

CONSUMO DE ÁGUA EM QUITINETES E SALAS COMERCIAIS:

Uma análise da ocupação e dos
usos finais de água em edifícios do
Comércio Local Norte, Brasília - DF

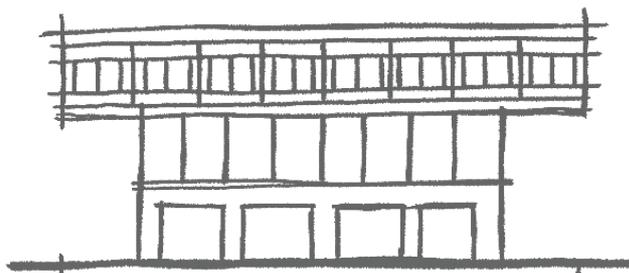


Louise Boeger

Universidade de Brasília
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação
em Arquitetura e Urbanismo

CONSUMO DE ÁGUA EM QUITINETES E SALAS COMERCIAIS:

Uma análise da ocupação e dos
usos finais de água em edifícios do
Comércio Local Norte, Brasília-DF



Louise Boeger

Orientador:
Prof. Dr. Daniel Sant'Ana

Dissertação de Mestrado em
Arquitetura e Urbanismo

Brasília, DF
Janeiro de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

BOEGER, LOUISE.

Consumo de água em quitinetes e salas comerciais: Uma análise da ocupação e dos usos finais de água em edifícios do Comércio Local Norte, Brasília-DF.

[Distrito Federal] 2022.

x, 201p., 210 x 297 mm (PPG-FAU/UnB, Mestre, Arquitetura e Urbanismo, 2022).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

1. Usos finais de água

2. Mapeamento Sistemático de Literatura

3. Quitinetes

4. Salas comerciais

I. FAU/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOEGER, L. (2022). Consumo de água em quitinetes e salas comerciais: Uma análise da ocupação e dos usos finais de água em edifícios do Comércio Local Norte, Brasília-DF. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 201p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Louise Boeger

TÍTULO: Consumo de água em quitinetes e salas comerciais: Uma análise da ocupação e dos usos finais de água em edifícios do Comércio Local Norte, Brasília-DF.

GRAU: Mestre

ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Louise Boeger Viana dos Santos
SQN 109 Bloco J Apto 411 – Asa Norte
70.752-100 – Brasília – DF – Brasil
e-mail: louiseboeger@unb.br

Universidade de Brasília
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

**CONSUMO DE ÁGUA EM
QUITINETES E SALAS COMERCIAIS:**

Uma análise da ocupação e dos usos finais de água
em edifícios do Comércio Local Norte, Brasília-DF

Arq. Urb. Louise Boeger Viana Dos Santos

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada por:

Prof. Daniel Sant'Ana, Dr. (FAU/UnB)
(Orientador)

Prof. Ricardo Prado Abreu Reis, Dr. (EECA/UFG)
(Examinador Externo)

Profa. Chenia Rocha Figueiredo, Dra. (FAU/UnB)
(Examinador Interno)

Brasília-DF, 25 de janeiro de 2022.

Dedico esse trabalho a cada pessoa que morreu ou ainda vive sem acesso digno à moradia ou à água de qualidade e a todas as mulheres que lutam pela transformação da realidade socioambiental no Brasil e no mundo.



AGRADECIMENTOS

Apreendi a duras penas que não preciso fazer tudo sozinha e o processo desse mestrado foi uma experiência importante para o reconhecimento dos limites da minha independência. Realiza-lo em meio a uma pandemia adicionou camadas extras de tensão e incerteza e escancarou a necessidade de pedir ajuda.

Sou grata porque pude recebê-la de muitas fontes.

Agradeço à minha família – Tadeu, Heidi, Lucia, Conrado e Valdeci –, que me proporcionou as melhores condições de vida para que eu pudesse chegar à pós-graduação com sede de aprender e confiança para perseguir meus objetivos, que sempre me fortaleceu nos momentos de dúvida ou tristeza e esteve ao meu lado em todas as minhas escolhas, profissionais, acadêmicas e pessoais.

Walter e Regina Boeger, dindo e dinda, agradeço por sempre me inspirarem a dar o meu melhor e realizar com excelência meu papel de pesquisadora e, quem sabe um dia, professora. Obrigada por me ajudarem a entender o que é ciência e a Universidade no Brasil. É muito bom não tatear cem por cento no escuro.

Ao Alysson, meu parceiro, namorado, amigo, marido, companheiro de quarentena e de vida, te agradeço não só por tudo que você é para mim, mas especificamente porque sem o seu suporte diário e sua mão na massa me ajudando em diversas etapas da coleta dos dados dessa pesquisa, ela não teria saído do papel. Simples assim. Essa conquista é nossa. Muito obrigada.

Às amigas com quem dividi as angústias do isolamento social, em especial Alessandra Watanabe, Carol Ozorio, Fernanda Garcez, Hingrid Meinelecki, Júlia Bisol, Júlia Piccolo, Marília Tuler, Nina Sá e Rafaela Dusi. Vocês seguraram minha barra e me lembraram que a vida vale a pena em mais momentos do que possam imaginar.

À querida amiga Diana Zava, que esteve ao meu lado praticamente todos os dias com sua escuta amorosa e encorajamento poderoso, me lembrando de tantas habilidades que eu mesma não lembrava. Que sorte a minha!

À Maribel Aliaga e Bruno Guimarães que me acolheram num dos momentos de maiores dúvidas em relação à continuidade da pesquisa em meio à pandemia e me ajudaram a decidir continuar da melhor forma possível naquele cenário.

À Tamires Nascimento pelo cuidado profissional e pela amizade que em todos esses anos de jornada acadêmica me livraram primeiro das dores de cabeça e depois de tantas outras, físicas e emocionais, me possibilitando chegar até aqui.

À Paloma Galvão pelo acompanhamento profissional, que me ajudou a passar por muitos desafios internos durante a realização da pesquisa, principalmente no ano de 2020. Acompanhamento psicológico deveria ser direito de todo pesquisador.

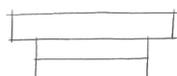
À Barbara Nickel e Mariana Bandarra por reunirem tantas mulheres incríveis e me ajudarem a passar pelo mestrado com um olhar mais atento e presente.

A todas as mulheres do Planejamento Selvagem que compartilharam comigo a Salinha do Foco por inúmeras horas me fazendo companhia, mesmo que virtual.

Ao meu orientador, Daniel Sant’Ana, pelos já dez anos de trabalho em parceria, por ter me convidado a voltar à academia em uma época que eu havia desistido e por tantas horas de aconselhamento e escuta de ideias mirabolantes.

Aos colegas do grupo de pesquisa Água & Ambiente construído, em especial Livia Santana, Roberta Borges, Larissa Rega e Natalia Totugui, que contribuíram com a revisão de literatura e o delineamento da metodologia do trabalho.

À Patrícia Cáceres, que foi fundamental na obtenção dos dados secundários.



Ao Igor Alcântara pela realização primorosa das instalações dos equipamentos de medição e pela amizade que se formou nos meses de trabalho juntos.

À Larissa Bernardes, que foi minha companhia incansável na coleta de dados, divulgação dos questionários e tabulação dos resultados. Por cada manhã gelada em que você esteve comigo e cada “não” que não ouvi sozinha, obrigada.

À Universidade de Brasília, pelo suporte financeiro – por meio dos editais DPI 04/19 e DPI/DPG 03/21 – e pela concessão de afastamento das minhas funções de servidora durante 14 meses para me dedicar exclusivamente à pesquisa.

Aos colegas do Ceplan, em especial Alice Cardoso, Camila Duarte, Claudio Arantes, Eduardo Soares e Natália Cabral, por sustentarem minha ausência nas atividades de planejamento durante o período de afastamento e me acolherem de forma tão compreensiva no retorno. Viva o espírito de equipe!

Aos professores e servidores do PPG/FAU pelo suporte nessa trajetória, um pouco mais longa que a habitual, na qual sempre pude contar com o Programa.

À ADASA e à CAESB, pelo fornecimento dos dados de consumo predial do Comércio Local Norte, essenciais para a realização da pesquisa.

A todos os participantes da coleta de dados quantitativos, moradores, trabalhadores, porteiros e zeladores que responderam ao questionário e às entrevistas.

A todos aqueles que divulgaram o link do questionário em suas redes, que testaram a versão piloto e forneceram suas contribuições.

Aos participantes da etapa qualitativa – Carla Monza e Isabella Souza (Orla Arquitetura), Davi Rezende, Filipe Cardoso, Isaac Sassi, Hanna Conde e Júlia Piccolo (Grupo Noma), Joaquim Maia Neto, Marcelo Oliveira, Sandra Moresk e Sofia Tochetto – por abrirem as portas de suas casas e empresas para contribuir com a ciência de forma completamente voluntária, confiando no meu trabalho e contribuindo com ele.

A Maria Eduarda Proença, pela elaboração das plantas das unidades analisadas.

À talentosa e atenciosa artista e colega arquiteta Mariana Dermuth, com quem tive a sorte e o prazer de contar para ilustrar esse trabalho, pelas idas e vindas das versões e o carinho em atender cada detalhe que eu pedi em cada ilustração.

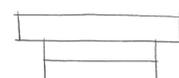
Aos membros da banca, Profs. Ricardo Reis e Chenia Figueiredo, pela leitura atenta e importantes contribuições para o aprimoramento da pesquisa.

A todos os que vieram antes de mim, cada autora e autor citado aqui, e todos aqueles que, nessa teia que vivemos e chamamos conhecimento, teceram um fio que me sustentou para a elaboração desse trabalho.

A todos que vierem depois, também agradeço.

*“A mulher selvagem é amiga e mãe
de todas as que se perderam,
de todas as que precisam aprender,
de todas as que têm um enigma para resolver,
de todas as que estão lá fora na floresta ou no deserto,
vagando e procurando”.*

Clarissa Pinkola Estés



RESUMO

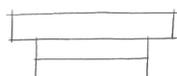
Considerando que os usos residencial e comercial representam juntos mais de 90% da água consumida no Distrito Federal e que, após realização de um mapeamento sistemático da literatura foi identificada uma importante lacuna na compreensão dos padrões de consumo de água em quitinetes e edificações comerciais, foi conduzido um estudo de caso quali-quantitativo em edificações do Comércio Local Norte, em Brasília, DF com o objetivo de identificar o consumo de água por usos finais.

A pesquisa classificou as 260 edificações analisadas em três tipologias arquitetônicas e três padrões de ocupação para os pavimentos superiores: residencial (quitinetes), comercial e misto, em que atividades residenciais e comerciais coexistem nos mesmos pavimentos. Além disso, identificou as principais características dos sistemas hidráulicos prediais e estabeleceu e comparou indicadores de consumo de água por área para as diferentes tipologias. O trabalho propôs uma análise e discussão dos impactos da pandemia do novo Coronavírus no uso da água com base na evolução do consumo predial faturado entre os anos 2016 e 2021 para o setor.

Na análise qualitativa, foram realizadas auditorias hidráulicas em seis quitinetes e três salas comerciais com o auxílio de equipamentos de medição específica – medidores de fluxo associados a *data loggers* – instalados por duas semanas, que permitiram obter indicadores de consumo médio por dia e por área, dados médios de vazão, tempo e frequência de uso por equipamento hidrossanitário em cada unidade, gerando indicadores médios para quitinetes e salas comerciais.

O equipamento com maior consumo nas quitinetes foi a bacia sanitária, seguida do chuveiro, com cerca de um terço do consumo de água cada. Já para as salas comerciais, a bacia sanitária chegou a 60% do consumo total. O consumo médio foi de 132,5 litros por dia para as quitinetes e 52,95 para as salas comerciais, abaixo dos indicadores obtidos em estudos anteriores para usos residenciais e comerciais em Brasília.

Além disso, foram analisados aspectos socioeconômicos e alterações no padrão de ocupação nos últimos dois anos em função da pandemia e sua implicação no consumo de água para os usos residencial e não-residencial. Os achados demonstram discrepância muito baixa para os resultados aferidos *in loco* e aqueles faturados no último ano pela concessionária fornecedora de água (Caesb) para as quitinetes e alta para o uso comercial, que pode ser atribuída a heterogeneidade das atividades comerciais realizadas no setor.



ABSTRACT

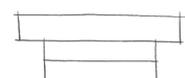
Considering that residential and commercial uses together represent more than 90% of the water consumed in the Federal District and that, after carrying out a systematic mapping of the literature, an important gap was identified in the understanding of water consumption patterns in kitchenettes and commercial buildings, a qualitative-quantitative case study was conducted in buildings located in the sector named Comércio Local Norte, in Brasília, Brazil, aiming to identify water end uses.

This research classified the 260 buildings in the sector into three architectural typologies and three occupancy patterns for the upper floors: residential (kitchenettes), commercial and mixed, in which residential and commercial activities coexist on the same floors. It also carries out the characterization of hydraulic systems and establishes and compares area related water consumption indicators for the different typologies. The work proposed an analysis and discussion of the impacts of the new Coronavirus pandemic on water use based on the evolution of billed building consumption between 2016 and 2021 for the sector.

In the qualitative analysis, hydraulic audits were carried out in six kitchenettes and three commercial rooms with the help of specific measurement equipment - flow meters associated with data loggers - installed for two weeks, which allowed to obtain indicators of average consumption per day and per area, average data on flow, time and frequency of use by hydrosanitary equipment in each unit, generating average indicators for kitchenettes and commercial rooms.

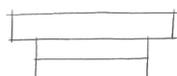
The equipment with the highest consumption in the kitchenettes was the toilet, followed by the shower, with about a third of the water consumption each. As for the commercial rooms, the sanitary basin reached 60% of the total consumption. The average consumption was 132.5 liters per day for the kitchenettes and 52.95 liters for the commercial rooms, below the indicators obtained in previous studies for residential and commercial uses in Brasilia.

In addition, socioeconomic aspects and changes in the occupancy pattern in the last two years were analyzed due to the pandemic and its implication in the consumption of water for residential and non-residential uses. The findings show a very low discrepancy for the results measured in loco and those billed in the last year by the water supply company (Caesb) for kitchenettes and high for commercial use, which can be attributed to the heterogeneity of commercial activities carried out in the sector.

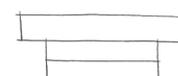


SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA	7
1.2	OBJETIVOS	8
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	9
2	PRINCIPAIS INDICADORES E TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E DE ESCRITÓRIOS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	11
2.1	MÉTODO	12
2.2	RESULTADOS GERAIS	14
2.3	INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA	17
	2.3.1 VOLUME DE CONSUMO PER CAPITA.....	17
	2.3.2 USOS FINAIS DE ÁGUA	18
	2.3.3 CORRELAÇÃO USO DA ÁGUA E OUTRAS VARIÁVEIS.....	20
	2.3.4 SÍNTESE E REFLEXÕES	22
2.4	TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA	23
	2.4.1 MEDIÇÕES GERAIS: PREDIAIS E INDIVIDUALIZADAS	23
	2.4.2 MEDIÇÕES SETORIZADAS E ESPECÍFICAS	26
	2.4.3 QUESTIONÁRIOS, ENTREVISTAS E DIÁRIOS.....	29
	2.4.4 TÉCNICAS DE OBSERVAÇÃO	31
	2.4.5 SÍNTESE E REFLEXÕES	32
2.5	USO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	34
	2.5.1 ESTUDOS INTERNACIONAIS.....	35
	2.5.2 ESTUDOS NO BRASIL	42
	2.5.3 ESTUDOS NO DF	44
	2.5.4 SÍNTESE E REFLEXÕES	45
2.6	USO DA ÁGUA EM ESCRITÓRIOS	47
	2.6.1 ESTUDOS INTERNACIONAIS.....	48
	2.6.2 ESTUDOS NO BRASIL	50
	2.6.3 ESTUDOS NO DF	52
	2.6.4 SÍNTESE E REFLEXÕES	54
2.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
3	MÉTODO	65
3.1	OBJETO DE ESTUDO	66
3.2	LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	68
	3.2.1 ANÁLISE DOCUMENTAL.....	68
	3.2.2 ENTREVISTAS E VISTORIAS	69
	3.2.3 HISTÓRICO DO CONSUMO DE ÁGUA	71
	3.2.4 QUESTIONÁRIOS.....	72
3.3	LEVANTAMENTO QUALITATIVO	73
	3.3.1 VISTORIAS HIDRÁULICAS.....	74
	3.3.2 AUDITORIAS DO CONSUMO DE ÁGUA.....	74



4	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS, PADRÕES DE OCUPAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF	79
4.1	MÉTODO	80
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	81
	4.2.1 CONTEXTO URBANO.....	81
	4.2.2 CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS.....	83
	4.2.3 USO E OCUPAÇÃO.....	91
	4.2.4 SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS.....	93
4.3	INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA	96
	4.3.1 CONSUMO PREDIAL MENSAL.....	96
	4.3.2 CONSUMO ANUAL POR ÁREA.....	99
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
5	USOS FINAIS DE ÁGUA EM QUITINETES E SALAS COMERCIAIS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF	105
5.1	MÉTODO	108
5.2	USO RESIDENCIAL - QUITINETES	110
	5.2.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA.....	112
	5.2.2 CONSUMO DE ÁGUA.....	118
	5.2.3 USOS FINAIS DE ÁGUA.....	125
5.3	USO COMERCIAL	130
	5.3.1 ATIVIDADES COMERCIAIS.....	131
	5.3.2 CONSUMO DE ÁGUA.....	132
	5.3.3 USOS FINAIS DE ÁGUA.....	138
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
6	CONCLUSÃO	147
6.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	150
6.2	IMPLICAÇÕES, PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES	151
7	APÊNDICES	155
	REFERÊNCIAS	191



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demanda urbana de água no Distrito Federal, por setor	4
Figura 2 – Consumo comercial anual de água no Distrito Federal por Região Administrativa.....	7
Figura 3 – Distribuição geográfica dos estudos analisados	15
Figura 4 – Distribuição geográfica dos estudos analisados por data de publicação.....	16
Figura 5 – Indicadores de consumo per capita (lpd) encontrados nos estudos de edificações residenciais analisados	46
Figura 6 – Comparação entre valores internacionais de referência para consumo eficiente de água e indicadores por área obtidos nos estudos dos edifícios comerciais analisados	57
Figura 7 – Distribuição dos estudos por tipo de técnica aplicada.	59
Figura 8 – Fluxograma de pesquisa	66
Figura 9 – Localização das quadras do Comércio Local Norte, indicadas em tracejado amarelo (a);	67
Figura 10 – Corte esquemático das instalações hidráulicas do CLN.....	68
Figura 11 – Aparelho de medição, composto por medidor de fluxo (a) e data logger (b)	75
Figura 12 – Esquema de instalação dos aparelhos para auditoria de consumo.....	76
Figura 13 – Instalações dos medidores em ambientes de banheiros (a)(b)(c)(d) e copa/cozinha (e)(f);	77
Figura 14 – Exemplos de edifícios estudados na CLN 412 (a) e CLN 110 (b)	81
Figura 15 – Esquema do sistema de endereçamento do Plano Piloto, Brasília-DF	82
Figura 16 – Distribuição dos blocos do CLN nas quadras 100 e 200 (a) e nas quadras 300 e 400 (b)	83
Figura 17 – Exemplo de edificação T1 na CLN 407	84
Figura 18 – Exemplo de edificação T1.5 na CLN 103 Bloco A	86
Figura 19 – Exemplo de edificação T2 na CLN 112 Bloco D.....	87
Figura 20 – Diferenças volumétricas entre as tipologias T1/T1.5 e T2 do CLN	87
Figura 21 – Sobreloja vinculada às lojas do térreo em edifícios T1.5, vista a partir da galeria do térreo (b) ou do exterior da edificação (c).....	88
Figura 22 – Localização da galeria coberta em relação aos pavimentos superiores, a partir da divisa frontal (a) e da divisa lateral (b)	88
Figura 23 – Exemplos de acessos em edifícios de diferentes tipologias (a) (b) (c) (d).....	89
Figura 24 – Acessos independentes externos para o subsolo pelas laterais das edificações.....	90
Figura 25 – Edificações do CLN classificadas por tipologia.....	90
Figura 26 – Percentagem de salas ocupadas por uso.....	93
Figura 27– Corte esquemático das instalações hidráulicas do CLN.....	94
Figura 28 – Acesso aos hidrômetros individualizados localizado na circulação de edifício recém-construído na quadra CLN 412 (a) e distribuição adaptada para medição individualizada na CLN 215	95
Figura 29 - Evolução do consumo predial mensal faturado (m ³) 2016-2021	96
Figura 30 – Evolução do consumo predial mensal faturado (m ³) 2019-2021.....	97
Figura 31 – Percepção do consumo de água durante a pandemia em unidades residenciais (a) e comerciais (b), em relação aos padrões anteriores de consumo.....	98
Figura 32 – Consumo médio mensal por tipologia.....	99
Figura 33 – Indicadores de consumo predial anual médio por área (m ³ /m ² /ano) - 2016 a 2020	101

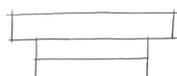
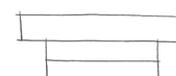
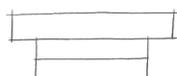


Figura 34 – Comparação entre indicadores de consumo predial anual médio ($m^3/m^2/ano$) por tipologia do CLN (2016-2020) e resultados obtidos em edifícios comerciais em Santa Catarina	102
Figura 35 – Via entre as quadras CLN 410 (à direita) e 411 (à esquerda).	106
Figura 36 – Esquema de instalação dos aparelhos para auditoria de consumo.....	109
Figura 37 – Perspectiva isométrica de uma quitinete típica com destaque para os equipamentos hidrossanitários tipicamente presentes (em azul).....	111
Figura 38 – Número de dormitórios.....	112
Figura 39 – Ocupação dos moradores das quitinetes do CLN (n=87).....	113
Figura 40 - Distribuição da população por faixas de idade e sexo, Asa Norte.....	114
Figura 41 – Distribuição etária dos moradores das quitinetes do CLN (n=87)	114
Figura 42 – Distribuição da população por arranjos domiciliares na Asa Norte e nas quitinetes do CLN (n=87).....	115
Figura 43 – Escolaridade dos moradores das quitinetes do CLN (n=87)	116
Figura 44 – Renda familiar mensal média per capita dos moradores das quitinetes do CLN em 2021 (n=87)	117
Figura 45 – Percentual de unidades por condição de ocupação do domicílio (a) e tempo de residência (b)	118
Figura 46 – Evolução do consumo mensal médio faturado por unidade individualizada (m^3) 2016-2021	119
Figura 47 – Evolução do consumo mensal faturado por unidade individualizada (m^3) 2019-2021	120
Figura 48 - Percentual de unidades com consumo mensal igual a $0 m^3$ 2016-2021	120
Figura 49 – Tempo de permanência dos moradores nas quitinetes antes (a) e após (b) março de 2020 (n=87)	121
Figura 50 – Alterações na jornada de trabalho decorrentes da pandemia (n=87).....	122
Figura 51 – Consumo médio por dia da semana por unidade analisada (l/d).....	124
Figura 52 – Equipamentos hidrossanitários presentes nas unidades, por uso	125
Figura 54 – Consumo diário de água por usos finais (l/d) - quitinetes	126
Figura 53 – Usos finais (%) por quitinete analisada.....	127
Figura 55 – Percentual de unidades por situação do domicílio (a) e por tempo de residência (b)	130
Figura 56 – Distribuição etária dos funcionários.....	131
Figura 57 – Tipos de atividades realizadas nas salas comerciais	131
Figura 58 – Evolução do consumo mensal médio faturado por unidade individualizada (m^3) 2016-2021	133
Figura 59 – Evolução do consumo mensal faturado por unidade individualizada (m^3) 2019-2021	133
Figura 60 - Percentual de unidades com consumo mensal igual a $0 m^3$ 2016-2021	134
Figura 61 – Variação da população fixa e flutuante durante a pandemia (n=25)	135
Figura 62 – Perfil de ocupação dos escritórios antes e após março de 2020.....	136
Figura 63 – Número de salas ocupadas por empresa (2021).....	137
Figura 64 – Consumo médio por dia da semana por unidade analisada (l/d).....	138
Figura 65 – Usos finais (%) por sala comercial analisada	140
Figura 66 – Consumo diário de água por usos finais (l/d) – salas comerciais.....	140
Figura 67 – Consumo por sala comercial ($m^3/mês$) – junho de 2020 a maio de 2021	143



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Técnicas de auditoria de consumo de água aplicadas nos estudos analisados	32
Tabela 2 – Informações gerais dos estudos internacionais de uso da água em edificações residenciais analisados, ordenados por ano de publicação	35
Tabela 3 – Resultados dos estudos internacionais acerca do uso da água em edificações residenciais	39
Tabela 4 – Informações gerais dos estudos nacionais de uso da água em edificações residenciais analisados, ordenados por ano de publicação	42
Tabela 5 – Resultados obtidos nos estudos nacionais acerca do uso da água em edificações residenciais	43
Tabela 6 – Informações gerais dos estudos de uso da água em edificações não-residenciais analisados, ordenados por ano de publicação	48
Tabela 7 – Resultados obtidos nos estudos acerca do uso da água em edificações não-residenciais	54
Tabela 8 – Cronograma de instalações e desinstalações por unidade analisada	75
Tabela 9 – Consumo predial anual médio (m ³) por tipologia – 2016 a 2020	100
Tabela 10 – Indicadores de consumo predial anual médio (m ³ /m ² /ano) por tipologia - 2016 a 2020.....	100
Tabela 11 – Cronograma de instalações e desinstalações por unidade analisada	110
Tabela 12 – Resumo dos dados de consumo por usos finais por quitinete	128
Tabela 13 – Resumo dos dados de consumo por usos finais – quitinete	129
Tabela 14 – Resumo dos dados de consumo por usos finais por sala comercial	141
Tabela 15 – Resumo dos dados de consumo por usos finais - sala comercial.....	142



1

INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

1.2 Objetivos

1.3 Estrutura da dissertação



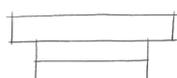
Com o crescimento da população, dos níveis de poluição e do desmatamento, as alterações de cursos naturais dos rios e as mudanças climáticas, a situação de estresse hídrico vem se agravando no século XXI, com a previsão de que aproximadamente 3 bilhões de pessoas no mundo sofrerão com escassez de água potável em 2025 (ONU, 2020; RICHTER; STAMMINGER, 2012). O cumprimento desse prognóstico pode gerar impactos em diversos aspectos da vida humana, desde o consumo direto, passando pela produção de alimentos e de bens de consumo, nos transportes e para a geração de energia elétrica, além de impactos na biodiversidade, afetando a flora, a fauna e desequilibrando diversos ecossistemas (ANA, 2020).

Alinhada à necessidade de garantir a sustentabilidade do abastecimento de água, a Organização das Nações Unidas (ONU), estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que constituem a Agenda 2030, a ser implementada globalmente no período de 2016-2030. O acesso à água e ao saneamento básico como um direito universal é tema do ODS 6 - Água Potável e Saneamento (ANA, 2019). Atingir o ODS 6 é um resultado que depende de parceria entre diversas instâncias governamentais, o setor privado, a sociedade civil e cada cidadão.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal (Lei nº 2.725/2001) já trazem, mesmo antes do estabelecimento dos ODS pela ONU, a definição da água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

O Brasil figura entre os países com maior disponibilidade hídrica no mundo, estimada entre 12 e 16% da água doce do planeta (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006). Apesar disso, assim como na relação entre a oferta e a demanda de água em escala global, também nacionalmente existe um desequilíbrio, visto que regiões com grande disponibilidade hídrica são aquelas que menos consomem, e vice-versa. Por exemplo, a Região Hidrográfica Amazônica abriga apenas 5% da população brasileira, apresenta baixa densidade demográfica e pouca demanda de água, mas concentra cerca de 80% da água superficial do país (ANA, 2020).

A ocorrência de volumes totais de chuva abaixo da média entre os anos de 2012 e 2017, gerando baixo índice de recarga dos reservatórios, aliada à necessidade de atendimento às demandas de água dos diversos usos, resultou em níveis de água extremamente baixos nos reservatórios de grande parte do país ao final desse período.



Nesse contexto, o Governo do Distrito Federal decretou situação de emergência por meio do Decreto nº 37.976, de 24 de janeiro de 2017, reconhecendo institucionalmente a crise hídrica instalada (GDF, 2017). Além de causas meteorológicas de curto prazo, diversos outros fatores naturais e antrópicos, como desmatamento, erosão das margens dos rios e assoreamento dos vales, impermeabilização do solo, captações clandestinas de água, ocupações irregulares, falta de planejamento da infraestrutura hídrica para atender à crescente demanda e baixa conscientização dos usuários sobre o consumo de água podem ter contribuído para esse cenário. Ressalta-se, no caso específico do DF, o aumento da população a um ritmo médio de 60 mil pessoas por ano, segundo o IBGE, e a ausência de obras estruturantes no sistema de abastecimento por mais de 16 anos (CEDE, 2015; GDF, 2017).

