vias – uma fica com o participante do estudo e a outra com o pesquisador. Concordo ainda com a divulgação dos dados coletados após o término da pesquisa, bem como com a divulgação de imagens que possam vir a ser geradas durante a aplicação da pesquisa.

Local e data:

\_\_\_\_\_ Assinatura do participante/representante legal

\_\_\_\_\_ Nome e assinatura do responsável pela pesquisa

## APÊNDICE C

### ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS

Resultados obtidos após aplicação do questionário com 165 empresas. Nos gráficos abaixo, constam todos os resultados, independente se os mesmos foram aproveitados ou não na modelagem:

- 1) Ramo de atuação das empresas entrevistadas: as empresas pesquisadas atuam em diversas áreas, estando as mesmas indicadas na tabela abaixo.

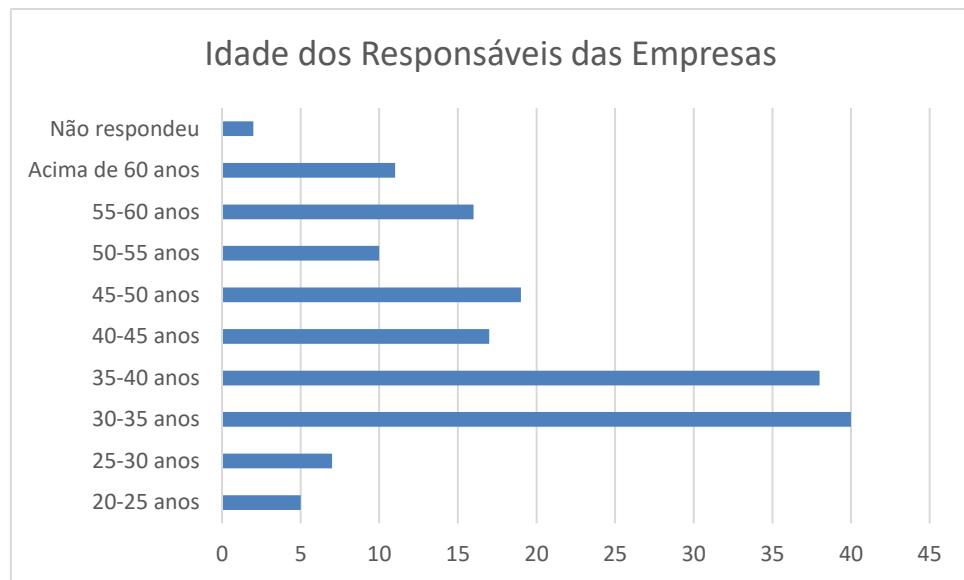
Tabela C1 - Ramo de atividade das empresas participantes.

Ramo de Atividade	Quantidade
Agência de Viagens	1
Auditória	1
Correspondente Bancário	3
Corretora de Seguros / Investimentos Financeiros	4
Decoração de Festas / Eventos	6
Escritório de Advocacia	18
Escritório de Contabilidade	18
Escritório de Engenharia / Construção Civil / Arquitetura	70
Eventos	8
Fotografia	4
Imobiliária	11
TI	3
Treinamento / Consultoria	4
Publicidade / Marketing	3
Outros	11
<b>Total</b>	<b>165</b>

Fonte - O autor (2021).

- 2) Idade dos responsáveis pelas empresas entrevistadas: as pessoas entrevistadas eram proprietárias, gerentes e responsáveis pela tomada de decisão nas empresas. Estes entrevistados tinham na sua maioria, entre 30 e 40 anos, como pode ser observado no gráfico abaixo.

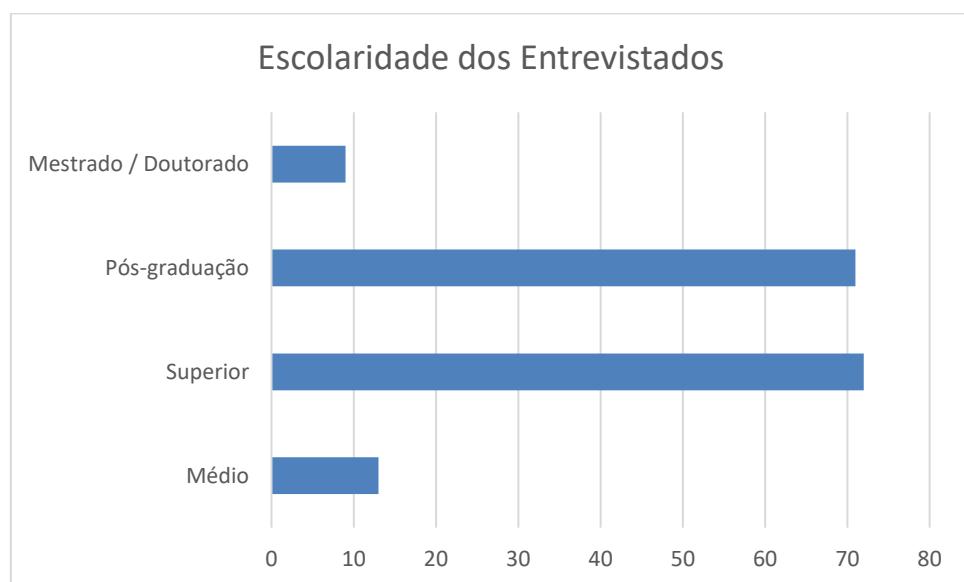
Gráfico C1 - Idade dos entrevistados, responsáveis pelas empresas participantes da pesquisa.



Fonte - O autor (2021).

- 3) Escolaridade dos responsáveis pelas empresas entrevistadas: as pessoas entrevistadas em sua maioria possuíam formação em ensino superior, sendo que boa parte possuía também curso de pós-graduação. Os números podem ser verificados no gráfico abaixo.

Gráfico C2 - Escolaridade dos entrevistados, responsáveis pelas empresas participantes da pesquisa.



Fonte - O autor (2021).

- 4) Localização: as empresas entrevistadas estão localizadas em vários bairros da cidade de Joinville, em todas as regiões. Percebe-se que 3 empresas que

responderam a entrevista, estão localizadas em Araquari, município vizinho à Joinville. Para análises posteriores, estas 3 empresas foram desconsideradas.

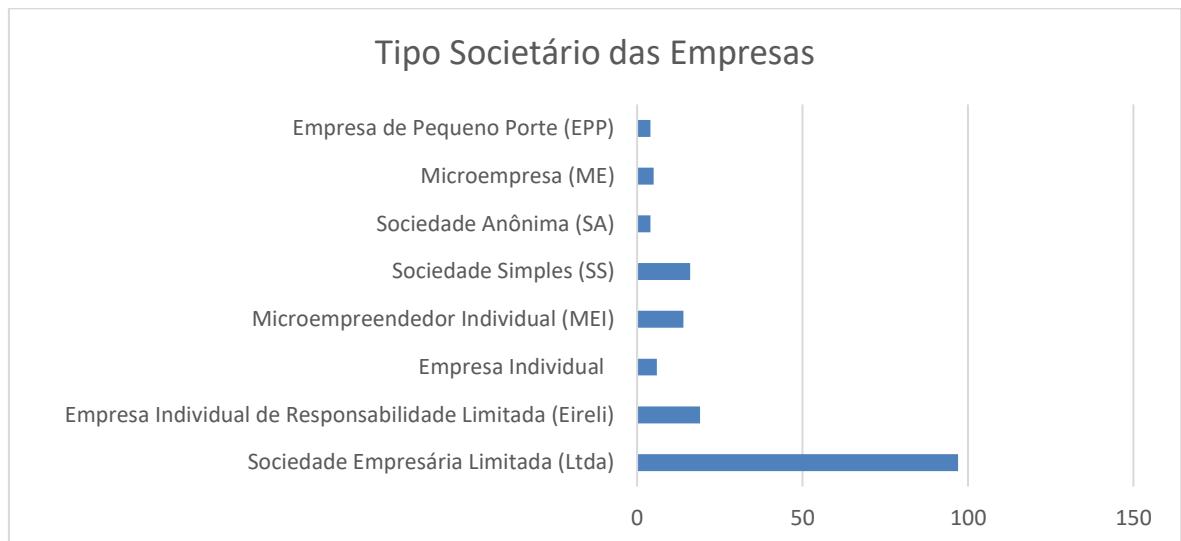
Tabela C2 - Quantidade de empresas entrevistadas por bairro.

Bairro	Quantidade
América	27
Anita Garibaldi	15
Atiradores	4
Aventureiro	3
Boa Vista	4
Boehmerwaldt	2
Bom Retiro	5
Bucarein	3
Centro	21
Comasa	2
Costa e Silva	15
Fátima	1
Floresta	6
Glória	11
Iririú	1
Itaum	3
Jardim Sofia	1
João Costa	1
Nova Brasília	1
Paranaguamirim	1
Parque Guarani	1
Pirabeiraba	4
Saguaçú	14
Santo Antônio	10
São Marcos	2
Vila Nova	1
Zona Industrial	3
Município de Araquari	3
<b>Total</b>	<b>165</b>

Fonte - O autor (2021).

- 5) Questão 1 - Qual o tipo societário da empresa: a grande maioria das empresas pesquisadas se encaixa como sociedade empresária de responsabilidade limitada (LTDA), com o total de 97 empresas. Na sequência, empresas individuais de responsabilidade limitada (EIRELI), sociedades simples (SS) e microempreendedor individual (MEI).

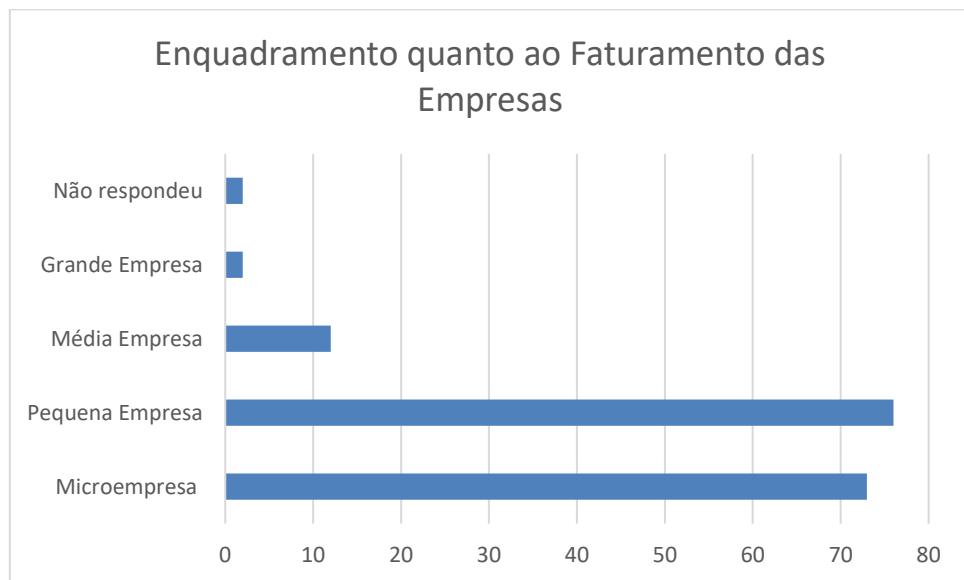
Gráfico C3 - Tipo societário das empresas.



Fonte - O autor (2021).

- 6) Questão 2 – Como se enquadra a empresa quanto ao faturamento: a maioria das empresas pesquisadas são de pequeno porte, encaixando-se como microempresas (com faturamento até R\$ 360.000,00 anual), ou pequena empresa (com faturamento entre R\$ 360.000,00 até R\$ 4.800.000,00). Essas duas faixas abrangem 149, das 165 empresas entrevistadas.

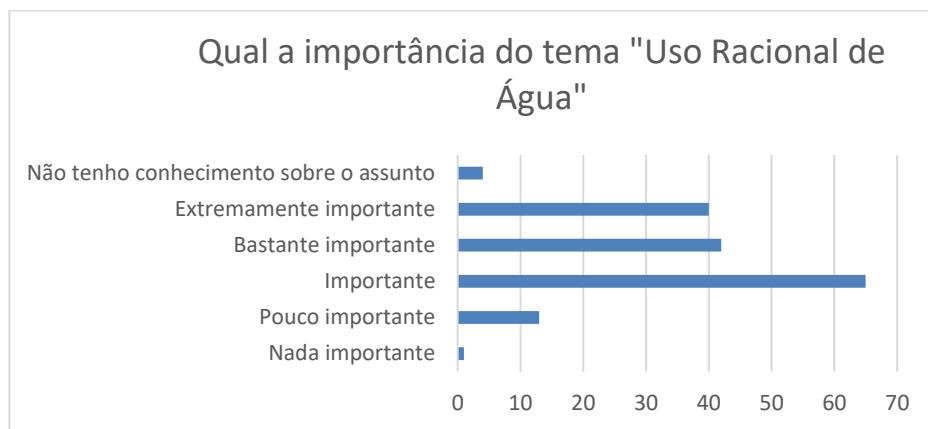
Gráfico C4 - Enquadramento quanto ao faturamento das empresas.



Fonte - O autor (2021).

- 7) Questão 3 - Qual a importância do tema "Uso Racional de Água" para você e sua empresa: a grande maioria das empresas entrevistadas entende que o assunto sobre consumo de água é importante. As respostas assinaladas que atribuem importância, bastante importância e extrema importância ao assunto, somam 89% do total dos entrevistados.

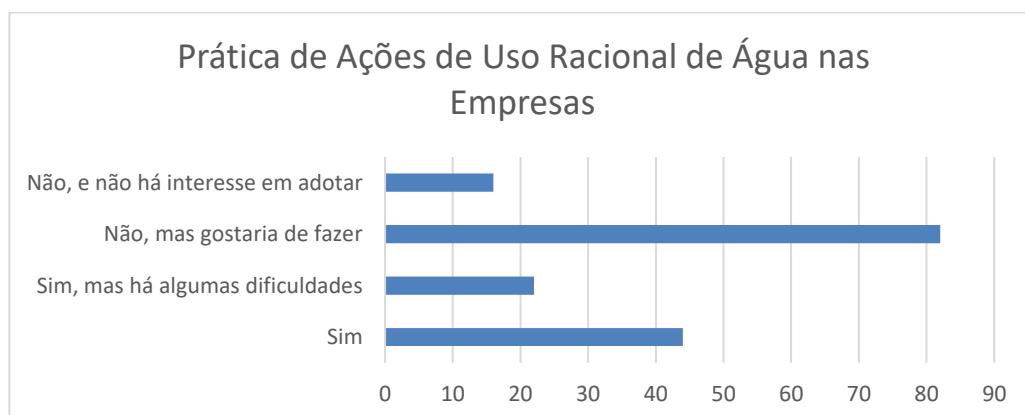
Gráfico C5 - Importância que os entrevistados dão ao tema “Uso Racional de Água”.



Fonte - O autor (2021).

- 8) Questão 4 – A empresa está praticando alguma ação concreta, relacionada ao uso racional da água: constatamos que das empresas pesquisadas, apesar da grande maioria afirmar que acha importante o assunto, a prática efetiva ainda é baixa entre as empresas. Um total de 40% das empresas possuem alguma ação voltada ao consumo eficiente de água.

Gráfico C6 - Quantidade de empresas que praticam ações de Uso Racional de Água.

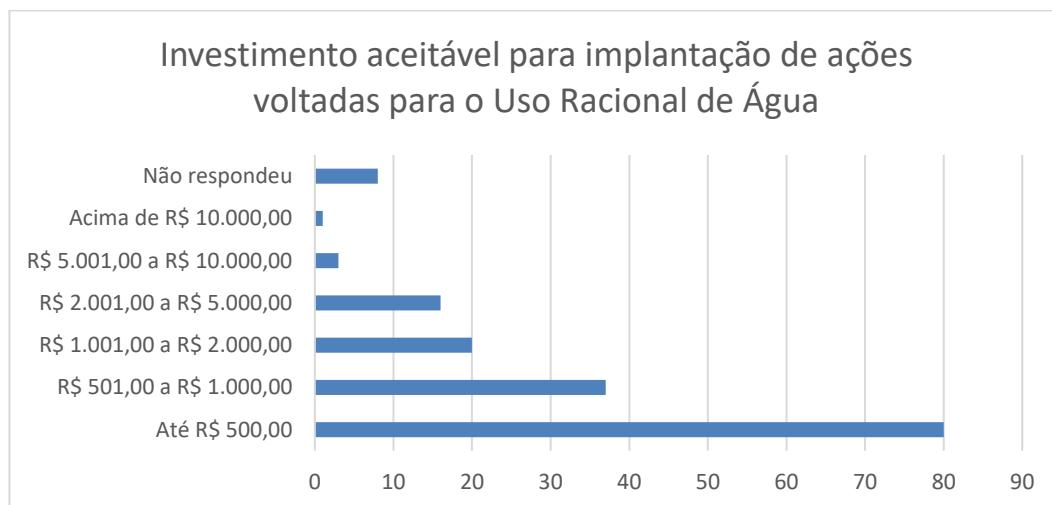


Fonte - O autor (2021).

- 9) Questão 5 – Investimento que as empresas aceitam dispensar em ações voltadas a aumentar a eficiência do consumo de água: como as empresas entrevistadas

eram na sua maioria pequenas e médias empresas, os valores que os gestores aceitam investir em ações voltadas ao uso racional de água se encaixaram nas primeiras faixas, com valores mais baixos. Cerca de 70% dos entrevistados, investiriam no máximo até R\$ 1.000,00, para adaptar suas instalações visando um uso mais racional da água.

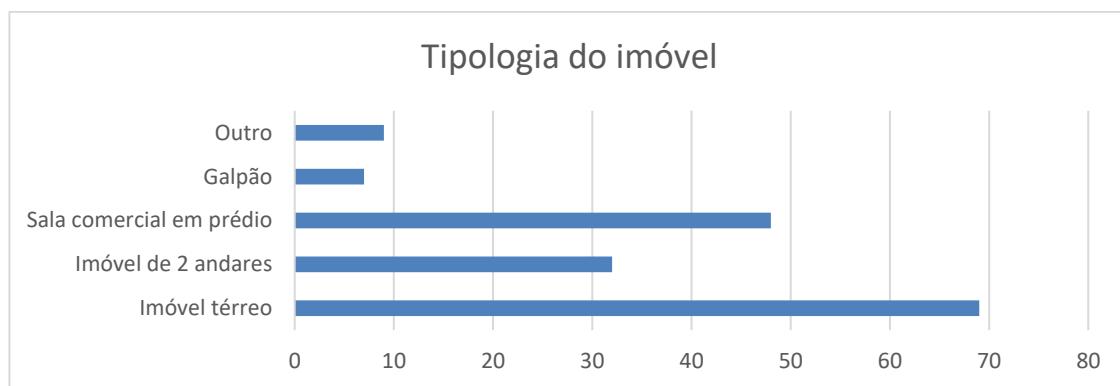
Gráfico C7 - Investimento máximo que as empresas aceitam para implantar ações de Uso Racional de Água.



Fonte - O autor (2021).

- 10) Questão 6 – Tipologia do imóvel: os escritórios pesquisados em sua maioria são salas comerciais em prédios, casas térreas ou de dois pavimentos.

Gráfico C8 - Tipologia do imóvel.

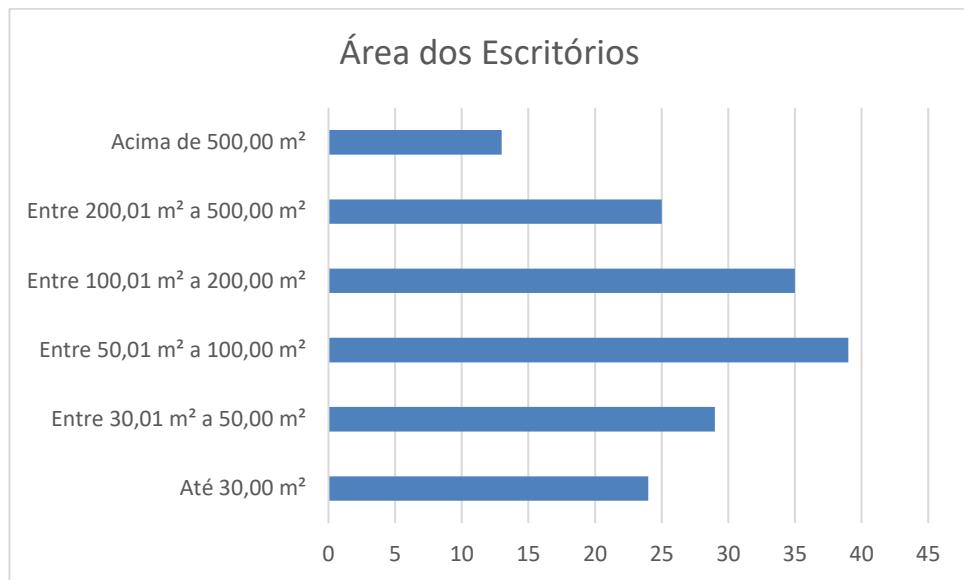


Fonte - O autor (2021).