Após estabelecida a situação de crise, o GDF elaborou o Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica, criou comitês específicos para gestão da situação e propôs medidas mitigadoras a curto, médio e longo prazo, entre elas: redução do consumo de água pelos órgãos e entidades da Administração Pública Direta e Indireta, suspensão das permissões para perfurações de poços artesianos e cisternas, suspensão da captação de água por caminhões pipa, captação emergencial de água no Lago Paranoá, identificação de atividades potencialmente poluidoras e do uso irregular do solo, monitoramento dos rios, inspeções das outorgas e caracterizações de crimes ambientais, campanhas educativas, redução na pressão da rede de distribuição, proibição de irrigação de jardins, regras específicas para estabelecimentos comerciais de lavagem de veículos, reparos nos reservatórios, substituição de redes antigas, captação de outros mananciais; e implantou restrições de uso da água a toda a população, por meio de racionamento sob a forma de rodízio, em que cada bairro tinha o fornecimento de água suspenso em determinados dias da semana (GDF, 2017).

Ao longo de 2018, parte dos volumes dos reservatórios foi recuperada, porém, tornando a apresentar níveis reduzidos nos meses finais de 2019, atingindo o menor volume útil nesse período do ano nos últimos cinco anos (ANA, 2020).

A distribuição do consumo no DF ocorre da seguinte forma: 84,45% em residências urbanas e rurais; 9,42% em estabelecimentos comerciais; 5,61% em órgãos públicos distritais e federais; 0,52% em outros usos, incluindo uso industrial e sistemas de irrigação (Figura 1).

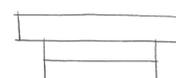
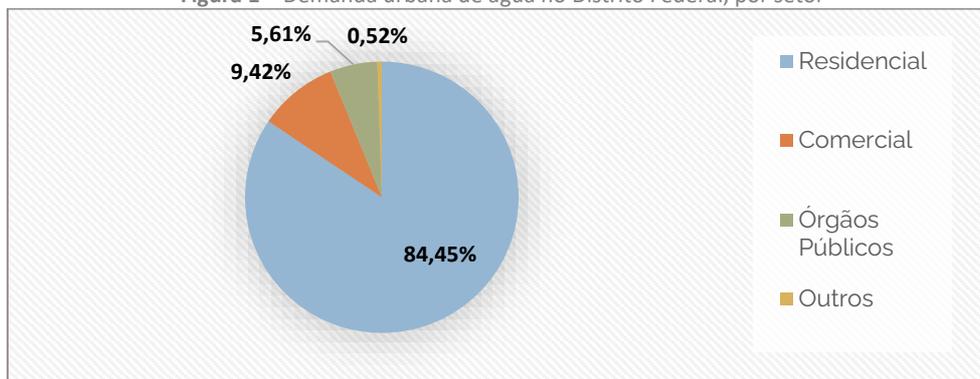


Figura 1 – Demanda urbana de água no Distrito Federal, por setor



Fonte: (adaptado de) GDF, 2017, p.16.

Considerando essa realidade, percebe-se “a importância da conscientização da população sobre o uso racional da água” (GDF, 2017, p.16) e da discussão de estratégias que busquem soluções para a discrepância crescente entre oferta e demanda de água urbana, não só do ponto de vista de gestão e ampliação da oferta, mas também de redução da demanda por água potável.

Tradicionalmente, a gestão da água foi realizada com base na oferta, no entanto, mais recentemente, a busca por soluções mais eficientes de uso racional de água vem dando maior enfoque na gestão da demanda, o que pode estender a vida útil dos projetos de sistemas de captação de água para abastecimento urbano e adiar os altos investimentos envolvidos na exploração de novos mananciais para ampliação da oferta de água. É cada vez mais reconhecido que a gestão de água baseada na demanda possui alta eficiência e baixo risco, possibilitando ganhos financeiros e ambientais, dadas as grandes incertezas sobre as futuras pressões climáticas e não climáticas (PARKER; WILBY, 2012).

Atuar com base na gestão da demanda de água por meio de regulamentos nacionais e locais apropriados, como políticas de incentivo ao uso racional, promoção de tecnologias economizadoras e sistemas alternativos de água, educação para a conservação e punição de ações de desperdício, representa uma estratégia alternativa à ampliação da oferta, possibilitando a garantia de confiança no abastecimento, reduzindo os custos do fornecimento e reestabelecendo o equilíbrio entre oferta e demanda de água urbana (COMINOLA *et al.*, 2015; SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Algumas das oportunidades¹ identificadas pelo Comitê Técnico de Enfrentamento à Crise Hídrica do GDF (GDF, 2017) dialogam com a gestão da água baseada na demanda, como por exemplo: aplicação de tecnologias poupadoras de água, aperfeiçoamento do monitoramento do uso de recursos hídricos, criação de cultura de consumo consciente de recursos hídricos, aperfeiçoamento da comunicação e educação sobre o uso de água, fortalecimento dos mecanismos de fiscalização, definição de políticas alternativas para o uso da água e fortalecimento do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

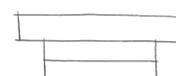
A aplicação do conceito de “substituição de fontes” defendido pela Agência Nacional de Águas representa uma possibilidade de satisfazer demandas hídricas menos restritivas em termos de qualidade, liberando águas de melhor qualidade para usos mais nobres. Desenvolver e implementar tecnologias relacionadas a fontes alternativas de água, aliadas ao controle da demanda e ao uso eficiente, constituem estratégia básica para solucionar o problema da escassez de água (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Nas edificações, a redução da demanda de água potável pode ser realizada por meio da investigação de vazamentos, redução nas perdas de água, criação de programas voltados a educação e conscientização dos usuários, instalação de equipamentos hidrossanitários economizadores nos pontos de consumo de água e implementação de sistemas que garantam o fornecimento por meio de fontes alternativas de água, como por exemplo reuso das águas cinzas (RAC) ou aproveitamento de água de chuva (AAC), seja na fase de projeto de novos edifícios ou por meio da adaptação de edifícios existentes (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Ao propor adaptações um edifício existente ou durante a fase de projeto de um novo edifício visando a conservação de água, torna-se necessário conhecer o consumo ou estimar a demanda, que varia por tipologia de edificação e, também, pode variar entre edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Para reduzir o custo e o tempo dispensados em auditorias individualizadas para cada edificação, ou no caso de novos projetos, em que ainda não existe consumo sendo realizado, é possível estimar e prever a demanda de água utilizando dados de consumo da literatura.

¹ O Comitê utilizou a ferramenta SWOT, anagrama para os termos: *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*, em português: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças;



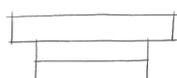
Cabe ressaltar que o uso da água responde a fatores climáticos, tecnológicos, econômicos, demográficos e culturais, de modo que os perfis de demanda variam entre as regiões. No entanto, as técnicas de amostragem e modelagem podem ser reproduzidas e contribuem para uma compreensão mais ampla da previsibilidade do uso da água. Além disso, a análise detalhada de diferentes conjuntos de dados de demanda de água pode fornecer percepções gerais sobre os padrões de comportamento e variabilidade do uso da água, que podem ser testados em outras regiões (PARKER; WILBY, 2012).

Diversos estudos vem sendo realizados ao redor do mundo com o objetivo de caracterizar o consumo de água nas edificações, obtendo dados desde consumo predial anual, mensal ou diário, passando por indicadores de consumo *per capita* e por área construída, até dados de usos finais, também chamados microcomponentes, em que a quantidade de água é classificada por tipos de atividades realizadas ou por equipamentos hidrossanitários presentes na edificação, tema que será posteriormente discutido neste trabalho.

Compreender os usos finais da água pode contribuir na elaboração de programas eficazes de gestão da demanda e no uso ideal de fontes alternativas de água, além de refinar os modelos de previsão de demanda e identificar oportunidades para melhorar a eficiência do uso da água (BOYLE et al., 2013; RATHNAYAKA et al., 2011; WHITE; MILNE; RIEDY, 2004).

Além disso, com o advento da revisão da norma ABNT NBR 5626:2020, “Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção”, os estudos acerca do consumo de água e especialmente dos usos finais tornaram-se ainda mais relevantes no cenário brasileiro, uma vez que essa edição confere maior liberdade aos projetistas, como a possibilidade de determinar as vazões consideradas para o dimensionamento dos sistemas e escolher os indicadores de consumo utilizados para determinar os volumes dos reservatórios. Com maior quantidade e melhor precisão das informações disponíveis para cada realidade projetada, seja em relação aos usos ou tipologias das edificações, maior a chance de realizar projetos de sistemas com menores custos, maior adequação, segurança e melhor eficiência hídrica.

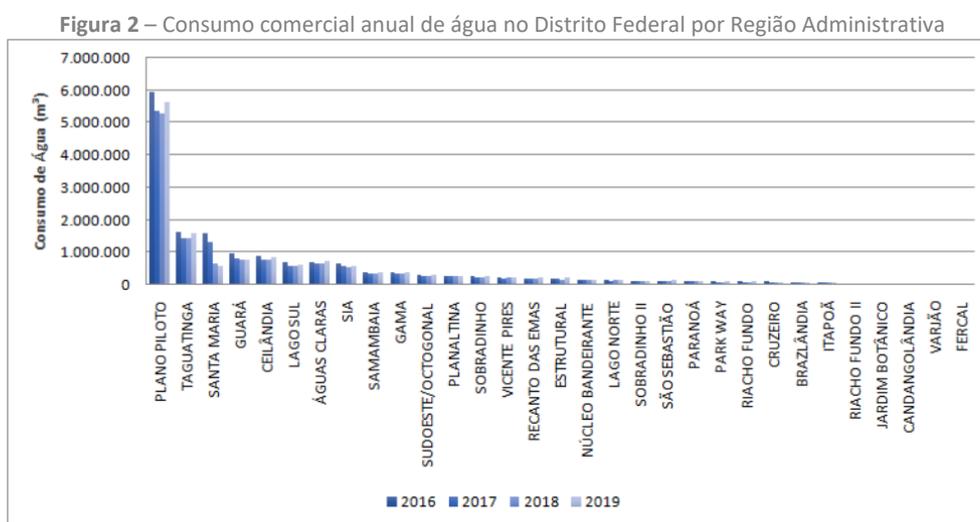
No que se refere à escala macro de planejamento, a previsão de demanda de água pode contribuir para a tomada de decisões estratégicas, táticas ou operacionais, como expansão de capacidade, planejamento de investimento e operação, gerenciamento e otimização de sistemas (DONKOR *et al.*, 2014).



1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos recentes demonstram que, após a crise que levou ao racionamento, o Distrito Federal registrou redução no consumo de água durante os anos de 2017 e 2018, devido às medidas empregadas para o enfrentamento da crise hídrica, porém, em 2019, a população retomou os padrões anteriores de consumo (CODEPLAN, 2021).

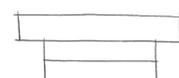
O Plano Piloto é a região que apresenta o maior consumo total de água do DF (com cerca de 25 milhões de m³/ano), e onde ocorre a maior parte do consumo para usos comercial (Figura 2) e público, além de figurar entre as cinco com maior indicador de consumo *per capita* para uso residencial (em torno dos 180 litros por pessoa por dia – lpd).



Fonte: Adasa, 2018; Caesb; 2020 (apud CODEPLAN, 2021).

Portanto, compreender o consumo de água nas edificações, especialmente para fins residenciais e comerciais, viabilizando reforçar a conscientização dos usuários e projetar soluções para melhoria da eficiência hídrica nessas edificações pode representar importante potencial de redução do consumo de água a nível estadual.

O consumo da água em seus usos finais nas edificações do Distrito Federal vem sendo investigado há alguns anos, mas algumas lacunas ainda se fazem presentes a fim de compreender seus padrões em diferentes usos e tipologias. Considerando que o estoque edificado de Brasília conta principalmente com edificações residenciais e comerciais e que estas representam também a maior parcela do consumo urbano de água (84,45% e 9,42%,



respectivamente), o presente trabalho identificou como principais lacunas nesse campo do conhecimento o estudo de duas tipologias: quitinetes² e escritórios.

No âmbito residencial, buscou-se complementar a investigação conduzida por Sant'Ana & Mazzega (2018) – visto que os autores não abordaram a tipologia quitinete, tendo concentrado a investigação em apartamentos com no mínimo dois dormitórios e residências unifamiliares – e dar continuidade aos achados de Bomfim & Sant'Ana (2021) – que analisaram os usos finais e os padrões de consumo de água em uma quitinete –, a fim de obter dados representativos para o uso da água nessa tipologia residencial, por meio de análises de uma quantidade de dados mais ampla.

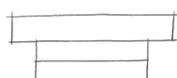
Já em se tratando do uso comercial, estudos (TOTUGUI, 2020; TOTUGUI *et al.*, 2019; TOTUGUI; VALVERDE; SANT'ANA, 2018) avaliaram o uso de água em uma abordagem quantitativa e caracterizaram os usos finais em estabelecimentos comerciais com diferentes atividades, porém sempre focando em atividades comerciais dos ramos varejista e alimentício. No entanto, pouco se sabe sobre a demanda de água em escritórios. Após extenso mapeamento da literatura, foram identificados alguns estudos de usos finais que abordaram edifícios de escritórios, dentre os quais apenas dois realizaram medições específicas para aferir o consumo de água (BINT; VALLEY & ISACS, 2014; SANT'ANA *et al.*, 2018).

A possibilidade de compreender o consumo de água em quitinetes e escritórios em uma mesma investigação se deu pela existência de uma tipologia edilícia presente no bairro Asa Norte, no Plano Piloto, denominada “Comércio Local Norte” (CLN), que totaliza cerca de 260 edifícios de características muito semelhantes, em que quitinetes e escritórios coexistem. A oportunidade de complementar o banco de dados de usos finais de água nas edificações típicas do Plano Piloto por meio da coleta de dados primários e, se possível, representativos, foi um importante elemento motivador da presente pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

A pesquisa realizado nessa dissertação consiste na análise do consumo de água e na obtenção de indicadores por usos finais para quitinetes e escritórios, por meio de um estudo de caso

² Do inglês “*kitchenette*”. Usado no decorrer deste documento para designar tipologia de apartamentos cujos quarto, sala e cozinha constituem uma só peça; sinônimo de “apartamento conjugado” ou “estúdio”;



quali-quantitativo realizado nas salas comerciais dos edifícios do Comércio Local Norte (CLN), em Brasília-DF³. Como objetivos específicos, a pesquisa:

- Caracterizou as tipologias arquitetônicas e os sistemas hidráulicos prediais das edificações do Comércio Local Norte (CLN);
- Traçou um perfil socioeconômico do morador das quitinetes do CLN;
- Traçou um perfil de ocupação das unidades, em termos de horas vazias e ocupadas.

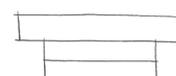
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Os resultados da pesquisa estão apresentados na forma de manuscritos de artigos científicos, distribuídos nos capítulos 2, 4 e 5. No início do documento, é realizada uma breve introdução (capítulo 1) e, após a revisão bibliográfica (capítulo 2), é realizada uma descrição completa e detalhada do método (capítulo 3). Ao final, após apresentação dos resultados, encontra-se um capítulo de conclusão (capítulo 6). A seguir são apresentados mais detalhadamente o conteúdo de cada capítulo de resultados.

No capítulo 2, **PRINCIPAIS INDICADORES E TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E DE ESCRITÓRIOS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA**, são apresentados os resultados de um mapeamento sistemático de literatura, no qual foram analisadas e comparadas técnicas e resultados de auditoria do consumo de água, com foco em edificações residenciais e de escritórios, a partir de artigos publicados entre os anos 2000 e 2020, nacional e internacionalmente. Foram discutidos os desafios e potencialidades de cada técnica, em termos de aplicabilidade, complexidade, custos, nível de precisão e tamanho de amostragem dos dados obtidos por meio delas, além de compilados e discutidos os resultados de 41 estudos que obtiveram dados primários por meio das diferentes técnicas analisadas, na forma de indicadores de consumo *per capita*, por área e por usos finais.

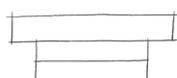
No capítulo 4, **CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS, PADRÕES DE OCUPAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF**, é realizada uma análise das edificações do Comércio Local Norte, resultando na classificação em três tipologias arquitetônicas e três padrões de ocupação para as salas comerciais dos

³ Em função do contexto da pandemia do novo Coronavírus, iniciada em março de 2020 em Brasília e ainda em curso durante a realização da pesquisa, foram consideradas as alterações nos padrões de ocupação das edificações analisadas;



pavimentos superiores: residencial (quitinetes), comercial e aquelas em que atividades residenciais e comerciais coexistem nos mesmos pavimentos. São apresentadas, ainda, as principais características dos sistemas hidráulicos prediais, obtidas a partir de entrevistas semiestruturadas com usuários-chave de 58 edificações e estabelecidos e comparados indicadores de consumo por área para as diferentes tipologias com base na evolução do consumo predial faturado entre 2016 e 2021 para o CLN, discutindo-se, ainda, alterações decorrentes da pandemia do novo Coronavírus.

No capítulo 5, **USOS FINAIS DE ÁGUA EM QUITINETES E SALAS COMERCIAIS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF**, são apresentados os resultados de auditorias do consumo de água realizadas em seis quitinetes e três salas comerciais de edifícios do Comércio Local Norte. O estudo obteve indicadores de consumo por dia, por área, por usos finais e dados médios de vazão, tempo e frequência de uso por equipamento hidrossanitário em cada unidade e valores médios para quitinetes e salas comerciais. Além disso, são discutidos aspectos socioeconômicos e as alterações no padrão de ocupação em função da pandemia do novo Coronavírus e sua implicação no consumo de água para os usos residencial e não-residencial, obtidos por meio da aplicação de questionários online. Os achados demonstram discrepância muito baixa para os resultados aferidos *in loco* e aqueles faturados no último ano pela concessionária fornecedora de água (CAESB) para as quitinetes e alta para o uso comercial, que pode ser atribuída a heterogeneidade das atividades comerciais realizadas no setor, evidenciando a necessidade de continuidade dos estudos de usos finais de água em edificações não-residenciais.



PRINCIPAIS INDICADORES E TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E DE ESCRITÓRIOS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

2.1 Método

2.2 Resultados gerais

2.3 Indicadores do consumo de água

Volume de consumo *per capita*

Usos finais de água

Correlação uso da água e outras variáveis

Síntese e reflexões

2.4 Técnicas de auditoria do consumo de água

Medições gerais: prediais e individualizadas

Medições setorizadas e específicas

Questionários, entrevistas e diários

Técnicas de observação

Síntese e reflexões

2.5 Uso da água em edificações residenciais

Estudos internacionais

Estudos no Brasil

Estudos no DF

Síntese e reflexões

2.6 Uso da água em escritórios

Estudos internacionais

Estudos no Brasil

Estudos no DF

Síntese e reflexões

2.7 Considerações finais



2.1 MÉTODO

Para compreender o estado da arte acerca do tema, neste estudo foi realizado um mapeamento da literatura aplicando uma abordagem sistemática, que consiste em executar passos bem definidos e planejados de acordo com um protocolo pré-estabelecido.

Surgida nos anos 80, em pesquisas na área da saúde, a fim de estabelecer uma metodologia apropriada para organizar a crescente quantidade de publicações e, assim, gerar evidências médicas a partir de diferentes estudos primários, atualmente técnicas de revisão sistemática da literatura são aplicadas em diferentes áreas de conhecimento (BIOLCHINI *et al.*, 2005). O mapeamento sistemático da literatura possibilita comparar, combinar e sintetizar resultados de diferentes pesquisas sobre aquele campo de conhecimento, sobre uma determinada questão ou tópico específico. Todas as estratégias e resultados ao longo do processo são documentados, de forma que seja possível auditar, reproduzir e aprimorar as buscas futuramente (KITCHENHAM, 2004).

O presente mapeamento sistemático da literatura (MSL) buscou responder a duas questões-chave:

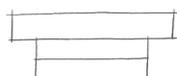
- I. Quais técnicas de auditoria do consumo de água nas edificações são aplicadas atualmente? e
- II. Que resultados têm sido obtidos por meio dessas técnicas em edificações residenciais, comerciais e de uso misto?

Primeiramente, foi realizada uma análise exploratória de estudos relacionados às questões-chave no buscador “*Google Acadêmico*”⁴. A seguir, foram identificadas as palavras-chave mais recorrentes, em inglês, entre os estudos que satisfatoriamente respondiam às questões. As palavras-chave selecionadas foram (a) quanto ao uso: *domestic, residential, commercial, “non-residential”, office*⁵, *mixed-use*; (b) quanto à escala: *buil**, *hous**, *urban*; (c) quanto às técnicas de auditoria de consumo de água e seus resultados: “*water end-use**”; “*water audit*”⁶, “*water smart metering*”.

⁴ Disponível em <https://scholar.google.com.br>;

⁵ O asterisco no buscador indica a busca por prefixo/radical, encontrando resultados no plural e singular, feminino e masculino e verbos em diferentes conjugações, por exemplo;

⁶ Os termos entre aspas encontram apenas resultados que apresentam as palavras na ordem exata que foram escritas entre as aspas;



Foram selecionadas bases de dados virtuais, de livre acesso ou disponíveis por meio de convênios com a Biblioteca Central da Universidade de Brasília, sendo elas:

1. Scopus – Elsevier (<http://www.scopus.com>)
2. Web of Science – Clarivate (<https://webofknowledge.com>)
3. ProQuest (<https://www.proquest.com>)
4. Portal de Periódicos – Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br>)
5. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – MCTI (<http://bdtd.ibict.br>)
6. Portal de Busca Integrada – USP (<http://www.buscaintegrada.usp.br>)

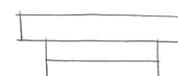
Com base nas palavras-chave encontradas, diversas expressões de busca foram combinadas e testadas até chegar nos três protocolos a seguir, que foram inseridos nas máquinas de busca das bases de dados selecionadas.

- A. (domestic OR residential OR commercial OR "non-residential" OR office* OR mixed-use) AND (build* OR hous* OR urban) AND ("water end-use*" OR "water audit" OR "water smart metering")
- B. (commercial OR "non-residential" OR office*) AND ("water end-use*" OR "water audit" OR "water demand") AND (build* OR urban) NOT (domestic OR residential OR hous* OR agricult* OR irrigat*)
- C. ("usos finais de água" OR "demanda de água" OR "consumo de água") AND (doméstico OR residencial OR comercial OR "não-residencial" OR escritórios OR "uso misto") AND (edifício OR edificações OR predial)

O protocolo B foi elaborado para ampliar os resultados referentes aos usos não-residenciais, uma vez que na aplicação do protocolo A notou-se predominância significativa de estudos relacionados ao uso residencial.

Já o protocolo C foi criado como alternativa em português equivalente ao protocolo A, uma vez que, aplicados os protocolos A e B, foram localizados poucos estudos realizados no Brasil (o que pode ter sido motivado pelo idioma das palavras-chave que compuseram os protocolos A e B) e que era relevante para o presente mapeamento sistemático da literatura que a produção nacional fosse analisada e comparada à internacional.

Foram considerados estudos de caso realizados a partir do ano 2000 em edificações ou conjuntos de edificações (preferencialmente residenciais, comerciais ou de uso misto), que coletaram dados primários para obter resultados na forma de indicadores de consumo (litro *per capita*/dia ou l/m²/dia, por exemplo) ou usos finais de água (em percentual ou litros por uso



final/dia), além de artigos de revisões de literatura que agregassem informações acerca de estudos de casos deste tipo.

A partir da leitura dos títulos e resumos dos resultados das buscas em cada base, foram excluídos os trabalhos cujos temas divergiam da área de conhecimento abordada no mapeamento e, assim, foi obtido o conjunto de artigos a ser submetido às etapas seguintes.

Primeiramente, foram aplicados os critérios de inclusão:

1. Revisões de literatura referentes a métodos e técnicas de auditoria do consumo de água;
2. Estudos de caso que tenham realizado auditoria de consumo de água em edificações ou conjuntos de edificações residenciais, comerciais ou de uso misto, em qualquer localidade.

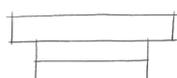
E, em seguida, foram aplicados os critérios de exclusão:

3. Trabalhos publicados como artigos curtos ou pôsteres;
4. Trabalhos indisponíveis integralmente em bases de dados digitais de livre acesso ou por meio de convênios com a UnB;
5. Trabalhos que utilizam dados secundários ou top-down para determinar os indicadores de consumo ou usos finais de água;
6. Trabalhos que apresentam resultados sem descrever o método utilizado;
7. Trabalhos que apresentam discussões teóricas ou metodológicas sem apresentar resultados referentes a indicadores de consumo ou usos finais de água.

Após definidos os trabalhos incluídos, estes foram lidos transversalmente e, para cada resultado, foi preenchida uma linha em um formulário eletrônico de extração de dados, utilizando o *software* Microsoft® Excel para Mac, versão 16.43. Os dados extraídos dizem respeito ao uso da edificação, local do estudo de caso, tamanho da amostra, objetivos, método, resultados [consumo predial (m³/mês), indicadores (*per capita* e por área), usos finais (%), frequência (acionamentos/pessoa/dia), tempo (segundos/acionamento), vazão (litros/segundo), volume de água (litros) por aparelho hidrossanitário] e conclusões.

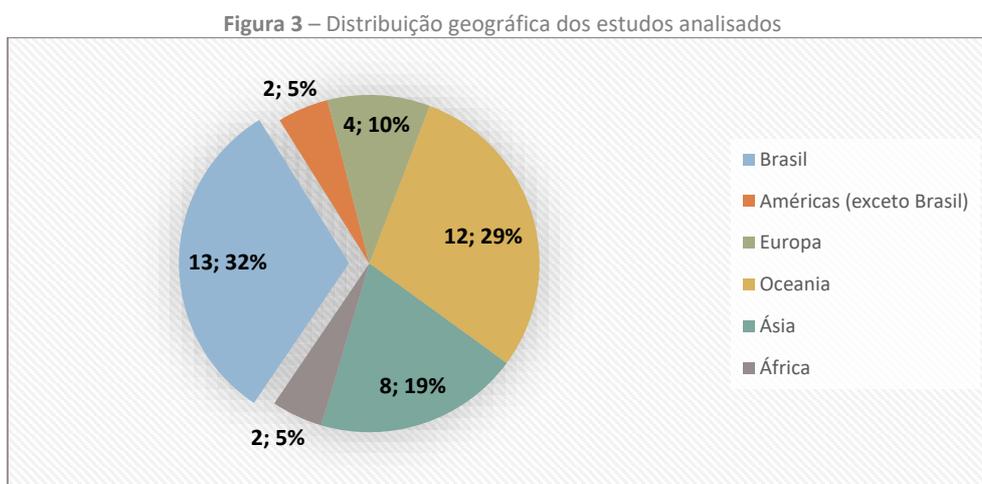
2.2 RESULTADOS GERAIS

A condução do mapeamento sistemático se deu entre os meses de junho e outubro de 2020. Na primeira etapa, foram obtidos 450 resultados a partir da aplicação do Protocolo A, 117 com o Protocolo B e 83 com o Protocolo C, totalizando 650. Após leitura dos títulos e resumos e



exclusão dos trabalhos repetidos, foram excluídos 424 resultados, restando 226 trabalhos a serem submetidos aos critérios de inclusão e exclusão.

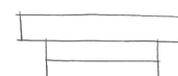
Ao final da aplicação dos critérios, obteve-se 41 trabalhos, dos quais foram extraídos os dados analisados neste capítulo. Optou-se por apresentar, comparar e discutir os métodos de auditoria aplicados nos estudos analisados e os resultados por eles obtidos, no lugar de apresentar uma análise bibliométrica aprofundada. Cabe, porém, uma breve reflexão acerca da distribuição geográfica dos estudos, conforme apresentado na Figura 3.



Verificou-se a predominância de estudos australianos, atingindo 27% do total dos 41 trabalhos analisados. Na Oceania, também foi encontrado um estudo na Nova Zelândia. Demais estudos em países desenvolvidos foram: três portugueses, dois estadunidenses e um envolvendo quatro países europeus. Foram identificados 10 trabalhos mais recentes, publicados a partir de 2009, na África e na Ásia (especialmente no Oriente Médio). Nota-se a carência de estudos realizados nas Américas, com exceção daqueles conduzidos no Brasil e nos Estados Unidos da América.

É importante ressaltar um aspecto do método aplicado no presente MSL: foi realizada uma busca específica com termos em português (protocolo de busca C) e todos os protocolos (A, B e C) foram aplicados a bases de dados brasileiras (bases 4, 5 e 6), a fim de observar o contexto nacional especificamente, o que influenciou o percentual de estudos nacionais encontrados em relação ao total.

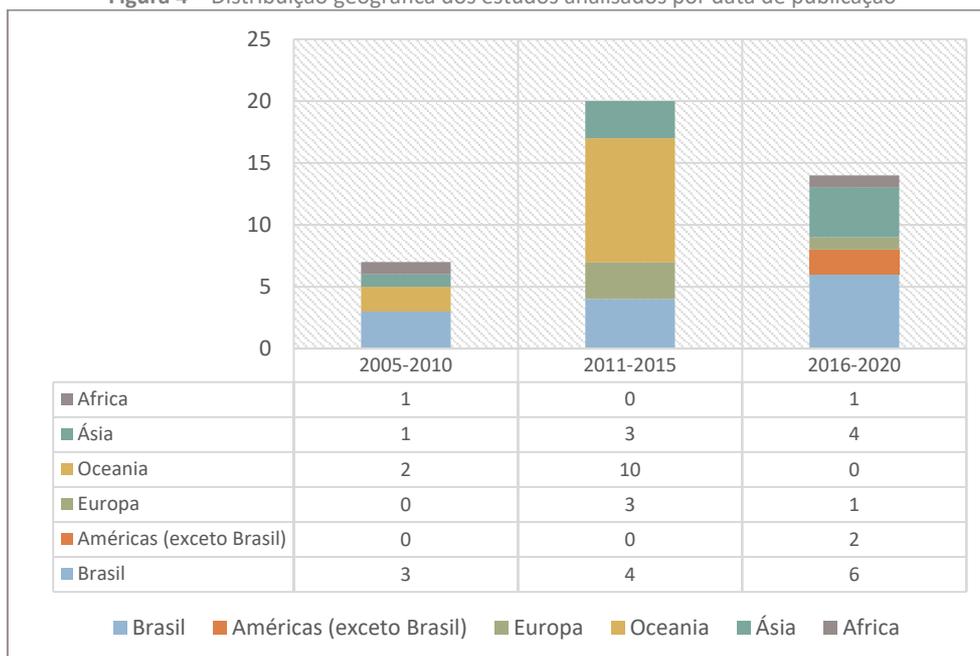
Cominola *et al.* (2015) observaram uma distribuição geográfica mais concentrada na revisão que conduziram, na qual foram avaliados 134 artigos publicados entre 1990 e 2015: 79% dos estudos foram aplicados na Austrália (43%) ou nos Estados Unidos (36%), enquanto os demais



foram desenvolvidos na Europa (13%) ou Ásia (6%), um único na América do Sul e nenhum na África.

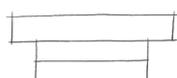
De fato, 34% dos estudos avaliados no presente mapeamento são posteriores a 2015 (2016-2020) e nenhum deles foi conduzido na Austrália, destacando-se a presença de estudos brasileiros e asiáticos, conforme observado na Figura 4.

Figura 4 – Distribuição geográfica dos estudos analisados por data de publicação



A partir disso, podemos inferir que tem havido um processo de descentralização ou difusão global da produção científica acerca do tema nos últimos cinco anos, demonstrando avanços neste campo de pesquisa no mundo todo, resguardados os desafios específicos de cada contexto.

Cabe notar, porém, que foram selecionados apenas estudos *bottom-up*, ou seja, que investigaram o consumo de água nas edificações e os usos finais “de baixo pra cima”, por meio da instalação de medidores de fluxo em cada equipamento hidrossanitário ou pesquisas realizadas investigando o consumo usuário por usuário ou residência por residência, como as que se basearam em questionários. Foram, portanto, excluídos estudos que obtiveram resultados por meio da desagregação de dados de consumo urbano, separados por uso



(residencial, comercial etc.) ou aquelas que utilizaram apenas medidores inteligentes⁷, que representam hoje grande parte do volume dos estudos produzidos nos países desenvolvidos, em especial a Austrália e os Estados Unidos da América. Os critérios 5, 6 e 7 foram responsáveis por muitas dessas exclusões, pois também foi localizada grande quantidade de artigos de discussões metodológicas a respeito do desenvolvimento de algoritmos e métodos computacionais para desagregação de dados de consumo de água, realidade ainda distante do cenário brasileiro, e, portanto, não considerada para os objetivos determinados para o presente mapeamento.

2.3 INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA

O termo “consumo de água” pode assumir diferentes significados, a depender do contexto em que é usado: hidrológico, de engenharia ou regulatório, por exemplo. Dziegielewski & Kiefer (2010) apontam para a falta de uma definição consistente de termos e práticas no setor de água, historicamente, para medir, padronizar e comparar o desempenho dos serviços públicos envolvendo o consumo de água.

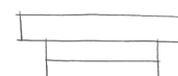
De fato, o presente mapeamento encontrou dentre os estudos analisados algumas medidas de consumo de água mais frequentes, mas que não chegam a definir uma padronização. A seguir, serão apresentadas cada uma delas, ressaltando suas potencialidades e desafios.

2.3.1 VOLUME DE CONSUMO *PER CAPITA*

Atualmente, a métrica de uso agregado da água mais comumente usada é o “consumo *per capita*”, medido em litros *per capita* por dia (lpd). Esta métrica é obtida dividindo o consumo médio diário (em litros) pela população consumidora total (DZIEGIELEWSKI; KIEFER, 2010).

Este conceito pode ser aplicado em diferentes escalas e, portanto, apresentar diferentes níveis de precisão. É comumente utilizada pelas concessionárias de abastecimento de água e pelos gestores públicos na escala urbana, utilizando o volume de água fornecido e os dados populacionais de todo o sistema, por região ou por setor consumidor. No entanto, Browne, Medd & Anderson (2012) chamam atenção para o fato de que a única medida precisa e regularmente atualizada referente ao tamanho dos sistemas urbanos de fornecimento de água

⁷ Também chamados *smart meters*, consistem em pares que associam um medidor de alta resolução temporal, que registra o fluxo total de água no nível da unidade consumidora em um único ponto de detecção, a um *data logger* e utiliza tecnologias computacionais para desagregar o consumo total de água para o nível de usos finais.



é o número de ligações ou contas de usuários. Outras medidas como população atendida, número de unidades habitacionais ou número de funcionários não podem ser aferidas com precisão e, na melhor das hipóteses, são atualizadas anualmente. Por esse motivo, a métrica de “produção anual *per capita*”, embora comumente usada, dadas as simplificações envolvidas na sua determinação, não pode ser considerada de alta precisão, podendo ser adotados métodos mais precisos como referência. Mesmo que agrupamentos de setores sejam feitos, como residencial, comercial, industrial, institucional e outros, as características e composição dos usuários podem variar entre as diferentes localidades. Até para famílias que utilizam uma quantidade de água próxima ao consumo *per capita* médio (lpd), podem ocorrer variações estatisticamente significativas em termos de usos finais.

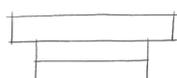
Em investigações de menor escala, no entanto, o conceito de litros/pessoa/dia pode permitir aferições um pouco mais detalhadas que apenas o consumo total, por exemplo, sendo bastante usada em estudos acerca do consumo de água. Porém, há que se ressaltar a dificuldade de identificar o volume real de água consumida por cada usuário dentro de unidades consumidoras com mais de um usuário. Logo, os resultados obtidos a partir de médias muitas vezes não representam o padrão de consumo para cada indivíduo separadamente.

Dos 41 estudos analisados, 32 (ou seja, 78%) apresentaram métricas de consumo *per capita*. A técnica mais usada para investigar o consumo *per capita* foram os questionários, associados a medições gerais, como leituras dos hidrômetros gerais da concessionária ou dos históricos de contas de água.

2.3.2 USOS FINAIS DE ÁGUA

O processo de modelagem de usos finais pode ser realizado pela desagregação da demanda de água urbana, desde a divisão por setores (residencial unifamiliar, residencial multifamiliar, comercial, industrial, institucional e outros), ou por categorias amplas dentro desses setores, se possível (por exemplo, uso interno e externo) e, em última análise, obtendo-se os usos finais por equipamento hidrossanitário ou finalidade do consumo, também chamados nos estudos ingleses de microcomponentes (por exemplo, descarga de banheiro, chuveiros, lavatórios, entre outros) (WHITE; MILNE; RIEDY, 2004).

A análise dos usos finais pode ajudar a compreender o consumo de água, permitir projeções da demanda e elaborar programas eficazes para sua gestão, fornecendo evidências quantitativas que permitam avaliar a relação custo-benefício e a adequação das opções de



gerenciamento de oferta e demanda, incluindo o uso de fontes alternativas ou descentralizadas de água (PARKER; WILBY, 2012; RATHNAYAKA *et al.*, 2011; WHITE; MILNE; RIEDY, 2004).

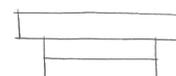
Modelos de usos finais do tipo “propriedade-frequência-volume” consideram o número de equipamentos hidrossanitários, com que frequência são usados e a quantidade média de água por acionamento (PARKER; WILBY, 2012). Rathnayaka *et al.* (2011) elencam como os usos finais residenciais mais frequentemente investigados chuveiro, banheira, vaso sanitário, máquina de lavar, lava-louças, torneiras e irrigação de jardim.

*“O volume [para cada uso final] é quantificado usando três parâmetros básicos de entrada: frequência, vazão e duração. Esses parâmetros são definidos pela mediana, média e desvio padrão ou distribuição de probabilidade, com ou sem dependência de variáveis externas. Modelos de previsão de demanda baseados em usos finais utilizam parametrização para determinar se o modelo é estocástico ou determinístico e até que ponto pode representar a variabilidade espacial e temporal do sistema” (RATHNAYAKA *et al.*, 2011, p. 3321, tradução nossa).*

Na estimativa dos usos finais e na geração de modelos de previsão de demanda, a aplicação de ferramentas estatísticas é essencial para definir os valores mais adequados, uma vez que inevitavelmente o modelo será sempre o mais aproximado possível da realidade, mas nunca a representará à perfeição.

O desafio da variabilidade espacial e temporal permanecem dentre os principais a serem superados. Outros desafios da análise dos usos finais de água estão relacionados principalmente à pouca quantidade de dados disponíveis. White, Milne & Riedy (2004) defendem que a melhor maneira de aprimorar a análise de usos finais é obtendo melhores informações sobre onde e como a água está sendo usada atualmente. Para os autores, o uso de várias fontes de dados pode ajudar a alcançar este resultado, complementando e apoiando modelos existentes com dados de pesquisas que envolvam inspeção real, em vez de depender dos usuários para identificar equipamentos hidrossanitários e sua eficiência; modelos de regressão múltipla que permitam uma estimativa independente do uso externo de água; análise de dados de demanda setoriais, em base sazonal; realização de medições específicas para determinar o desempenho real da eficiência hídrica e a frequência de uso dos equipamentos hidrossanitários.

Boyle *et al.* (2013) defendem o desenvolvimento e testes de algoritmos para viabilizar um processamento automatizado e confiável que permita uma desagregação precisa de dados de consumo de água em usos finais como o desafio mais crítico e que requer atenção de pesquisa



mais urgente, uma vez que a abordagem atual de análise de usos finais da água ainda requer um processamento manual e demorado. Afirmam, ainda, que a especificação em usos finais é crítica para refinar os modelos de previsão de demanda e identificar oportunidades para melhorar a eficiência do uso da água (BOYLE *et al.*, 2013).

Em relação aos usos finais, 25 estudos (51%) encontrados neste MSL chegaram a este tipo de dado. A maior parte dos estudos que obtiveram dados de usos finais, porém, utilizou apenas questionários, obtendo resultados pouco confiáveis. Nove estudos correlacionaram os resultados obtidos pelos questionários com as contas de água, para validar as respostas obtidas⁸. Sete estudos (17%) fizeram uso de *data loggers*, tanto em conjunto com medidores específicos⁹, quanto com algoritmos de desagregação de dados, sendo a maior parte deles concentrada na Austrália¹⁰. Nos países em desenvolvimento, não foi localizado nenhum estudo que fizesse uso de *data loggers*.

2.3.3 CORRELAÇÃO USO DA ÁGUA E OUTRAS VARIÁVEIS

O uso da água responde a fatores climáticos, tecnológicos, econômicos, demográficos e culturais. Embora os estudos de usos finais forneçam uma boa visão média, existem variações consideráveis no comportamento do uso da água entre famílias em diferentes regiões, de modo que os perfis de demanda variam, mesmo dentro de comunidades semelhantes, como apontado por Carboni *et al.* (2016) e Parker & Wilby (2012).

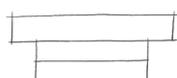
Investigar a correlação entre padrões de consumo de água em seus usos finais e características socioeconômicas dos usuários, padrão construtivo das edificações, clima, entre outros aspectos, por meio de análises estatísticas de dados, pode ser bastante revelador das motivações relacionadas ao consumo de água, representando importante contribuição para estimar a demanda de água de forma mais precisa.

Parker & Wilby (2012) elaboraram uma revisão em que apresentam diversos estudos sobre consumo doméstico de água no Reino Unido ao longo da história. Vários destes estudos encontraram correlações entre fatores construtivos, socioeconômicos ou comportamentais e o consumo de água nas edificações.

⁸ GHISI; FERREIRA, 2007; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MAYKOT; GHISI, 2020; MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM, 2017; SANT'ANA, 2012;

⁹ JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018;

¹⁰ BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; MAKKI *et al.*, 2013, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2011, 2013;



Russac *et al.* (1991), por exemplo, analisaram o consumo de 969 propriedades ao longo de um período de três meses em 1989 em Potters Bar, Hertfordshire, por meio de medições gerais. O consumo médio diário de água nas residências demonstrou relação com o tipo de edificação: as casas isoladas tiveram o maior consumo médio, seguidas pelos bangalôs com 50% a menos e apartamentos ou alojamentos mistos com 60% a menos. A idade e o perfil de ocupação também influenciaram o consumo de água: domicílios de um único morador aposentado usavam 70% mais água do que uma pessoa em idade ativa. Segundo os autores esses resultados teriam relação com o tempo de permanência dos moradores em casa. Por fim, concluíram que os determinantes mais importantes do consumo de água eram a quantidade de equipamentos hidrossanitários e o tamanho da família. Butler (1993) realizou um estudo utilizando diários e questionários para investigar a influência das taxas de ocupação domiciliar e dos dias da semana na frequência e no pico de uso dos equipamentos hidrossanitários. Os hábitos de uso de água de 28 famílias (totalizando 76 participantes) foram analisados, identificando que o uso de água varia durante o dia e entre os dias da semana, e que o padrão de uso de água no meio da semana difere daquele dos fins de semana. Edwards e Martin (1995), a partir da análise dos dados do maior levantamento sobre o consumo doméstico de água no Reino Unido à época, concluíram que, conforme o tamanho da família ou a renda familiar aumenta, o consumo *per capita* diminui.

Dentre os estudos avaliados no presente mapeamento, foram encontrados 15 resultados que encontraram relações entre o consumo doméstico de água e diferentes variáveis, como:

- número¹¹ e idade¹² dos integrantes da família;
- renda¹³ e situação laboral dos usuários¹⁴;
- tipologia, localização, área construída da edificação ou área do lote¹⁵
- aspectos comportamentais¹⁶;

¹¹ ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; MAKKI et al., 2015; RICHTER; STAMMINGER, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018;

¹² HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016; MAKKI et al., 2013, 2015; MATOS et al., 2014; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; WILLIS et al., 2013;

¹³ HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016; MAKKI et al., 2015; MATOS et al., 2014; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; SINGH; TURKIYA, 2013; WILLIS et al., 2009, 2013;

¹⁴ JORDÁN-CUEBAS et al., 2018; MAKKI et al., 2015;

¹⁵ MATOS et al., 2014; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; WILLIS et al., 2013;

¹⁶ JORDÁN-CUEBAS et al., 2018; MAKKI et al., 2015; WILLIS et al., 2011;



- quantidade¹⁷, eficiência dos equipamentos hidrossanitários¹⁸ ou presença de equipamentos economizadores¹⁹; e
- qualidade do abastecimento de água²⁰

Dentre os estudos analisados, não foram localizadas análises que discutissem o impacto de variáveis climáticas ou da precificação no consumo da água.

2.3.4 SÍNTESE E REFLEXÕES

A principal desvantagem da análise dos usos finais de água apontada pelos autores dos estudos analisados foi o custo envolvido na coleta e gerenciamento dos dados. Inovações que permitam reduzir esses custos operacionais resultariam na possibilidade de coletar maior quantidade de dados primários e obter melhor compreensão dos comportamentos envolvidos no uso da água, permitindo um direcionamento mais sofisticado de medidas de gestão da demanda e menos incerteza no planejamento e execução de grandes ações para ampliação da oferta, como construção de novos reservatórios, por exemplo, como apontado por Parker & Wilby (2012).

Alguns modelos de previsão de demanda de usos finais recentemente desenvolvidos têm a capacidade de incorporar variáveis espaciais, como o tamanho da casa, a eficiência do uso dos equipamentos hidrossanitários e aspectos comportamentais dos usuários. Porém, o uso de valores médios associado à dificuldade em gerenciar as correlações complexas entre o extenso número de variáveis e a falta de dados suficientes para identificar as relações entre os usos finais individuais e os fatores que os influenciam limitam a capacidade de prever os usos finais de água em escalas espaciais e temporais mais amplas (RATHNAYAKA *et al.*, 2011).

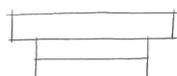
Ainda há muito que se avançar na obtenção e tratamento de dados referentes ao consumo de água, em especial para ampliar a confiabilidade e a aplicabilidade dos modelos de previsão ao longo do tempo. Grande parte dos estudos ainda apresentam resultados inespecíficos, limitando-se a indicadores de consumo *per capita*, ou, quando realizam investigações ao nível de usos finais, algumas técnicas usadas para a obtenção dos dados conferem baixo grau de

¹⁷ MAKKI *et al.*, 2015;

¹⁸ MAKKI *et al.*, 2013, 2015;

¹⁹ STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2010, 2013;

²⁰ RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017;



precisão o que, associado ao número reduzido de amostras, afeta a representatividade dos resultados.

2.4 TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA

Diversas técnicas foram aplicadas no decorrer da história para aferir o consumo de água. Registros históricos do interesse no tema podem ser encontrados em escritos acerca do fornecimento urbano de água em Roma, de autoria do comissário da água Sextus Julius Frontinus, datados do primeiro século d.C. Os textos incluíam detalhes sobre os mananciais, dimensões e funções de cada um dos aquedutos da cidade e discutiam os desafios em medir a vazão da água. Contribuições importantes a partir do século XVIII auxiliaram o desenvolvimentos progressivo desse campo, permitindo que o fornecimento, a distribuição e a medição de água chegassem ao estado tecnológico e científico atuais (BOYLE *et al.*, 2013).

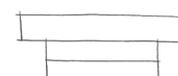
A seguir, serão apresentadas as técnicas de auditoria utilizadas para investigar a demanda de água nos estudos analisados, ressaltando as potencialidades e desafios de suas aplicações.

2.4.1 MEDIÇÕES GERAIS: PREDIAIS E INDIVIDUALIZADAS

Desde meados de 1900, economistas defendiam que os prestadores de serviços de água migrassem do sistema de cobrança pela recuperação dos custos de fornecimento por meio de tarifas coletivas para uma abordagem mais comercial, por meio de contas de água individuais, obtidas a partir da medição do consumo predial num determinado período. Com a implementação desse formato de cobrança, alguns avanços tornaram-se possíveis, como destacam Boyle *et al.* (2013).

“A medição e cobrança individuais permitiram a introdução de blocos tarifários escalonados, baseados no volume de consumo aferido, primeiramente para permitir concessão de subsídios aos consumidores mais pobres pelos maiores consumidores, geralmente mais ricos, e em segundo lugar para encorajar os maiores consumidores a reduzir seu consumo em regiões com recursos limitados por meio das forças de mercado” (BOYLE et al., 2013, p. 1054, tradução nossa).

Apesar reconhecimento de seu valor, existem grandes variações na aplicação da medição predial do consumo de água internacionalmente, mesmo nos países desenvolvidos. No Reino Unido, por exemplo, dois terços das residências permanecem sem medição do consumo de água, embora a Agência Ambiental Britânica defenda que todas as residências na Grã-Bretanha sejam medidas individualmente até 2030. Nos EUA, a medição predial de água é amplamente



difundida e há planos para implementar a medição inteligente em larga escala, substituindo a necessidade de leitura manual do consumo pela obtenção de dados remotamente. Já na Austrália, a medição de água está presente há mais de um século e a medição residencial é quase universal nos principais centros urbanos do país para residências unifamiliares (BOYLE *et al.*, 2013).

Em muitos países em desenvolvimento, porém, a medição predial universal é um cenário distante, considerando que muitas localidades sequer são servidas por abastecimento regular de água tratada, fato identificado como desafio na obtenção de dados em seis dos estudos analisados²¹.

No entanto, mesmo em países desenvolvidos, como por exemplo na Austrália, conhecida pela ampla adoção da medição predial, a maioria das habitações multifamiliares (edifícios de apartamentos) geralmente possuem um único medidor de água que captura o uso agregado de todas as unidades (apartamentos) que constituem a edificação. Lá, a instalação da medição individualizada por unidade consumidora está em crescimento, incentivada pela recente introdução de requisitos legais locais em alguns estados.

O mesmo movimento vem ocorrendo em estados brasileiros e no Distrito Federal desde o ano de 2005²², onde a medição individualizada por unidade é uma obrigação legal imposta a condomínios de novas edificações residenciais e de uso misto. Nacionalmente, a implementação de medição individualizada por unidade tornou-se obrigatória para novas edificações condominiais a partir de julho de 2021²³, tendo sido objeto inclusive do Novo Marco Legal do Saneamento Básico²⁴. Estudos demonstram redução do consumo de água após a implementação dos medidores individuais, nacional e internacionalmente (BOYLE *et al.*, 2013; CÁCERES *et al.*, 2016).

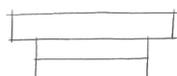
Cominola *et al.* (2015) classificam os dados de consumo de água em duas categorias, a depender da frequência de obtenção: de baixa resolução e de alta resolução. A resolução dos dados define o tipo das análises que podem ser realizadas a partir deles.

²¹ ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; HUSSEIN; MEMON; SAVIC, 2016; ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; SINGH; TURKIYA, 2013; SIVAKUMARAN; ARAMAKI, 2010;

²² Lei Distrital nº 3.557/2005, alterada pela Lei Distrital nº 4.383/2009;

²³ Cinco anos após publicação da Lei Federal nº 13.312/2016, publicada em 12/7/2016;

²⁴ Lei Federal nº 14.026/2020, artigo 29, parágrafo 3º;



Apesar de todos os esforços para implementação de medições mais frequentes e precisas, os dados obtidos por meio das contas de água ainda são caracterizados por um baixo nível de resolução para os parâmetros científicos de investigação do consumo e previsão da demanda de água. O consumo de água, em geral, é aferido pelas concessionárias em metros cúbicos (equivalentes a 1000 litros) e as leituras são registradas no máximo mensalmente, podendo ser bimestrais ou trimestrais em muitos casos. Já existem iniciativas de medição inteligente em alguns lugares do país, como em São Paulo²⁵. A ampliação do uso desse tipo de tecnologia pode reduzir custos e resolver questões relacionadas a dificuldade de acesso recorrente a algumas localidades mais distantes, com potencial para ampliar o número de unidades medidas, além de reduzir o intervalo entre medições, produzindo dados com maior nível de resolução.

Como são a fonte de dados quantitativos mais comumente disponível, desde a década de 1990, estudos usando dados de consumo de baixa resolução obtidos por meio de bancos de dados de faturamento das contas de água ou campanhas de medição experimental trimestrais ou mensais vem sendo realizados para modelar a demanda de água em escala urbana, com o objetivo de informar os gestores e planejadores dos sistemas de água regionais acerca das relações entre padrões de consumo de água e motivações socioeconômicas ou climáticas.

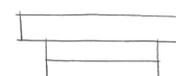
A análise das contas de água ou do histórico de consumo mensal faturado foi realizada em 17 (41%) dos estudos analisados²⁶ para compreender o consumo de água nas edificações ou para validar dados de consumo estimados por meio de outras técnicas de levantamento, uma vez que, apesar de apresentar baixa resolução, os dados obtidos nas leituras da concessionária são considerados confiáveis e muitas vezes constituem a única forma de obtenção de dados quantitativos do consumo real de água.

Embora a resolução dos dados obtidos dependa primordialmente da precisão do hidrômetro instalado, o tempo entre os registros de consumo pode ser reduzido sem a instalação de novos dispositivos, simplesmente aumentando a frequência de leitura manual. Cinco estudos (12%) utilizaram essa estratégia de coleta para potencializar a precisão dos dados obtidos²⁷, ou seja,

²⁵ SABESP. Disponível em <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=732>;

²⁶ BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014; CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE, 2020; CHOWDHURY; RAJPUT, 2015; GHISI; FERREIRA, 2007; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; JORDÁN-CUEBAS et al., 2018; LIMA, B. C. et al., 2016; LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MARINOSKI et al., 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MAYKOT; GHISI, 2020; MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM, 2017; PROENÇA; GHISI, 2010; RIBEIRO, 2015; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; WILLIS et al., 2010;

²⁷ LIMA, B. C. et al., 2016; LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MATOS et al., 2013; MAYKOT; GHISI, 2020; PERTEL, 2009;



realizando a leitura diária ou subdiária do consumo registrado nos hidrômetros gerais pré-existentes nas edificações.

Com essa mesma finalidade, algumas empresas fornecedoras de água (por exemplo, *Water Corporation* na Austrália e *Thames Water* em Londres) começaram a aumentar sua frequência de leitura por meio do envolvimento direto dos usuários, que passaram a ser convidados a ler seu próprio consumo e comunicá-lo para a empresa fornecedoras de água de forma remota utilizando a internet (COMINOLA *et al.*, 2015).

Porém, os métodos de estimativa de demanda com base em dados oriundos do abastecimento de água oferecem uma visão limitada dos comportamentos individuais, dos elementos motivadores para o uso da água e da heterogeneidade espacial e temporal da demanda de água em uma edificação, que carece de dados de alta resolução para ser melhor compreendida e corretamente modelada (PARKER; WILBY, 2012).

2.4.2 MEDIÇÕES SETORIZADAS E ESPECÍFICAS

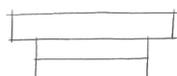
Enquanto as medições gerais fornecem dados de consumo de água para toda a edificação, as medições setorizadas dividem o sistema hidráulico por atividades, setores de consumo, ambientes ou o que se mostrar mais aplicável (ALCANTARA *et al.*, 2021).

O advento de medidores de fluxo de alta resolução, no final da década de 1990, com capacidade de registrar o consumo de água em um período subdiário, ampliou o potencial de caracterização do consumo de água. Segundo Cominola *et al.* (2015), os dados de alta resolução espacial e temporal obtidos por esses medidores passaram a permitir a aplicação de estratégias de análise mais precisas para caracterizar perfis de consumo de água até o nível dos usos finais.

Medições setorizadas, em que os aparelhos são instalados para distinguir, por exemplo, volume de água potável e não-potável consumido nas edificações foram identificados em quatro dos estudos analisados²⁸.

Já as medições específicas, ou pontuais, são aquelas que registram o consumo real em seus usos finais, ou seja, realizado por cada equipamento hidrossanitários, tais como torneiras, sistemas de descarga, máquinas de lavar etc. (ALCANTARA *et al.*, 2021).

²⁸ AGUIAR, 2011; COOK; SHARMA; GURUNG, 2014; COOK; SHARMA; CHONG, 2013; PERTEL, 2009;



Dos estudos analisados, apenas Jordán-Cuebas *et al.* (2018) realizaram medições desse tipo, obtendo dados de consumo por usos finais. Kim *et al.* (2008), no entanto, afirmaram que esse tipo de medição é geralmente de difícil aplicação em grande escala na análise do mundo real, pois o número de sensores a serem instalados tornaria esta abordagem excessivamente trabalhosa, cara e de baixa aceitação pelos usuários.

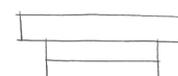
De fato, diversos autores dos estudos analisados apresentaram como justificativa para adoção de outras técnicas de coleta de dados primários do consumo de água a dificuldade de obter consentimento para instalação dos aparelhos internamente às edificações e os custos elevados e complicações técnicas advindas da necessidade da instalação simultânea de muitos sensores para realizar as medições em todos os pontos de consumo de uma edificação.