- 11) Questão 7 – Área dos escritórios: as empresas entrevistadas possuem áreas variando entre 20,00 m<sup>2</sup> a 1.000,00 m<sup>2</sup>, seguindo uma distribuição normal. A maioria dos entrevistados não sabe a área exata do espaço ocupado, por isto foi

utilizado como material de apoio, dados do Cadastro Técnico da Prefeitura Municipal de Joinville/SC.

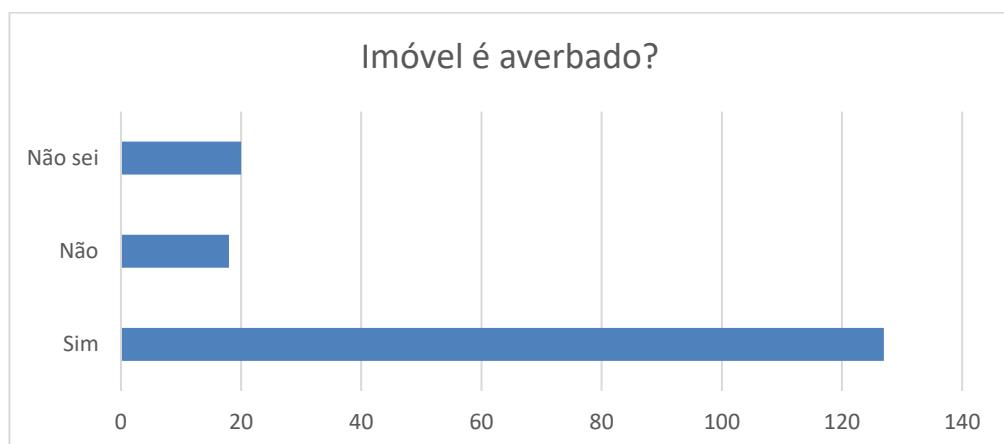
Gráfico C9 - Área dos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

12) Questão 8 – Imóvel regularizado: das empresas entrevistadas, a grande maioria ocupa espaços regularizados e averbados junto a matrícula do imóvel. Do total de respostas obtidas, 127 empresas afirmam que o imóvel está regular perante todos os órgãos.

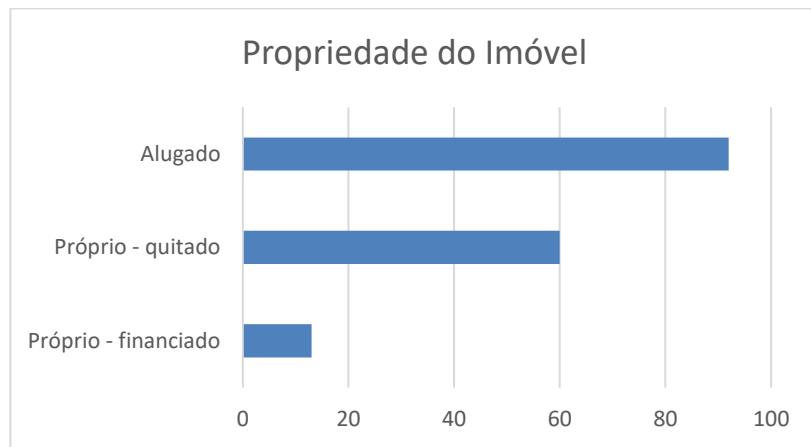
Gráfico C10 - Quantidade de imóveis regularizados e averbados.



Fonte - O autor (2021).

13) Questão 9 – Propriedade do imóvel: os escritórios ocupados pelas empresas são em sua maioria alugados, totalizando 92 empresas nessas condições.

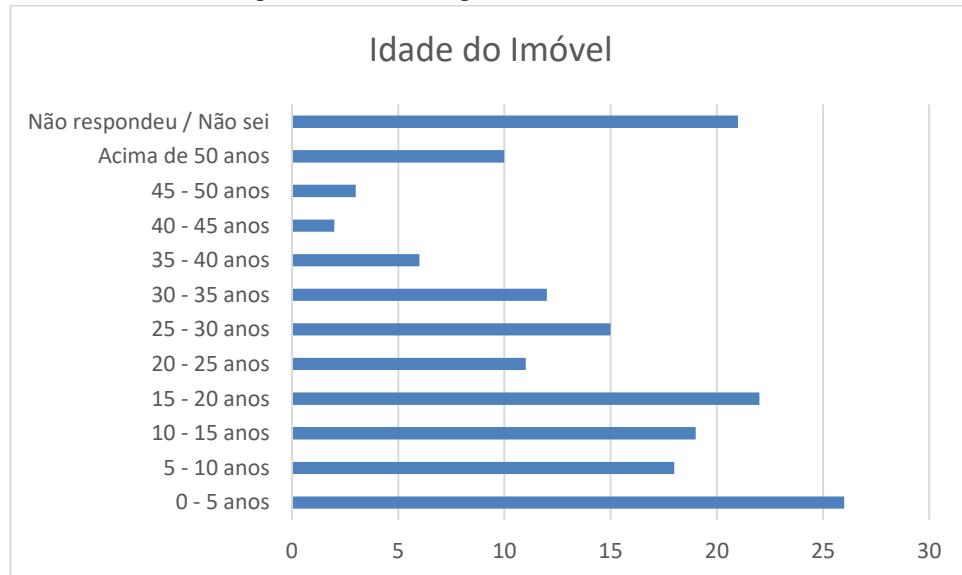
Gráfico C11 - Quantidade de imóveis próprios e alugados entre os entrevistados.



Fonte - O autor (2021).

14) Questão 10 – Idade do imóvel: existe uma distribuição bastante equilibrada da idade dos escritórios pesquisados. Variaram desde imóveis novos recém-ocupados, até imóveis com 100 anos de idade. Muitos desconhecem esta informação.

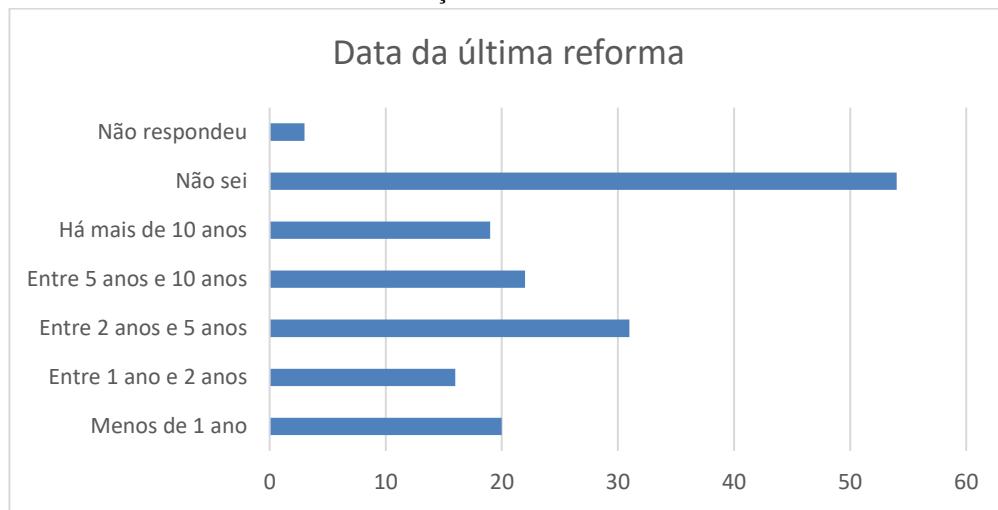
Gráfico C12 - Idade do imóvel que o escritório ocupa.



Fonte - O autor (2021).

15) Questão 11 – Data da última reforma realizada nas instalações hidrossanitárias: a maioria dos entrevistados desconhece essa informação ou não respondeu (34,5%). Quanto aos demais escritórios, a data da última reforma variou similarmente dentro das faixas de tempo oferecidas como possíveis respostas.

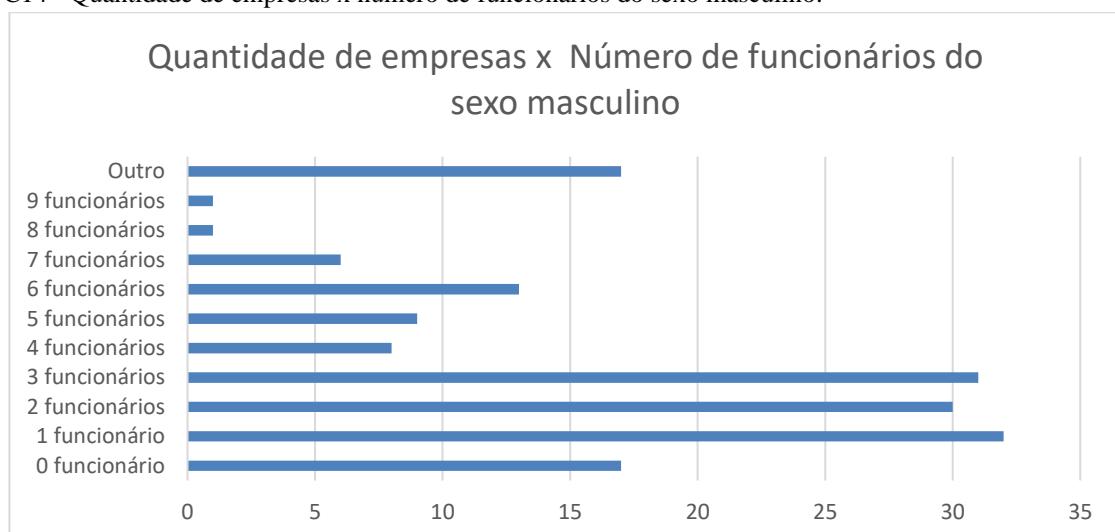
Gráfico C13 - Data da última reforma nas instalações hidrossanitárias realizadas no escritório.



Fonte - O autor (2021).

- 16) Questão 12a – Quantidade de funcionários do sexo masculino: no gráfico abaixo, no eixo das abscissas, a quantidade de empresas, e no eixo das ordenadas o número de funcionários. Percebe-se que as empresas entrevistadas são de pequeno porte, concentrando maior número de empresas com zero a três funcionários masculinos. Algumas empresas maiores, não responderam a quantidade exata de funcionários, assinalando a resposta “Outros”.

Gráfico C14 - Quantidade de empresas x número de funcionários do sexo masculino.

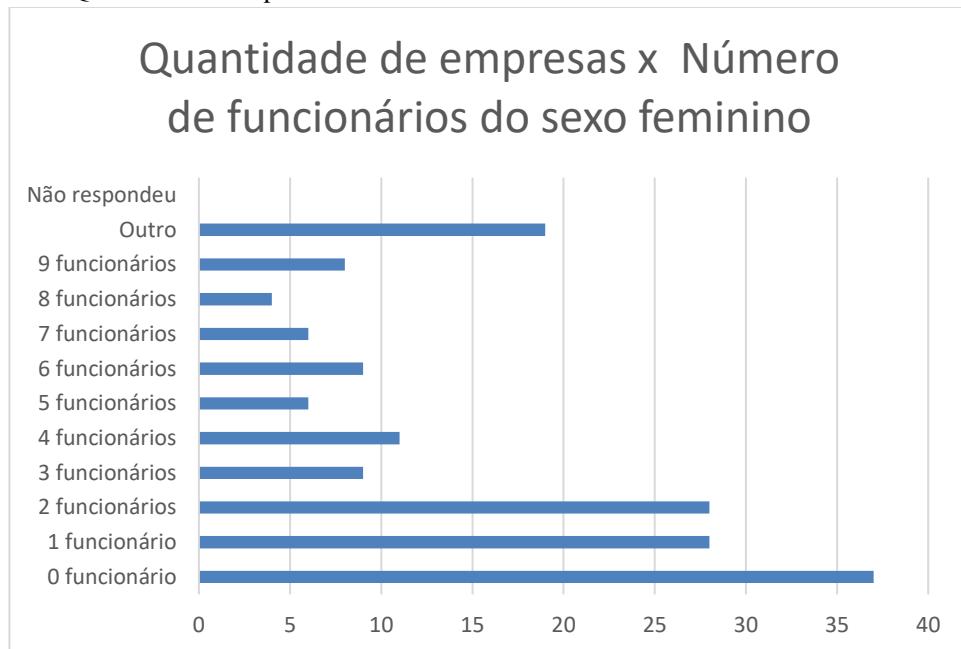


Fonte - O autor (2021).

- 17) Questão 12b – Quantidade de funcionárias do sexo feminino: o gráfico abaixo, é similar ao apresentado acima para o sexo masculino. Da mesma maneira, o maior

número de empresas concentra de zero a duas funcionárias, o que demonstra serem empresas de pequeno porte em sua maioria.

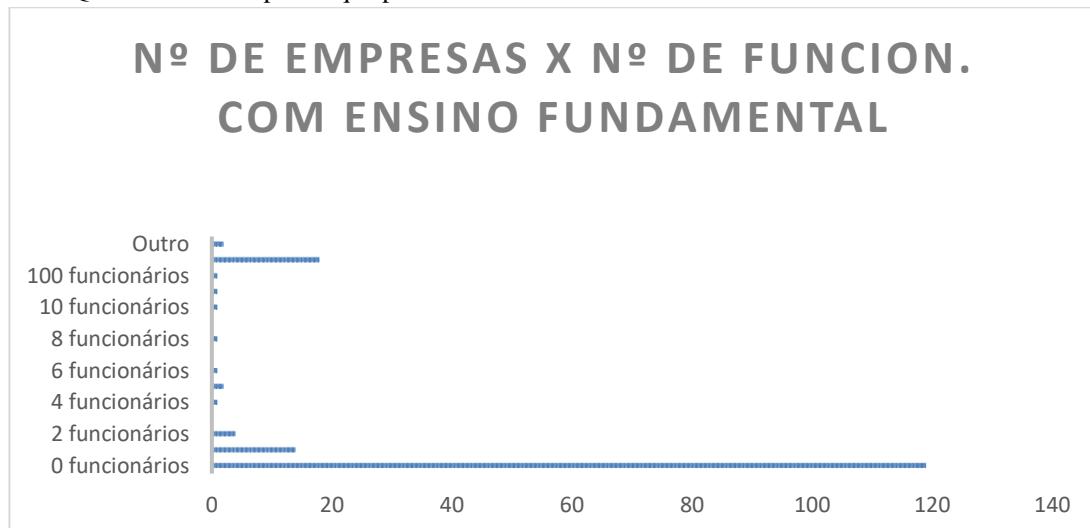
Gráfico C15 - Quantidade de empresas x funcionárias do sexo feminino.



Fonte - O autor (2021).

18) Questão 13a – Quantidade de funcionários com ensino fundamental: a quase totalidade das empresas entrevistadas não possuem funcionários com apenas ensino fundamental. Os escritórios que possuem 1 funcionário com essa formação, são aquelas que tem em seu quadro, algum colaborador ligado a limpeza ou serviços braçais. Em conversa com alguns entrevistados que assinalaram as respostas “não sei” ou que não responderam, verificou-se que os mesmos não haviam entendido a pergunta: se havia necessidade de assinalar mesmo a pessoa tendo ensino médio, ensino superior, etc. Se considerarmos essas respostas também, quase praticamente todas as empresas possuem funcionários com ao menos ensino médio.

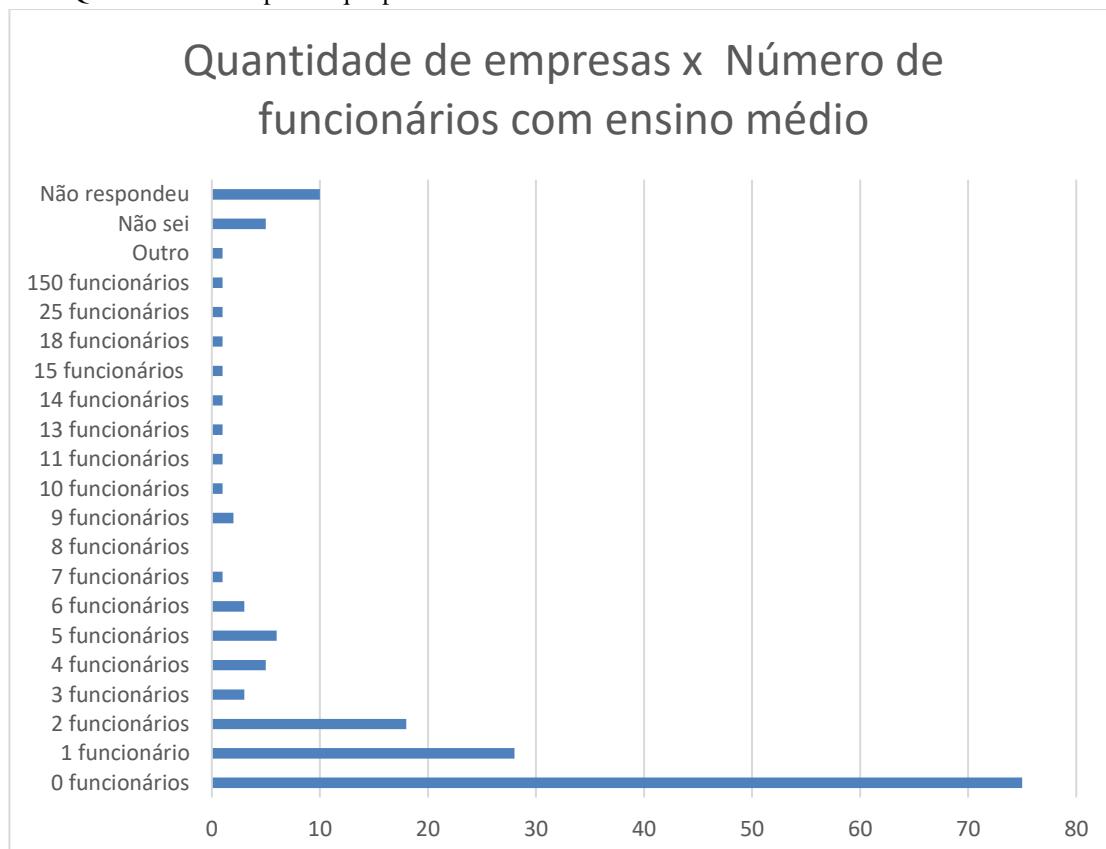
Gráfico C16 - Quantidade de empresas que possuem funcionários com ensino fundamental.



Fonte - O autor (2021).

- 19) Questão 13b – Quantidade de funcionários com ensino médio: é possível perceber que existe um maior número de funcionários com nível médio do que com apenas o nível fundamental de ensino. Porém ainda é grande o número de empresas que não possuem nenhum colaborador com apenas este nível de estudo.

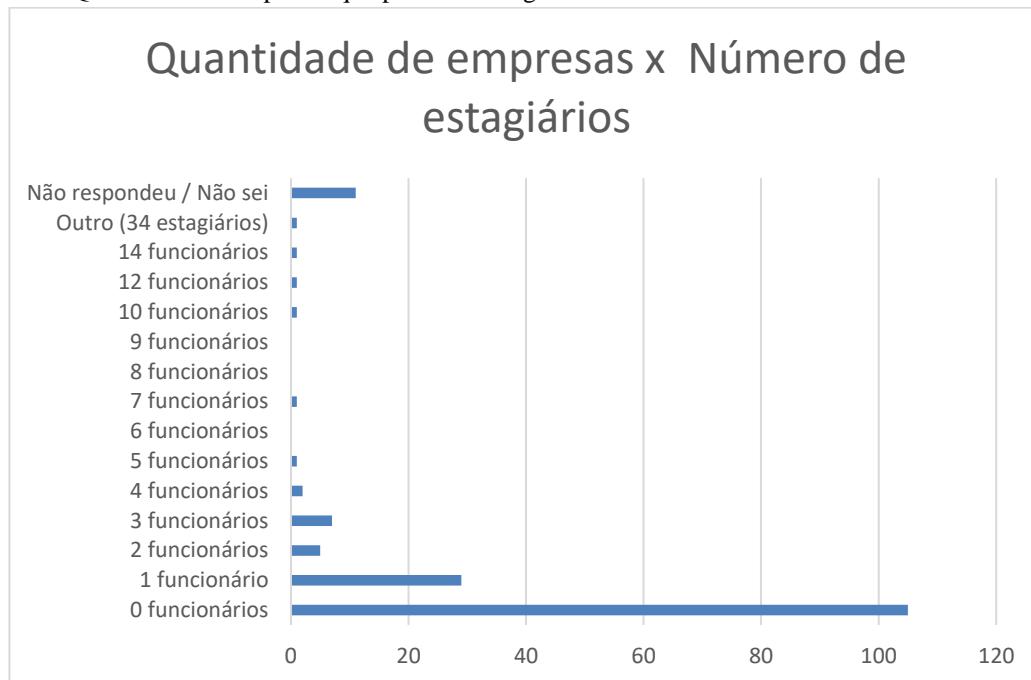
Gráfico C17 - Quantidade de empresas que possuem funcionários com ensino médio.