Parker & Wilby (2012) ressaltam, ainda, que questões como auto seleção (por se tratar de participantes voluntários), efeito Hawthorne (pelos voluntários saberem que estão sendo monitorados) e amostragens não representativas da população podem ter afetado estimativas de consumo de água em diversos estudos por eles avaliados.

Uma abordagem menos invasiva utilizada para determinar os usos finais de água consiste na instalação de um medidor de alta resolução temporal – que registra o fluxo total de água no nível da unidade consumidora em um único ponto de detecção, por exemplo, na entrada da água (em caso de suprimento direto da rede pública) – aliado ao uso de *data loggers* e tecnologias computacionais, possibilitando que o consumo total de água seja desagregado de um único medidor (usualmente denominado *smart meter* ou medidor inteligente) para o nível de usos finais.

Os métodos de desagregação envolvidos nesse tipo de técnica podem envolver algoritmos de árvore de decisão – *Trace Wizard*[®] e *Identiflow*[®] –, algoritmos de aprendizagem de máquina – *HydroSense* e *SEQREUS* – ou, mais recentemente, padrões de assinatura de uso de água²⁹. Cominola *et al.*, (2015), no entanto, salientam que os algoritmos atualmente usados para desagregar dados de consumo de água preconizam um período de medições específicas para coletar um conjunto de dados de eventos de usos finais desagregados que servirão como base para o aprendizado do algoritmo, o que, de qualquer forma, incorre em custo e esforço humano extras, trazendo desafios para sua aplicação em grandes escalas.

²⁹ BOYLE *et al.* (2013); CARBONI *et al.* (2016). COMINOLA *et al.* (2015) e DZIEGIELEWSKI; KIEFER (2010) aprofundam as discussões acerca de métodos de desagregação de dados de consumo em usos finais;



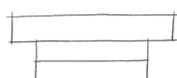
Dentre os estudos encontrados durante as etapas iniciais da condução deste mapeamento, foram identificados vários que aplicaram métodos de desagregação de dados. Porém, optou-se por não incluir aqueles que se limitavam a aplicação de algoritmos de desagregação preexistentes ou que não apresentassem dados primários obtidos diretamente nas edificações por meio de medições específicas para efeitos de validação dos resultados obtidos pela aplicação dos algoritmos de desagregação. Este critério de seleção justifica-se pela preferência do uso de metodologias *bottom-up* (de baixo para cima) em relação a abordagens *top-down* (de cima para baixo), por fornecerem condições de analisar os consumidores de água individualmente ou em grupos menores (FRIEDMAN *et al.*, 2011).

Os estudos incluídos no presente mapeamento sistemático que fizeram uso de medidores inteligentes e desagregação dos dados obtidos por meio deles, aliados a medições específicas para validação dos resultados desagregados totalizaram sete (17%), todos conduzidos na Austrália³⁰.

Considerando as dificuldades envolvidas em realizar as medições específicas em cada equipamento hidrossanitário, DeOreo, Heaney & Mayer (1996) defenderam que as medições utilizando medidores inteligentes representam uma alternativa mais aceitável aos usuários, embora menos precisa. O desenvolvimento de procedimentos automáticos é fundamental para estender a aplicação desses métodos para além de ensaios experimentais e projetos de pesquisa, bem como para ampliar a precisão na identificação de eventos de uso de água concomitantes, que representa atualmente um dos maiores desafios nesse campo do conhecimento (COMINOLA *et al.*, 2015).

Importante ressaltar, porém, que o uso desse tipo de aparelho restringe-se a edificações que realizam o consumo de água diretamente da rede de abastecimento, não sendo aplicável, portanto, à maior parte das edificações brasileiras, que possuem reservatório(s) de água, cuja presença muitas vezes é obrigatória por lei, como ocorre no caso do DF. Também por essa razão o presente mapeamento não focou nesse tipo de técnica, considerando a inviabilidade primordial de sua aplicação no contexto brasileiro, pelo menos no estágio atual de desenvolvimento dessas tecnologias.

³⁰ BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; MAKKI *et al.*, 2013, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2013;



2.4.3 QUESTIONÁRIOS, ENTREVISTAS E DIÁRIOS

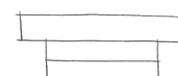
A obtenção de dados por meio de questionários, entrevistas e diários de registro tem sido estratégias bastante comuns e de baixo custo para capturar uma diversidade de informações, incluindo acerca dos usos finais da água. Porém, possuem suas próprias limitações, que serão exploradas a seguir.

Basicamente, informações obtidas em um questionário restringem-se a respostas escritas a questões pré-elaboradas, podendo ser apresentadas em formatos variados, como múltipla escolha, respostas curtas, correspondência, números etc. Já as entrevistas são realizadas oralmente e podem variar em termos de condução, desde o formato estruturado, em que se assemelham aos questionários, no sentido de se restringirem à aplicação de questões pré-elaboradas, até o formato não-estruturado, em que se desenvolvem com base no que emerge durante a interação entrevistador/entrevistado, sem um plano pré-estabelecido, mas em função de objetivos, que balizam as questões.

A principal diferença entre os diários de registro e os questionários ou entrevistas aplicadas à investigação do consumo de água é que, nos diários, os usuários devem registrar o consumo durante um período pré-determinado (por exemplo, uma semana) no momento ou logo após cada utilização do equipamento hidrossanitário, o que se espera que conceda maior precisão às respostas quando comparadas às dos questionários, em que os respondentes são instruídos a estimar a frequência de uso dos equipamentos hidrossanitários.

Esses métodos podem oferecer vislumbres das variações de comportamento no uso da água, no entanto, Parker & Wilby (2012) levantam a questão de que os resultados obtidos apenas por meio dessas estratégias de coleta de dados são inerentemente influenciados pelo conhecimento dos participantes de que estão participando de um experimento e não existe garantia de que as informações fornecidas correspondam à realidade. Além disso, sua realização pode ser cara e dispendiosa em termos de tempo para garantir amostragens maiores, a fim de obter dados representativos.

Nos últimos anos, a possibilidade de aplicar tais ferramentas de pesquisa à distância, utilizando a internet, ampliaram seu potencial de alcance. Mas assim como os demais tipos de questionários, tais instrumentos dependem da veracidade das informações prestadas pelas pessoas que participam. Apesar de suas melhores tentativas de serem honestos, os usuários, ao responderem às questões, muitas vezes refletem preconceito perceptivo ou podem relatar incorretamente informações relevantes (CARBONI *et al.*, 2016). Diversos autores afirmam, em



síntese, que atitudes, intenções e consumo autorrelatado em geral não são preditivos do consumo real de água (BROWNE; MEDD; ANDERSON, 2012; PARKER; WILBY, 2012).

Dos estudos analisados, 34 (83%) fizeram uso de questionários ou entrevistas como principal ferramenta de coleta de dados³¹. O conteúdo dos questionários variava, abordando questões referentes a características socioeconômicas, arquitetônicas, acerca dos equipamentos hidrossanitários existentes, dos padrões de consumo de água ou de uso da edificação, entre outros. O uso de diários de uso foi empregado em 10 (24%) dos estudos analisados³².

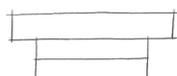
Para superar o desafio de capturar a quantidade exata de uso de água, já que o consumo autorrelatado obtém apenas estimativas, que devem ser complementadas por aferições mais detalhadas (CARBONI *et al.*, 2016), dentre os estudos analisados, foram encontradas estratégias para complementar os dados obtidos por meio dos questionários e diários, como fornecimento de dispositivos de contagem de tempo para refinamento das respostas referentes à duração dos eventos nos diários de consumo (SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018) e medições da duração de uma amostra dos eventos de consumo (ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009).

Métodos que associaram o uso de questionários e diários aos dados de consumo obtidos em medições gerais realizadas pelas concessionárias de fornecimento de água foram bastante comuns dentre os estudos analisados, totalizando 16 estudos³³ (39%). Estes trabalhos realizaram tentativas de aproximação dos resultados estimados à realidade, comparando e discutindo as discrepâncias encontradas entre os volumes de água estimados por meio das

³¹ ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014; CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE, 2020; CHOWDHURY *et al.*, 2015; CHOWDHURY; RAJPUT, 2015; CROSSON, 2016; GHISI; FERREIRA, 2007; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016; JIANG *et al.*, 2016; JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; MAKKI *et al.*, 2013, 2015; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MATOS *et al.*, 2013, 2014; MAYKOT; GHISI, 2020; MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM, 2017; ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009; PROENÇA; GHISI, 2010; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; RIBEIRO, 2015; RICHTER; STAMMINGER, 2012; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; SINGH; TURKIYA, 2013; SIVAKUMARAN; ARAMAKI, 2010; STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2013;

³² AGUIAR, 2011; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MAKKI *et al.*, 2015; MATOS *et al.*, 2014; MAYKOT; GHISI, 2020; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; WILLIS *et al.*, 2013;

³³ BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014; CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE, 2020; CHOWDHURY; RAJPUT, 2015; GHISI; FERREIRA, 2007; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MAYKOT; GHISI, 2020; MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM, 2017; PROENÇA; GHISI, 2010; RIBEIRO, 2015; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; WILLIS *et al.*, 2010;



respostas aos questionários e diários e aqueles aferidos nas medições do consumo real de água.

2.4.4 TÉCNICAS DE OBSERVAÇÃO

As técnicas de observação oferecem uma abordagem mais objetiva, mas são consideravelmente caras e podem ser intrusivas no caso de alguns usos finais de água, especialmente aqueles realizados nos banheiros. Além disso, tendem a despender muita mão de obra e não são apropriadas para análises longitudinais, ou seja, por períodos mais longos ou para amostragens maiores (CARBONI *et al.*, 2016; PARKER; WILBY, 2012).

Técnicas de observação inusitadas foram identificadas nos estudos analisados, como instalação de sensores de luz infravermelha para detecção de presença nos cômodos analisados (JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018) ou de câmeras de monitoramento para obtenção de dados específicos sobre atividades diversas que compõem o uso final de água na pia da cozinha (RICHTER; STAMMINGER, 2012).

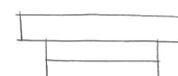
A técnica de observação mais frequente, presente em 15 estudos (37%), foi a realização de medição de vazões de equipamentos hidrossanitários para determinação da vazão média de cada tipo de equipamento. Os resultados encontrados foram associados aos dados de frequência e duração fornecidos por meio de respostas aos questionários e entrevistas³⁴, do preenchimento dos diários³⁵ ou ambos³⁶, e aplicados em fórmulas matemáticas para estimar os valores de consumo por usos finais.

Estudos que não realizaram medição da vazão média observada em experimentos utilizaram dados da literatura científica ou estabelecidos em normas técnicas da construção civil, de acordo com o tipo de equipamento hidrossanitário, ou obtiveram dados de vazão por meio de medições específicas, associando medidores de fluxo e *data loggers*.

³⁴ CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE, 2020; CHOWDHURY *et al.*, 2015; GHISI; FERREIRA, 2007; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MATOS *et al.*, 2013; ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009; PROENÇA; GHISI, 2010; RIBEIRO, 2015; SINGH; TURKIYA, 2013;

³⁵ LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MATOS *et al.*, 2014;

³⁶ HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; MATOS *et al.*, 2013; MAYKOT; GHISI, 2020; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018;



2.4.5 SÍNTESE E REFLEXÕES

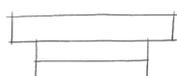
A aplicação de cada uma das técnicas apresenta vantagens e desvantagens metodológicas. No geral, pode-se afirmar que há uma compensação entre resultados mais precisos e o tamanho das amostragens, em razão dos custos envolvidos na coleta dos dados e dos desafios ao recrutamento de participantes.

Rathnayaka *et al.* (2011) afirmam que o comportamento do usuário é complexo e pode ser imprevisível e depender de muitos fatores como sexo, idade, cultura, educação e atitudes, alguns dos quais são subjetivos e complicados de aferir. Como solução para essa realidade, Parker & Wilby (2012) defendem, idealmente, a necessidade de uma abordagem holística, em que estudos qualitativos sejam usados para complementar registros quantitativos aferidos por medições específicas na determinação dos usos finais.

A seguir, são apresentadas as técnicas de auditoria de consumo de água aplicadas em cada um dos estudos analisados, para fornecer uma visão geral da distribuição e associação das técnicas abordadas neste mapeamento.

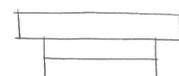
Tabela 1 – Técnicas de auditoria de consumo de água aplicadas nos estudos analisados

FONTE (ANO)	MEDIÇÕES GERAIS	MEDIÇÕES SETORIZADAS /ESPECÍFICAS	QUESTIONARIO ENTREVISTAS	DIÁRIOS DE REGISTRO	OBSERVAÇÃO
AGUIAR (2011)		•		•	
ALHARSHA; MEMON; FARMANI (2019)			•		
BEAL; MAKKI; STEWART (2014)		•	•		
BINT; VALLEY; ISACS (2014)	•	•	•		
CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE (2020)	•		•		•
CHOWDHURY <i>et al.</i> (2015)			•		•
CHOWDHURY; RAJPUT (2015)	•		•		
COOK; SHARMA; CHONG (2013)		•			
COOK; SHARMA; GURUNG (2014)		•			
CROSSON (2016)			•		
GHISI; FERREIRA (2007)	•		•		•
HAMMES; GHISI; THIVES (2020)	•		•	•	•
HUSSIEN; MEMON; SAVIC (2016)			•		
JIANG <i>et al.</i> (2016)			•		
JORDÁN-CUEBAS <i>et al.</i> (2018)	•	•	•		•



FONTE (ANO)	MEDIÇÕES GERAIS	MEDIÇÕES SETORIZADAS /ESPECÍFICAS	QUESTIONARIO ENTREVISTAS	DIÁRIOS DE REGISTRO	OBSERVAÇÃO
LIMA <i>et al.</i> (2016)	●				
LÚCIO; SILVA; SOUSA (2019)	●			●	●
MAKKI <i>et al.</i> (2013)		●	●		
MAKKI <i>et al.</i> (2015)		●	●	●	
MARINOSKI (2015)	●		●		●
MARINOSKI <i>et al.</i> (2014)	●		●		●
MARINOSKI; RUPP; GHISI (2018)	●		●		●
MATOS <i>et al.</i> (2013)			●	●	●
MATOS <i>et al.</i> (2014)			●	●	
MAYKOT; GHISI (2020)	●		●	●	●
MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM (2017)	●		●		
ODURO-KWARTENG <i>et al.</i> (2009)			●		●
PERTEL (2009)	●	●			
PROENÇA; GHISI (2010)			●		●
RAMSEY; BERGLUND; GOYAL (2017)			●		
RICHTER; STAMMINGER (2012)		●	●		●
SANT'ANA (2012)	●		●	●	●
SANT'ANA; MAZZEGA (2018)	●		●	●	●
SINGH; TURKIYA (2010)			●		●
SIVAKUMARAN; ARAMAKI (2010)			●		
STEWART <i>et al.</i> (2013)		●	●		
TALEBPOUR <i>et al.</i> (2014)		●			
WILLIS <i>et al.</i> (2009)		●	●		
WILLIS <i>et al.</i> (2010)	●	●	●		
WILLIS <i>et al.</i> (2011)		●	●		
WILLIS <i>et al.</i> (2013)		●	●	●	

O efeito Hawthorne, auto seleção, vieses da amostra de população por idade, sexo, renda, método de cobrança e tipo de edificação podem limitar a representatividade das amostras. Percebe-se, por exemplo, que em grande parte dos estudos os conjuntos de dados tendem a



ser direcionados para grupos socioeconômicos com maior escolaridade e mais conscientes em relação ao consumo de água que a média da população daquela mesma localidade.

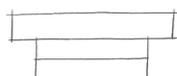
Dados de alta precisão são capazes de oferecer registros objetivos, quantitativos e contínuos do uso da água, mas costumam estar na escala da edificação e podem ocultar variações marcantes entre indivíduos. Além disso, os tamanhos das amostras e, portanto, sua cobertura espacial e temporal, são muitas vezes limitados pelos custos operacionais referentes a coleta e manutenção dos dados.

Parker & Wilby (2012) defendem a instalação mais ampla de medidores inteligentes como uma oportunidade significativa de pesquisa e ferramenta de gerenciamento. Eles podem ser um lembrete visual do padrão de consumo da água, podem ser usados para capacitar e posicionar os usuários como gestores de seu próprio consumo e permitir uma gama mais ampla de mecanismos de precificação, como tarifas sazonais. Por exemplo, em vez do uso diário estimado médio com base em históricos de consumo, o monitoramento individual pode oferecer dados em tempo real e gerar indicadores em qualquer período (mensal, semanal, diário). A medição inteligente, no entanto, não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como uma ferramenta com potencial de atender às necessidades de informações de abastecimento e usos finais que, por sua vez, podem satisfazer os objetivos de gestão sustentável das águas urbanas.

A aplicação de técnicas de desagregação de dados pode aumentar o tamanho das amostras e a cobertura espacial dos estudos, mas o resultado depende, de qualquer forma, da qualidade dos dados de uso da água utilizados para calibragem dos algoritmos. Ademais, para casos em que a alimentação se dá de forma indireta, com o uso de reservatórios, como em muitas cidades do Brasil, pode ser importante incentivar o desenvolvimento de novas técnicas que igualmente permitam maiores amostragens, com redução de custos e de tempo de trabalho despendido nas análises.

2.5 USO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Métodos de modelagem da demanda doméstica de água vem sendo elaborados e testados desde a década de 1970 e continuam em desenvolvimento na contemporaneidade, reforçando sua importância para a gestão da água, principalmente devido ao grande impacto que o consumo doméstico tem em diversas regiões, nas quais representa a maior parcela dentre os usos urbanos da água.



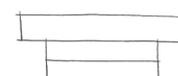
O primeiro estudo detalhado sobre padrões de consumo e usos finais de água foi conduzido em 853 residências no Reino Unido, utilizando questionários e diários de consumo (THACKRAY; COCKER; ARCHIBALD, 1978). Desde então, investigações em diversas tipologias residenciais têm sido realizadas em diferentes países por meio de diferentes técnicas de auditoria do consumo de água.

2.5.1 ESTUDOS INTERNACIONAIS

As buscas, conduzidas conforme o protocolo do presente mapeamento sistemático, resultaram em 25 estudos internacionais (61%) acerca do consumo residencial de água, distribuídos em diferentes cidades de todos os continentes, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Informações gerais dos estudos internacionais de uso da água em edificações residenciais analisados, ordenados por ano de publicação

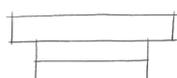
FONTE (ANO)	AMOSTRAGEM (n)	TIPOLOGIA	LOCAL DO ESTUDO	TÉCNICAS UTILIZADAS	SÉRIE DE ESTUDOS
ODURO-KWARTENG et al. (2009)	24	Residência estudantil no campus	Kumasi, Gana	Questionários, observações	-
WILLIS et al. (2009)	151	Casas	Gold Coast, Austrália	Medições específicas, questionários	GCWSEU/GCREUS
SIVAKUMARAN; ARAMAKI (2010)	285	Casas de baixa renda	Trincomalee, Sri Lanka	Questionários	-
WILLIS et al. (2010)	44	Casas	Gold Coast, Austrália	Medições gerais, medições específicas, questionários	GCWSEU/GCREUS
WILLIS et al. (2011)	132	Casas	Gold Coast, Austrália	Medições específicas, questionários	GCWSEU/GCREUS
RICHTER; STAMMINGER (2012)	81	-	Alemanha, Itália, Suécia e Reino Unido	Medições setorizadas, questionários, observações	-
COOK; SHARMA; CHONG (2013)	46	Condomínio para aposentados	Mount Tambourine, Austrália	Medições setorizadas	-
MAKKI et al. (2013)	200	Casas	South East Queensland, Austrália	Medições específicas, questionários	SEQREUS
MATOS et al. (2013)	52	Casas	Valpaços, Porto e Vila Real, Portugal	Questionários, diários, observações	-
SINGH; TURKIYA (2013)	763	Casas de baixa renda	Haryana, Índia	Questionários, observações	-
STEWART et al. (2013)	44	Casas	Gold Coast City, Queensland, Austrália.	Medições específicas, questionários	GCWSEU/GCREUS
WILLIS et al. (2013)	126	Casas	Gold Coast, Austrália	Medições específicas, questionários, diários	GCWSEU/GCREUS
BEAL; MAKKI; STEWART (2014)	252	Casas	South East Queensland, Austrália	Medições específicas, questionários	SEQREUS
MATOS et al. (2014)	36	Casas	Valpaços, Porto e Vila Real, Portugal	Questionários, diários	-
TALEBPOUR et al. (2014)	19	Casas	Gold Coast, Austrália	Medições específicas	-
CHOWDHURY; RAJPUT (2015)	100	Casas	Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos	Medições gerais, questionários	-



FONTE (ANO)	AMOSTRAGEM (n)	TIPOLOGIA	LOCAL DO ESTUDO	TÉCNICAS UTILIZADAS	SÉRIE DE ESTUDOS
CHOWDHURY et al. (2015)	100	Casas	Al Ain, Emirados Árabes Unidos	Questionários	-
MAKKI et al. (2015)	252	Casas	South East Queensland, Austrália	Medições específicas, questionários	SEQREUS
HUSSIEN; MEMON; SAVIC (2016)	407	Casas e aptos.	Duhok, Iraque	Questionários	-
JIANG et al. (2016)	540	-	Tianjin, China	Questionários	-
MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM (2017)	425	Casas de baixa renda	Mbarara, Uganda	Medições gerais, questionários	-
BERGLUND; GOYAL (2017)	227	Casas (incluindo favelas)	Jaipur, Índia	Questionários	-
JORDÁN-CUEBAS et al. (2018)	30	Aptos.	Nova Iorque, EUA	Medições gerais, medições específicas, questionários e observações	-
ALHARSHA; MEMON; FARMANI (2019)	230	Casas e aptos.	Sirte City, Líbia	Questionários	-
LÚCIO; SILVA; SOUSA (2019)	15	Casas e repúblicas estudantis	Lisboa, Portugal	Medições gerais, diários, observações	-

Com o objetivo principal de investigar os usos finais do consumo residencial de água na região de Gold Coast, litoral leste da Austrália, avaliar a eficácia de estratégias para redução do consumo, como o uso de dispositivos eficientes e programas de educação, e compreender as diferenças na utilização da água entre diferentes grupos sociodemográficos, 151 residências unifamiliares foram monitoradas a partir de 2007 utilizando medidores de pulso convencionais adaptados para coletar dados em menores intervalos de tempo e armazená-los em *data loggers*. Os dados obtidos foram desagregados em usos finais utilizando um software computacional de análise de fluxo. Além disso, foram utilizados questionários para obter informações demográficas como endereço, número de residentes, gênero, idade, situação laboral, renda, escolaridade, relação entre os moradores e condição de ocupação do domicílio, se próprio ou alugado (STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2009, 2010, 2011).

Willis *et al.* (2009) exploraram correlações entre variáveis socioeconômicas e os usos finais de água. Para tal, foram comparados dados de quatro regiões que representavam faixas de renda distintas entre si – baixa, média-baixa, média e média-alta –, encontrando correlação positiva entre renda e consumo total de água, ou seja, que quanto maior a renda, maior o consumo de água *per capita*. Em termos de usos finais, no entanto, os autores ressaltaram que essa correlação nem sempre pode ser estabelecida de forma direta. Para o chuveiro, por exemplo, as regiões de renda baixa mostraram um maior consumo *per capita*, o que foi atribuído à



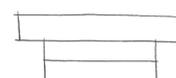
possibilidade de utilizarem equipamentos hidrossanitários menos eficientes. A variabilidade espacial da demanda de água residencial urbana em escala residencial foi identificada como significativa, revelando a importância de representar a heterogeneidade espacial nas previsões de demanda urbana de água.

Posteriormente, investigações específicas da eficácia de alarmes limitadores de consumo para os chuveiros foram realizadas (STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2010), concluindo que as economias de água e energia, embora significativas a curtíssimo prazo após a instalação dos dispositivos, regrediram a padrões anteriores de consumo no médio prazo. As respostas aos questionários encontraram discrepâncias significativas entre a percepção de seus comportamentos e o consumo real de água pelos usuários, indicando que o consumo real não se alinha ao comportamento percebido.

Em busca de revelar a relação entre as atitudes a respeito da preservação do meio ambiente e da conservação da água e os usos finais domésticos da água, Willis *et al.* (2011) aplicaram um questionário à 132 participantes das investigações de usos finais realizadas anteriormente. Análises estatísticas foram conduzidas para agregar os usuários em dois grupos, conforme seu grau de preocupação com questões ambientais. Resultados indicaram que o grupo com atitudes mais conservacionistas a respeito da água e do meio ambiente consumiam significativamente menos água que aqueles com atitudes moderadas, encontrando, portanto, correlação entre as motivações pessoais e suas atitudes reais, traduzidas no volume de água consumido em cada grupo de residências.

Dando continuidade à mesma pesquisa, Willis *et al.* (2013) exploraram a relação entre os usos finais e características sociodemográficas dos usuários para determinar se e quais fatores influenciavam o consumo de água. A análise determinou que a localização da residência, o tamanho do lote, a presença de sistema de aproveitamento de água de chuva, renda familiar e composição da família influenciaram o consumo de água. O estudo apresenta e discute dados de consumo *per capita* e por usos finais para quatro tipos de composição familiar diferentes (unipessoal, casais, famílias pequenas e famílias grandes).

Com o objetivo principal de quantificar e caracterizar os usos finais da água em residências de quatro regiões principais de South East Queensland, leste da Austrália, uma série de levantamentos foi conduzida entre 2010 e 2013 (BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; MAKKI *et al.*,



2013, 2015), com metodologia semelhante a aplicada por Willis *et al.* (2009)³⁷. Makki *et al.* (2013) debruçaram-se especificamente sobre o consumo de água no chuveiro, buscando explorar os fatores mais determinantes para este uso final. O modelo de previsão de demanda gerado mostra que o tamanho da família e a eficiência do equipamento hidrossanitário são capazes de explicar satisfatoriamente mais de 90% das variações no consumo médio de água por dia para este uso final específico. Além disso, os autores destacam a necessidade de substituição de chuveiros de baixa eficiência por outros tecnicamente superiores para reduzir o consumo de água e energia.

Beal, Makki & Stewart (2014) investigaram as tendências de consumo geral de água em 252 residências de South East Queensland antes, durante e depois de períodos de estiagem na Austrália, identificando os usos finais e possíveis aspectos motivadores que mais contribuíram para alterações dos padrões de consumo ao longo deste tempo. A análise de usos finais e as tendências de uso total de água indicaram uma recuperação potencial no consumo de água (efeito rebote), especialmente para os usos externos. Este aumento foi atribuído pelos autores a fatores ambientais e sociais, incluindo o clima úmido prolongado da época analisada, os reservatórios cheios, a ausência de campanhas de conservação de água ativas e a remoção de restrições institucionais ao consumo de água.

Estudos menos representativos foram conduzidos para investigar o consumo da água em todos os continentes, sendo mais dois ainda na Oceania³⁸; três na África³⁹; seis na Ásia⁴⁰, incluindo dois no Oriente Médio⁴¹; quatro na Europa⁴² e um na América⁴³.

Observa-se uma predominância de estudos de caso aplicados a residências unifamiliares, com poucas abordagens do uso residencial da água em apartamentos, bem como extensivo uso de questionários, principalmente nos países em desenvolvimento. Ressalto especificamente a metodologia aplicada em cinco estudos, que considerou apenas os dados obtidos pelos

³⁷ O Professor Dr. Rodney A. Stewart, da Universidade de Griffith, esteve envolvido em ambos os estudos (GCREUS e SEQREUS), e é coautor dos estudos australianos citados anteriormente nesta seção, além do desenvolvido com Talebpour *et al.* (2014).

³⁸ COOK; SHARMA; CHONG, 2013; TALEBPOUR *et al.*, 2014;

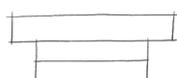
³⁹ ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM, 2017; ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009;

⁴⁰ JIANG *et al.*, 2016; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; SINGH; TURKIYA, 2013; SIVAKUMARAN; ARAMAKI, 2010;

⁴¹ CHOWDHURY *et al.*, 2015; HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016;

⁴² LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MATOS *et al.*, 2013, 2014; RICHTER; STAMMINGER, 2012;

⁴³ JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018;



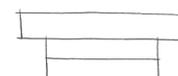
questionários para estimar o consumo de água, sem qualquer balizador quantitativo que pudesse validar as informações fornecidas pelos usuários⁴⁴.