Fonte - O autor (2021).

20) Questão 13c – Quantidade de empresas que possuem estagiários: a grande maioria das empresas entrevistadas não possuem nenhum estagiário. Das empresas que alegam ter estagiários, a grande parte tem apenas um.

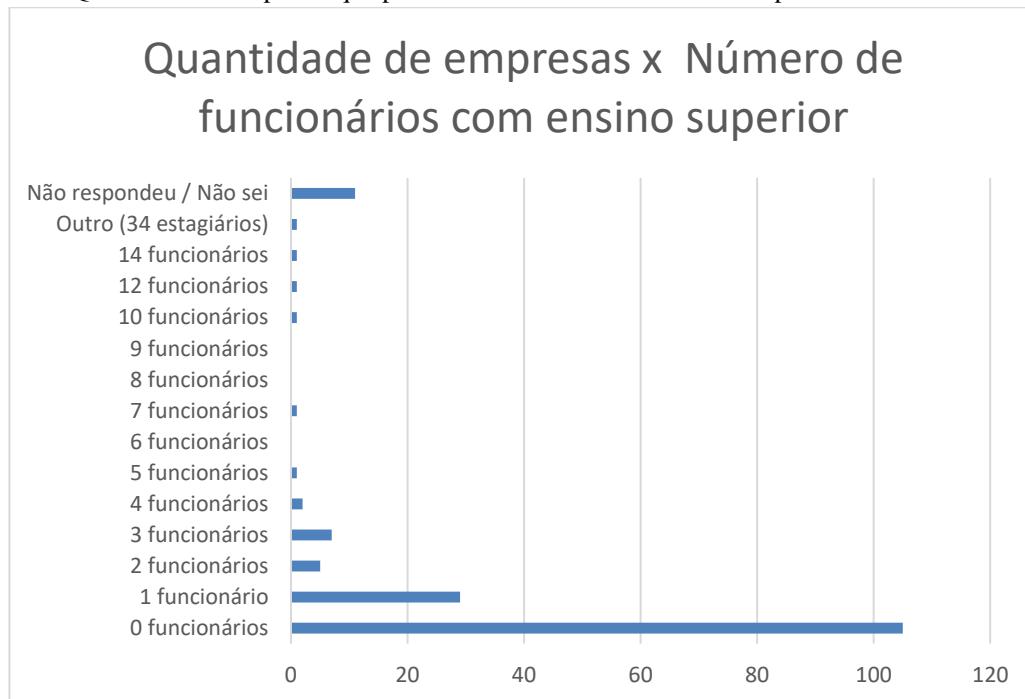
Gráfico C18 - Quantidade de empresas que possuem estagiários.



Fonte - O autor (2021).

21) Questão 13d – Quantidade de funcionários com ensino superior: apesar de 31 empresas não possuírem nenhum colaborador com apenas ensino superior, a maior parte possui ao menos um que se encaixa com esse grau de formação. Este dado mostra que os escritórios pesquisados lidam com atividades mais especializadas, e que trata de um público de nível mais elevado.

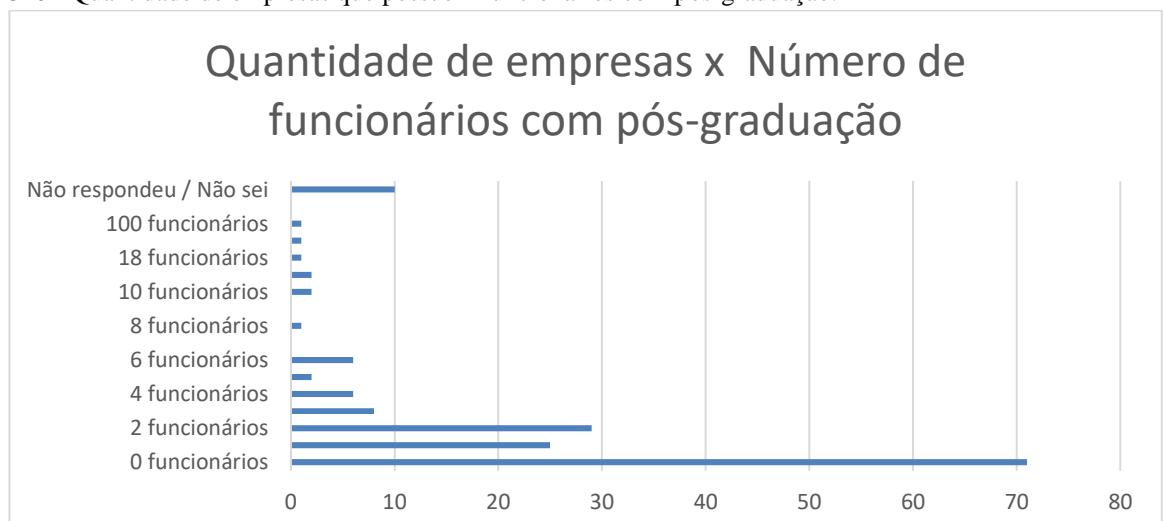
Gráfico C19 - Quantidade de empresas que possuem funcionários com ensino superior.



Fonte - O autor (2021).

22) Questão 13e – Quantidade de funcionários com pós-graduação: apesar de quase a metade das empresas não apresentar nenhum colaborador com alguma especialização, ainda temos um número considerável de empresas, que apresentam entre 1 a 2 pessoas com algum curso de pós-graduação.

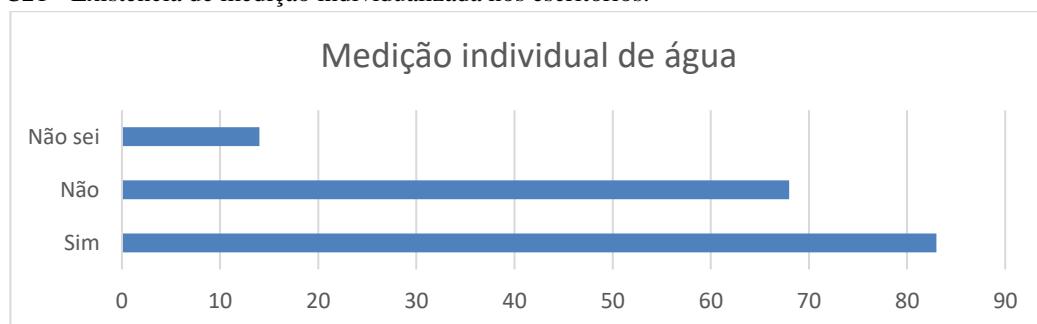
Gráfico C20 - Quantidade de empresas que possuem funcionários com pós-graduação.



Fonte - O autor (2021).

23) Questão 14 – Existência de medição individualizada de consumo de água: este dado é muito importante para a pesquisa, pois para que sejam calculados o consumo mensal e indicadores de consumo para os escritórios, é necessário que existam dados isolados de cada empresa. Ao aplicar o questionário e entrevistar as empresas, foi percebido que muitas empresas não possuem medição individualizada, existindo mais de um uso no hidrômetro de alimentação do escritório. Em alguns casos, a medição é individual, mas a informação está com a administradora de condomínio (que não fornece os dados); em outros, em conjunto com o escritório existe residência dos proprietários e não existe separação entre um consumo e outro. Neste primeiro filtro, apenas 83 empresas das 165 entrevistadas possuem medição individualizada, o que permite utilizar as informações coletadas para modelagem estatística.

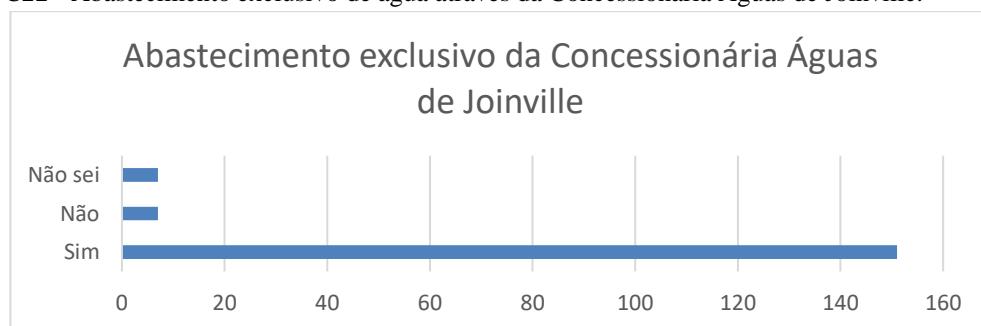
Gráfico C21 - Existência de medição individualizada nos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

24) Questão 15 – Abastecimento de água: os entrevistados foram questionados se além da água consumida pela Concessionária, haveria alguma outra fonte alternativa de consumo de água. Do total das 165 empresas, apenas 7 alegam ter alguma outra fonte, enquanto 7 desconhecem sobre o assunto.

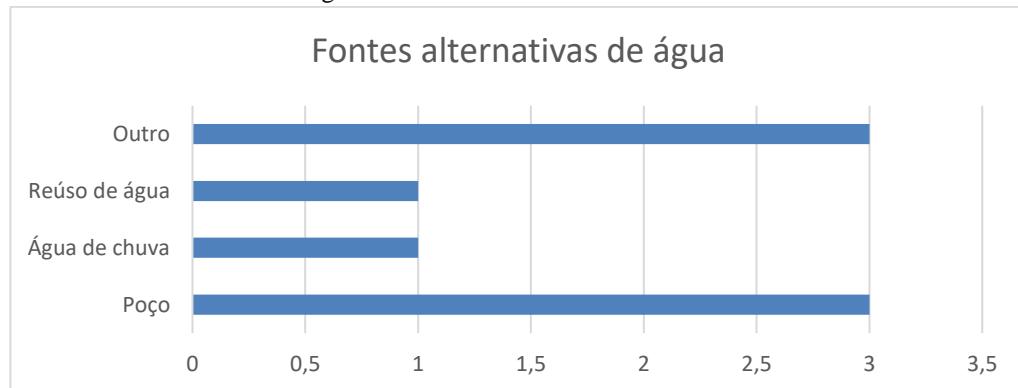
Gráfico C22 - Abastecimento exclusivo de água através da Concessionária Águas de Joinville.



Fonte - O autor (2021).

25) Questão 16 – Fontes alternativas de fornecimento de água: Dentre as 7 empresas que alegaram ter uma fonte alternativa de consumo de água, 3 delas não especificaram como ela é obtida. Três retiram água através de poço artesiano, uma delas faz captação de água pluvial e a outra faz reuso de água.

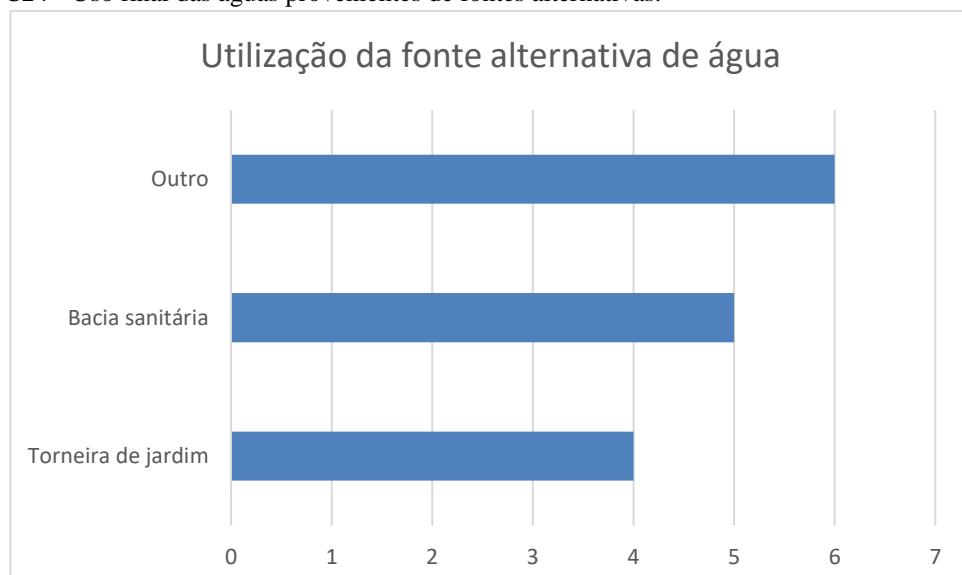
Gráfico C23 - Fontes alternativas de água



Fonte - O autor (2021).

26) Questão 17 – Uso final das águas obtidas por fontes alternativas: dentre as 7 empresas que possuem fontes alternativas de água, 4 alegam que utilizam em torneiras de jardim, 5 em bacias sanitárias, e 6 descrevem que utilizam em outros pontos além destes. Nesse caso, algumas empresas assinalaram mais de uma resposta.

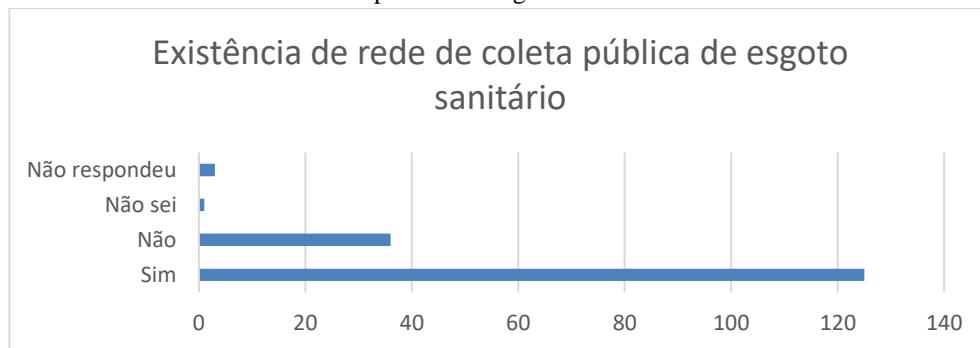
Gráfico C24 - Uso final das águas provenientes de fontes alternativas.



Fonte - O autor (2021).

27) Questão 18 – Existência de rede de coleta pública de esgoto sanitário: a grande maioria dos escritórios fica localizado em região atendida por rede de coleta de esgoto, cerca de aproximadamente 75%. Como Joinville possui cerca de 40% da cidade atendida pela rede, este dado mostra que os escritórios estão localizados em regiões privilegiadas, dotada de infraestrutura adequada.

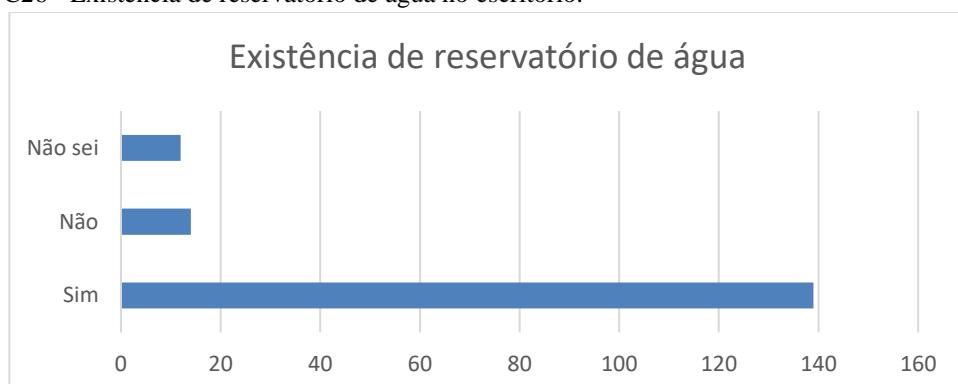
Gráfico C25 - Existência de rede de coleta pública de esgoto sanitário.



Fonte - O autor (2021).

28) Questão 19 – Existência de reservatório de água: praticamente a totalidade dos escritórios possuem alguma reserva de água para seu consumo. Doze entrevistados não sabem se existe algum reservatório, e apenas 14 escritórios não tem nenhuma reserva.

Gráfico C26 - Existência de reservatório de água no escritório.



Fonte - O autor (2021).

29) Questão 20 – Volume de água total nos reservatórios: os entrevistados foram questionados sobre qual o volume existente nos reservatórios da edificação. Quase a metade dos empresários (43,6%) não sabem ou não respondeu a esta pergunta.

Aqueles que detinham a informação, mostraram que os volumes são os mais variados, existindo maior reserva em edifícios.

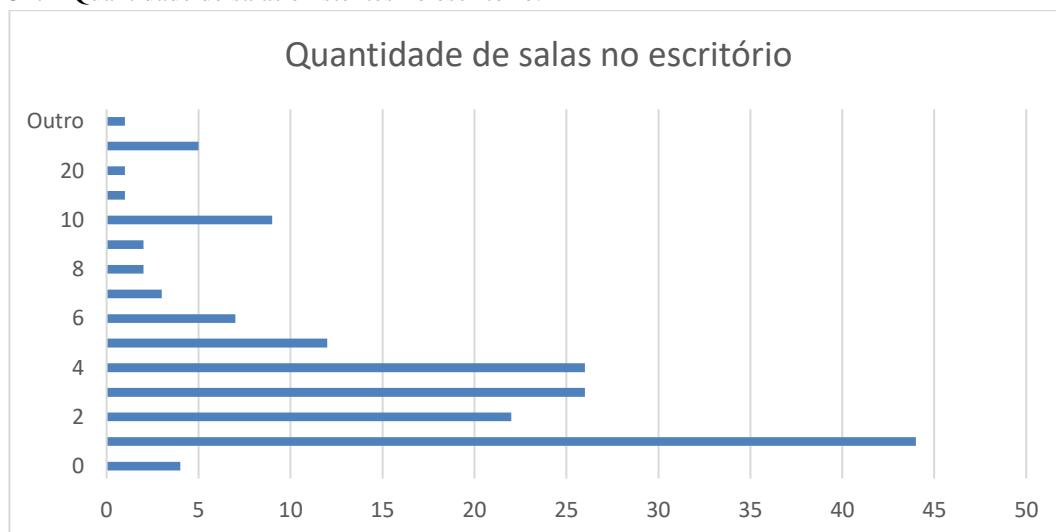
Tabela C3 - Volume de água total dos reservatórios.

Resposta	Quantidade
200 litros	1
300 litros	2
500 litros	15
800 litros	1
1000 litros	25
1500 litros	1
2000 litros	14
3000 litros	6
4000 litros	3
5000 litros	13
10000 litros	8
15000 litros	1
20000 litros	2
50000 litros	1
Não respondeu	38
Não sei	34
Total	165

Fonte - O autor (2021).

30) Questão 21a – Quantidade de salas: a maior parte das empresas entrevistadas possuem de 1 a 4 salas, demonstrando novamente, se tratar de pequenos escritórios.