O número de amostragens variou de 15 a 763, reforçando a heterogeneidade das condições e dos recursos humanos, técnicos, financeiros e temporais disponíveis para realização das pesquisas. Em relação aos resultados, a maior parte dos estudos chegaram à métrica de consumo *per capita*, em litros por pessoa por dia (lpd), e 17 (68%) obtiveram resultados referentes aos usos finais, sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos estudos internacionais acerca do uso da água em edificações residenciais

FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	CONSUMO PER CAPITA (lpd)	USOS FINAIS (%)							
			BS	CH	LR	PC	TL	LP	TJ	OU
ODURO- KWARTENG <i>et al.</i> (2009)	(24)	115,1	25,8	53,8	6	5,5	7,3	-	-	1,7
WILLIS <i>et al.</i> (2009)	(151)	157,2	13	37	19	1	17	-	12	1
SIVAKUMARAN; ARAMAKI (2010)	(285)	139	14	27	15	24	-	-	21	-
WILLIS <i>et al.</i> (2010)	(44)	-	-	*	-	-	-	-	-	-
	(132)	152,3	14	35	20	1	17	-	12	1
WILLIS <i>et al.</i> (2011)	Alta preocupação (54)	128,2	15	36	20	2	18	-	8	1
	Méd. preocupação (78)	169	13	34	20	1	17	-	14	1
RICHTER; STAMMINGER (2012)	(81)	-	-	-	-	*	-	-	-	-
COOK; SHARMA; CHONG (2013)	(46)	163	-	-	-	-	-	-	-	-
MAKKI <i>et al.</i> (2013)	(200)	129,2	18	35	24	2	21	-	-	-
MATOS <i>et al.</i> (2013, 2014)	(36)	146,1	14	26	8	40	12	-	-	-
	(763)	116,5	6,2	15,9	19	23,3	-	14	15,2	6,4
	< \$1000/ano (127)	97,5	5,7	17	20,6	23,6	-	10,5	15,7	6,8
SINGH; TURKIYA (2013)	\$1000-2000/ano (281)	111,4	6,4	16,4	18,7	24,4	-	12,8	14,8	6,5
	\$2000-4000/ano (261)	127	6,2	15,2	18,5	22,5	-	15,7	15,6	6,3
	\$4000-8000/ano (49)	131,9	6,6	12,3	19,5	23,6	-	16,2	14,9	7
	> \$8000/ano (45)	124,2	6	16	19,4	21	-	16,1	15,4	6
STEWART <i>et al.</i> (2013)	(44)	-	-	*	-	-	-	-	-	-
	(126)									
WILLIS <i>et al.</i> (2013)	Unipessoal (5)	211,4	13,6	30,6	21,3	1,1	18	-	14,8	0,7
	Casal (34)	183,5	14,3	33,2	19,8	0,9	17,1	-	13,7	1
	3 a 4 pessoas (64)	140,6	12,1	37,8	18,5	1,8	17,6	-	10,9	1,4
	> 4 pessoas (23)	135,6	13,8	33,3	26,5	1,5	13,7	-	10	1,2

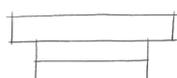
⁴⁴ ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; CHOWDHURY *et al.*, 2015; HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016; JIANG *et al.*, 2016; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017;



FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	CONSUMO PER CAPITA (lpd)	USOS FINAIS (%)								
			BS	CH	LR	PC	TL	LP	TJ	OU	
	(252)										
BEAL; MAKKI; STEWART (2014)	Jun. 2010 (252)	145,3	16,3	30,6	21,4	1,7	19	-	4,8	6,2	
	Fev. 2011 (219)	125,3	18,3	30,2	21,1	1,5	21,9	-	3,8	3,2	
	Jun. 2011 (110)	144,9	16,9	35,7	21,9	1,5	17,3	-	4,6	2,1	
	Dez. 2011 (93)	137,6	20,5	30	19	1,4	15,2	-	12,6	1,2	
	Mar. 2012 (85)	144,4	17,5	28	20,1	1,1	12,6	-	16,6	4,1	
	Set. 2012 (80)	201	15,6	25,3	14,4	1,1	10,3	-	26,5	6,9	
	Dez. 2012 (80)	181,6	15,6	26,6	13,7	1	10,1	-	28,4	4,6	
Maio 2013 (69)	136,7	18,5	26,2	19,6	1,3	13,2	-	18,6	2,6		
TALEBPOUR et al. (2014)	(19)	-	*	-	*	-	-	-	-	-	
CHOWDHURY; RAJPUT (2015)	(100)	Méd. = 3.013 [49 - 7.965]	-	-	-	-	-	-	-	-	
CHOWDHURY et al. (2015)	(100)	280	13,9	33,6	7,1	15,7	27,9	1,1	0,7	-	
MAKKI et al. (2015)	(210)	284,9	18,3	36,4	23,8	1,7	19,7	-	-	-	
	(407)	271									
HUSSIEN; MEMON; SAVIC (2016)	Renda Baixa (92)	241	14	12	13	19	33	5	4	-	
	Renda Média (176)	272	9	14	13	19	32	5	8	-	
	Renda Alta (139)	290	8	15	13	19	32	5	8	-	
JIANG et al. (2016)	(540)	83,7	14	21,7	31,4	22,9	8,8	1,2	-	-	
	(425)										
MUNIINA; MAKSIMOVIC; GRAHAM (2017)	Fornecimento interno	109,2	21,4	45,5	3,1	17,2	11,8	1,1	-	-	
	Fornecimento externo	60,2	-	43,8	7,7	22,3	22,7	3,4	-	-	
	(227)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RAMSEY; BERGLUND; GOYAL (2017)	Não-favelas (198)	...									
	Favelas (29)	13,3									
	(30)										
JORDÁN-CUEBAS et al. (2018)	Edif. alto padrão (15)	165	23,2	45,8	9,4	13,4	8,2	-	-	-	
	Edif. econômico (15)	242	18,4	51,3	5,6	10,3	7,7	-	-	6,8	
	(230)	354	11	15	11	30	19	10	4	-	
ALHARSHA; MEMON; FARMANI (2019)	Apartamentos (51)	329									
	Casas (179)	362									
LÚCIO; SILVA; SOUSA (2019)	(15)	146	28	32,6	11,7	14,7	12,9	-	-	-	

Legenda: BS = Bacia Sanitária; CH = chuveiro; LR = máquina de lavar roupas; PC = pia da cozinha; TL = torneira do lavatório; LP = limpeza; TJ = torneira de jardim e OU = outros usos finais;

Para efeito de comparação, os usos finais “banheira” e “bidê” obtidos em alguns estudos foram agregados ao uso CH (chuveiro) na tabela abaixo, uma vez que uma quantidade muito pequena de estudos apresentava dados separados para banheira (MAKKI *et al.*, 2013, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2013) e bidê (LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019) e, mesmo quando presentes, não representavam percentual significativo do consumo total.



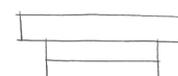
De maneira semelhante, o consumo da máquina de lavar louças (JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; LÚCIO; SILVA; SOUSA, 2019; MATOS *et al.*, 2013), água para consumo humano (ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009) ou ambos (SINGH; TURKIYA, 2013; SIVAKUMARAN; ARAMAKI, 2010) foram agregados ao uso final PC (pia da cozinha). Alguns estudos que fazem uso de desagregação de dados de consumo trazem um único valor para todas as torneiras internas (MAKKI *et al.*, 2013, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2013), não diferenciando PC (pia da cozinha) de TL (torneira do lavatório), por isso, esses resultados podem apresentar valores muito baixos para um e muito altos para outro na Tabela 3. Os valores de usos finais para PC apresentados na Tabela 3 para esses estudos são referentes apenas a máquina de lavar louças, estando os valores totais do consumo das torneiras indicados na coluna TL.

O uso final LP (limpeza) pode representar tanto o consumo do tanque, aferido por medições específicas ou estimado por meio de respostas aos questionários, quanto aquele medido em quantidade de baldes ou outros recipientes de água usados para a limpeza doméstica, em geral obtidos também por meio de questionários ou entrevistas. Quando não foi apresentado, significa que o estudo de caso não levou em consideração essa atividade, visto que o hábito de lavagem da casa com água é um comportamento tipicamente brasileiro, não adotado em muitos países, que inclusive não possuem instalações específicas para o tanque como conhecemos no Brasil.

O uso final TJ (torneira de jardim) refere-se aos usos externos, no qual foram agregados o consumo para atividades como lavagem de veículos (CHOWDHURY *et al.*, 2015), irrigação de jardins (WILLIS *et al.*, 2009, 2013), ambos (SIVAKUMARAN; ARAMAKI, 2010) ou, ainda, ambos acrescidos do consumo referente à piscina (HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016). Um estudo de caso em área semirrural faz referência ao uso da água para criação de animais (SINGH; TURKIYA, 2013), também adicionado à categoria TJ na tabela.

O uso final OU (outros) refere-se tanto a atividades ou equipamentos hidrossanitários não contemplados nos demais usos (ODURO-KWARTENG *et al.*, 2009; SINGH; TURKIYA, 2013), quanto vazamentos identificados em algumas medições (BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; MAKKI *et al.*, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2013).

Alguns estudos, indicados com um asterisco (*) em uma ou mais colunas na Tabela 3, dizem respeito a investigações específicas de determinado(s) uso(s) final(is), que foram incluídos no presente MSL por contribuir com aplicações de técnicas de auditoria do consumo de água ou com resultados a respeito de volume total, vazão, tempo de uso e frequência de acionamento destes equipamentos, a saber: bacia sanitária e máquina de lavar roupas (TALEBPOUR *et al.*,



2014), chuveiro (STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2010) e pia da cozinha (RICHTER; STAMMINGER, 2012).

2.5.2 ESTUDOS NO BRASIL

As buscas, conduzidas conforme o protocolo deste mapeamento sistemático, resultaram em 10 estudos (24%) referentes ao consumo residencial de água no Brasil, concentrados no estado de Santa Catarina⁴⁵, região Sul, no Distrito Federal⁴⁶, na região Centro-Oeste, e no Espírito Santo⁴⁷, na região Sudeste. Não foram localizados estudos realizados nas regiões Norte e Nordeste do Brasil que atendessem aos critérios do protocolo de busca deste MSL.

Tabela 4 – Informações gerais dos estudos nacionais de uso da água em edificações residenciais analisados, ordenados por ano de publicação

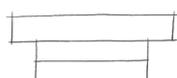
FONTE (ANO)	AMOSTRAGEM (n)	TIPOLOGIA	LOCAL DO ESTUDO	TÉCNICAS UTILIZADAS
GHISI; FERREIRA (2007)	49	Apartamentos	Florianópolis, SC	Medições gerais, questionários, observações
PERTEL (2009)	20	Apartamentos	Vitória, ES	Medições gerais, medições setorizadas
AGUIAR (2011)	17	Apartamentos	Vitória, ES	Medições setorizadas, diários
SANT'ANA (2012)	35	Apartamentos	DF	Medições gerais, questionários, diários observações
MARINOSKI <i>et al.</i> (2014), MARINOSKI (2015)	48	Casas de baixa renda	Florianópolis, SC	Medições gerais, questionários, observações
MARINOSKI; RUPP; GHISI (2018)	20	Casas de baixa renda	Palhoça e Vargem Grande, SC	Medições gerais, questionários, observações
SANT'ANA; MAZZEGA (2018)	118	Diferentes tipologias	DF	Medições gerais, questionários, diários observações
HAMMES; GHISI; THIVES (2020)	1	Casa	Blumenau, SC	Medições gerais, questionários, diários observações
MAYKOT; GHISI (2020)	23	Apartamentos	Florianópolis, SC	Medições gerais, questionários, diários observações

Nota-se um foco maior em residências multifamiliares, ou seja, edifícios de apartamentos, o que difere da tendência internacional, considerando que 80% dos estudos internacionais analisados investigou casas, enquanto nacionalmente essa divisão ficou em 50% para cada tipologia. Cinco estudos nacionais analisaram casas, sendo três especificamente a respeito de casas de

⁴⁵ GHISI; FERREIRA, 2007; HAMMES; GHISI; THIVES, 2020; MARINOSKI *et al.*, 2014; MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018; MAYKOT; GHISI, 2020; RIBEIRO, 2015;

⁴⁶ SANT'ANA, 2012; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018;

⁴⁷ AGUIAR, 2011; PERTEL, 2009;



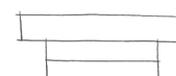
baixa renda integrantes do programa Minha Casa Minha Vida, conduzidas pelo mesmo grupo de pesquisa, vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A maioria das pesquisas utilizou questionários e entrevistas e gerou estimativas de consumo de água baseadas nos dados obtidos por meio desses instrumentos, comparando e refinando-as de acordo com valores obtidos em medições gerais de água, sejam elas aferidas pelos pesquisadores nos hidrômetros gerais ou obtidas nos históricos de faturamento da concessionária de abastecimento. Somente Aguiar (2011) não utilizou os hidrômetros gerais, pois identificou durante a condução do estudo que havia problemas técnicos referentes à sua instalação, optando, por isso, pela realização de medições setorizadas. Nenhum dos estudos nacionais localizados na condução deste mapeamento sistemático realizou medições específicas por ponto de consumo com o uso de medidores de fluxo e *data loggers*.

Em relação aos resultados, todos os estudos nacionais analisados obtiveram dados de consumo *per capita*, em litros por pessoa por dia (lpd), e oito (80%) obtiveram resultados referentes aos usos finais, sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados obtidos nos estudos nacionais acerca do uso da água em edificações residenciais

FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	CONSUMO PER CAPITA (lpd)	USOS FINAIS (%)							
			BS	CH	LR	PC	TL	LP	TJ	OU
GHISI; FERREIRA (2007)	(49)	151,3	33,2	22,6	4,7	20,7	16	2,9	-	-
	Edifício A (16)	179,1	35,1	16,2	2	34	10,5	2,1	-	-
	Edifício B (17)	133,3	29,7	23,2	5,9	13,3	23,4	4,5	-	-
	Edifício C (16)	141,4	34,8	28,6	6	14,7	14	1,9	-	-
PERTEL (2009)	(20)	245	-	-	-	-	-	-	-	-
	Verão (20)	235								
	Inverno (20)	255								
AGUIAR (2011)	(17)	279,3	-	-	-	-	-	-	-	-
SANT'ANA (2012)	(35)	221	15,8	25,3	22,2	17,2	9,5	10	-	-
MARINOSKI et al. (2014)	(48)	133								
	< 3 salários (24)	152,3	20	30	13	20	6	4	4	2
	3 a 5 salários (14)	111,7	18	34	16	15	6	5	5	-
	> 5 salários (10)	114,8	20	36	9	16	2	4	12	2
MARINOSKI (2015)	(48)	159	19,4	32,7	10,7	18	5,2	-	6,7	6,1
MARINOSKI; RUPP; GHISI (2018)	(20)	123,1	21	30	11	23	3	7	5	-
SANT'ANA; MAZZEGA (2018)	(118)	182								
	Renda Alta (36)	321	18,5	17	15,1	19,1	8,1	10,2	-	11,9
	R. Média Alta (28)	205	15,8	25,4	22,1	17,5	9,5	9,8	-	-
	R. Média Baixa (28)	146	18,6	25,8	17,1	21,6	7,1	9,7	-	0,3
	Renda Baixa (26)	112	16	24,5	14,7	20,7	10,9	8,8	-	4,3



FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	CONSUMO PER CAPITA (lpd)	USOS FINAIS (%)							
			BS	CH	LR	PC	TL	LP	TJ	OU
HAMMES; GHISI; THIVES (2020)	(1)	110	28	33	10,9	14	6,4	0,5	7,1	-
MAYKOT; GHISI (2020)	(23)	154	9,2	54,2	21,3	10	2,6	2,6	0,1	-

BS = Bacia Sanitária; CH = chuveiro; LR = máquina de lavar roupas; PC = pia da cozinha; TL = torneira do lavatório; LP = limpeza; TJ = torneira de jardim e OU = outros usos finais

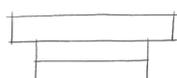
Foram aplicados os mesmos critérios de organização e tratamento dos dados aplicados à Tabela 3 para apresentar os dados dos estudos internacionais, descritos na seção anterior. Especificamente, o uso final “ducha higiênica” foi agregado ao uso CH (chuveiro), uma vez que uma quantidade muito pequena de estudos apresentava dados separados para este equipamento (SANT’ANA, 2012; SANT’ANA; MAZZEGA, 2018) e, mesmo quando presente, não representava percentual significativo do consumo total. Por fim, semelhantemente, o consumo da máquina de lavar louças (MAYKOT; GHISI, 2020) e de água para consumo humano, utilizada no filtro de parede (SANT’ANA, 2012; SANT’ANA; MAZZEGA, 2018) foram agregados ao uso final PC (pia da cozinha).

2.5.3 ESTUDOS NO DF

A fim de complementar os resultados obtidos por meio das buscas nas bases de dados, com informações mais próximas da realidade local, nesta seção serão discutidos resultados de estudos realizados no Distrito Federal que atendem aos critérios de inclusão e exclusão definidos no método deste mapeamento da literatura.

A fim de analisar a aplicabilidade de sistemas de aproveitamento de água pluvial em uma residência unifamiliar na região administrativa do Lago Norte, em Brasília, Sant’Ana (2006) analisou o histórico de consumo faturado pela concessionária para o período de um ano, obtendo um consumo médio diário de 1,25 m³ e um consumo diário *per capita* de 207,8 lpd.

Posteriormente, diversos estudos abordaram o uso e conservação de água em diferentes tipologias de edificações residenciais (BOEGER; SANT’ANA, 2013; SANT’ANA, 2012, 2016; SANT’ANA; BOEGER; MONTEIRO, 2013a, 2013b), com destaque para o estudo quali-quantitativo em que Sant’Ana & Mazzega (2018) identificaram a correlação entre faixa de renda, tipologia e consumo de água em 117 residências uni e multifamiliares de oito regiões do Distrito Federal, estabelecendo indicadores de usos finais de água e apresentando dois modelos de



previsão de demanda de água (uso interno e uso externo) baseados em análise multivariada e regressão múltipla.

Bomfim & Sant'Ana (2021) analisaram os usos finais e os padrões de consumo de água em uma residência do tipo quitinete, no bairro Asa Norte, em Brasília – DF. A aferição foi realizada nos quatro pontos de consumo de água existentes na quitinete, com o auxílio de medidores de fluxo tipo turbina e registradores de dados (*data loggers*), além de uma entrevista com o morador ao fim do período de monitoramento do consumo de água.

2.5.4 SÍNTESE E REFLEXÕES

Ao analisar o conjunto de estudos realizados em edificações residenciais encontrados no presente mapeamento, nota-se uma importante variação tanto nos resultados referentes aos indicadores de consumo *per capita* (13,3 a 3.013 lpd) quanto aos usos finais, o que reforça a necessidade de realização de pesquisas em diferentes partes do mundo para compreender os padrões e os elementos motivadores de consumo em cada localidade.

Indicadores mais baixos foram encontrados em locais com menor acesso à água fornecida pelas companhias de abastecimento, em países em desenvolvimento (RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; SINGH; TURKIYA, 2013). Cabe ressaltar que o mínimo de água para atender as demandas básicas de uma pessoa, conforme a ONU é 110 lpd (CODEPLAN, 2021). Indicadores muito abaixo desse valor não representam eficiência no consumo de água, mas falhas importantes no fornecimento de água adequado à sobrevivência dessas comunidades.

O único estudo que apresentou indicadores muito acima da escala de grandeza dos demais e, portanto, não se encontra representado na Figura 5 por interferir na qualidade de leitura dos demais dados do gráfico, foi conduzido em residências de alto padrão em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, obtendo uma média de consumo *per capita* igual a 3.013 lpd, com o indicador mais alto de uma das 100 residências analisadas chegando a 7.965 lpd. Em meio a situação de escassez hídrica que o mundo e a região vêm enfrentando, tais resultados demonstram a necessidade de considerar a implementação de políticas de conscientização e uso racional da água.

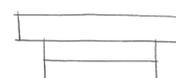
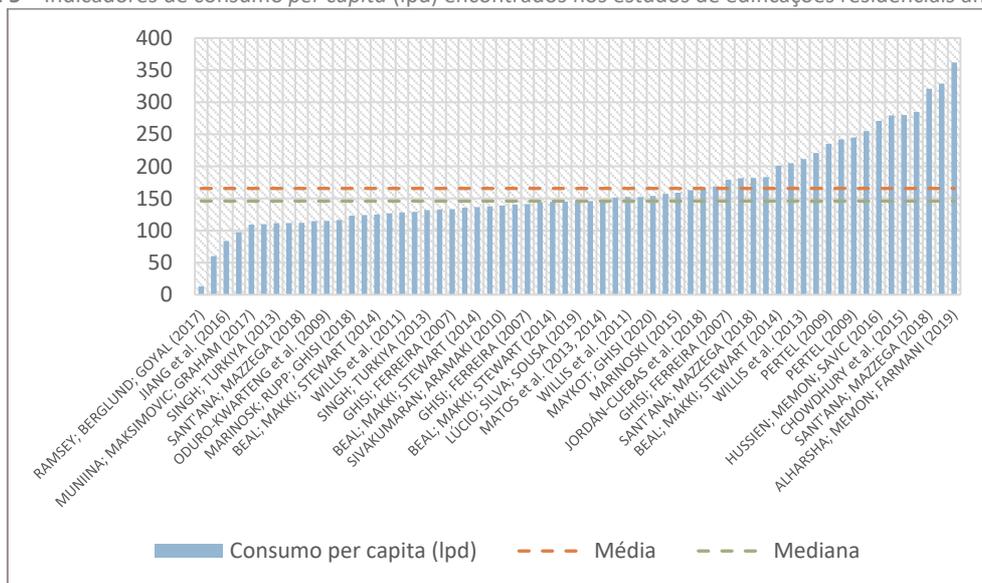


Figura 5 – Indicadores de consumo *per capita* (lpd) encontrados nos estudos de edificações residenciais analisados



Dentre os estudos brasileiros analisados, com consumo *per capita* médio entre 110 e 321 lpd, o uso mais significativo, em geral, foi o do chuveiro (16,2 a 54,2%), seguido pela pia da cozinha (10 a 34%) e bacias sanitárias (9,2 a 35,1%), praticamente empatados, com importância significativa também para a lavagem de roupas (2 a 22,2%).

Já nos estudos internacionais, alguns apresentaram padrões de consumo diferentes, com os percentuais de usos finais para chuveiro abaixo dos referentes a lavagem de roupas e pia da cozinha (JIANG *et al.*, 2016; SINGH; TURKIYA, 2013) ou torneiras dos lavatórios e pia da cozinha (ALHARSHA; MEMON; FARMANI, 2019; HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016). O consumo em bacias sanitárias (6 a 28%) encontra-se um pouco abaixo dos obtidos nos estudos nacionais. Limpeza, irrigação e outros usos não estão presentes em todos os estudos de caso, indicando que estes usos finais não estão presentes em todas as tipologias residenciais – como é o caso dos apartamentos em edifícios em altura e casas sem áreas de jardim – ou ainda aos costumes de todos os países ou regiões. Em locais cujas edificações possuem jardins particulares associados, o uso para irrigação representa percentual significativo do consumo total, mas nem todos os estudos escolheram abordá-lo.

Foi identificada uma possível superestimação dos usos finais das torneiras da cozinha e do banheiro (PC e TL) quando da aplicação da técnica de questionários, sem a instalação de medidores específicos. Os estudos que realizaram medições específicas (BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018; MAKKI *et al.*, 2013, 2015; WILLIS *et al.*, 2009, 2013) apresentaram, em média, consumo muito inferior para esses usos finais que os



que utilizaram apenas questionários. Provavelmente, ao estimar o tempo gasto para lavagem das mãos ou dos pratos, por exemplo, os entrevistados acabam superestimando a duração ou a frequência dos eventos de consumo em relação ao consumo real.

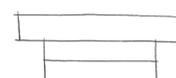
Richter & Stamminger (2012) dedicaram-se a investigar detalhadamente o consumo de água na pia da cozinha em 81 domicílios de quatro países europeus, em razão da ampla diversidade de atividades realizadas por meio desse equipamento hidrossanitário, e concluíram que existem grandes diferenças culturais de país para país que influenciam no volume de água consumida na cozinha, mesmo num único continente. Logo, é esperado que estudos menos específicos não sejam capazes de captar a complexidade dos diferentes comportamentos referentes a esse uso final, e que os dados obtidos em cada contexto não sejam replicáveis a outros.

Conclui-se, portanto, que a investigação do consumo de água em edificações residenciais tem sido ampliada ao redor do mundo, mas o uso de técnicas mais precisas ainda é um desafio a ser superado para obtenção de resultados mais próximos do consumo real de água, especialmente no que diz respeito a definição dos usos finais, por meio de medições específicas ou desagregação de dados.

Quanto à aferição do consumo predial e ao estabelecimento de indicadores *per capita*, o principal desafio se apresenta nos países em desenvolvimento, em que o abastecimento de água ainda é muitas vezes irregular e não atinge o total dos domicílios. Investigar o consumo da água nessas localidades é de especial importância para o correto dimensionamento das redes de abastecimento que ainda precisam ser construídas e para permitir uma melhor gestão da água, especialmente em locais onde há situação de escassez hídrica.

2.6 USO DA ÁGUA EM ESCRITÓRIOS

As pesquisas acerca do uso da água em edificações não-residenciais incluem os setores comercial, industrial e institucional, que apresentam maior heterogeneidade que o setor residencial e são, portanto, um desafio à caracterização por meio de valores médios. White, Milne & Riedy (2004) afirmam que o setor comercial, particularmente, possui grande variação no consumo de água a depender da quantidade de funcionários e da atividade econômica realizada. Por isso, apesar dos setores comercial e institucional, em muitas cidades, ficam atrás apenas do consumo de água para uso residencial, consideravelmente mais explorado em âmbito científico, percebe-se uma lacuna no conhecimento científico acerca do tema.



No presente MSL, foram localizados apenas seis estudos que realizaram medições de consumo de água em edificações comerciais e institucionais, lembrando que a pesquisa foi realizada focando no uso de escritórios e salas comerciais, e não em estabelecimentos voltados para o ramo de alimentação, supermercados ou varejo. Na Tabela 6 são apresentados esses resultados e suas principais informações.

Tabela 6 – Informações gerais dos estudos de uso da água em edificações não-residenciais analisados, ordenados por ano de publicação

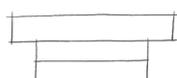
FONTE (ANO)	AMOSTRAGEM (nº edifícios)	TIPOLOGIA	LOCAL DO ESTUDO	TÉCNICAS UTILIZADAS
PROENÇA; GHISI (2010)	10	Edifício em altura (escritórios)	Florianópolis, SC, Brasil	Questionários, observações
BINT; VALLEY; ISACS (2014)	93	Edifício em altura (escritórios)	Auckland e Wellington, Nova Zelândia	Medições gerais, medições específicas, questionários
COOK; SHARMA; GURUNG (2014)	1	Edifício em altura (escritórios)	Brisbane, Austrália	Medições setorizadas
CROSSON (2016)	1	Edifício em altura (escritórios)	Los Angeles, EUA	Questionários
LIMA <i>et al.</i> (2016)	1	Edifício em altura (escritórios)	São Paulo, SP, Brasil	Medições gerais
CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE (2020)	2	Institucional (escritórios)	Belém, PA, Brasil	Medições gerais, questionários, observações

Foi localizado apenas um estudo referente a uma edificação de uso misto (JORDÁN-CUEBAS *et al.*, 2018), porém essa interface não foi explorada suficientemente no artigo, que foca suas análises nas unidades residenciais, localizadas nos andares superiores da edificação analisada e, portanto, esse estudo foi analisado junto aos resultados residenciais, explorados na seção anterior deste MSL.

2.6.1 ESTUDOS INTERNACIONAIS

Os estudos sobre os usos finais da água em edifícios comerciais e institucionais tiveram início décadas após os estudos residenciais, nos Estados Unidos da América (DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000). Dado seu surgimento mais recente, o campo de conhecimento ainda é bastante inexplorado e carece de estudos mais aprofundados em todas as partes do mundo. A seguir serão explorados brevemente os estudos internacionais analisados neste MSL, seus objetivos, métodos e resultados.

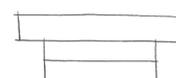
Bint, Valley & Isacs (2014) buscaram avaliar a performance do consumo de água em edifícios de escritórios em duas cidades na Nova Zelândia, Auckland e Wellington, investigando os



históricos do consumo predial de água de 93 edifícios e realizando entrevistas com seus gestores. Para a etapa detalhada da auditoria, a amostragem foi reduzida a três edifícios em Wellington, utilizando aparelhos de medição geral e setorizada a fim de compreender os padrões de consumo e os usos finais de água. Os dados de todos os 93 edifícios foram desagregados utilizando a Ferramenta de Classificação de Eficiência Hídrica (WERT⁴⁸) para estimar os usos finais médios. O estudo concluiu que o consumo base do edifício não era necessariamente determinado pela presença ou ausência de pessoas, mas pelo prédio em si e os equipamentos necessários a seu funcionamento usual. No entanto, o consumo diurno – ou seja, aquele além do consumo base – era principalmente determinado pelos ocupantes, ao usar os equipamentos hidrossanitários e, portanto, demonstrou maiores potenciais de economia. Os sistemas de refrigeração e ventilação mecânica resfriados a água consomem cerca de um quarto da água total. Uma grande proporção da conta de água foi atribuída ao que os autores chamaram de “amenidades domésticas”, como banheiros, mictórios e lavatórios. Os autores afirmam que a maior barreira para a melhoria da eficiência hídrica é educar os usuários e concluíram que a atualização para equipamentos eficientes poderia resultar em um potencial médio de economia de 28% por edifício. Cabe ressaltar, porém, a necessidade de monitoramento do consumo após a instalação de novos equipamentos e a realização de manutenção preventiva para que não haja perda do potencial estimado de redução do consumo.

Com o objetivo de investigar fontes alternativas de água para suprir a demanda não-potável para descarga sanitária e irrigação, Cook, Sharma e Gurung (2014) analisaram um edifício de escritórios de 12 pavimentos em Brisbane, na Austrália, comparando o desempenho do sistema de aproveitamento de água de chuva instalado com duas outras fontes alternativas: águas subterrâneas e reuso da água proveniente da condensação do ar nos sistemas de resfriamento do edifício. Sendo assim, para avaliar o sistema existente e melhor dimensionar os sistemas hipotéticos, foi realizada uma medição setorizada do consumo de água, identificando o volume potável e não potável consumido na edificação, e medição específica nas bacias sanitárias de caixa acoplada. Para ambas as medições foram utilizados *data loggers* para gerenciamento dos dados obtidos durante 26 meses de monitoramento. A demanda predial diária encontrada para as bacias sanitárias foi de 7,8 m³/dia, com o volume médio por descarga de 3,5 litros. Não foram apresentados valores de consumo para os demais usos finais, tampouco o uso final da bacia sanitária percentualmente, em relação ao consumo predial. Os autores concluíram que o

⁴⁸ “*Water Efficiency Rating Tool*”, no original em inglês, desenvolvido por BINT (2012);



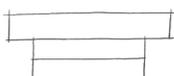
sistema de aproveitamento de água de chuva supria 37% da demanda de água não-potável, enquanto o uso das águas subterrâneas tem o potencial de atendimento de 75% desta demanda. Já a água resultante da condensação do ar nos sistemas de resfriamento do edifício se mostrou viável apenas nos meses mais quentes, quando o sistema gera maiores volumes de água para o reuso.

Crosson (2016) analisou um edifício de escritórios de médio porte (4 pavimentos e cerca de 4.500 m²) projetado em Los Angeles, Califórnia, nos EUA, que visa ser autossustentável em relação ao consumo de água, ou seja, independente em relação ao fornecimento público para atender à cem por cento da demanda predial de água. Para realizar as simulações de cada sistema de conservação de água projetado, o estudo investigou os padrões de consumo de água em seus usos finais no atual edifício, do qual os mesmos ocupantes irão se mudar para o edifício projetado, modelou a ocupação por um período de 10 anos, considerando a ocupação diferenciada durante os fins de semana, feriados e horários reduzidos às sextas feiras, e realizou entrevistas acerca da projeção de consumo dos atuais empregados no novo edifício. Um aspecto metodológico que vale a pena ser ressaltado foi a forma de cálculo da população, em que a ocupação do edifício é apresentada em uma unidade denominada FTE⁴⁹, um valor baseado numa jornada de trabalho padrão de oito horas. Aos funcionários em tempo integral é atribuído FTE igual a 1, enquanto funcionários de meio período tem seu FTE atribuído a partir da razão entre as horas trabalhadas por dia e a jornada padrão de oito horas. Por exemplo, um funcionário que trabalha 6 horas por dia equivale a 6/8, ou seja, 0,75 FTE. À população flutuante, é atribuída meia hora como a média de permanência na edificação, o que equivale 0,0625 FTE por visitante. O FTE final calculado para a edificação foi de 250, ou seja, equivale a 250 funcionários de período integral. Essa forma de cálculo traz uma nova abordagem para o cálculo de demanda *per capita*, e pode ser muito útil para futuras investigação do uso da água em edificações comerciais, uma vez que a identificação da população fixa e flutuante, considerando a quantidade de tempo diferente que cada usuário permanece nas edificações comerciais é um dos principais desafios para estabelecimento de indicadores de consumo nesta tipologia.

2.6.2 ESTUDOS NO BRASIL

Foram analisados três estudos brasileiros, um conduzido em dez edifícios de escritórios em Santa Catarina (PROENÇA; GHISI, 2010), um em um edifício de escritórios, investigando dois estabelecimentos comerciais em São Paulo (LIMA, B. C. *et al.*, 2016) e um em dois edifícios da

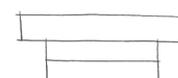
⁴⁹ "Full Time Equivalent", no original em inglês, que pode ser traduzido para "equivalente de jornada integral";



Universidade Federal do Pará (CAMPOS CARDOSO; CAVALCANTE BLANCO; DUARTE, 2020)⁵⁰. A seguir serão explorados brevemente os estudos nacionais analisados neste MSL, seus objetivos, métodos e resultados.

Proença & Ghisi (2010) realizaram entrevistas visando estimar os principais usos finais e avaliar o potencial de redução do consumo de água potável para cada um deles em dez edifícios de escritórios em Florianópolis, Santa Catarina, na região Sul do Brasil. Os edifícios analisados localizam-se no centro da cidade e em sua maior parte (oito deles) iniciaram sua operação na década de 1990, possuíam entre 10 e 49 escritórios cada (média de 22 escritórios por edifício), com área média ocupada por cada escritório entre 31,80 e 121,80 m². Em termos de instalações hidráulicas, a maioria dos escritórios possuía dois banheiros, cada um com uma bacia sanitária e uma pia. A seleção dos entrevistados foi aleatória e mostrou-se representativa da população total dos edifícios. Em casos em que a realização de entrevistas não foi viável, utilizaram-se apenas questionários acerca da frequência de uso dos equipamentos hidrossanitários. A vazão foi aferida *in loco* para os lavatórios, estimada para as bacias sanitárias com caixa acoplada e considerou-se os valores de norma para descarga sanitária de válvula de parede. Foram estimados apenas os usos finais não-potáveis, divididos em quatro categorias: bacia sanitária, torneira, limpeza e outros usos. A bacia sanitária foi identificada como o uso final mais significativo em todos os edifícios analisados, responsável por 52 a 84% do consumo predial total. Os resultados obtidos demonstraram que o consumo de água em alguns edifícios diminuiu ao longo dos meses em que a pesquisa foi conduzida, o que os autores associaram a uma possível interferência causada pela presença dos pesquisadores no local (efeito Hawthorne). Foram identificados também vazamentos em algumas edificações e outras que demonstraram uma grande variação sazonal no consumo de água. Verificou-se que o consumo de água estimado por meio dos usos finais explicou satisfatoriamente o consumo aferido pela concessionária nas contas de água analisadas. Em sete edifícios, o consumo médio por escritório correspondeu à tarifa mínima de água cobrada pela companhia de abastecimento (menos de 10 m³/mês), o que indica ausência de benefícios econômicos com a redução do consumo potável de água, o que pode reduzir o interesse dos gestores na aplicação dessas medidas. Acerca desse resultado, os autores concluem que *“o sistema de cobrança adotado pela concessionária de água pode ser considerado inadequado para o uso eficiente da água,*

⁵⁰ Apesar de se tratar de uso institucional, o estudo foi considerado para o presente mapeamento por se tratar de atividade semelhante à de escritórios, em especial no que diz respeito ao padrão de consumo de água;



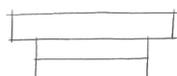
pois não incentiva as pessoas a economizar água "(PROENÇA; GHISI, 2010, p. 499, tradução nossa).

A fim de classificar as vantagens e desvantagens do Sistema de Medição Individualizada, Lima *et al.* (2016) realizaram estudo de caso em duas unidades de *fast-food* de um edifício comercial de 18 pavimentos, situado na cidade de São Paulo. Foi analisado o consumo mensal de água e o valor das faturas antes e depois da individualização. O estudo encontrou três períodos distintos de consumo após a adesão: desconhecimento, adaptação e estabilização, ao fim dos quais em ambas as unidades o consumo aferido após a individualização foi menor que o do período anterior à sua implementação. A inclusão deste artigo no presente mapeamento visa salientar como a condução das buscas podem ser desafiadoras, uma vez que ele atende aos critérios estabelecidos no mapeamento, porém a investigação de fato realizada pela pesquisa em questão não diz respeito aos escritórios em si, mas aos restaurantes localizados no pavimento térreo do edifício de escritórios. Ainda, importante perceber que os indicadores de consumo obtidos nesse estudo (4,68 e 7,8 m³/m²/ano) são muito superiores às médias encontradas nos demais para escritórios, ressaltando a importância de investigações específicas acerca do consumo de água para as diferentes atividades comerciais e a inviabilidade de aplicar os mesmos indicadores para atividades distintas.

Campos Cardoso, Cavalcante Blanco & Duarte (2020) realizaram entrevistas com usuários e medição da vazão dos equipamentos hidrossanitários para viabilizar o cálculo de indicadores de consumo a partir de dados de vazão, frequência e tempo de uso para cada uso final, incluindo bacias sanitárias, lavatórios e bebedouros, a fim de avaliar a viabilidade técnica e financeira de sistemas de captação de água de chuva em dois edifícios públicos na Universidade Federal do Pará, em Belém, na região Norte. Para validação, a demanda estimada foi comparada com o volume aferido pela concessionária por meio de análise do histórico das contas de água. Foram apresentados indicadores de consumo predial médio por pessoa por dia para cada um dos dois edifícios analisados, totalizando 13,71 e 22,10 lpd. A simulação realizada encontrou um volume de reservatório de água de chuva ideal de 8 m³, resultando em um potencial de redução médio de 87% da demanda de água não potável, economicamente viável a longo prazo.

2.6.3 ESTUDOS NO DF

A fim de complementar os resultados obtidos por meio das buscas nas bases de dados, com informações mais próximas da realidade local, nesta seção serão discutidos resultados de

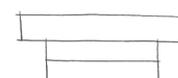


estudos realizados no Distrito Federal que atendem aos critérios de inclusão e exclusão definidos no método deste mapeamento da literatura.

No âmbito do consumo de água nas edificações não-residenciais no DF, foram analisados edifícios institucionais de órgãos públicos (SANT'ANA, 2013), educacionais de diversos níveis (BARBOSA; SANT'ANA; BEZERRA, 2018; SANT'ANNA *et al.*, 2013; SANTANA; SANT'ANA, 2017) e estabelecimentos assistenciais de saúde (SANTANA *et al.*, 2019). Ainda, foram realizados estudos referentes ao consumo de água em hotéis (NASCIMENTO; SANT'ANA, 2014) e terminais de transporte rodoviário (SANTOS; SANT'ANA, 2019) e aeroportuário (SANTOS *et al.*, 2019).

Com o objetivo de analisar, em diferentes escalas, a viabilidade de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reuso de águas cinzas em edificações no Distrito Federal e, com isso, propor diretrizes de regulamentação e política pública voltada à preservação de recursos hídricos locais, Sant'Ana *et al.* (2018) investigaram o consumo de água e seus usos finais em Edificações Hoteleiras, Comerciais, de Escritório, de Ensino, de Saúde e de Transporte. Foram analisados dados de consumo faturado pela concessionária de abastecimento no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 de 101 edifícios de escritórios; realizadas entrevistas com os responsáveis pela administração de cada edifício e, quando possível, analisados os registros do sistema de controle de acesso para aferição mais precisa da população fixa e flutuante; e investigadas as áreas construídas por meio de dados de sensoriamento remoto. Assim, foram obtidos indicadores de consumo *per capita* e por área. Já o levantamento qualitativo para obtenção dos usos finais foi realizado em apenas uma edificação, utilizando medições específicas com a instalação de medidores de fluxo associados a *data loggers* nos pontos de consumo de água.

Ainda em relação às edificações comerciais, Totugui, Valverde & Sant'Ana (2018) classificaram diferentes atividades de comércio e serviços de acordo com o consumo de água em quatro regiões do DF, gerando indicadores de consumo médio diário por atividade e investigando as correlações entre consumo de água, área construída e população. Foi aplicada metodologia quantitativa focada na análise do histórico de consumo predial de água fornecido pela concessionária de abastecimento. Os autores apontaram limitações relacionadas à capacidade de aferir os usos finais e de identificar as atividades específicas para cada endereço e sua população no decorrer do tempo, uma vez que a ocupação das lojas muda constantemente, dificultando o rastreamento de tais informações.



Totugui *et al.* (2019) caracterizaram os usos finais e estabeleceram indicadores de consumo de água em um café em Brasília, por meio da realização de medições específicas nos pontos de consumo utilizando medidores de fluxo e *data loggers*, além de diários, questionários, entrevistas estruturadas, auditoria das instalações hidráulicas e análise das contas de água do estabelecimento para validação dos dados primários obtidos por meio das medições. Os resultados apresentaram 11% de discrepância para menos em relação ao consumo médio faturado pela concessionária, indicando a confiabilidade do método para determinação dos usos finais e da demanda de água na edificação.

Totugui (2020) realizou diagnóstico do consumo de água em um bloco comercial situado no Lago Norte, Distrito Federal. Foram analisados padrões de consumo e usos finais de água para estabelecimentos comerciais com atividades diversas: uma loja de materiais de construção, uma panificadora, um hortifrúti, uma drogaria, um salão de beleza, um bar e um *pet shop*; bem como os valores agregados de consumo predial e o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de diferentes tipos de equipamentos economizadores de água para os diferentes estabelecimentos.

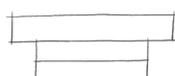
Embora limitados a análises qualitativas com amostras pequenas, que não necessariamente permitem compor modelos representativos replicáveis, os estudos mais recentes no DF representam uma importante contribuição rumo a métodos de aferição do consumo de água mais precisos, uma vez que as pesquisas acerca do uso e conservação de água nas edificações no Brasil e em países em desenvolvimento, vinham sendo realizadas quase que exclusivamente a partir de dados obtidos por meio de questionários e entrevistas.

2.6.4 SÍNTESE E REFLEXÕES

A seguir, na Tabela 7, serão apresentados os resultados obtidos nos estudos apresentados nesta seção, especialmente para demanda de água *per capita*, por área e por usos finais.

Tabela 7 – Resultados obtidos nos estudos acerca do uso da água em edificações não-residenciais

FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	DEMANDA PER CAPITA (lpd)	DEMANDA POR ÁREA (m³/m²/ano)	USOS FINAIS (%)								
				BS	CH	PC	TL	LP	TJ	RF	OU	
	(10)											
PROENÇA; GHISI (2010)	Aliança	84,1	1,64	54	-	-	8,4	2,6	-	-	35	
	Ewaldo Moritz	65,4	1,36	84,6	-	-	6,8	1,6	-	-	7	
	Granemann	101,6	2,15	64,6	-	-	27,3	2,1	-	-	6	
	Ilha de Santorini	53,7	1,52	79,1	-	-	14,5	1,5	-	-	4,9	
	Ilha dos Ventos	34,9	0,76	81	-	-	13,4	2,1	-	-	3,5	
	Manhattan	39,7	0,74	71,5	-	-	19,4	4,3	-	-	4,8	



FONTE (ANO)	SUBGRUPO (amostragem)	DEMANDA PER CAPITA (lpd)	DEMANDA POR ÁREA (m³/m²/ano)	USOS FINAIS (%)							
				BS	CH	PC	TL	LP	TJ	RF	OU
	Olmiro Franco	48,6	1,26	74,6	-	-	21	1,8	-	-	2,6
	Pedro Xavier	51,9	1,22	54,8	-	-	23,8	2,7	-	-	18,7
	Trajanus	55,4	0,91	55,8	-	-	38,4	1,2	-	-	4,5
	Via Venneto	53,6	1,03	52	-	-	14,4	3,9	-	-	29,7
	(93)			25,6	6,8	14	16,5	0,5	-	25	12
BINT; VALLEY; ISACS (2014)	Auckland (37)		0,76								
	Wellington (56)		1,03								
COOK; SHARMA; GURUNG (2014)	(1)			*							
CROSSON (2016)	(1)	11,01	0,6	0	24,8	44,7	10,3	20,2	-	-	-
	(2)										
LIMA et al. (2016)	Estabelecimento 1		7,8								
	Estabelecimento 2		4,68								
CAMPOS CARDOSO et al. (2020)	(2)										
	LAESA	13,71	0,84								
	EMUFPA	22,10	0,90								

BS = Bacia Sanitária; CH = chuveiro; LR = máquina de lavar roupas; PC = pia da cozinha; TL = torneira do lavatório; LP = limpeza; TJ = torneira de jardim e OU = outros usos finais;

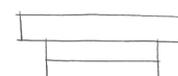
Em relação aos indicadores de consumo, nota-se que os valores estimados para os edifícios de escritórios são muito inferiores aos residenciais, o que possivelmente resulta do fato de atividades que consomem grande quantidade de água, como chuveiro, preparo de refeições, lavagem de louças e roupas não serem, geralmente, realizadas neste tipo de ambiente.

Os usos finais encontrados nos edifícios de escritório diferiram daqueles usualmente identificados nas edificações residenciais, que apresentam, em geral, maior quantidade de equipamentos hidrossanitários. Nos estudos analisados, bacia sanitária (BS), pia da cozinha (PC), torneira do lavatório (TL) e limpeza ou manutenção (LP) foram os usos mais comuns. Em alguns estudos de caso foram analisados também o uso final para chuveiro (CH)⁵¹ e resfriamento (RF)⁵².

O principal desafio para a caracterização dos usos finais em edificações comerciais está em estabelecer quais serão investigados separadamente ou agrupados, uma vez que alguns usos da água são bastante característicos para atividades específicas. A opção de agregar em

⁵¹ BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014; CROSSON, 2016;

⁵² BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014;



“outros usos” é uma saída utilizada por alguns estudos⁵³. Proença & Ghisi (2010), por exemplo reuniram em “outros usos” a água consumida nas copas dos escritórios, como água para fazer café, lavar frutas e consumo humano, mas também incluíram nessa categoria (OU) o consumo de água necessário para realização de atividades específicas, como no caso dos consultórios odontológicos, por exemplo.

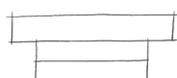
Dentre os estudos analisados, o uso final mais significativo foi o da bacia sanitária (BS), exceto em Crosson (2016), por se tratar de estudo de caso em uma edificação com sistema de banheiro seco instalado. Diversos autores concluíram, considerando tal resultado, que estratégias para redução do consumo de água potável nas bacias sanitárias (BS), portanto, seriam as ações mais relevantes para conservação de água nos edifícios comerciais. Os outros usos mais importantes foram aqueles consumidos em torneiras, tanto dos lavatórios nos banheiros (LV), quanto nas pias das copas ou cozinhas (PC).

Como exposto anteriormente, Proença & Ghisi (2010) apresentaram os dados de consumo das torneiras da copa (PC) agregados a outros usos, o que impossibilita maiores reflexões acerca desses resultados. Já Crosson (2016) analisou separadamente os usos da pia da copa (22%), máquina de lavar louça (5,5%) e água para consumo humano (17,2%). Na Tabela 7, os dados foram agregados na coluna “PC” para possibilitar a comparação com os demais estudos, que não apresentaram tamanha especificidade.

Em relação a indicadores de consumo total, diferentemente dos estudos envolvendo edificações residenciais, em que o consumo *per capita* é a métrica de consumo mais utilizada, alguns autores escolheram usar para os escritórios indicadores de “volume por área por tempo” ($l/m^2 \cdot dia$, $m^3/m^2 \cdot mês$ ou $m^3/m^2 \cdot ano$), provavelmente em razão da dificuldade em estabelecer quantitativos precisos para população fixa e flutuante e identificar o consumo de água realizado por esses usuários. Uma vez que a área de um escritório é uma variável mais facilmente medida que a população, e que tende a sofrer menos alterações ao longo do tempo, a escolha pelo uso do indicador de consumo por área mostra-se como uma boa alternativa.

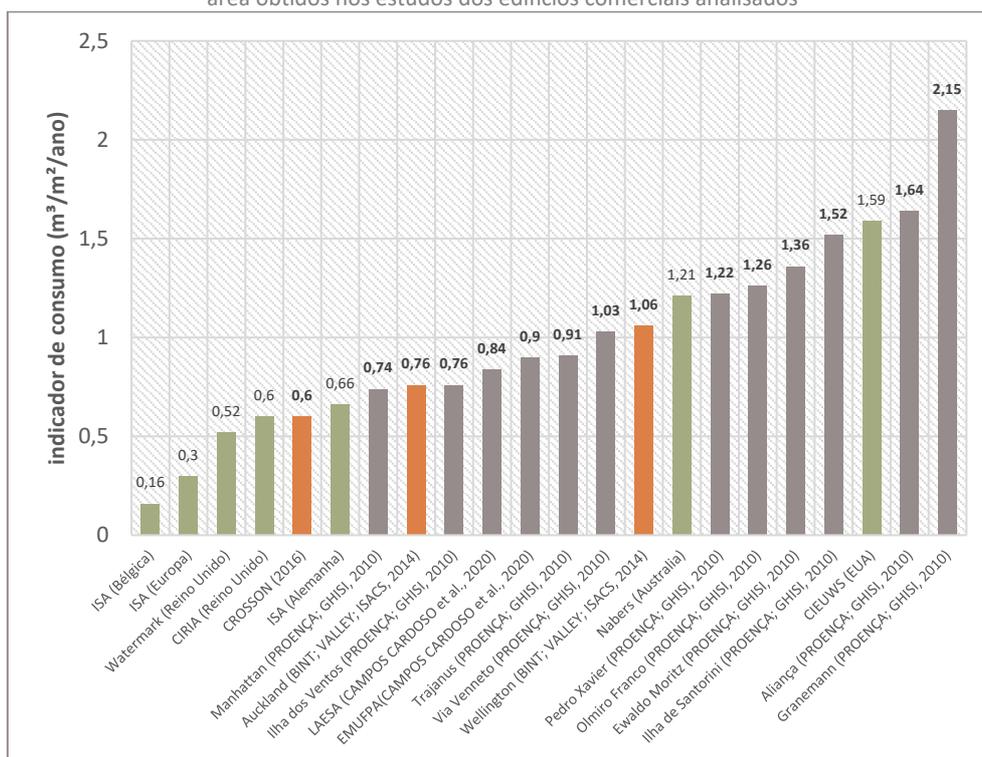
Notou-se, porém, que não existe uma padronização para indicadores por área, como é o caso do indicador *per capita*, padronizado em “litro por pessoa por dia” (lpd), o que pode constituir um desafio para a comparação entre indicadores obtidos em diferentes estudos. Segundo Bint, Valey & Isaacs (2014), o estudo de desenvolvimento de indicadores de consumo de água da

⁵³ BINT, L.; VALE; ISAACS, 2014; PROENÇA; GHISI, 2010;



Nova Zelândia descobriu que a área útil líquida locável de um prédio de escritórios – ou seja, a soma das áreas das unidades, desconsideradas as áreas comuns como halls e corredores de circulação e áreas técnicas – é a medida de normalização mais estatística ($r_2 = 0,71$) e pragmaticamente apropriada para um indicador de consumo de água comercial e estabeleceu como unidade de medida metros cúbicos de água por metro quadrado de área útil líquida locável, por ano ($m^3/m^2/ano$) como padrão para os estudos realizados no país.

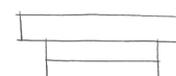
Figura 6 – Comparação entre valores internacionais de referência para consumo eficiente de água e indicadores por área obtidos nos estudos dos edifícios comerciais analisados



Fonte: (adaptado de) BINT; VALEY; ISAACS, 2014, p. 243 ⁵⁴.

Para efeito de comparação, portanto, considerando essa premissa, os valores da coluna “demanda por área” da Tabela 7 que eventualmente estivessem apresentados em outras unidades foram convertidos para ($m^3/m^2/ano$). Os indicadores obtidos por Crosson (2016), de $0,6 m^3/m^2/ano$; e Campos Cardoso, Cavalcante Blanco & Duarte (2020), de $0,84$ e $0,90 m^3/m^2/ano$ encontram-se alinhados a diversos indicadores internacionais típicos apresentados por Bint, Vale & Isaacs (2014), conforme pode ser observado na Figura 6.

⁵⁴ As barras em cinza dizem respeito aos valores de referência internacionais, em laranja aos estudos internacionais e em verde os estudos brasileiros encontrados no presente MSL;



Os resultados obtidos por Proença & Ghisi (2010) variaram entre 0,74 e 2,15 m³/m²/ano, o que foi atribuído pelos autores à heterogeneidade de atividades realizadas pelas empresas ocupantes dos edifícios, o que pode afetar o consumo de água de cada unidade a depender, por exemplo, de uma maior ou menor presença de consultórios médicos e odontológicos, como é o caso dos edifícios Aliança e Via Veneto.

Cook, Sharma & Gurung (2014) investigaram apenas o consumo em bacias sanitárias e para irrigação, não apresentando no estudo dados referentes ao consumo total da edificação analisada. Já os resultados obtidos por Lima *et al.* (2016) diferem muito dos demais por se tratarem, na prática, de estabelecimentos que realizam atividades do setor de alimentação, apesar do estudo ter sido realizado em um edifício de escritórios. Fica claro, portanto, que o tipo de atividade realizada nas unidades investigadas interfere significativamente no padrão de consumo de água.

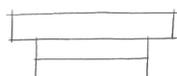
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o mapeamento sistemático da literatura realizado foi possível obter uma compreensão satisfatória do estado da arte e identificar as principais técnicas de auditoria do consumo de água nas edificações aplicadas atualmente e quais resultados têm sido obtidos por meio dessas técnicas em edificações residenciais e comerciais.

Foram encontrados estudos em diferentes localidades geográficas, demonstrando o caráter global da produção científica acerca do tema, especialmente nos últimos cinco anos. O estágio de desenvolvimento das pesquisas, no entanto, é bastante heterogêneo, destacando-se no cenário mundial a Austrália e o Brasil, além de ter sido notada a necessidade de ampliação das pesquisas nas Américas.

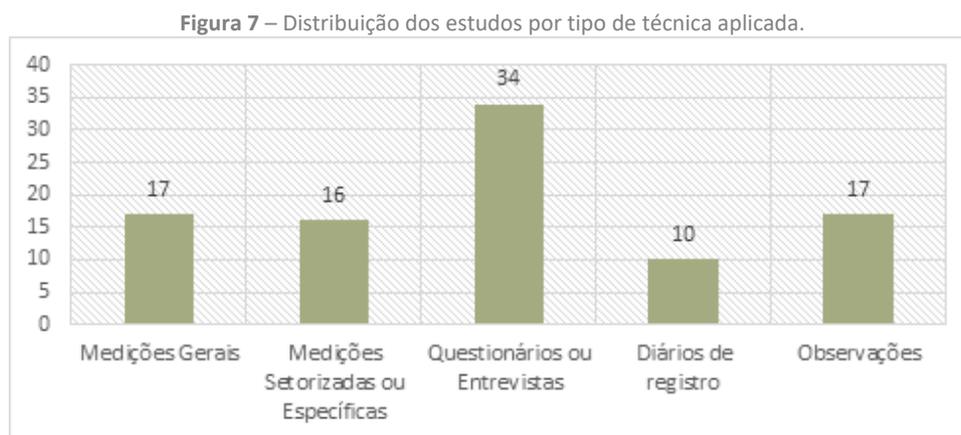
Em termos de indicadores obtidos nos estudos analisados, volume per capita (litro por pessoa por dia) foi o mais habitualmente encontrado. Apesar de não ser uma medida suficientemente precisa para aplicação em escala urbana, seu uso é possível em escalas menores, embora simplificados por utilizarem valores médios, não representando de fato o padrão de consumo de cada usuário individualmente.

Já os indicadores de consumo de água por usos finais, que segundo Boyle *et al.* (2013) constituem um ponto crítico para refinar os modelos de previsão de demanda e identificar



oportunidades para melhorar a eficiência do uso da água, foram obtidos em cerca de metade dos estudos analisados no presente MSL.

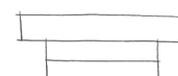
Quanto às técnicas de auditoria do consumo de água aplicadas, predominaram estudos baseados em questionários e entrevistas. A Figura 7 apresenta a distribuição das técnicas entre os estudos analisados.