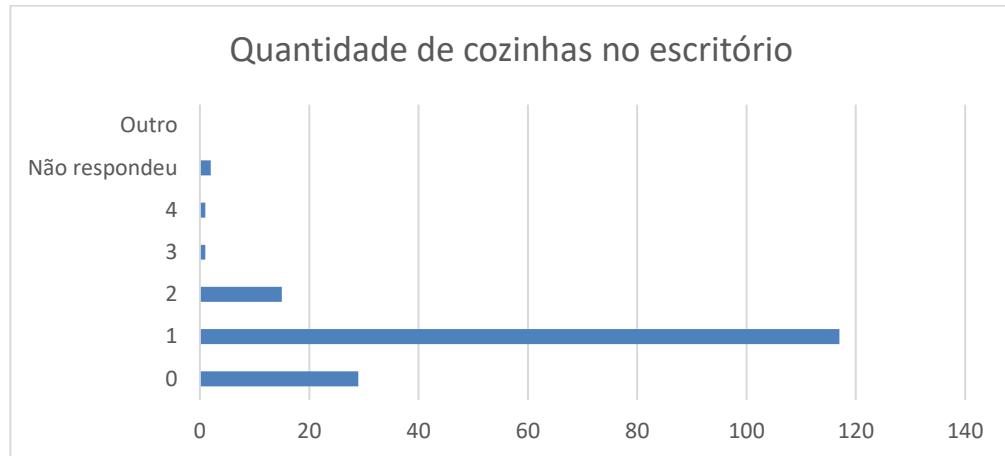
Gráfico C27 - Quantidade de salas existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

31) Questão 21b – Quantidade de cozinhas: cerca de 80% dos escritórios possuem 1 ou 2 cozinhas, utilizadas para uso doméstico, enquanto o saldo de 20% não possui, não respondeu ou possui mais de 2 cozinhas.

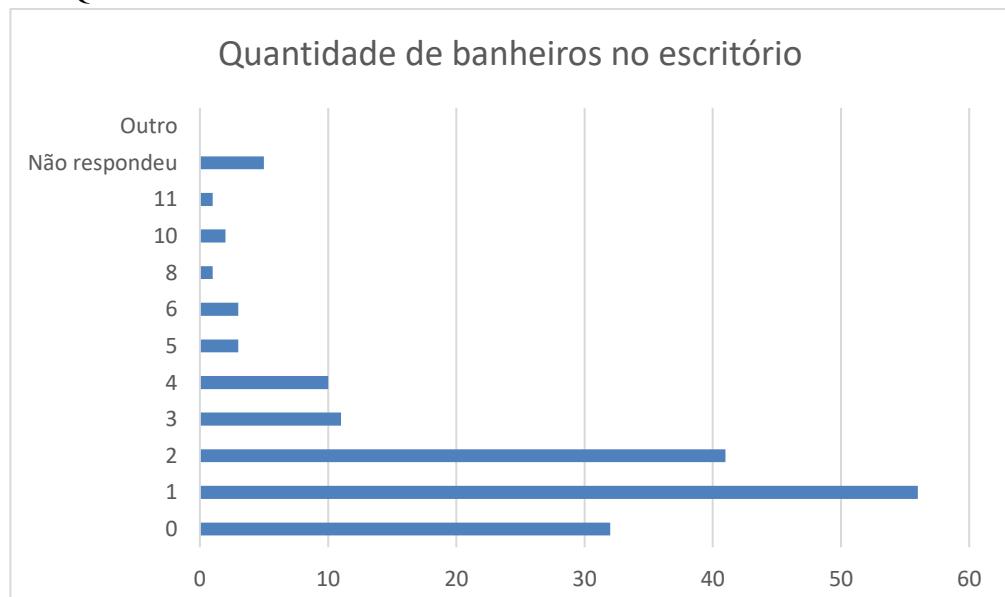
Gráfico C28 - Quantidade de cozinhas existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

32) Questão 21c – Quantidade de banheiros: as respostas variaram principalmente entre 1 a 2 banheiros. Houve algumas dúvidas quanto ao preenchimento desta resposta, pois muitos entrevistados confundiram banheiro com lavabo. Alguns escritórios que também são utilizados como residência, também causaram dúvidas para os respondentes.

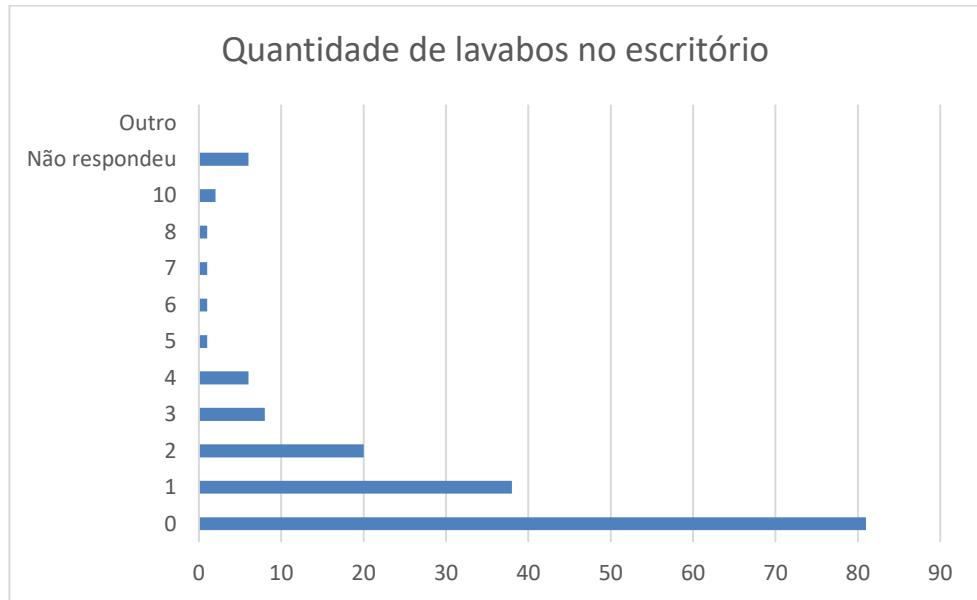
Gráfico C29 - Quantidade de banheiros existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

33) Questão 21d – Quantidade de lavabos: metade dos escritórios (49%) não possuem lavabo, sendo que os que possuem estão em sua maioria em salas comerciais em prédio, ou localizados em casas maiores.

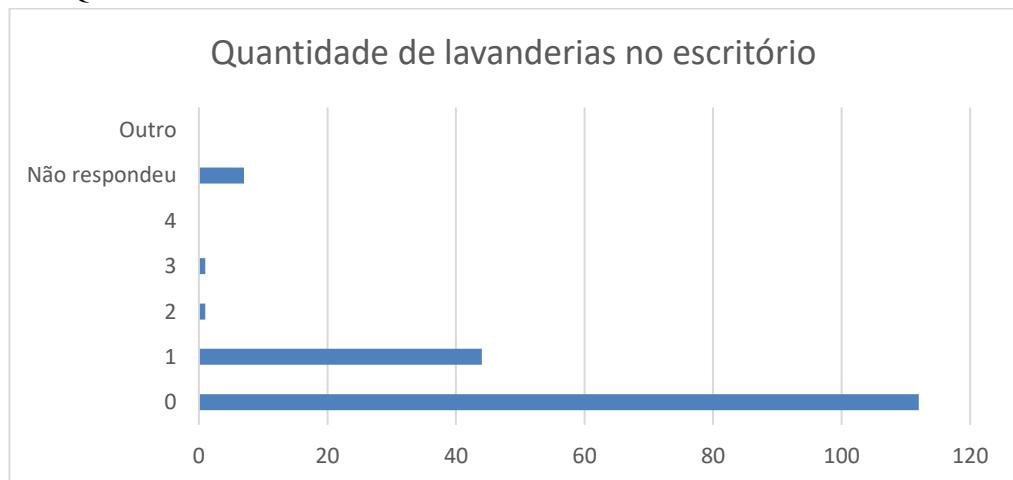
Gráfico C30 - Quantidade de lavabos existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

34) Questão 21e – Quantidade de lavanderias: poucas empresas possuem lavanderia (27,8%), sendo que a maioria dos que responderam que possuem, são aqueles endereços que além de escritório, também são utilizados como residência.

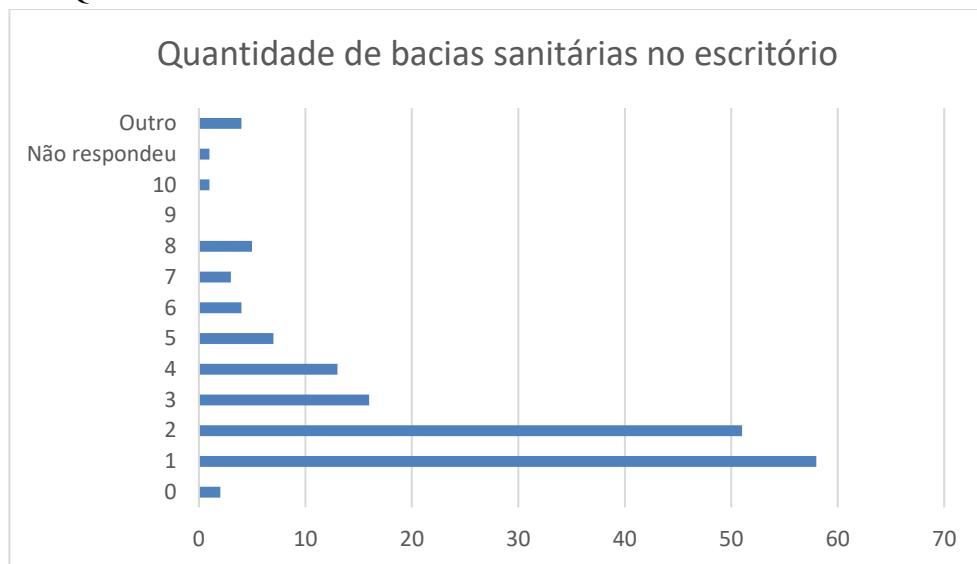
Gráfico C31 - Quantidade de lavanderias existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

35) Questão 22 – Quantidade de bacias sanitárias: a maioria dos escritórios possuem de 1 a 3 bacias sanitárias, sendo que 2/3 do total possuem até 2 bacias.

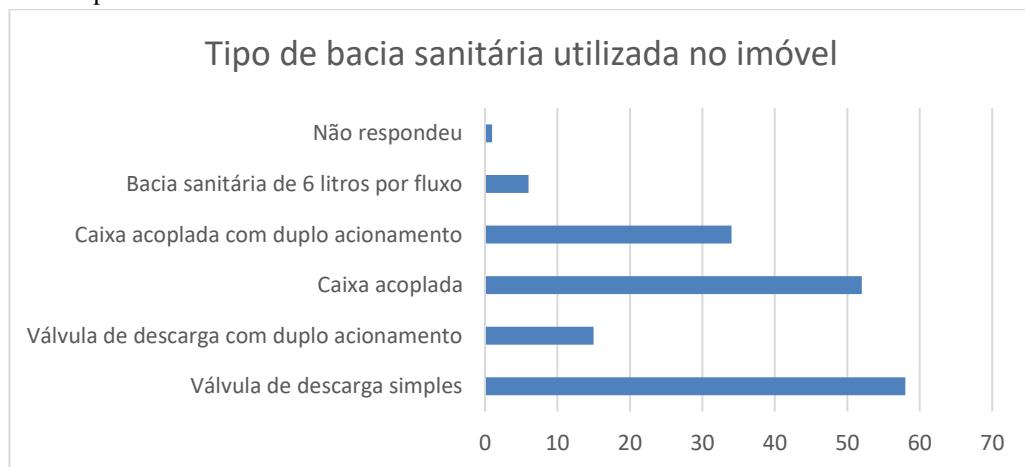
Gráfico C32 - Quantidade de bacias sanitárias existentes no escritório.



Fonte - O autor (2021).

36) Questão 23 – Tipos de bacias sanitárias: os modelos de bacias sanitárias nos escritórios entrevistados variou bastante, sendo que o de maior frequência é a bacia sanitária com válvula simples de descarga. Este acionamento é o de maior consumo, e encontrado principalmente nas edificações mais antigas.

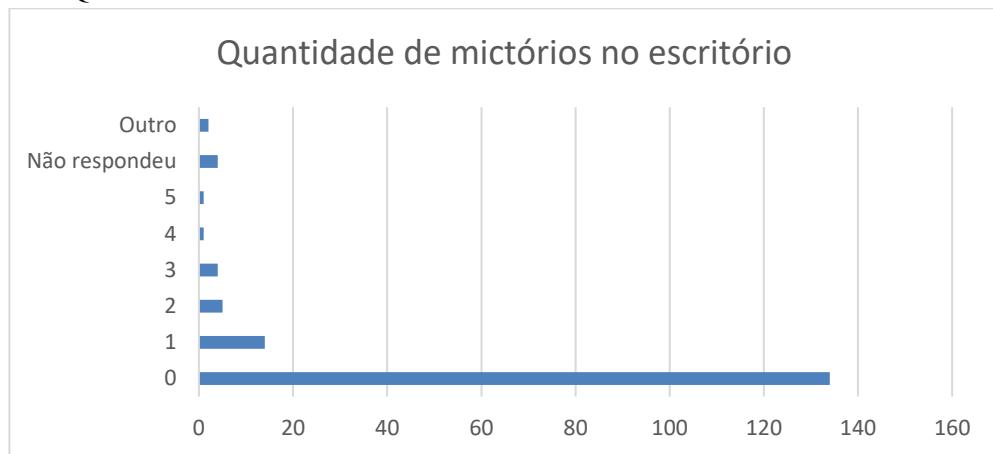
Gráfico C33 - Tipo de bacia sanitária utilizada no imóvel



Fonte - O autor (2021).

37) Questão 24 – Quantidade de mictórios: a grande maioria dos escritórios não possui mictórios (134 empresas). As que possuem, variam principalmente com 1 a 3 unidades.

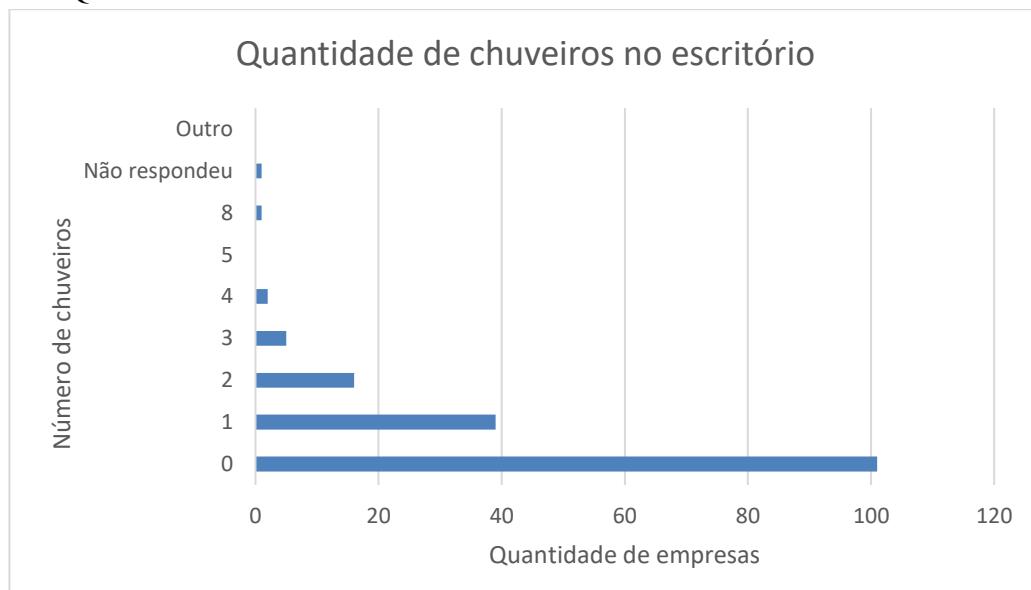
Gráfico C34 - Quantidade de mictórios nos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

38) Questão 25 – Quantidade de chuveiros: Mais da metade das empresas não possuem chuveiro (61,2%). As que possuem, em sua grande maioria é devido ao fato do mesmo local ser utilizado como residência.

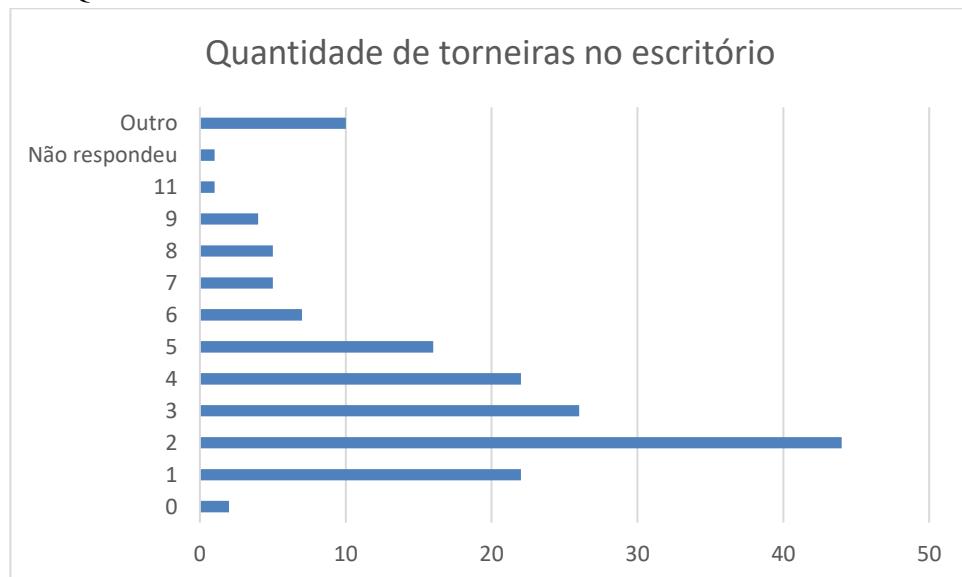
Gráfico C35 - Quantidade de chuveiros nos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

39) Questão 26 – Quantidade de torneiras: equipamento presente em quase todos os escritórios, com quantidade bastante variável, concentrando as empresas em sua maioria de 1 a 6 unidades.

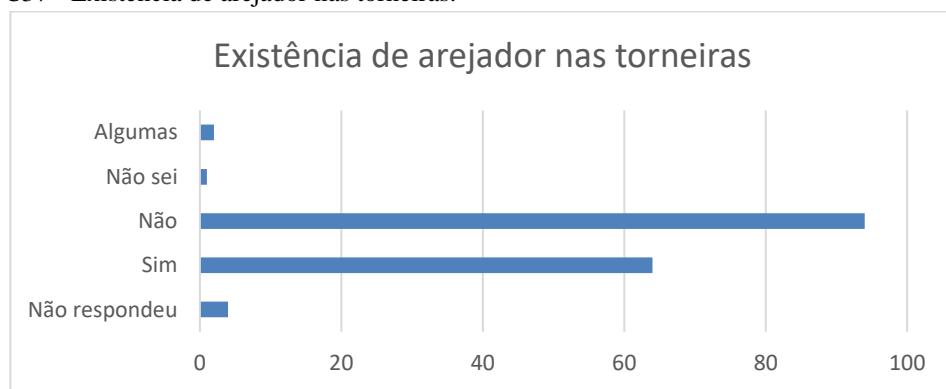
Gráfico C36 - Quantidade de torneiras nos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

40) Questão 27 – Presença de arejadores nas torneiras: a quantidade de torneiras com arejador é inferior às torneiras sem arejador. Em conversa com alguns entrevistados, percebeu-se que alguns que responderam não possuir arejador em suas torneiras, não sabia exatamente do que se tratava, e o que era um arejador.

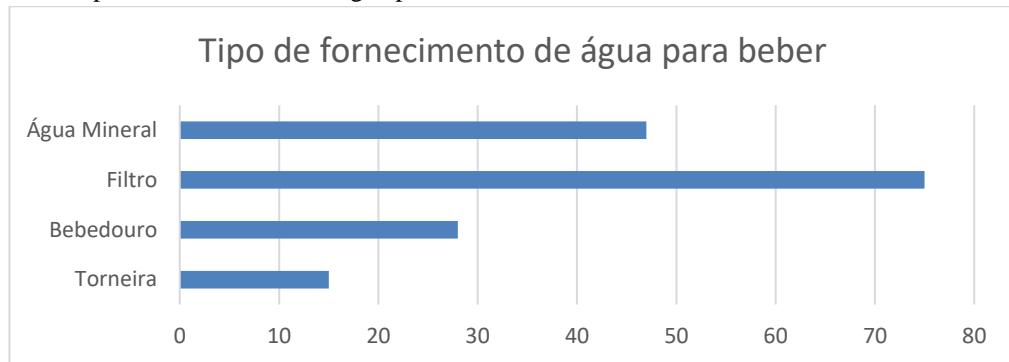
Gráfico C37 - Existência de arejador nas torneiras.



Fonte - O autor (2021).

41) Questão 28 – Fornecimento de água para beber: a água utilizada para os funcionários beberem é obtida principalmente por filtro, seguido de bombonas de água mineral.

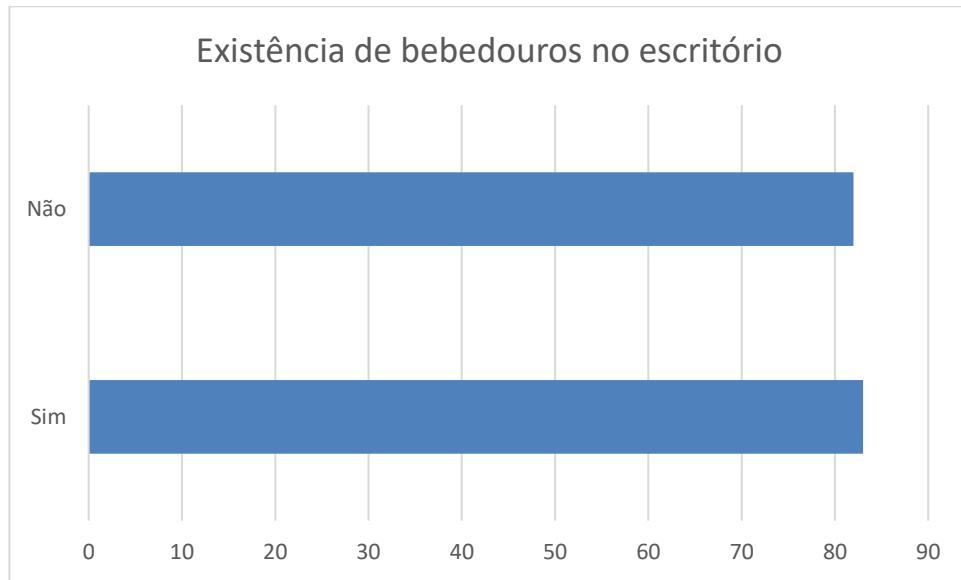
Gráfico C38 - Tipo de fornecimento de água para beber.



Fonte - O autor (2021).

42) Questão 29a – Existência de bebedouros: apesar do fornecimento de água para beber ser prioritariamente por filtro de água, ou bombas de água mineral, um pouco mais da metade das empresas entrevistadas alegam possuir bebedouros (83 contra 82 escritórios).

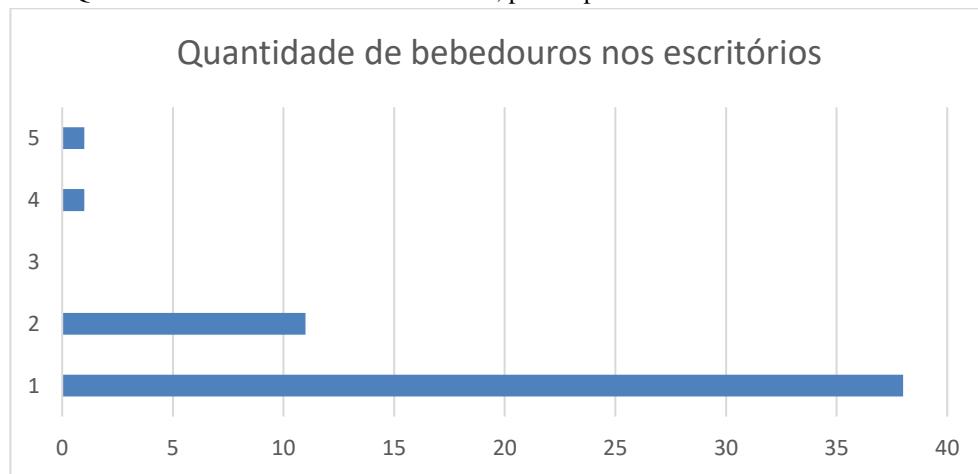
Gráfico C39 - Existência de bebedouros no escritório.



Fonte - O autor (2021).

43) Questão 29b – Quantidade de bebedouros: das 83 empresas que responderam existir bebedouro no seu escritório, apenas 51 responderam qual a quantidade existente. O número de bebedouros variou principalmente entre 1 a 2 unidades.

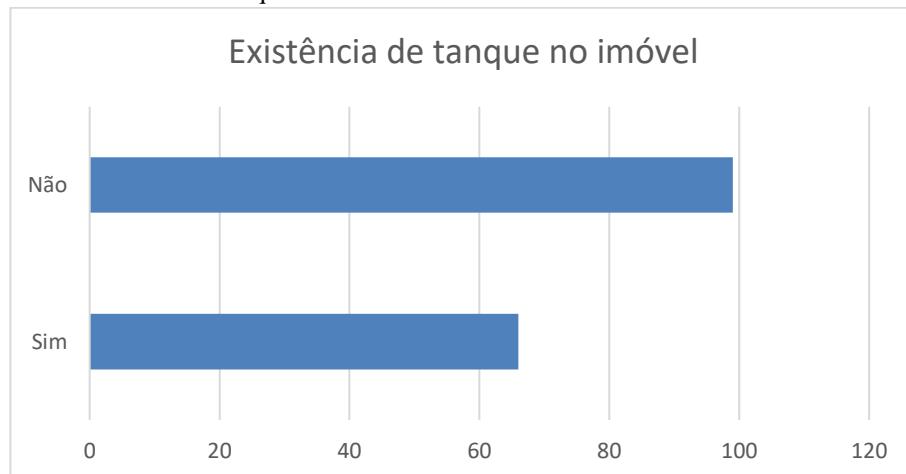
Gráfico C40 - Quantidade de bebedouros no escritório, por empresa.



Fonte - O autor (2021).

44) Questão 30a – Existência de tanques: 66 empresas responderam que possuem tanque (de lavanderia) no seu imóvel. Essa informação, parecida com o caso dos chuveiros, é mais recorrente nos locais onde além de escritório, também é utilizado como residência. Em muitos desses casos o tanque fica na casa, e não é utilizado no escritório, mas o entrevistado respondeu como possuindo em seu estabelecimento.

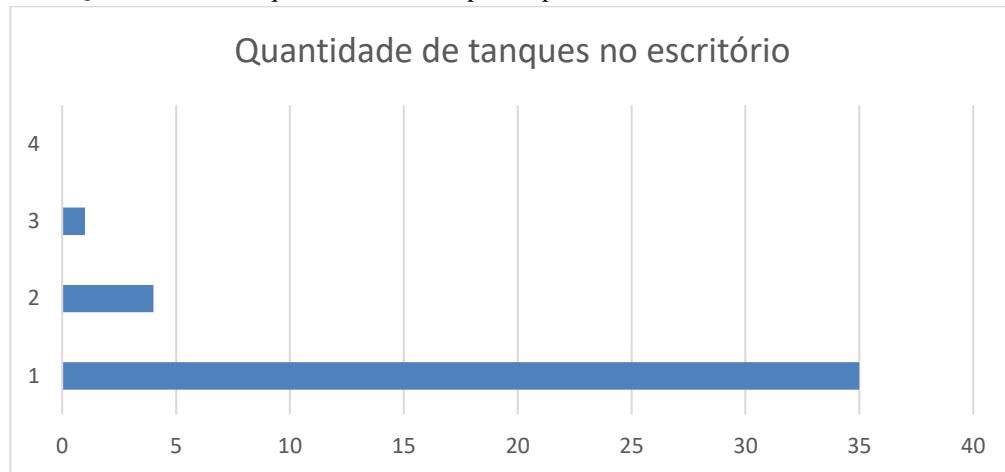
Gráfico C41 - Existência de tanques no escritório.



Fonte - O autor (2021).

45) Questão 30b – Quantidade de tanques: das 66 empresas que responderam possuir tanque, 40 responderam qual a quantidade. A grande maioria (35 escritórios) possuem uma unidade.

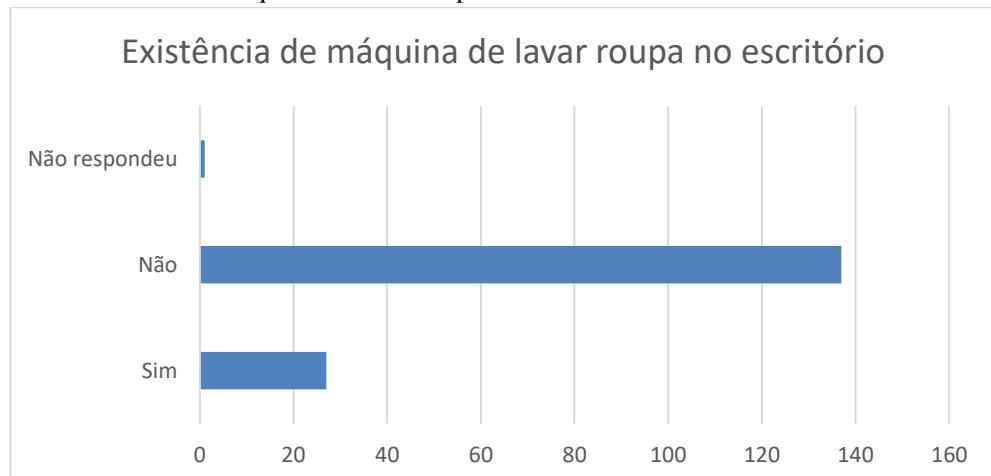
Gráfico C42 - Quantidade de tanques no escritório, por empresa.



Fonte - O autor (2021).

46) Questão 31a – Existência de máquinas de lavar roupa: apenas 27 empresas afirmam possuir máquinas de lavar roupa, novamente, principalmente aquelas que são utilizadas como residência também.

Gráfico C43 - Existência de máquinas de lavar roupa no escritório.



Fonte - O autor (2021).

47) Questão 31b – Quantidade de máquinas de lavar roupa: das 27 empresas que responderam possuir máquina de lavar roupa, 20 responderam a quantidade, sendo a grande maioria apenas uma máquina.

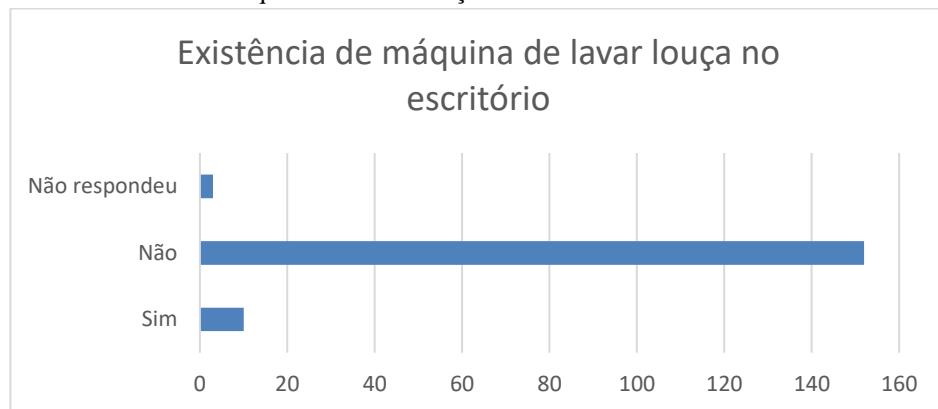
Gráfico C44 - Quantidade de máquinas de lavar roupa no escritório, por empresa.



Fonte - O autor (2021).

- 48) Questão 32a – Existência de máquinas de lavar louça: apenas 10 empresas responderam ter máquina de lavar louça no escritório. Três empresas não responderam, e todas as demais afirmam não ter.

Gráfico C45 - Existência de máquinas de lavar louça no escritório.



Fonte - O autor (2021).

- 49) Questão 32b – Quantidade de máquinas de lavar louça: das empresas que responderam que possuem máquina de lavar louça, apenas 8 responderam, e todas alegam ter só uma máquina.

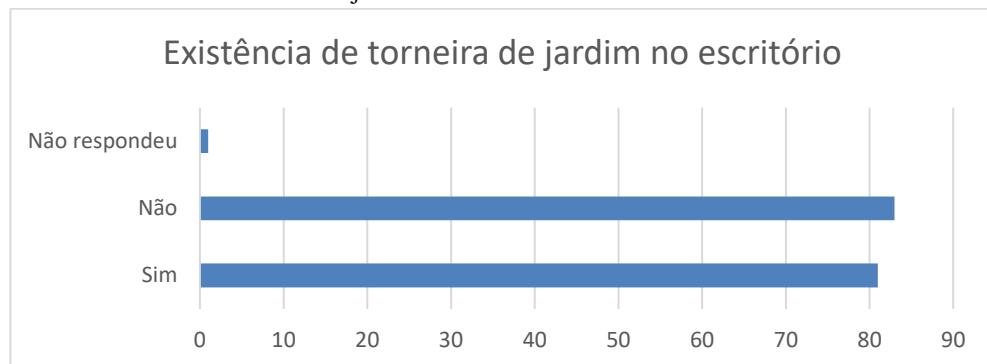
Gráfico C46 - Quantidade de máquinas de lavar louça no escritório, por empresa.



Fonte - O autor (2021).

50) Questão 33a – Existência de torneiras de jardim: aproximadamente metade (81 empresas) possuem torneiras externas de jardim.

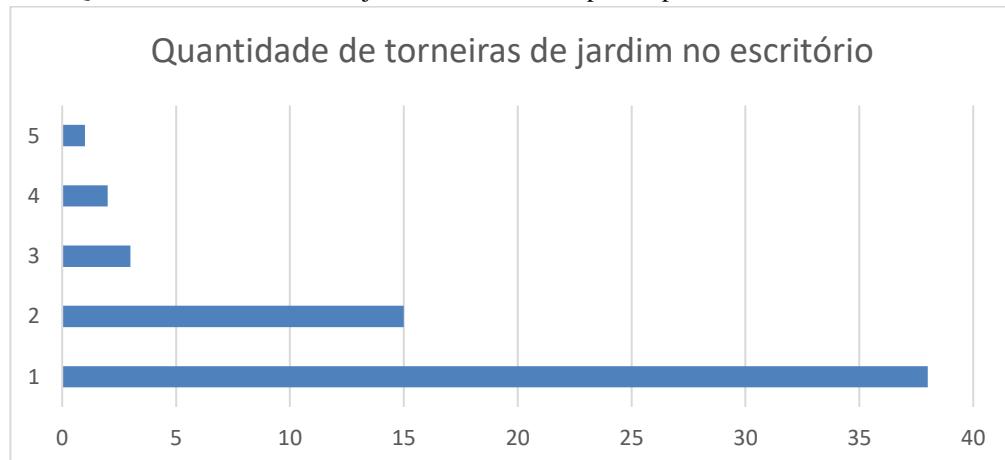
Gráfico C47 - Existência de torneiras de jardim no escritório.



Fonte - O autor (2021).

51) Questão 33b – Quantidade de torneiras de jardim: das 81 empresas que responderam que possuem torneira, 59 informaram a quantidade presente no seu escritório, sendo mais da metade com apenas 1 unidade.

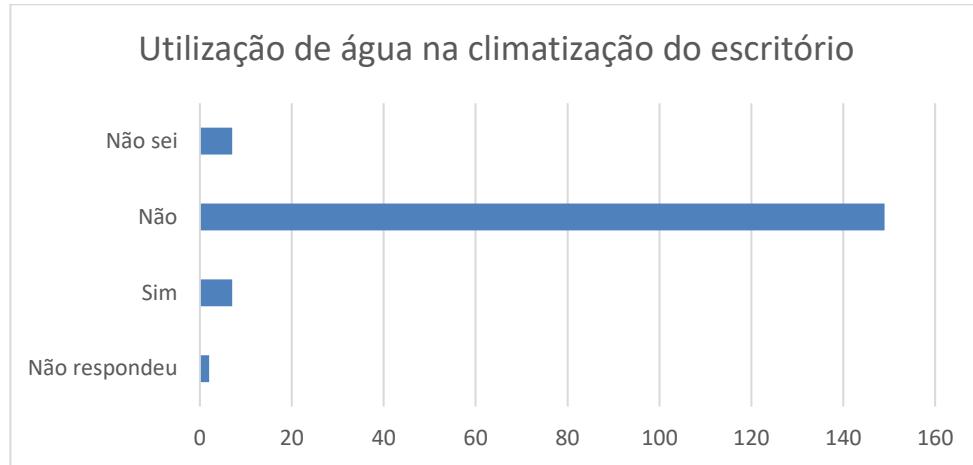
Gráfico C48 - Quantidade de torneiras de jardim no escritório, por empresa.



Fonte - O autor (2021).

52) Questão 34 – Utilização de água no processo de climatização do escritório: a quase totalidade das empresas não utiliza água no processo de climatização dos seus escritórios. Apenas 7 empresas responderam que sim, enquanto as demais não utilizam, não sabem ou não responderam.

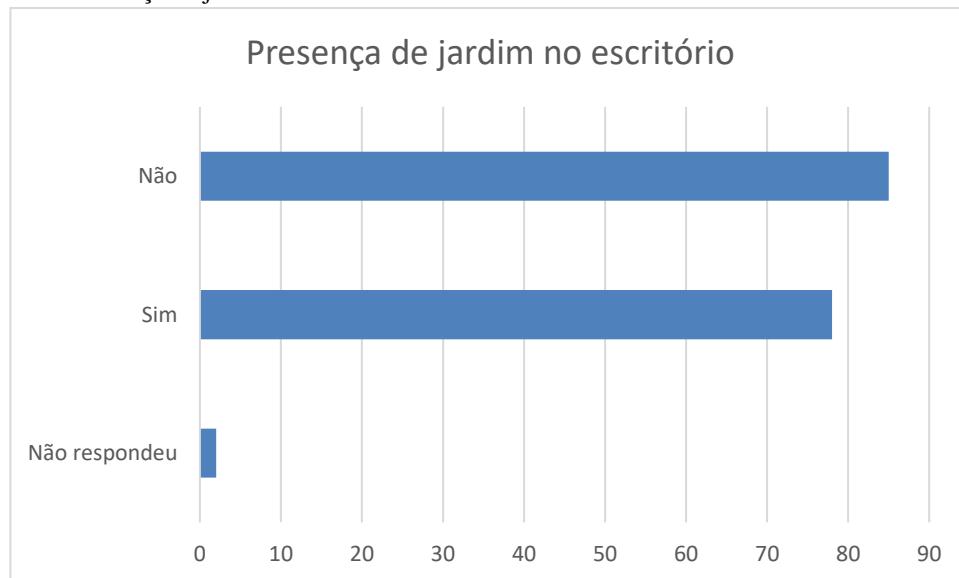
Gráfico C49 - Utilização de água na climatização do escritório.



Fonte - O autor (2021).

53) Questão 35 – Existência de jardim: cerca de 51,5% dos escritórios não possuem jardins (85 empresas), 78 possuem e 2 entrevistados não responderam.

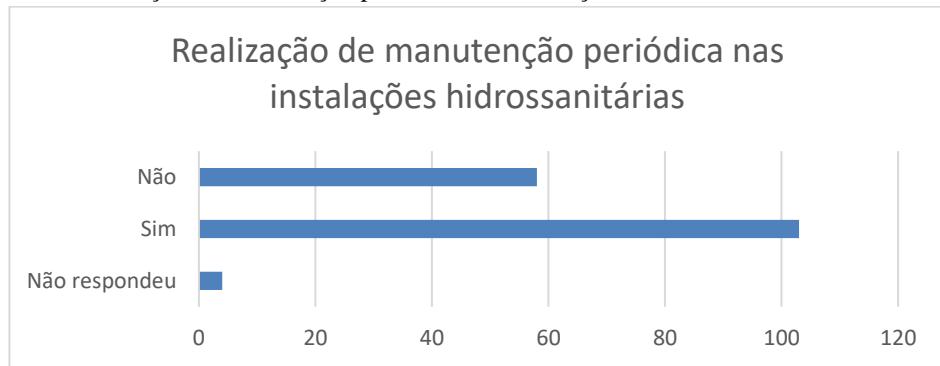
Gráfico C50 - Presença de jardim no escritório.



Fonte - O autor (2021).

54) Questão 36 – Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias do escritório: 103 empresas responderam que fazem algum tipo de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias presentes no seu escritório. O questionário não perguntava qual o tipo de manutenção era realizado, e nem a frequência.