A somatória de estudos por técnica excede o número total de estudos pois muitos deles fazem uso de duas ou mais técnicas associadas, uma vez que esse tipo de análise isolada apresenta baixo índice de confiabilidade, quando comparada com técnicas que utilizam aparelhos para medições específicas. Dos 34 estudos que fizeram uso de questionários ou entrevistas como principal ferramenta de coleta de dados, cerca de metade associaram-nos aos dados de consumo faturados pelas concessionárias de fornecimento de água, por meio de medições gerais para superar o desafio de capturar a quantidade exata de uso de água, já que o consumo autorrelatado obtém apenas estimativas.

Esforços vem sendo desempenhados no sentido de estabelecer maior precisão para resultados obtidos por meio de questionários e entrevistas, como por exemplo as análises de sensibilidade realizadas por Ghisi & Ferreira (2007), Hammes, Ghisi & Thives (2020) e Proença & Ghisi (2010). Ainda assim, investimentos em tecnologia e campanhas educativas para maior incentivo à participação dos usuários na realização de estudos com o uso de técnicas de medições específicas que permitam a obtenção de resultados quantitativos mais precisos beneficiariam consideravelmente o avanço nesse campo do conhecimento.

Além disso, nota-se entre os estudos representativos localizados neste mapeamento – ou seja, aqueles que obtiveram dados de consumo de alta resolução em amostragens extensas por



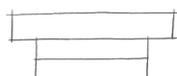
períodos de tempo longos – a realização de parcerias entre entidades educacionais, governamentais e empresas de abastecimento de água, desde a pioneira SODCON⁵⁵ até os recentes GCWSEU, GCREUS e SEQREUS⁵⁶, reforçando a importância desse tipo de iniciativa conjunta envolvendo diversos setores para a realização de pesquisas em ampla escala, a fim de obter dados representativos a respeito dos usos finais.

Fica evidente, ao analisar cada uma das técnicas, que a aplicação de cada uma delas separadamente ou de forma associadas apresenta vantagens e desvantagens metodológicas. Resultados mais precisos e maiores amostragens, em geral, também significam maiores custos para a coleta de dados maiores desafios ao recrutamento de participantes. Encontrar a medida ideal entre esses fatores para a realidade de cada investigação é, portanto, fator decisivo na escolha das técnicas para definir o método a ser adotado. Nesse sentido, a visão de Parker & Wilby (2012) da necessidade uma abordagem holística, em que estudos qualitativos sejam usados para complementar registros quantitativos aferidos por medições específicas na determinação dos usos finais, resume a perspectiva ideal que um método para aferir o consumo de água deve contemplar, uma vez que o comportamento do usuário é complexo e pode ser imprevisível e depender de muitos fatores.

Dados obtidos nas leituras da concessionária, por exemplo, apesar de apresentarem baixa resolução, são considerados confiáveis e muitas vezes constituem a única fonte de dados quantitativos do consumo real de água, principalmente se considerarmos que em muitas localidades ao redor do mundo o próprio fornecimento de água não é regular e que a medição predial do consumo ainda não é realidade em muitos países, inclusive em alguns chamados desenvolvidos. Tanto a medição predial quanto a medição por unidade (por exemplo, apartamentos em edifícios condominiais) vem crescendo, inclusive no Brasil, a partir da

⁵⁵ SODCON é a sigla em inglês para *Survey of Domestic Consumption*, ou "Pesquisa de Consumo Doméstico" (tradução nossa), estudo pioneiro realizado pela concessionária *Anglian Water Services* em 1995 na Inglaterra, abordada em revisão analisada neste mapeamento (PARKER; WILBY, 2012);

⁵⁶ GCWSEU, GCREUS e SEQREUS são as siglas em inglês para *Gold Coast Water saver End Use*, *Gold Coast Residential End Use Study* e *South East Queensland Residential End Use Study*, significando, respectivamente, "Usos Finais para Economia de Água em Gold Coast", "Estudo de Usos Finais Residenciais de Gold Coast" e "Estudo de Usos Finais Residenciais de South East Queensland" (traduções nossas), investigações realizadas na Austrália, financiadas pelo *Australian Research Council* (ARC) e realizadas por *Griffith University*, *Gold Coast Water* e *Institute for Sustainable Future* da *University of Technology Sydney*, das quais fazem parte alguns dos estudos analisados neste mapeamento (BEAL; MAKKI; STEWART, 2014; MAKKI *et al.*, 2013, 2015; STEWART *et al.*, 2013; WILLIS *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2013);

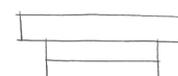


implementação de legislação nesse sentido, facilitando o cenário de obtenção de dados de consumo para estudos futuros.

Quanto às auditorias utilizando medidores específicos, como o conjunto medidores de fluxo + *data loggers*, notou-se pouca aderência dentre os estudos analisados, apesar da maior precisão dos resultados obtidos por essa técnica. Diversos autores apresentaram como justificativa para adoção de outras técnicas de coleta de dados primários do consumo de água a dificuldade de obter voluntários, custos elevados e complicações técnicas advindas da necessidade da instalação simultânea de muitos sensores para realizar as medições em todos os pontos de consumo de uma edificação.

Para solucionar esses desafios relacionados aos medidores específicos e, ainda assim, garantir medidas do consumo de água mais precisas, diversos métodos de desagregação tem sido desenvolvidos, para obter dados por usos finais a partir de um único medidor de fluxo, com o auxílio de tecnologia computacional, reduzindo o tempo e os custos de instalação, além do nível de interferência no interior das edificações analisadas. Porém, ainda hoje é necessário um período de medições específicas da forma usual para coletar um conjunto de dados de eventos de usos finais desagregados que servirão como base para o aprendizado do algoritmo, não solucionando completamente a questão. Cabe destacar que esse tipo de medição é aplicável a edificações que realizam o consumo de água diretamente da rede de abastecimento, tornando-se inviável na maior parte das edificações no Brasil, pelo menos por hora.

Em relação aos resultados obtidos pelos estudos de uso da água em edificações residenciais, que representa a maior parcela dentre os usos urbanos da água em muitas localidades e tem sido investigado desde a segunda metade do século XX, representaram a maior parte dos estudos encontrados (35), sendo 10 no Brasil, concentrados no estado de Santa Catarina, região Sul do país, no Distrito Federal, na região Centro-Oeste, e no Espírito Santo, na região Sudeste. Nota-se uma importante variação tanto nos resultados referentes aos indicadores de consumo per capita (13 a 7.965 lpd), quanto aos usos finais, tendo sido obtidos desde valores abaixo do mínimo estabelecido para consumo humano (110 lpd), até o limite de valores equivalentes a 72 vezes esse mínimo. Esses achados reforçam a necessidade de realização de pesquisas em diferentes partes do mundo para compreender os padrões e os elementos motivadores de consumo em cada localidade, bem como definir políticas de gestão da água mais adequadas para cada localidade, seja a fim de ampliar o fornecimento à água potável ou implementar medidas de conscientização visando a redução do consumo da água. Nos estudos



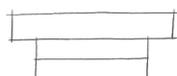
analisados conduzidos no Brasil, o consumo per capita médio foi um pouco mais homogêneo, ficando entre 110 e 321 lpd, e o uso mais significativo, em geral, foi o do chuveiro (16,2 a 54,2%), seguido da pia da cozinha (10 a 34%) e da lavagem de roupas (2 a 22,2%), praticamente empatados.

No entanto, podemos perceber uma concentração dos estudos em grandes cidades, ou no máximo áreas metropolitanas, evidenciando a necessidade de, uma vez que podemos considerar esse campo de estudo iniciado no Brasil, levar as investigações a outras realidades habitacionais, visando compreender a multiplicidade do uso da água no país e trazer novas camadas para o aprofundamento dessa discussão.

Já no âmbito das edificações não-residenciais, que possui uma variação ainda maior no consumo de água que a do uso residencial, dependendo da quantidade de funcionários e da atividade econômica realizada, os estudos do consumo de água encontram-se ainda em fase inicial. Por isso, apesar dos setores comercial e institucional, em muitas cidades, ficarem atrás apenas do consumo de água para uso residencial, consideravelmente mais explorado em âmbito científico, foram localizados apenas seis no presente mapeamento. Aparentemente, a metodologia e os indicadores consolidados e testados para os usos residenciais não respondem da mesma forma para as previsões de demanda de água em edificações não-residenciais.

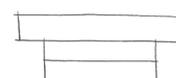
Para os edifícios de escritórios, especificamente, verificou-se que os valores de consumo por período de tempo (litros por dia, metros cúbicos por mês) estimados são muito inferiores aos residenciais, o que possivelmente resulta do fato de atividades que consomem grande quantidade de água, como chuveiro, preparo de refeições, lavagem de louças e roupas não serem, geralmente, realizadas nessas edificações. No grupo de estudos analisados, o uso final mais significativo foi o da bacia sanitária (BS), seguidos das torneiras, tanto dos lavatórios nos banheiros (LV), quanto nas pias das copas ou cozinhas (PC), indicando a predominância de usos voltados essencialmente a higiene básica dos funcionários.

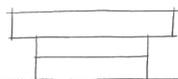
Diferentemente dos estudos em edificações residenciais, em que o consumo per capita é a métrica de consumo mais utilizada, alguns autores escolheram usar para os escritórios indicadores no formato “volume por tempo por área” (litro ou metro cúbico por m² por dia, mês ou ano). A dificuldade em estabelecer quantitativos precisos para população fixa e flutuante e identificar o consumo de água realizado por cada usuário ou grupo de usuários certamente teve participação nesse tipo de decisão, uma vez que a área é uma variável mais facilmente aferida e que sofre menos alterações ao longo do tempo. Embora a escolha pelo uso do indicador de



consumo por área mostre-se uma boa alternativa, notou-se que não existe uma padronização de unidades, como no caso do indicador per capita, padronizado em “litro por pessoa por dia” (lpd). Essa falta de padronização pode constituir um desafio para a comparação entre indicadores obtidos em diferentes estudos. O estudo de desenvolvimento de indicadores de consumo de água da Nova Zelândia estabeleceu como unidade de medida “metros cúbicos de água por metro quadrado de área útil líquida locável, por ano” ($m^3/m^2/ano$) como padrão para os estudos realizados no país (BINT, VALEY & ISAACS, 2014), a partir de uma série de análises estatísticas realizadas. Essa definição traz um norte e levanta a necessidade dessa importante discussão para o desenvolvimento das pesquisas acerca do tema.

Conclui-se, portanto, que a investigação do consumo de água nas edificações tem sido ampliada, mas o uso de técnicas mais precisas, a padronização das unidades dos indicadores, e a definição de critérios mínimos de confiabilidade nas metodologias aplicadas ainda é um desafio a ser superado para obtenção de resultados mais próximos do consumo real de água que possam servir de base para implementação de políticas de gestão baseada na demanda, especialmente no que diz respeito a definição dos usos finais em edificações não-residenciais, ainda em fase incipiente ao redor do mundo.





3

MÉTODO

3.1 Objeto de Estudo

3.2 Levantamento Quantitativo

Análise documental

Entrevistas e vistorias

Histórico do consumo de água

Questionários

3.3 Levantamento Qualitativo

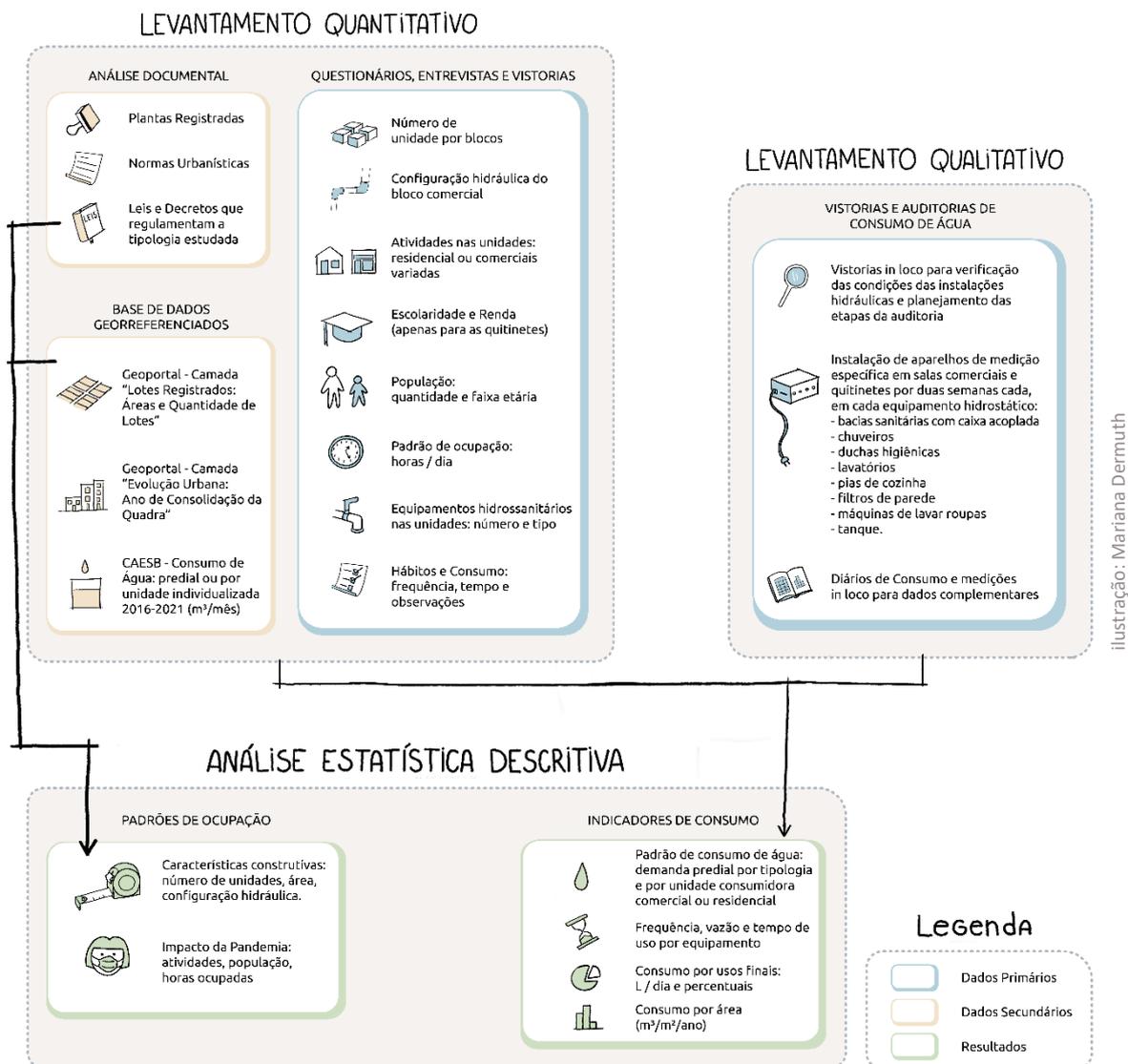
Vistorias hidráulicas

Auditorias do consumo de água



Para atingir os objetivos descritos no capítulo anterior, foi delineado um método de pesquisa que incorporou abordagens quantitativas e qualitativas para coleta e tratamento de dados primários e secundários, representado resumidamente na Figura 8. As etapas detalhadas do método, premissas e detalhes inerentes à sua aplicação encontram-se descritos na sequência.

Figura 8 – Fluxograma de pesquisa



3.1 OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso foi conduzido em edifícios do tipo Comércio Local Norte (CLN), localizados no Setor de Habitações Coletivas Norte (SHCN), na Asa Norte, que faz parte da Região Administrativa I, Plano Piloto, na cidade de Brasília-DF. Ao todo, o universo analisado foi de 260 edificações, em 58 quadras. Sua localização na cidade pode ser observada na Figura 9.

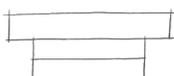


Figura 9 – Localização das quadras do Comércio Local Norte, indicadas em tracejado amarelo (a); Foto aérea da SQN 213, 1997 (b)



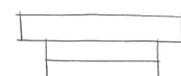
Fonte: colagem da autora, com imagens de SEDUH/DF, 2019, p. 3 (a); Augusto Areal, 1997⁵⁷ (b).

As edificações possuem entre dois e quatro pavimentos, sendo o subsolo e a sobreloja optativos, e se localizam em projeções de 26 por 26 m. Todas contam com térreo destinado a lojas e pavimentos superiores destinados a salas comerciais, com área média de 28 m² por unidade, onde se desenvolvem os usos investigados na presente pesquisa (escritórios e quitinetes).

Uma das características comuns às edificações analisadas no presente estudo de caso é o fato das lojas localizadas no térreo das edificações do CLN⁵⁸ possuírem sistemas hidráulicos independentes (com alimentação direta e hidromedidaç o individualizada), cujo consumo de água e funcionamento não interferem no dimensionamento, manutenção ou operação dos sistemas hidráulicos prediais dos pavimentos superiores da edificação, objeto desta investigação.

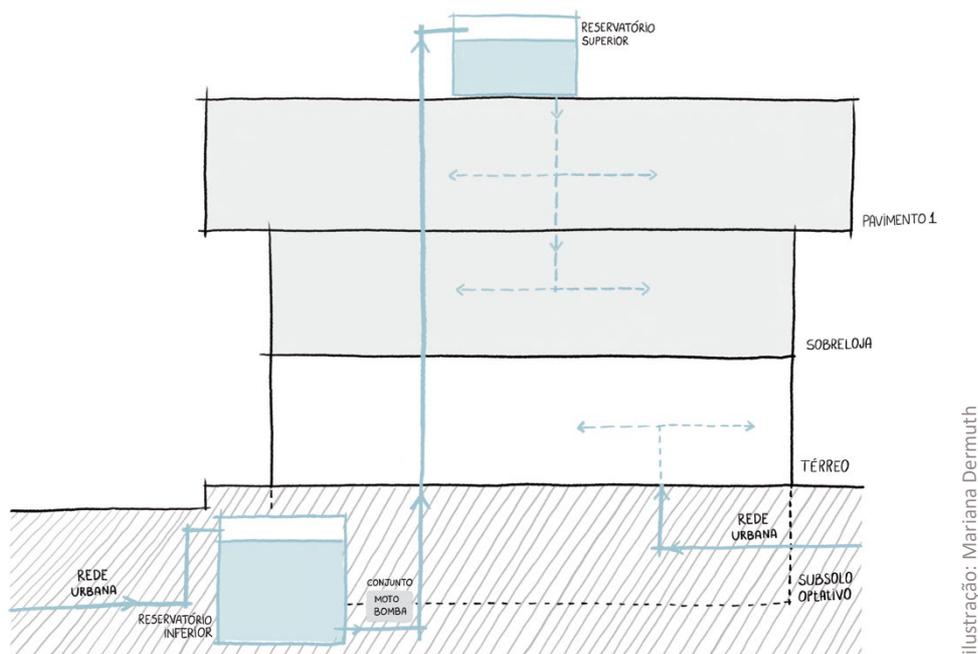
⁵⁷ Disponível em: <https://mapio.net/imagens-p/2161002.jpg>. Acesso em 20 maio 2021.

⁵⁸ O consumo de água realizado nas lojas foi objeto de estudos realizados por Sant'Ana *et al.* (2018) e Totugui, Valverde & Sant'Ana (2018).



O recorte desta pesquisa foram as chamadas “salas comerciais” dos pavimentos superiores (sobreloja e primeiro pavimento), que fazem parte de sistemas hidráulicos prediais com alimentação, reservatório e distribuição compartilhados e possuem acessos integrados por meio de circulação vertical compartilhada, conforme pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Corte esquemático das instalações hidráulicas do CLN



Importante ressaltar que, ao longo de todo o texto, o termo “salas comerciais” diz respeito aos espaços individuais projetados inicialmente para uso exclusivamente comercial, mas adaptados ao longo dos anos para abrigarem também, em alguns casos, o uso residencial, sob a forma de quitinetes, definidas por Bonfim & Sant’Ana (2021) “*pequenos ambientes conjugados a uma pequena cozinha [...] com um banheiro*”.

3.2 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO

3.2.1 ANÁLISE DOCUMENTAL

Foram analisadas plantas registradas, normas e legislação urbanísticas que regulamentam a tipologia estudada, disponíveis no Sistema de Documentação Urbanística e Cartográfica do

DF⁵⁹ ou no Sistema Integrado de Normas Jurídicas do DF⁶⁰. Além disso, a partir dos dados constantes na camada “evolução urbana” do GeoPortal⁶¹, foram obtidas as datas de consolidação das quadras.

Esta etapa inicial possibilitou identificar as limitações definidas em norma que impactassem na definição de características arquitetônicas comuns às edificações do CLN, auxiliar na definição das tipologias arquitetônicas existentes no setor, estabelecer critérios iniciais para identificar as configurações dos sistemas hidráulicos prediais, auxiliar na definição do número e da área média de unidades dos pavimentos superiores de cada edificação e realizar análises baseadas na idade das edificações.

3.2.2 ENTREVISTAS E VISTORIAS

Para a etapa de coleta de dados quantitativos, foram selecionados blocos cujos responsáveis pela manutenção ou administração do edifício (porteiro, zelador, faxineiro, síndico ou representante) tenham apresentado disponibilidade em contribuir com a pesquisa.

Foram realizadas visitas às edificações, onde foram conduzidas entrevistas com usuários-chave (porteiros, zeladores, faxineiros, síndicos, administradores etc.) em formato semiestruturado, com o auxílio de um roteiro⁶² previamente elaborado. Foram obtidas informações acerca de características arquitetônicas (número de unidades e pavimentos), hidráulicas (tipo de hidrometração, presença e localização de reservatórios, colunas de distribuição de água e esgoto, sistemas alternativos) e padrões de ocupação (distribuição dos usos e atividades nos pavimentos superiores) das edificações.

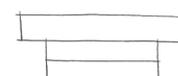
Uma fase piloto de aplicação foi realizada entre outubro e novembro de 2019, na qual foram realizadas 20 entrevistas, em 5 quadras. Entre os meses de junho e julho de 2021 foram realizadas as demais visitas, totalizando 58 entrevistas em 20 quadras, representando 22% do universo. O percentual de resposta para cada pergunta da entrevista estruturada, no entanto, em alguns casos, foi de apenas 50% dos entrevistados, em especial quando os participantes

⁵⁹ Disponível em <https://www.sisduc.seduh.df.gov.br>;

⁶⁰ Disponível em <http://www.sinj.df.gov.br/sinj>;

⁶¹ Portal de acesso público gerido pela Secretaria de Habitação do Distrito Federal que concentra informações acerca do território distrital;

⁶² O modelo do roteiro das entrevistas está apresentado no Apêndice A.



eram funcionários recém-contratados, que não tinham conhecimento sobre os sistemas hidráulicos prediais ou sobre a ocupação da edificação.

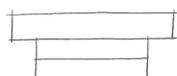
Além das entrevistas, durante as visitas foram realizados levantamentos visual e fotográfico das fachadas de cada edificação, visando identificar o número de pavimentos e outras características arquitetônicas. Em seguida, procedia-se à portaria dos blocos, para tentativa de realização das entrevistas. Em decorrência da pandemia do novo coronavírus, os blocos em geral encontravam-se com as portas do hall de acesso às escadas dos pavimentos superiores fechadas, com controle de acesso por meio de interfone, senha ou chave. Em cerca de metade das edificações visitadas não foi possível encontrar um responsável para participar da pesquisa.

Quando autorizado o acesso, buscava-se a presença de quadros informativos ou caixas de correio nos halls das edificações, que permitissem identificar a quantidade de unidades e as atividades empreendidas em cada uma delas. Na maior parte dos casos, não havia quadros desse tipo nos halls, estavam incompletos ou desatualizados.

A seguir, era realizada a vistoria nos pavimentos superiores, buscando identificar a configuração arquitetônica, hidráulica e os usos e atividades das unidades. Foram consideradas as informações dos quadros e das portas das unidades, em especial nome da empresa e descrição da atividade, caso houvesse. Assim como nos quadros, verificou-se muitas portas não identificadas. Por isso, a fim de complementar o levantamento *in loco*, foi realizada pesquisa *online* para obter maiores informações acerca dos padrões de ocupação das unidades. Em muitos casos, foi descrito pelos entrevistados um esvaziamento ocorrido após o início da pandemia do novo Coronavírus, em março de 2020, especialmente nos edifícios cujo uso residencial era expressamente vetado por normas do condomínio, ou seja, aqueles com cem por cento de ocupação comercial.

As entrevistas foram realizadas em diferentes horários e dias da semana, porém, notou-se que entrevistas realizadas no início da manhã obtiveram maior taxa de resposta que as tentativas realizadas em outros períodos do dia, visto que os porteiros e zeladores, que foram maioria dos participantes dessa etapa, além de estarem mais facilmente acessíveis por estarem realizando atividades de limpeza ou conservação do edifício, se mostraram mais dispostos a responder às perguntas.

No total, foram realizadas vistorias *in loco* em 110 edificações de 37 quadras, representando 42% do universo. A fim de complementar os dados coletadas *in loco* e ampliar a amostragem,



especialmente em relação ao número de pavimentos e uso das edificações, foi realizado levantamento utilizando a ferramenta *Street View* do *Google Maps*⁶³ entre junho e julho de 2021 para obter dados das edificações não visitadas *in loco*. Após essa etapa, foi possível estabelecer a tipologia e o número de pavimentos de 100% dos 260 edifícios do CLN e o uso de 205 deles, totalizando 79% do universo.

Essa etapa quantitativa foi fundamental para caracterizar as tipologias arquitetônicas do CLN, em especial em relação ao número de pavimentos e unidades, seus usos, atividades e particularidades dos sistemas hidráulicos prediais.

3.2.3 HISTÓRICO DO CONSUMO DE ÁGUA

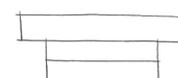
Foram obtidos dados históricos do consumo mensal de água faturado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito (Caesb) para os meses de janeiro de 2016 a maio de 2021, de 257 dos 260 blocos do CLN. A própria concessionária foi responsável por filtrar e excluir os dados referentes ao consumo das lojas, localizadas no térreo ou subsolo das edificações estudadas, uma vez que estas são abastecidas diretamente pela rede urbana, possuindo hidrometração exclusiva e constituindo sistemas hidráulicos independentes da porção da edificação analisada neste estudo. Os dados fornecidos referiam-se tanto às unidades individualizadas quanto aos edifícios com hidrometração predial coletiva, sem distinção entre eles, e possuíam apenas a indicação de endereço por bloco e quadra, sem a identificação das unidades, a fim de preservar a privacidade dos usuários.

Primeiramente, portanto, foi necessário realizar um pré-tratamento dos dados, em que foram eliminados os *outliers* e as unidades com medição igual a zero em mais de 6 dos 65 meses aferidos, e separados os dados referentes ao consumo predial daqueles referentes ao consumo nas unidades individualizadas (quitinetes e salas comerciais), a fim de prosseguir as análises, uma vez que os volumes mensais médios consumidos nas edificações e nas unidades apresentam ordens de grandeza incomparáveis entre si.

Por fim, foi obtida uma amostragem aleatória de 117 edifícios com medição coletiva (45% do universo), dos quais foram analisados os dados de consumo predial; e 473 unidades consumidoras individuais (6% do universo estimado⁶⁴), sendo 262 unidades residenciais

⁶³ Sistema de mapas e imagens de satélite e a nível da rua, disponível gratuitamente em: <https://www.google.com.br/maps>. Para essa etapa, as imagens utilizadas datavam entre 2019 e 2021;

⁶⁴ Estima-se que o universo seja de aproximadamente 7.400 unidades distribuídas entre os 260 blocos do CLN;



(quitinetes) e 211 comerciais (escritórios). Para definição dos usos, foram utilizados os dados obtidos por meio das entrevistas e vistorias. Na análise do histórico de consumo das unidades categorizadas por uso, foram desconsideradas 613 unidades localizadas em edifícios cujo uso dos pavimentos superiores era simultaneamente residencial e comercial, ou cujo uso não foi identificado na pesquisa, dada a inviabilidade de realização da categorização.

Os dados de consumo fornecidos pela concessionária tiveram como principal função verificar a validade e representatividade dos indicadores de consumo obtidos a partir dos dados primários coletados na etapa qualitativa por meio das medições específicas por usos finais realizadas nas unidades.

3.2.4 QUESTIONÁRIOS

Foi elaborado um formulário eletrônico utilizando a plataforma *Google Forms*⁶⁵, a ser preenchido por adesão voluntária, por meio de divulgação do endereço virtual de acesso via redes sociais dos membros do grupo de pesquisa e contatos pessoais e da distribuição de panfletos⁶⁶ nas caixas de correios e portarias das edificações durante a etapa de entrevistas e vistorias. Os panfletos continham informações básicas sobre a pesquisa, um convite à participação e um *QR Code*⁶⁷ que encaminhava o dispositivo eletrônico a ele apontado à página do questionário *online* para preenchimento.