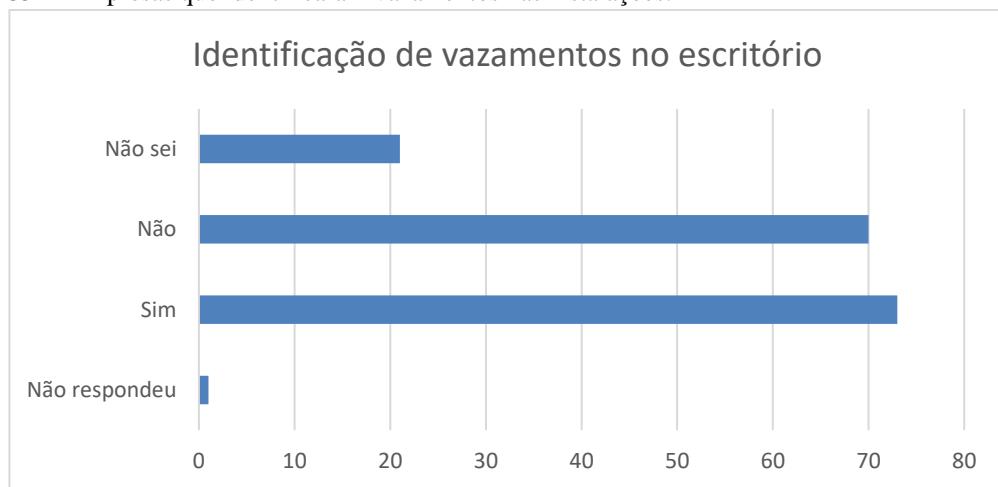
Gráfico C51 - Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias.



Fonte - O autor (2021).

55) Questão 37 – Existência de vazamentos nas instalações hidrossanitárias: 73 empresas alegam ter identificado ao longo da ocupação do seu escritório, algum vazamento nas instalações prediais do imóvel; 70 empresas nunca identificaram, e o saldo dos entrevistados não sabe dizer se foi presenciado algo do tipo, número relevante que não tem o hábito de acompanhar o estado das suas instalações.

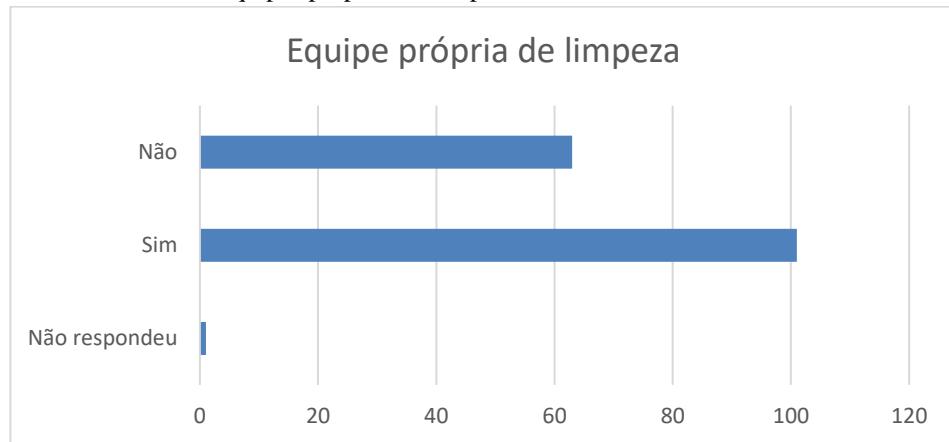
Gráfico C52 - Empresas que identificaram vazamentos nas instalações.



Fonte - O autor (2021).

56) Questão 38 – Existência de equipes próprias de limpeza: 101 empresas do total das entrevistadas, fazem a limpeza do seu escritório com pessoas da própria equipe, ou funcionária contratada exclusivamente para esta função. Outras 58 empresas trabalham com equipes terceirizadas, ou diaristas para tal função.

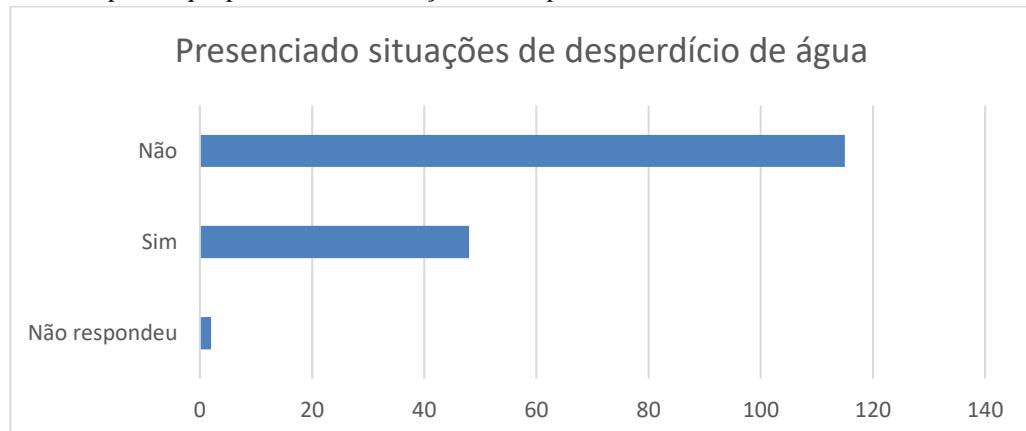
Gráfico C53 - Existência de equipes próprias de limpeza.



Fonte - O autor (2021).

57) Questão 39 – Empresas que presenciaram situações de desperdício de água: 115 empresas afirmam nunca ter presenciado nenhuma atitude de desperdício de água por parte dos seus funcionários.

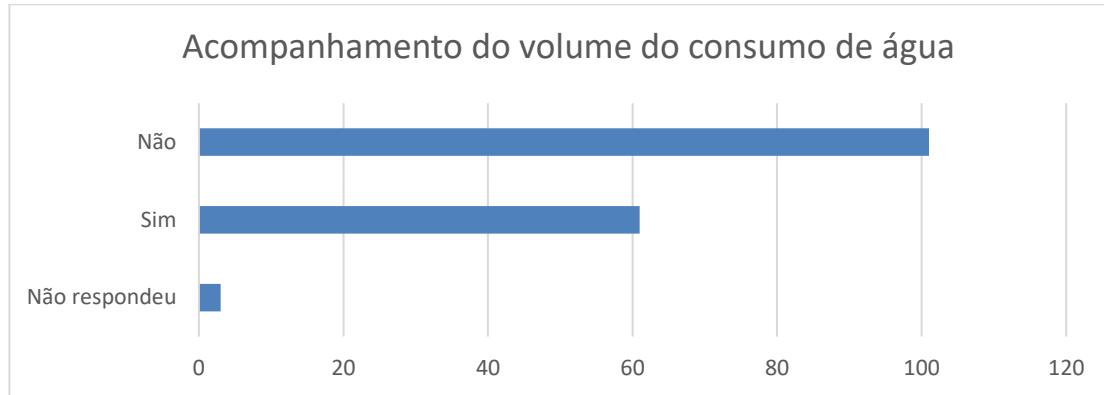
Gráfico C54 - Empresas que presenciaram situações de desperdício.



Fonte - O autor (2021).

58) Questão 40 – Acompanhamento do volume de água consumido no escritório: 101 empresas não fazem nenhum acompanhamento quanto ao volume de água consumida no seu escritório. Delegam a atividade de pagamento para o seu financeiro, em geral, e não verificam se existe algum consumo exagerado, erro de leitura, ou possibilidade de melhoria com atitudes mais eficientes. Esta informação contrasta com a preocupação alegada da maioria quanto a importância do assunto.

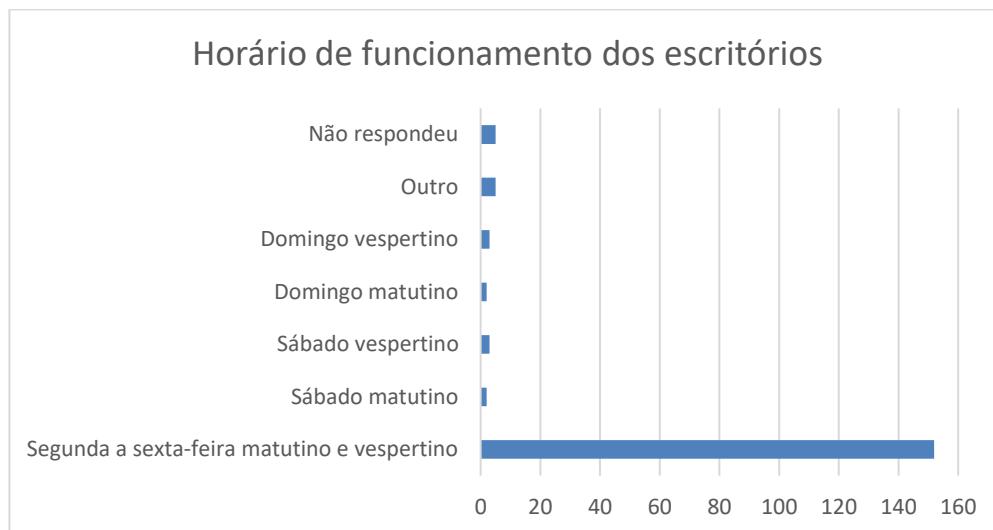
Gráfico C55 - Número de empresas que realizam o acompanhamento do volume de água consumida.



Fonte - O autor (2021).

59) Questão 41 – Horário de funcionamento dos escritórios: quase a totalidade das empresas trabalham em horário comercial, de segunda a sexta-feira, no período matutino e vespertino. As empresas que atendem em horários alternativos aos fins de semana, estão ligadas a setores ligados a eventos, principalmente.

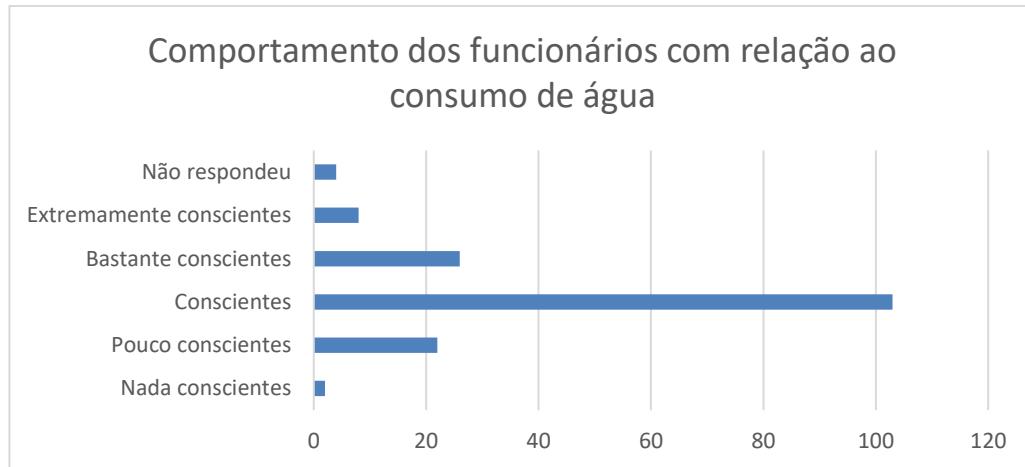
Gráfico C56 - Horário de funcionamento dos escritórios.



Fonte - O autor (2021).

60) Questão 42 – Classificação do comportamento dos funcionários, com relação ao consumo de água: dentro das opções de resposta fornecidas, 103 empresas responderam que seus funcionários são conscientes, encontrando-se no meio das faixas propostas. A distribuição das respostas apresentou um padrão normal, com poucas empresas afirmando que seus funcionários são nada conscientes, ou extremamente conscientes.

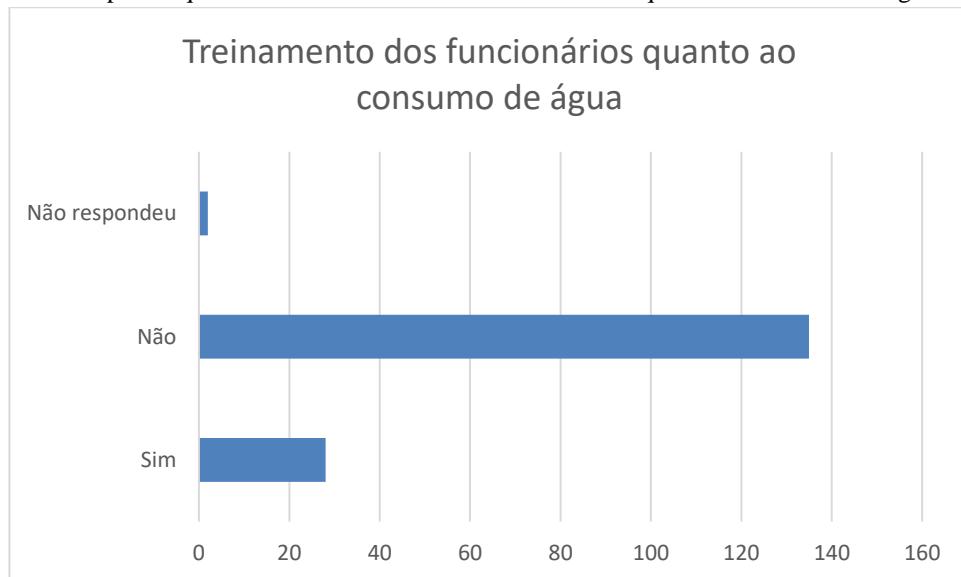
Gráfico C57 - Número de empresas x Classificação do comportamento dos funcionários quanto ao consumo de água



Fonte - O autor (2021).

61) Questão 43 – Realização de treinamentos dos funcionários quanto ao consumo de água: mais de 81% das empresas pesquisadas nunca fizeram nenhum treinamento com seus funcionários, sobre o uso eficiente da água. Esta resposta contrasta um pouco com a opinião da maioria dos entrevistados, que acha o assunto bastante importante. Na prática, pouco desta importância é repassada aos funcionários.

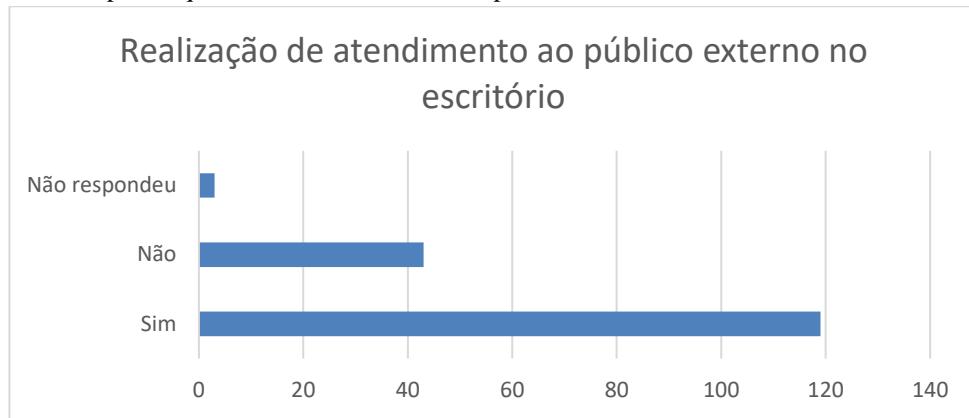
Gráfico C58 - Empresas que realizam treinamento dos funcionários quanto ao consumo de água



Fonte - O autor (2021).

62) Questão 44 – Realização de atendimento ao público externo: 119 empresas responderam que realizam atendimento a público externo no seu escritório, sendo estes clientes, fornecedores e outras partes envolvidas nas atividades do escritório.

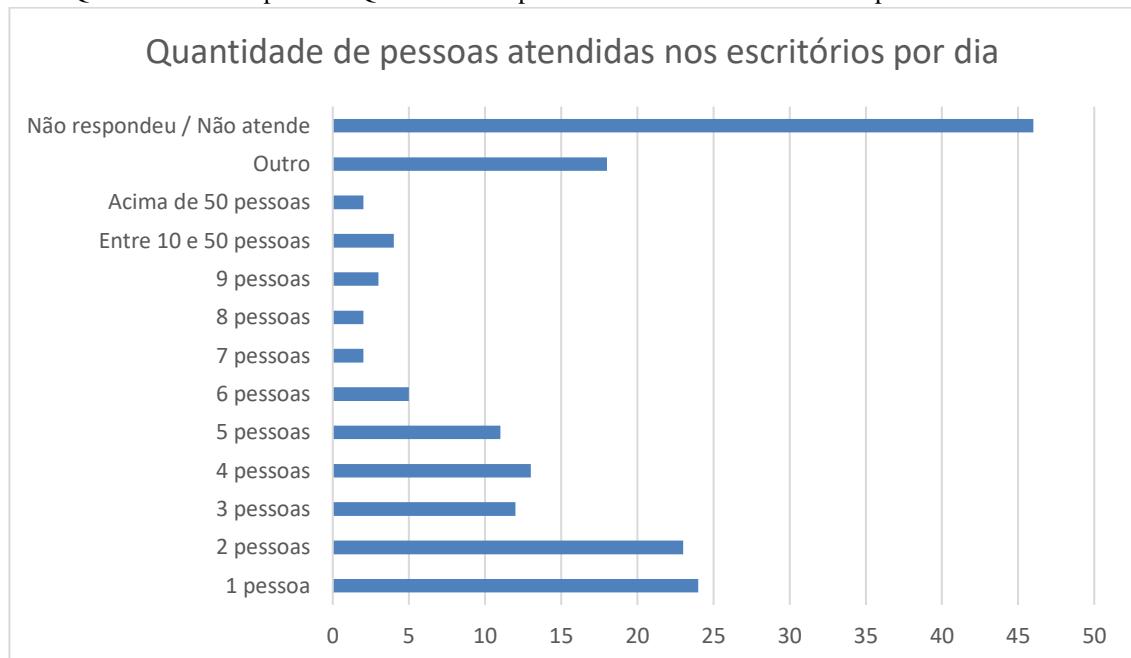
Gráfico C59 - Empresas que realizam atendimento ao público externo no escritório.



Fonte - O autor (2021).

63) Questão 45 – Número de pessoas externas atendidas no escritório, por dia: o número de pessoas atendidas pelas 119 empresas que atendem o público externo no seu escritório, variam bastante entre 1 pessoa até acima de 50. No entanto, percebe-se que a maior parte dos escritórios atendem poucas pessoas diariamente, concentrando número maior de empresas que atendem de 1 a 5 pessoas.

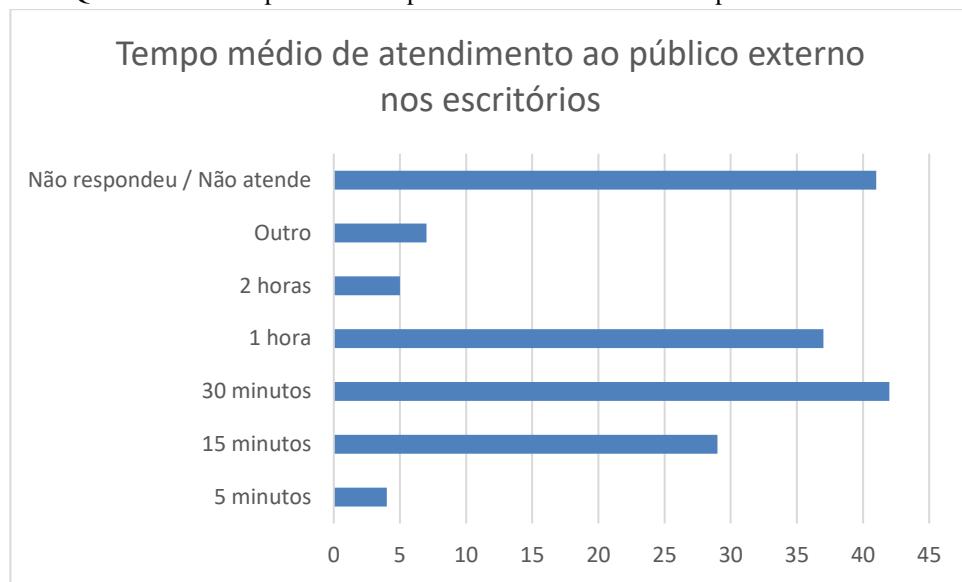
Gráfico C60 - Quantidade de empresas x Quantidade de pessoas atendidas nos escritórios por dia.



Fonte - O autor (2021).

64) Questão 46 – Duração dos atendimentos realizados ao público externo: em média, os escritórios que fazem atendimentos ao público externo levam de 15 minutos a 1 hora. Em conversa com alguns entrevistados, os mesmos alegam que dificilmente esta pessoa utiliza o banheiro, ou bebe água.

Gráfico C61 - Quantidade de empresas x Tempo médio de atendimento ao público externo.



Fonte - O autor (2021).

## APÊNDICE D

### DICIONÁRIO DE VARIÁVEIS

Nome da Variável	Tipo	Descrição	
Atividade	Categórica	Tipo de atividade realizada no escritório	0 - Escritório de Contabilidade
			1 - Escritório de Advocacia
			2 - Escritório de Engenharia
			3 - Imobiliária
			4 - Outros serviços
Idade	Numérica	Idade do responsável pelo escritório, em anos.	
Escolaridade	Categórica	Escolaridade do responsável do escritório	0 - Nível médio
			1 - Nível superior
			2 - Pós graduação ou +
Q1	Categórica	Tipo societário do escritório	0 - SS/ME/Eireli/EI
			1 - Limitada (Ltda)
			2 - Anônima (SA)
Q2	Categórica	Porte do escritório quanto ao faturamento	0 - Microempresa
			1 - Pequena empresa
			2 - Média / grande empresa
Q3	Categórica	Importância do Tema Uso Racional de Água	0 - Nada Import. / Pouco Importante
			1 - Importante
			2 - Bastante Importante / Extremamente Importante
			3 - Muito Importante
Q4	Categórica	Empresa pratica alguma ação de URA?	0 - Não, e não há interesse
			1 - Não
			2 - Sim
Q5	Categórica	Valor de investimento aceitável para implantar ações de URA	0 - Até R\$ 500,00
			1 - De R\$ 501,00 a R\$ 2.000,00
			2 - Acima de R\$ 2.000,00
Q6	Categórica	Tipologia do imóvel	1 - Sala Comercial + Térreo
			2 - 2 Andares
			3 - Galpão
Q8	Categórica	O imóvel é averbado?	0 - Não sei / Não
			1 - Sim
Q9	Categórica	Propriedade do imóvel	0 - Próprio
			1 - Alugado
Q10	Numérica	Idade do imóvel, em anos.	
Q11	Categórica	Em quanto tempo foi realizado a última reforma hidrossanitária.	0 - Menos de 2 anos
			1 - Entre 2 e 5 anos
			2 - Acima de 5 anos
Q13a	Numérica	Quantidade de funcionários com ensino fundamental	

Q13b	Numérica	Quantidade de funcionários com ensino médio	
Q13c	Numérica	Quantidade de estagiários	
Q13d	Numérica	Quantidade de funcionários com ensino superior	
Q13e	Numérica	Quantidade de funcionários com pós graduação	
Superior	Numérica	Relação entre o número de funcionários com curso superior e o total de funcionários	
Q15	Categórica	Abastecimento exclusivo da concessionária	0 - Não sei /Não 1 - Sim
Q18	Categórica	Existência de coleta de esgoto no escritório	0 - Não 1 - Sim
Q19	Categórica	Existência de reservatório de água no escritório	0 - Não sei /Não 1 - Sim
Q21a	Numérica	Quantidade de salas no escritório	
Q21b	Numérica	Quantidade de cozinhas no escritório	
Q21c	Numérica	Quantidade de banheiros no escritório	
Q21d	Numérica	Quantidade de lavabos no escritório	
Q21e	Numérica	Quantidade de lavanderias no escritório	
Q22	Numérica	Quantidade de bacias sanitárias no escritório	
Q23	Categórica	Tipo de bacia sanitária	0 - Caixa acoplada 1 - Válvula de descarga
Q24	Numérica	Quantidade de mictórios	
Q25	Numérica	Quantidade de chuveiros	
Q26	Numérica	Quantidade de torneiras	
Q27	Categórica	Presença de arejadores nas torneiras	0 - Não sei /Não 1 - Sim
Q28	Categórica	Como é feito o consumo de água no escritório	0 - Torneira / Bebedouro 1 - Filtro 2 - Água Mineral
Q29	Categórica	Existência de bebedouro	0 - Não 1 - Sim
Q30	Categórica	Existência de tanque	0 - Não 1 - Sim
Q31	Categórica	Existência de máquina de lavar	0 - Não 1 - Sim
Q33	Categórica	Existência de torneira de jardim	0 - Não 1 - Sim
Q35	Categórica	Existência de jardim	0 - Não 1 - Sim
Q36	Categórica	Realização de manutenção periódica nas instalações hidrossanitárias	0 - Não 1 - Sim
Q37	Categórica		0 - Não sei /Não

		Identificação de vazamentos	1 - Sim
Q38	Categórica	Equipe de limpeza própria	0 - Não
			1 - Sim
Q39	Categórica	Presenciado situações de desperdício	0 - Não
			1 - Sim
Q40	Categórica	Acompanhamento do consumo de água	0 - Não
			1 - Sim
Q42	Categórica	Comportamento dos funcionários quanto o consumo de água	0 - Nada / Pouco Conscientes
			1 - Conscientes
			2 - Bastante / Extremamente Conscientes
Q43	Categórica	Existência de treinamento dos funcionários quanto o consumo de água	0 - Não
			1 - Sim
Q44	Categórica	Realização de atendimento ao público	0 - Não
			1 - Sim
Area_Terreno	Numérica	Área do terreno onde se encontra o escritório	
Area_Imovel	Numérica	Área construída do escritório	
Masculino	Numérica	Número de funcionários do sexo masculino	
Feminino	Numérica	Número de funcionários do sexo feminino	
Total	Numérica	Número total de funcionários (masculino + feminino)	
Rel_Feminino	Numérica	Relação entre o número de funcionárias femininas e o total de funcionários	
Media	Numérica	Consumo mensal de água por escritório (m <sup>3</sup> /escritório/mês)	
Consumo_PC	Numérica	Consumo <i>per capita</i> de água por escritório (litros/funcionário/dia)	
Consumo_PA	Numérica	Consumo de água por área de água por escritório (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	

## APÊNDICE E

### RESULTADOS ESTATÍSTICOS – CONSUMO MENSAL

- 1) Correlação entre a variável dependente “Consumo Mensal” e variáveis independentes quantitativas:

Idade	Q10	Q13a	Q13b	Q13c	Q13d
0,149157551	0,193680311	0,223964853	0,405358456	0,154537459	0,390499870
Q13e	Superior	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d
0,336943307	-0,020756339	0,233862420	0,148268741	0,389697485	0,122918399
Q21e	Q22	Q24	Q25	Q26	Area_Terreno
0,212419307	0,322004443	0,364376040	-0,039640675	0,002989055	0,010270522
Area_Imovel	Masculino	Feminino	Total	Rel_Feminino	
0,164721814	0,160856043	0,485372057	0,414687751	0,255995012	

- 2) Resultados estatísticos das variáveis categóricas, quanto à sua distribuição e existência de diferença nas médias entre classes.

Nome da Variável	Tipo	Nº Categorias	Shapiro-Test	Distribuição	Kruskal p-valor	Wilcoxon p-valor	Conclusão
Atividade	Categórica	5	3,41E-06	Não Normal	0,0727	X	Existe diferença entre as médias
Escolaridade	Categórica	3	3,33E-06	Não Normal	0,5229	X	Não existe diferenças entre as médias
Q1	Categórica	3	2,61E-06	Não Normal	0,9722	X	Não existe diferenças entre as médias
Q2	Categórica	3	5,52E-05	Não Normal	0,4067	X	Não existe diferenças entre as médias
Q3	Categórica	3	5,18E-06	Não Normal	0,781	X	Não existe diferenças entre as médias
Q4	Categórica	3	1,90E-05	Não Normal	0,9805	X	Não existe diferenças entre as médias
Q5	Categórica	3	6,36E-06	Não Normal	0,9182	X	Não existe diferenças entre as médias
Q6	Categórica	3	9,32E-07	Não Normal	0,2469	X	Não existe diferenças entre as médias
Q8	Categórica	2	1,99E-05	Não Normal	X	0,6849	Não existe diferenças entre as médias
Q9	Categórica	2	4,82E-04	Não Normal	X	0,6054	Não existe diferenças entre as médias
Q11	Categórica	3	9,07E-05	Não Normal	0,07483	X	Existe diferença entre as médias
Q15	Categórica	2	2,67E-06	Não Normal	X	0,4079	Não existe diferenças entre as médias
Q18	Categórica	2	8,14E-06	Não Normal	X	1	Não existe diferenças entre as médias

Q19	Categórica	2	7,43E-06	Não Normal	X	0,46	Não existe diferenças entre as médias
Q23	Categórica	2	5,38E-05	Não Normal	X	0,3778	Não existe diferenças entre as médias
Q27	Categórica	2	1,56E-04	Não Normal	X	0,12	Existe diferença entre as médias
Q28	Categórica	3	2,64E-06	Não Normal	0,3289	X	Não existe diferenças entre as médias
Q29	Categórica	2	1,74E-04	Não Normal	X	0,5158	Não existe diferenças entre as médias
Q30	Categórica	2	1,01E-04	Não Normal	X	0,6891	Não existe diferenças entre as médias
Q31	Categórica	2	1,01E-05	Não Normal	X	0,01343	Existe diferença entre as médias
Q33	Categórica	2	5,97E-05	Não Normal	X	0,2859	Não existe diferenças entre as médias
Q35	Categórica	2	7,12E-05	Não Normal	X	0,7212	Não existe diferenças entre as médias
Q36	Categórica	2	1,34E-04	Não Normal	X	0,3723	Não existe diferenças entre as médias
Q37	Categórica	2	2,19E-04	Não Normal	X	0,7017	Não existe diferenças entre as médias
Q38	Categórica	2	3,18E-04	Não Normal	X	0,1357	Existe diferença entre as médias
Q39	Categórica	2	1,27E-05	Não Normal	X	0,5481	Não existe diferenças entre as médias
Q40	Categórica	2	1,37E-04	Não Normal	X	0,9707	Não existe diferenças entre as médias
Q42	Categórica	3	1,48E-05	Não Normal	0,6143	X	Não existe diferenças entre as médias
Q43	Categórica	2	8,13E-06	Não Normal	X	0,331	Não existe diferenças entre as médias
Q44	Categórica	2	1,82E-06	Não Normal	X	0,01439	Existe diferença entre as médias

3) Gráficos de validação do modelo de previsão do Consumo Mensal:

Gráfico da Normalidade dos Resíduos

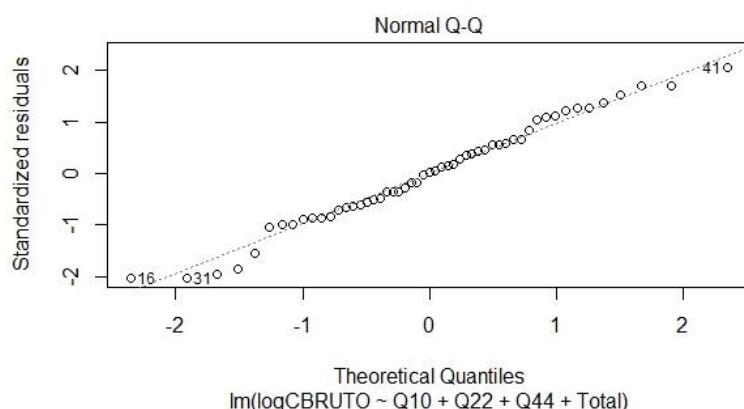


Gráfico da Variância dos Resíduos

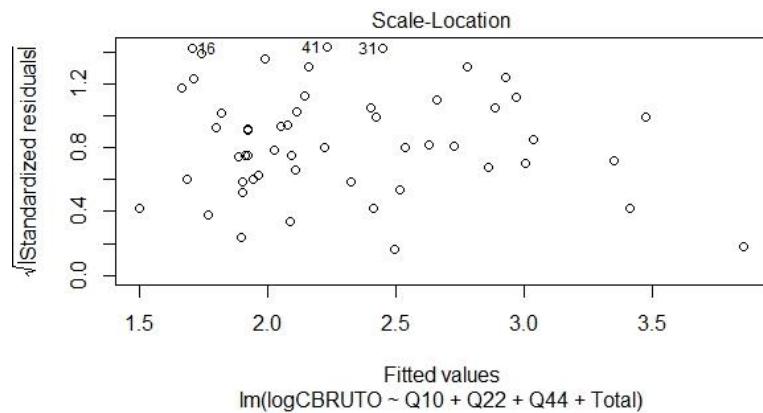


Gráfico da Independência dos Resíduos

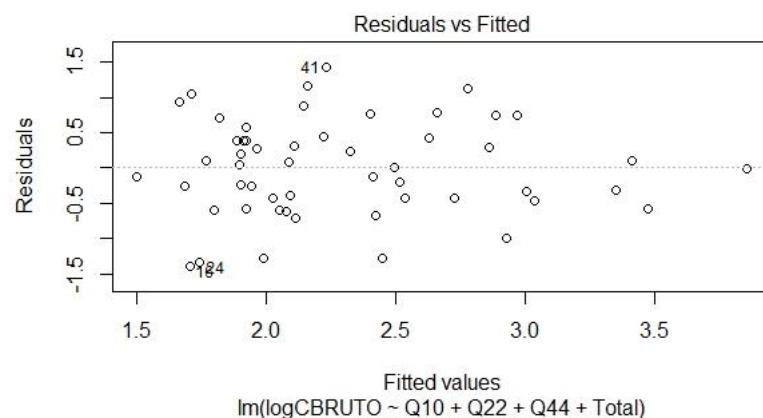
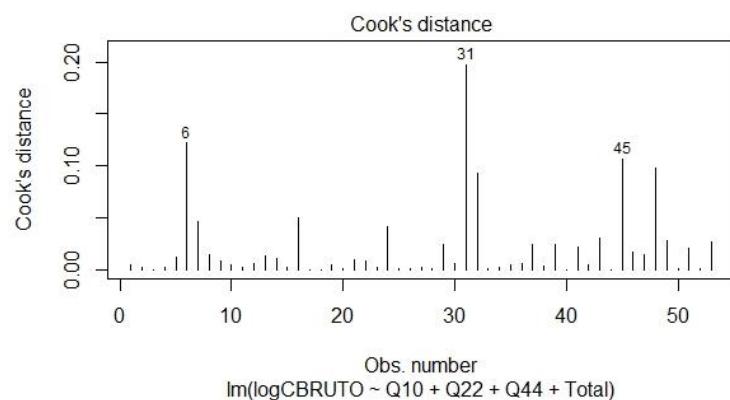


Gráfico da Distância de Cook



## APÊNDICE F

### RESULTADOS ESTATÍSTICOS – CONSUMO *PER CAPITA*

- 1) Correlação entre a variável dependente “Consumo *Per Capita*” e variáveis independentes quantitativas:

Idade	Q10	Q13a	Q13b	Q13c	Q13d
0,008351306	0,246841217	0,198108185	-0,158007424	-0,170308819	-0,359968449
Q13e	Superior	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d
-0,281248467	0,180454263	-0,107773527	-0,120015366	-0,141018415	-0,043298887
Q21e	Q22	Q24	Q25	Q26	Area_Terreno
0,164479432	-0,258240789	-0,004662653	-0,166595997	-0,123177815	0,007420402
Area_Imovel	Masculino	Feminino	Total	Rel_Feminino	AREAPCAPITA
-0,056628203	-0,526986226	-0,466697451	-0,557641445	-0,123426039	0,244320116

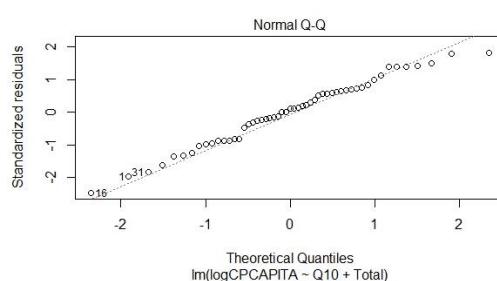
- 2) Resultados estatísticos das variáveis categóricas, quanto à sua distribuição e existência de diferença nas médias entre classes.

Nome da Variável	Tipo	Nº Categorias	Shapiro-Test	Distribuição	Kruskal p-valor	Wilcoxon p-valor	Conclusão
Atividade	Categórica	5	0,0002706	Não Normal	0,05486	X	Existe diferença entre as médias
Escolaridade	Categórica	3	0,0002652	Não Normal	0,9198	X	Não existe diferenças entre as médias
Q1	Categórica	3	0,000291	Não Normal	0,2147	X	Não existe diferenças entre as médias
Q2	Categórica	3	0,001453	Não Normal	0,148	X	Existe diferença entre as médias
Q3	Categórica	3	0,002756	Não Normal	0,3565	X	Não existe diferenças entre as médias
Q4	Categórica	3	0,0005097	Não Normal	0,5783	X	Não existe diferenças entre as médias
Q5	Categórica	3	0,0003506	Não Normal	0,481	X	Não existe diferenças entre as médias
Q6	Categórica	3	0,0001896	Não Normal	0,2398	X	Não existe diferenças entre as médias
Q8	Categórica	2	0,000489	Não Normal	X	0,6217	Não existe diferenças entre as médias
Q9	Categórica	2	0,002442	Não Normal	X	0,1592	Existe diferença entre as médias
Q11	Categórica	3	0,0009752	Não Normal	0,713	X	Não existe diferenças entre as médias

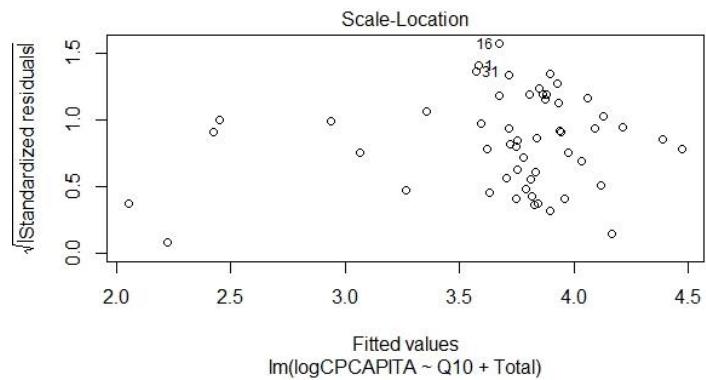
Q15	Categórica	2	0,0005559	Não Normal	X	0,9233	Não existe diferenças entre as médias
Q18	Categórica	2	0,001437	Não Normal	X	0,8234	Não existe diferenças entre as médias
Q19	Categórica	2	0,0001643	Não Normal	X	0,109	Existe diferença entre as médias
Q23	Categórica	2	0,005504	Não Normal	X	0,4489	Não existe diferenças entre as médias
Q27	Categórica	2	0,01064	Não Normal	X	0,6625	Não existe diferenças entre as médias
Q28	Categórica	3	0,0001202	Não Normal	0,1822	X	Existe diferença entre as médias
Q29	Categórica	2	0,0006597	Não Normal	X	0,008181	Existe diferença entre as médias
Q30	Categórica	2	0,001434	Não Normal	X	0,4838	Não existe diferenças entre as médias
Q31	Categórica	2	0,0005775	Não Normal	X	0,6637	Não existe diferenças entre as médias
Q33	Categórica	2	0,0003271	Não Normal	X	0,0136	Existe diferença entre as médias
Q35	Categórica	2	0,0009392	Não Normal	X	0,3723	Não existe diferenças entre as médias
Q36	Categórica	2	0,002063	Não Normal	X	0,8437	Não existe diferenças entre as médias
Q37	Categórica	2	0,003151	Não Normal	X	0,6689	Não existe diferenças entre as médias
Q38	Categórica	2	0,004216	Não Normal	X	0,7818	Não existe diferenças entre as médias
Q39	Categórica	2	0,00131	Não Normal	X	0,6629	Não existe diferenças entre as médias
Q40	Categórica	2	0,002444	Não Normal	X	0,06516	Existe diferença entre as médias
Q42	Categórica	3	0,0002706	Não Normal	0,9662	X	Não existe diferenças entre as médias
Q43	Categórica	2	0,002587	Não Normal	X	0,01257	Existe diferença entre as médias
Q44	Categórica	2	0,0001461	Não Normal	X	0,1205	Existe diferença entre as médias

3) Gráficos de validação do modelo de previsão do Consumo *Per Capita*:

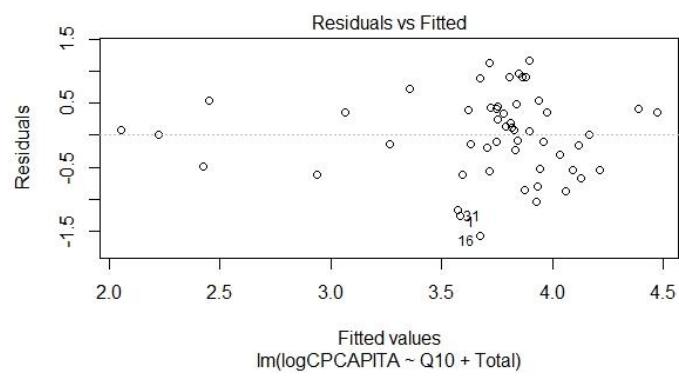
Gráfico da Normalidade dos Resíduos



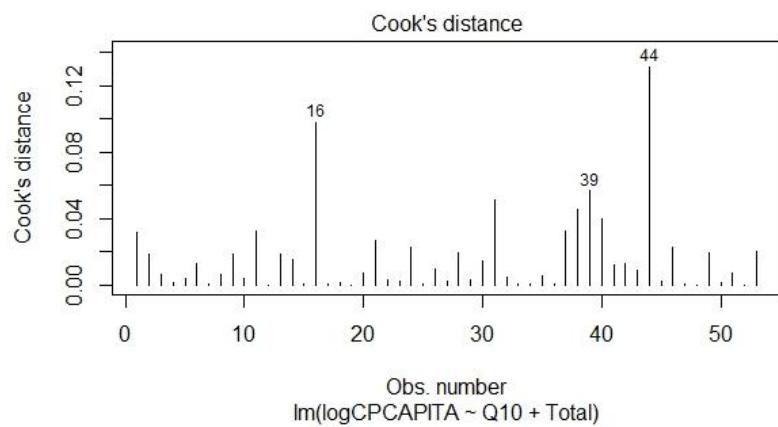
## Gráfico da Variância dos Resíduos



## Gráfico da Independência dos Resíduos



## Gráfico da Distância de Cook



## APÊNDICE G

### RESULTADOS ESTATÍSTICOS – CONSUMO POR ÁREA

- 1) Correlação entre a variável dependente “Consumo Por Área” e variáveis independentes quantitativas:

Idade	Q10	Q13a	Q13b	Q13c	Q13d
-0,118254535	0,311545502	0,258603346	0,032633202	0,109996199	0,063037409
Q13e	Superior	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d
0,006557101	0,072673601	-0,053877046	-0,058197296	0,046632416	-0,014423995
Q21e	Q22	Q24	Q25	Q26	Area_Terreno
0,002984271	-0,036842156	0,066787841	-0,293023924	-0,171277582	-0,304341132
Area_Imovel	Masculino	Feminino	Total	Rel_Feminino	
-0,476399533	0,115320882	0,092216498	0,114974995	-0,039136556	

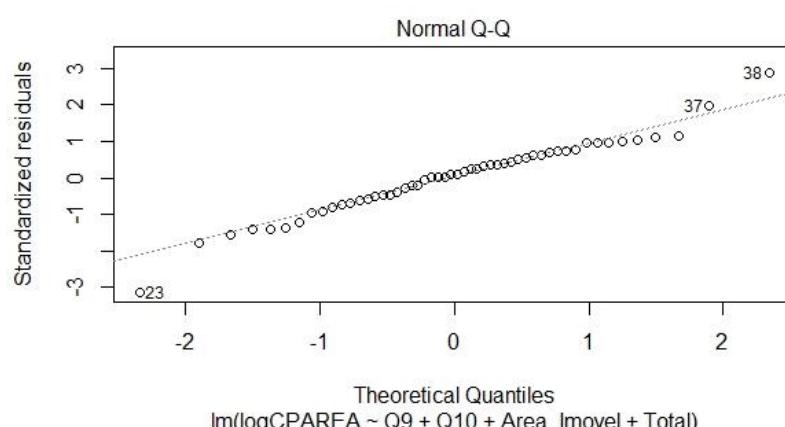
- 2) Resultados estatísticos das variáveis categóricas, quanto à sua distribuição e existência de diferença nas médias entre classes.

Nome da Variável	Tipo	Nº Categorias	Shapiro-Test	Distribuição	Kruskal p-valor	Wilcoxon p-valor	Conclusão
Atividade	Categórica	5	5,96E-09	Não Normal	0,26	X	Não existe diferenças entre as médias
Escolaridade	Categórica	3	7,022E-09	Não Normal	0,3719	X	Não existe diferenças entre as médias
Q1	Categórica	3	5,18E-09	Não Normal	0,1061	X	Existe diferença entre as médias
Q2	Categórica	3	3,12E-08	Não Normal	0,03318	X	Existe diferença entre as médias
Q3	Categórica	3	1,93E-08	Não Normal	0,6399	X	Não existe diferenças entre as médias
Q4	Categórica	3	4,63E-08	Não Normal	0,702	X	Não existe diferenças entre as médias
Q5	Categórica	3	1,74E-08	Não Normal	0,1746	X	Existe diferença entre as médias
Q6	Categórica	3	7,21E-09	Não Normal	0,3565	X	Não existe diferenças entre as médias
Q8	Categórica	2	5,14E-08	Não Normal	X	0,5176	Não existe diferenças entre as médias
Q9	Categórica	2	2,40E-06	Não Normal	X	0,003189	Existe diferença entre as médias
Q11	Categórica	3	2,72E-08	Não Normal	0,2607	X	Não existe diferenças entre as médias
Q15	Categórica	2	1,98E-08	Não Normal	X	0,1284	Existe diferença entre as médias
Q18	Categórica	2	5,67E-05	Não Normal	X	0,4831	Não existe diferenças entre as médias

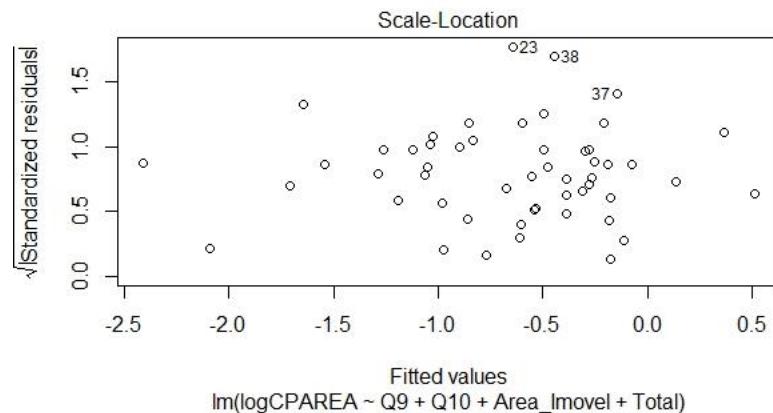
Q19	Categórica	2	1,18E-07	Não Normal	X	0,7331	Não existe diferenças entre as médias
Q23	Categórica	2	1,18E-06	Não Normal	X	0,3588	Não existe diferenças entre as médias
Q27	Categórica	2	1,97E-05	Não Normal	X	0,4614	Não existe diferenças entre as médias
Q28	Categórica	3	9,06E-09	Não Normal	0,4829	X	Não existe diferenças entre as médias
Q29	Categórica	2	2,00E-06	Não Normal	X	0,2708	Não existe diferenças entre as médias
Q30	Categórica	2	5,27E-06	Não Normal	X	0,0718	Existe diferença entre as médias
Q31	Categórica	2	4,20E-08	Não Normal	X	0,5264	Não existe diferenças entre as médias
Q33	Categórica	2	1,60E-05	Não Normal	X	0,06878	Existe diferença entre as médias
Q35	Categórica	2	9,91E-08	Não Normal	X	0,1168	Existe diferença entre as médias
Q36	Categórica	2	3,25E-05	Não Normal	X	0,5049	Não existe diferenças entre as médias
Q37	Categórica	2	1,98E-06	Não Normal	X	0,6432	Não existe diferenças entre as médias
Q38	Categórica	2	2,61E-04	Não Normal	X	0,8722	Não existe diferenças entre as médias
Q39	Categórica	2	2,18E-07	Não Normal	X	0,677	Não existe diferenças entre as médias
Q40	Categórica	2	1,45E-06	Não Normal	X	0,024	Existe diferença entre as médias
Q42	Categórica	3	3,06E-08	Não Normal	0,6442	X	Não existe diferenças entre as médias
Q43	Categórica	2	6,98E-08	Não Normal	X	0,5812	Não existe diferenças entre as médias
Q44	Categórica	2	1,82E-08	Não Normal	X	0,5846	Não existe diferenças entre as médias

3) Gráficos de validação do modelo de previsão do Consumo Por Área:

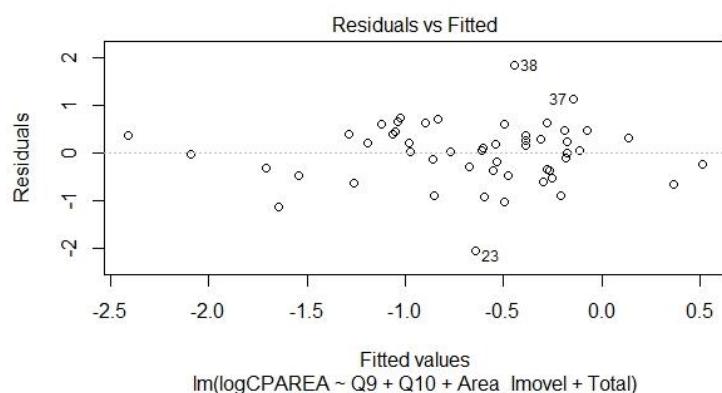
Gráfico da Normalidade dos Resíduos



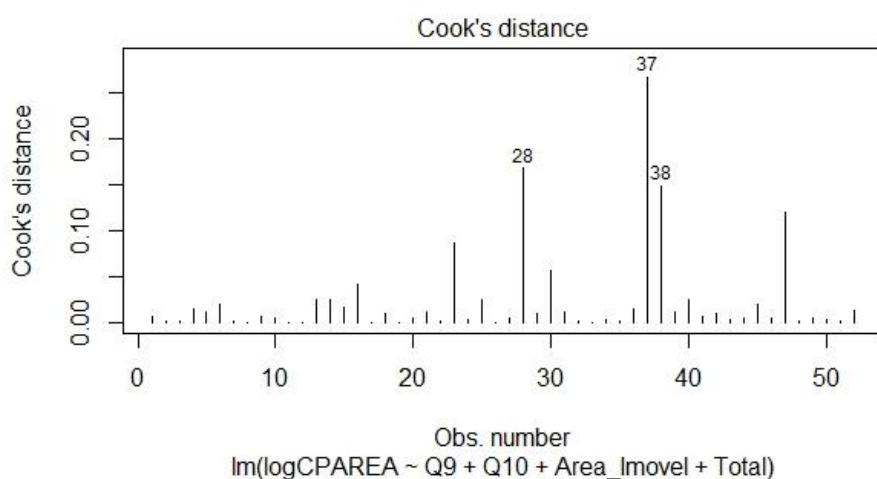
## Gráfico da Variância dos Resíduos



## Gráfico da Independência dos Resíduos



## Gráfico da Distância de Cook



**APÊNDICE H**  
**VALIDAÇÃO DOS MODELOS**

**Consumo Mensal**

Escritório	Consumo Real (m <sup>3</sup> /mês)	Consumo Previsto (m <sup>3</sup> /mês)	Mínimo Intervalo de Predição (95%)	Máximo Intervalo de Predição (95%)	Erro Relativo
1	4,25	7,77	1,85	32,68	82,74%
2	10,13	6,85	1,62	28,87	32,37%
3	8,75	8,07	1,92	33,90	7,78%
4	4,21	5,39	1,26	23,16	28,20%
5	23,79	11,05	2,60	47,04	53,54%
6	41,38	19,48	3,93	96,65	52,91%
7	31,63	14,31	3,16	64,76	54,74%
8	9,96	15,31	3,37	69,49	53,74%
9	12,58	6,16	1,46	26,07	51,02%
10	12,21	6,85	1,62	28,91	43,88%
11	10,08	6,78	1,61	28,61	32,75%
12	3,33	6,05	1,43	25,59	81,39%
13	4,04	8,28	1,93	35,53	104,94%
14	5,75	11,26	2,63	48,19	95,84%
15	4,96	7,60	1,81	31,98	53,39%
16	1,38	5,50	1,28	23,60	299,99%
17	6,50	5,88	1,38	24,96	9,57%
18	6,92	6,66	1,58	28,09	3,78%
19	5,50	8,12	1,89	34,87	47,73%
20	5,42	6,99	1,66	29,46	28,95%
21	8,21	12,62	2,85	55,78	53,71%
22	14,63	20,19	4,46	91,48	38,04%
23	12,92	10,24	2,35	44,69	20,73%
24	1,50	5,71	1,33	24,41	280,54%
25	9,33	7,12	1,69	29,94	23,74%
26	4,00	4,50	1,03	19,69	12,43%
27	5,29	6,71	1,56	28,84	26,87%
28	10,21	12,38	2,85	53,90	21,33%
29	21,04	28,51	5,63	144,30	35,50%
30	23,67	17,50	3,88	78,85	26,05%
31	3,23	11,61	2,47	54,59	259,19%
32	49,08	16,07	3,55	72,86	67,26%
33	11,17	8,22	1,95	34,71	26,36%
34	9,67	6,60	1,56	27,87	31,78%

35	3,83	6,85	1,62	28,89	78,60%
36	14,38	9,24	2,14	39,98	35,72%
37	21,04	13,87	2,92	65,97	34,09%
38	33,71	30,42	5,94	155,69	9,76%
39	13,54	5,29	1,23	22,76	60,92%
40	12,33	12,14	2,51	58,68	1,57%
41	38,79	9,31	2,22	39,08	76,00%
42	4,29	7,98	1,90	33,49	85,96%
43	28,04	8,70	2,04	37,12	68,98%
44	46,38	47,25	9,36	238,66	1,89%
45	6,96	18,72	4,01	87,27	168,97%
46	13,04	20,88	4,60	94,77	60,12%
47	20,50	8,54	2,01	36,27	58,35%
48	18,21	32,26	6,29	165,44	77,15%
49	2,04	7,32	1,73	31,02	258,29%
50	9,88	11,14	2,58	48,06	12,86%
51	37,71	17,91	4,12	77,88	52,51%
52	8,13	6,72	1,59	28,35	17,30%
53	15,79	5,55	1,30	23,77	64,86%

### Consumo *Per Capita*

Escritório	Consumo Real (l/pessoa/dia)	Consumo Previsto (l/pessoa/dia)	Mínimo Intervalo de Predição (95%)	Máximo Intervalo de Predição (95%)	Erro Relativo
1	10,06	35,98	9,48	136,62	257,67%
2	119,82	48,45	12,73	184,42	59,57%
3	19,72	36,39	9,60	137,97	84,50%
4	33,20	40,68	10,55	156,86	22,52%
5	75,08	46,36	12,22	175,84	38,25%
6	59,35	28,64	7,51	109,18	51,75%
7	49,90	45,97	12,08	175,00	7,88%
8	67,34	42,72	11,17	163,32	36,56%
9	119,13	47,64	12,52	181,25	60,01%
10	64,21	42,49	11,15	161,88	33,83%
11	159,10	49,27	12,94	187,66	69,03%
12	52,59	49,27	12,94	187,66	6,32%
13	31,89	62,12	16,11	239,57	94,80%
14	22,68	51,11	13,42	194,58	125,33%
15	46,94	52,34	13,78	198,82	11,50%
16	8,14	39,33	10,21	151,53	383,40%
17	51,28	44,27	11,60	169,02	13,67%
18	36,38	46,24	12,19	175,40	27,11%

19	65,09	64,25	16,64	248,01	1,29%
20	23,31	41,08	10,79	156,41	76,24%
21	38,85	67,51	17,01	267,89	73,76%
22	76,92	53,25	13,99	202,77	30,77%
23	61,15	43,79	11,53	166,27	28,38%
24	17,75	50,78	13,36	193,00	186,07%
25	55,23	45,29	11,92	172,09	17,99%
26	63,12	41,20	10,60	160,11	34,72%
27	41,75	56,54	14,82	215,70	35,43%
28	34,52	59,65	15,24	233,46	72,82%
29	8,44	7,81	1,75	34,90	7,44%
30	112,03	45,05	11,88	170,84	59,79%
31	10,93	35,55	9,24	136,72	225,42%
32	55,32	37,26	9,75	142,43	32,64%
33	33,04	37,77	9,93	143,64	14,31%
34	38,13	42,34	11,16	160,67	11,04%
35	30,24	51,46	13,55	195,41	70,18%
36	22,68	26,16	6,75	101,32	15,31%
37	124,51	87,51	20,52	373,23	29,71%
38	122,74	80,45	18,88	342,75	34,46%
39	128,21	40,98	10,61	158,33	68,04%
40	6,87	11,28	2,74	46,41	64,24%
41	96,65	39,45	10,42	149,34	59,18%
42	20,32	48,11	12,69	182,40	136,81%
43	88,50	51,42	13,43	196,79	41,90%
44	20,14	11,61	2,60	51,77	42,35%
45	54,90	42,64	11,12	163,40	22,33%
46	10,20	18,88	4,83	73,70	85,06%
47	51,07	45,43	11,94	172,83	11,05%
48	9,27	9,23	2,18	38,99	0,41%
49	24,17	57,93	15,18	221,04	139,72%
50	51,94	61,33	15,82	237,68	18,07%
51	30,78	21,45	5,51	83,43	30,31%
52	42,74	46,68	12,31	177,03	9,23%
53	124,59	46,84	12,32	178,14	62,40%

### Consumo Por Área

Escritório	Consumo Real (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	Consumo Previsto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano)	Mínimo Intervalo de Predição (95%)	Máximo Intervalo de Predição (95%)	Erro Relativo
1	0,46	0,78	0,20	3,08	67,13%
2	0,69	0,58	0,15	2,31	15,95%

3	0,37	0,42	0,11	1,68	13,21%
4	0,15	0,28	0,07	1,14	85,53%
5	0,60	0,33	0,08	1,30	46,06%
6	0,89	0,43	0,11	1,75	50,94%
7	0,88	0,68	0,17	2,70	22,42%
8	0,60	0,54	0,14	2,17	9,78%
9	0,55	0,35	0,09	1,39	36,81%
10	0,51	0,34	0,09	1,37	32,53%
11	0,57	0,54	0,14	2,15	5,38%
12	0,47	0,46	0,11	1,87	1,66%
13	0,33	0,81	0,20	3,23	146,26%
14	0,22	0,61	0,15	2,41	178,28%
15	0,22	0,55	0,14	2,18	149,58%
16	0,17	0,43	0,10	1,74	145,39%
17	0,39	0,38	0,09	1,51	2,55%
18	0,13	0,21	0,05	0,86	60,86%
19	0,94	0,90	0,22	3,58	4,96%
20	0,39	0,62	0,16	2,46	58,83%
21	0,40	0,58	0,14	2,41	45,34%
22	0,79	0,68	0,17	2,67	14,23%
23	0,07	0,53	0,13	2,08	675,19%
24	0,97	0,68	0,17	2,67	30,48%
25	0,76	0,41	0,10	1,86	46,42%
26	0,85	0,84	0,21	3,31	1,20%
27	0,38	0,51	0,12	2,10	34,07%
28	0,74	1,44	0,30	6,91	94,41%
29	0,41	0,28	0,07	1,14	32,53%
30	0,06	0,19	0,05	0,78	211,20%
31	1,13	0,61	0,15	2,43	46,11%
32	0,46	0,37	0,09	1,49	18,88%
33	0,12	0,12	0,03	0,53	2,84%
34	0,54	0,76	0,19	2,98	39,43%
35	0,38	0,30	0,08	1,23	20,05%
36	1,56	1,15	0,26	5,05	26,73%
37	2,70	0,86	0,19	3,90	67,98%
38	4,06	0,64	0,16	2,60	84,20%
39	1,32	1,67	0,37	7,55	26,35%
40	0,76	0,36	0,09	1,45	52,57%
41	0,40	0,74	0,19	2,92	83,95%
42	1,42	0,76	0,19	3,01	46,50%
43	0,75	0,83	0,18	3,85	11,21%
44	0,13	0,18	0,04	0,74	36,37%
45	1,48	0,93	0,22	3,91	37,22%
46	1,34	0,83	0,21	3,26	38,21%
47	0,13	0,09	0,02	0,47	30,13%

48	0,49	0,58	0,14	2,37	19,36%
49	0,53	0,77	0,19	3,08	45,86%
50	1,06	0,84	0,21	3,42	20,84%
51	0,98	0,73	0,19	2,90	24,75%
52	0,69	0,35	0,09	1,41	48,91%