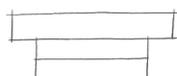
O questionário⁶⁸ foi elaborado e testado de maneira a ser concluído em poucos minutos, visando maior adesão por parte daqueles que recebessem o convite à participação. Após o preenchimento da seção referente à atividade desempenhada na unidade (se residencial ou comercial), o questionário era automaticamente direcionado a perguntas diferentes para cada uma delas. Em ambos os casos, estavam presentes seções referentes à população ocupante da unidade (quantidade de pessoas e faixa etária), padrão de ocupação (quantidade de horas por dia em que a unidade estava ocupada), equipamentos hidrossanitários (número e tipos de equipamentos presentes na unidade) e hábitos referentes ao consumo de água (frequência e tempo de uso dos equipamentos hidrossanitários). Na seção do questionário destinada às

⁶⁵ Plataforma disponível gratuitamente em <https://docs.google.com/forms>;

⁶⁶ O modelo de panfleto impresso para divulgação está apresentado no Apêndice B.

⁶⁷ QR Code é um código de barras bidimensional, que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera. Esse código pode ser convertido em texto, endereços URL, número de telefone, localização georreferenciada, e-mail, contato ou SMS. Nesse caso, era convertido em um endereço URL onde se encontrava hospedado o formulário online da pesquisa;

⁶⁸ A transcrição do questionário consta no Apêndice C.



unidades residenciais, eram solicitados dados socioeconômicos (escolaridade, renda) dos moradores e na destinada às unidades comerciais, eram solicitados dados referentes às atividades comerciais ou serviços prestados pela empresa que ocupava a sala. Ao final, era apresentada a opção de informar um canal de contato para participar da etapa qualitativa da pesquisa.

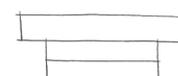
Uma fase piloto de aplicação foi conduzida entre outubro e novembro de 2019, em que obtivemos 23 respostas válidas do total de 55. Após avaliação dos resultados preliminares, foram realizadas algumas modificações, visando aumentar a eficácia do instrumento. Em especial, percebeu-se a necessidade de incluir questões referentes às possíveis alterações de padrões de ocupação e consumo de água decorrentes das mudanças de rotina provocadas pela pandemia do novo Coronavírus, em andamento durante a realização da pesquisa (a partir de março de 2020), que pudessem influenciar nos resultados. Além disso, alterou-se a forma de aplicação, antes pensada para incluir a possibilidade de preenchimento presencial por meio de dispositivo eletrônico durante as visitas às edificações para preenchimento exclusivamente remoto, em função da necessidade de distanciamento social imposta pela pandemia. Em razão dessas alterações significativas no instrumento, as repostas de 2019 foram desconsideradas para a análise.

Após a segunda etapa de aplicação do questionário online, ocorrida entre junho e novembro de 2021, foram obtidas 112 respostas válidas, das 131 recebidas, o que corresponde a 1,5% do universo. Foram distribuídos no total 4.000 panfletos, ou seja, a taxa de resposta dos questionários foi de 3,3%.

O principal objetivo dessa etapa foi compreender o uso da água e as atividades desempenhadas nas unidades em uma amostragem maior que aquela viável para a realização de auditorias do consumo de água e, assim, comparar os dados quantitativos com aqueles qualitativos aferidos na etapa a seguir. Além disso, o questionário foi fonte dos dados socioeconômicos usados para traçar o perfil de ocupação das unidades, permitindo comparações mais específicas dos resultados com outros estudos que apresentaram essas variáveis.

3.3 LEVANTAMENTO QUALITATIVO

Para realização do levantamento qualitativo, foram contatados dentre os respondentes dos questionários *online* aqueles que se voluntariaram a participar dessa etapa. Foram utilizadas técnicas de vistoria hidráulica e de auditoria do consumo de água para caracterizar os usos



finais do consumo de água em bacias sanitárias, duchas higiênicas, chuveiros, lavatórios, pias de cozinha, filtros de parede, máquinas de lavar roupa e tanques. Ao todo, essa etapa obteve uma amostragem de nove unidades, sendo seis residenciais e três comerciais.

3.3.1 VISTORIAS HIDRÁULICAS

Uma visita técnica prévia foi realizada em cada unidade para verificar as condições do sistema hidráulico, realizar o levantamento arquitetônico do local⁶⁹, prever os materiais necessários para realizar as instalações dos aparelhos de medição específica nos pontos de uso de água (medidores de fluxo, extensões elétricas, flexíveis, adesivos, fita veda-rosca etc.), e estabelecer o cronograma de instalação e desinstalação dos aparelhos conforme disponibilidade dos responsáveis pelas unidades analisadas. Alguns voluntários que se disponibilizaram nos questionários acabaram por não concretizar a participação nessa etapa, por inviabilidade técnica ou incompatibilidade de agendas para instalação e desinstalação dos aparelhos.

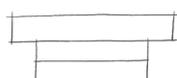
3.3.2 AUDITORIAS DO CONSUMO DE ÁGUA

Foram instalados aparelhos de medição específica em todos os pontos de consumo de água das unidades analisadas com o intuito de estimar os usos finais de água, exceto em bacias sanitárias com válvula de descarga (dada a inviabilidade técnica de instalação interna à alvenaria) e alguns modelos de filtros de água (por possuírem vazão inferior à capacidade de aferição do aparelho). Para esses casos, foram utilizados diários de consumo preenchidos pelos usuários para registrar o número de acionamentos de cada equipamento hidrossanitário e, no caso do filtro de parede, também o volume consumido. Para as bacias sanitárias, foram estimados os valores de consumo por acionamento (lpf) de acordo com a literatura técnica, considerando os modelos das bacias sanitárias instaladas.

O aparelho utilizado era composto por medidores de fluxo tipo turbina de 1/2", marca Sea, modelo YF-S210, capazes de medir o volume de água utilizado entre vazões de 0,016 l/s a 0,5 l/s. Os medidores de fluxo possuem um sensor que emite um pulso a cada giro de dente da turbina e encaminha, por meio de um cabo de sinal blindado, as informações do evento de uso de água a um *data logger*⁷⁰ auxiliar, marca Sustentare, modelo Smart Meter FTS 4, que computa sua velocidade de rotação e tempo e, a seguir, armazena o volume utilizado em um

⁶⁹ As plantas baixas de cada unidade analisada constam no Apêndice D.

⁷⁰ Termo em inglês, mantido no original neste trabalho por ser de ampla utilização no campo de pesquisa. Pode ser traduzido como "módulo de armazenamento de dados";



cartão de memória digital tipo SD. O dispositivo tem capacidade de armazenar até 2 GB de dados em formato .csv, registrando cada evento de consumo como uma linha da tabela, após interrupção do fluxo de água, em tempo real. Os dois tipos de dispositivos que compõem o aparelho de medição estão ilustrados na Figura 11 (a) e (b), respectivamente.

Figura 11 – Aparelho de medição, composto por medidor de fluxo (a) e *data logger* (b)

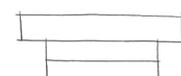


Os medidores utilizados neste estudo foram aferidos e calibrados previamente, identificando-se o erro máximo de 10% para menos, para todas as faixas de vazão, e um erro na precisão de tempo dos eventos registrados no *data logger* de ordem de mais ou menos 1 segundo (SANT'ANA, 2018).

Os aparelhos foram instalados por cerca de duas semanas em cada unidade, a depender da viabilidade de cada voluntário, a fim de obter perfis de consumo diários e horários para cada uso final. Ao todo, foram utilizados 10 aparelhos de medição diferentes, contando com um *data logger* e até quatro medidores de fluxo cada, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Cronograma de instalações e desinstalações por unidade analisada

UNIDADE	Nº DE DATA LOGGERS	Nº DE MEDIDORES DE FLUXO	Nº DE USOS REGISTRADOS EM DIÁRIO	DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DE DESINSTALAÇÃO	Nº DE DIAS MEDIDOS
Sala 1	2	4	1	24/06/21	08/07/21	14
Quitinete 1	1	3	2	23/07/21	06/08/21	13
Quitinete 2	1	4	1	30/07/21	18/08/21	20
Quitinete 3	1	4	1	05/08/21	23/08/21	14
Quitinete 4	2	5	1	06/08/21	24/08/21	17
Quitinete 5	2	6	-	09/08/21	23/08/21	14
Quitinete 6	2	6	-	10/08/21	26/08/21	13
Sala 2	2	3	1	16/09/21	04/10/21	15
Sala 3	1	3	-	22/09/21	07/10/21	15



Para a instalação dos aparelhos, era necessário fechar o registro de gaveta dos ambientes molhados para rosquear os medidores de fluxo entre o ponto de saída da parede e os equipamentos hidrossanitários. Após instalação dos medidores de fluxo, o registro de gaveta do ambiente era aberto, a fim de verificar se algum ponto instalado apresentava vazamento e, quando necessário, reparava-se o vazamento e realizava-se nova checagem até que não fosse localizados vazamentos decorrentes da instalação. Caso fossem detectados vazamentos em equipamentos hidrossanitários que já apresentavam perdas antes das instalações dos medidores, estes também eram reparados, de forma a reduzir as perdas decorrentes de vazamento nas auditorias.

Até quatro medidores de fluxo eram conectados a um módulo *data logger*, conforme esquema ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Esquema de instalação dos aparelhos para auditoria de consumo

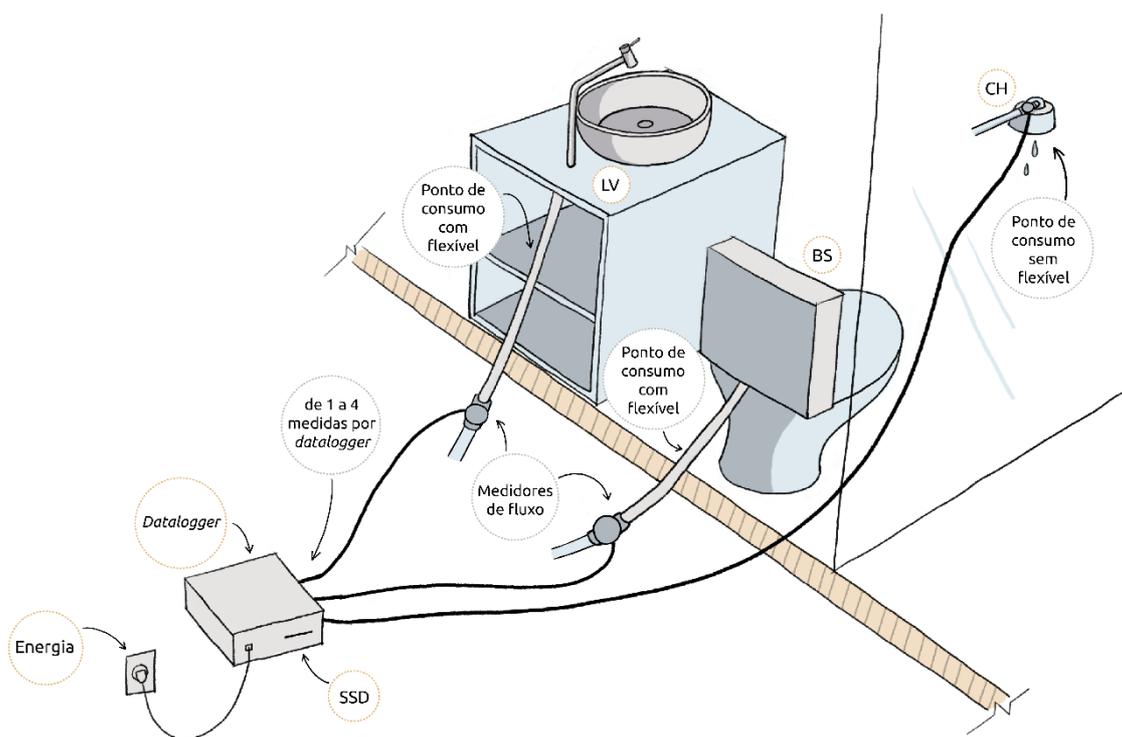


ilustração: Mariana Dermuth

Os *data loggers* eram afixados preferencialmente no interior de armários ou colados à parede, em um local protegido contra água e choque, utilizando fita dupla face de silicone. O cabeamento dos medidores de fluxo até o *data logger* e eventual extensão elétrica que fosse necessária para conectar o aparelho à energia elétrica, caso não houvesse tomada próxima o suficiente para conexão do aparelho durante todo o período de aferição, eram colados às

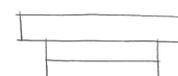
paredes, teto ou mobiliário com fitas adesivas de filme de polietileno prata laminado com trama de algodão. A Figura 13 ilustra alguns exemplos de instalações realizadas nas diferentes unidades analisadas.

Figura 13 – Instalações dos medidores em ambientes de banheiros (a)(b)(c)(d) e copa/cozinha (e)(f);



Em seguida, realizava-se um teste do aparelho instalado para verificar se estavam realizando as medições e registrando os eventos de uso no cartão de memória SD. No dia seguinte à instalação, era realizada nova visita para verificar se o aparelho havia se comportado conforme o esperado durante esse primeiro dia de medição, e, caso necessário, realizada sua substituição. Das 9 unidades analisadas, apenas um aparelho em uma delas apresentou anomalia detectada nessa vistoria, tendo sido substituído em seguida. Nesse caso, os dados de consumo armazenados no outro *data logger* instalado na unidade durante o dia anterior à substituição do dispositivo com defeito foram desconsiderados para a análise.

Em cada unidade analisada, os dados obtidos na auditoria de consumo foram compilados em planilhas utilizando o *software* Microsoft® Office Excel, e a somatória dos usos finais do consumo médio diário foram comparados com o consumo médio diário faturado pela Caesb para as



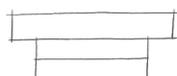
unidades individualizadas, para os usos residencial e comercial, para identificar a representatividade das amostras. A discrepância entre o consumo médio estimado e o consumo médio faturado foi de - 0,93% para as unidades residenciais e - 62,59% para as unidades comerciais.

Os dados de usos finais de água coletados puderam ser transformados em indicadores de uso *per capita* e por área e em usos finais, expressos em percentagem e em litros/dia. Os indicadores de uso por área, em metro cúbico por “área útil líquida locável” por ano ($m^3/m^2/ano$)⁷¹, foram gerados a partir do consumo anual estimado dividido pela área de cada escritório ou quitinete, aferida durante as vistorias.

Procedeu-se, ao final, uma comparação dos dados de consumo predial e por unidade obtidos por meio do método quantitativo, histórico de faturamento da concessionária, e qualitativo, auditoria de consumo de água.

Ao longo das análises dos resultados quantitativos e qualitativos foram aplicados métodos de estatística descritiva (como histograma, média, mediana, desvio padrão e dispersão) para analisar os dados com maior transparência, descrevê-los por meio de resultados estatísticos, compará-los e extrair informações.

⁷¹ BINT (2014);



4

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS, PADRÕES DE OCUPAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF

4.1 Método

4.2 Caracterização das edificações

Contexto urbano

Características arquitetônicas

Uso e ocupação

Sistemas hidráulicos prediais

4.3 Indicadores do consumo de água

Consumo predial mensal

Consumo anual por área

4.4 Considerações finais



O consumo da água em seus usos finais nas edificações do Distrito Federal vem sendo investigado há alguns anos, mas lacunas ainda se fazem presentes a fim de compreender os padrões em diferentes usos e tipologias. Considerando que o estoque edificado de Brasília conta principalmente com edificações residenciais e comerciais e que estas representam também a maior parcela do consumo urbano de água (84,45% e 9,42%, respectivamente), o identificou-se a necessidade de investigar duas tipologias: quitinetes e escritórios.

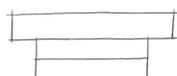
A possibilidade de compreender o consumo de água em quitinetes e escritórios em uma mesma investigação se deu pela existência de uma tipologia edilícia presente no bairro Asa Norte, no Plano Piloto, denominada “Comércio Local Norte” (CLN), que totaliza cerca de 260 edifícios de características semelhantes, em que quitinetes e escritórios coexistem. A oportunidade de complementar o banco de dados de usos finais de água nas edificações típicas do Plano Piloto por meio da coleta de dados primários e, se possível, representativos, foi um importante elemento motivador da presente pesquisa.

Foram caracterizadas as tipologias arquitetônicas e as instalações hidráulicas prediais das edificações do Comércio Local Norte (CLN), na cidade de Brasília-DF. O diagnóstico focou no uso e ocupação das salas comerciais dos pavimentos superiores, que apresentam o uso residencial (quitinetes) e comercial (escritórios), e na identificação do consumo predial de água para cada tipologia. Não foram considerados no presente estudo dados relativos às lojas do térreo ou subsolo, uma vez que estas constituem sistemas hidráulicos independentes diretamente alimentados pela concessionária ou possuem reservatórios individuais, cujo consumo de água e funcionamento não interferem no dimensionamento, manutenção ou operação dos sistemas hidráulicos prediais dos pavimentos superiores, ou seja, das salas comerciais.

4.1 MÉTODO

A fim de caracterizar arquitetonicamente e traçar os perfis de ocupação das edificações do CLN, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa, que contou com análise de plantas registradas, normas e legislação urbanísticas; entrevistas estruturadas e vistorias, complementadas por imagens de satélite e a nível da rua⁷²; e aplicação de questionários *online*.

⁷² Foi utilizado o modo *Street View*, do *Google Maps*, disponível gratuitamente em: <https://www.google.com.br/maps>. Para essa etapa, as imagens utilizadas datavam de 2019 a 2021.



Para compreender o consumo de água e determinar os indicadores por tipologia edilícia e uso dos pavimentos superiores, foi analisado o histórico do consumo mensal faturado entre janeiro de 2016 e maio de 2021 pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), correlacionando-o com os dados obtidos por meio de análise documental, vistorias e entrevistas (área, número de pavimentos, atividades desempenhadas nos pavimentos superiores das edificações).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

4.2.1 CONTEXTO URBANO

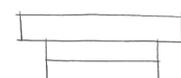
O estudo de caso foi conduzido em edifícios comerciais e de uso misto, do tipo Comércio Local Norte (CLN), localizados no Setor de Habitações Coletivas Norte (SHCN), na Asa Norte, que faz parte da Região Administrativa I – Plano Piloto, na cidade de Brasília-DF.

Figura 14 – Exemplos de edifícios estudados na CLN 412 (a) e CLN 110 (b)



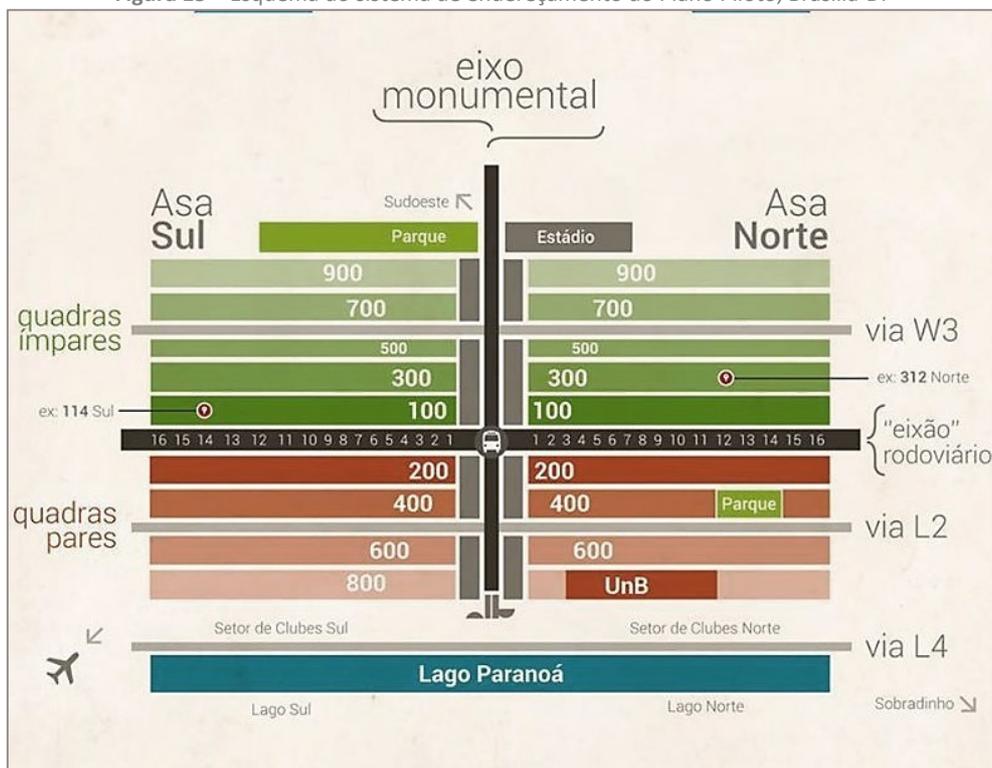
Projetada por Lucio Costa na região Centro-Oeste do Brasil em meados do século XX segundo ideais modernistas, a cidade apresenta uma distinção clara entre seus setores, resultado da aplicação do conceito de “escalas”, formulado pelo urbanista como base para a concepção do projeto. A escala residencial, na qual se inserem as edificações analisadas no presente estudo de caso, é caracterizada pela predominância de edifícios residenciais de três ou seis pavimentos sobre pilotis, intercalados por edificações comerciais para atendimento à população local, além de edificações de uso institucional, principalmente educacionais e religiosos, em menor quantidade.

O projeto possui um sistema de endereçamento bastante característico, em que as quadras são dispostas e numeradas a partir de dois eixos, o eixo monumental, no sentido leste/oeste e o eixo rodoviário no sentido norte/sul. Considerando o cruzamento entre esses dois eixos, que



ocorre na plataforma rodoviária da cidade, o ponto “zero”, os endereços são gerados seguindo uma lógica cartesiana, conforme esquema apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Esquema do sistema de endereçamento do Plano Piloto, Brasília-DF



Fonte: (adaptado de) Marcus Vinícios de Oliveira, 2014⁷³.

O presente estudo de caso foi realizado nos lotes tipo “Comércio Local” nas quadras das faixas 100, 200, 300 e 400, da Asa Norte. Sempre que for realizada menção ao número das quadras, é importante ter em mente esse método de endereçamento. As quadras com finais mais próximos de zero, portanto, são aquelas também mais próximas ao centro da cidade.

O parcelamento do Setor Comercial Local Norte (SCLN) data de 1965 (TERRACAP, 2016), e dispõe os blocos em fileiras de quatro de cada lado de uma via para veículos, com uma faixa de vagas de estacionamento perpendiculares ao seu desenvolvimento – para as quadras 100 e 200 – ou fileiras de cinco blocos de cada lado, nessa mesma disposição – para as quadras 300 e 400. Todos os lotes possuem formato quadrado e áreas públicas livres entre eles (DF, 1977), conforme exemplificado esquematicamente na Figura 16.

⁷³ Disponível em: <https://www.facebook.com/Brasilia.Patrimonio.Cultural>. Acesso em: 18 dez. 2021.

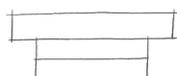


Figura 16 – Distribuição dos blocos do CLN nas quadras 100 e 200 (a) e nas quadras 300 e 400 (b)

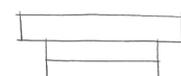


ilustração: Mariana Dermuth

4.2.2 CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS

As edificações analisadas neste estudo possuem algumas características semelhantes e outras que as diferenciam, uma vez que a legislação urbanística, apesar de apresentar regramento rígido em relação à forma das edificações do setor, sofreu algumas alterações significativas ao longo do tempo. Em comum, todas as plantas desenvolvem-se em projeções quadradas com 26 m de lado e 100% de ocupação, totalizando 676 m².

Após realização das entrevistas e levantamentos, as edificações do setor CLN foram agrupadas em três tipologias, com número de pavimentos e áreas de construção distintas, considerando



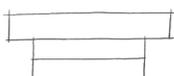
as alterações normativas ocorridas desde a criação do setor e seu impacto na configuração arquitetônica das edificações.

A primeira tipologia, também a que agrupa os edifícios mais antigos, foi denominada “T1” e diz respeito a edificações erguidas conforme o gabarito original do CLN, com 6 metros de altura total, sendo *“um pavimento térreo destinado a lojas comerciais e um pavimento superior destinado, obrigatoriamente, a residências”* (IPHAN, 1999 *apud* SOUSA, 2008, p. 22). A área de construção total dessas edificações é de aproximadamente 1.076 m², sendo 400 m² no térreo, em razão do recuo para a galeria, e 676 m² no pavimento superior. Foram identificadas 31 edificações dessa tipologia, com unidades residenciais de um a três dormitórios. Em algumas, nota-se a presença do uso comercial no pavimento superior, uma vez que posteriormente ele foi autorizado. Em relação ao número de unidades, foram encontradas três configurações principais, com 8, 18 e 22 unidades, encontrando-se uma média de 15 unidades. Como a área do pavimento é determinada em 676 m², quanto mais unidades, menor a área útil de cada uma. A Figura 17 apresenta uma edificação da tipologia T1.

Figura 17 – Exemplo de edificação T1 na CLN 407



Em meados dos anos 1970, houve uma redefinição do gabarito para o Comércio Local Norte, por meio da PR 1/4, aprovada pela Decisão nº 042/76 do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal, na qual consta:



[...]

2. Estabelecer o gabarito como:

- a) pavimento térreo – destinado a lojas comerciais;
- b) optativo, **sobreloja com ocupação igual a 50%** da área do pavimento térreo;
- c) primeiro pavimento destinado a salas de atividades múltiplas exceto residência;
- d) **subsolo optativo** para complemento de loja e depósito;
- e) altura igual a **8,00 m**;
- f) galeria no pavimento térreo com 3,00 m de largura, abrangendo a sobreloja se houver.

[...]

(DF, 1976, p.1, grifo nosso)

Percebe-se, nesta norma, além da alteração do uso do primeiro pavimento de “obrigatoriamente residencial” para “salas de atividades múltiplas exceto residência”, o surgimento da possibilidade de construção de um pavimento intermediário, denominado “jirau” na PR 1/4 e “sobreloja” na Decisão nº 042/76-CAU, que a aprovou. Essa alteração permitiu o acréscimo de, no máximo, 50% da área de construção do pavimento térreo à área de construção do edifício.

Aparece também, pela primeira, vez a possibilidade de construção de subsolo, destinado a “complemento de loja e depósito”, ou seja, sem acesso direto ao exterior. No ano seguinte, por meio da Decisão nº 040/77-CAU, a altura máxima foi alterada para 9,00 m, mantidas as demais características, o que representou um importante passo em direção à consolidação do pavimento intermediário como regra.

Tais tipologias foram denominadas no presente trabalho “T1.5”. A área de construção total dessas edificações é de até 2.000 m², sendo 400 m² no térreo, até 200 m² na sobreloja/jirau, 676 m² no pavimento superior e 676 m² no subsolo. Foram identificadas 19 edificações dessa tipologia. Em relação ao número de unidades, foram encontradas duas configurações principais, com 12 e 22 unidades, encontrando-se uma média de 14 unidades.

As tipologias T1 e T1.5 estão presentes nas quadras 102 a 105, 302, 305, 306 e 312, 403 a 405 e 407 a 411. Nota-se uma maior incidência em quadras mais próximas do centro, por onde se iniciou a urbanização da Asa Norte, e na faixa das 400, próxima à avenida L2, com exceção da quadra 312 Norte, cuja implementação data da década de 60. A idade média dessas edificações é de 50 anos, e em sua maioria não sofreram grandes reformas desde a construção. A Figura 18 ilustra uma edificação T1.5.

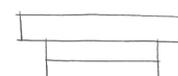


Figura 18 – Exemplo de edificação T1.5 na CLN 103 Bloco A

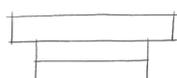


A tipologia referente às edificações mais recentes, denominada no presente trabalho “T2” apresenta altura obrigatória de nove metros, abrigando térreo, um pavimento superior e a sobreloja, agora como um pavimento completo e independente (Figura 19), baseada na norma em vigor para o setor, GB 0001/1⁷⁴, aprovada por meio do Decreto nº 7.790 de 20 de outubro de 1983, que define os seguintes parâmetros urbanísticos para o CLN:

- [...] 2. Utilização dos pavimentos:*
Térreo – lojas comerciais
Sobreloja e 1º pavimento – lojas, complemento de lojas e/ou salas comerciais
Subsolo – depósito, complemento de loja e/ou loja
- 3. Alturas mínimas:*
a) pavimento térreo – 3,00m
b) galeria – 4,00m
- 4. Altura obrigatória da construção, a partir do nível do piso da galeria [...]: 9,00m, não computados caixa d'água e casa de máquinas.*
- 5. O subsolo será optativo [...]*
b) quando o subsolo for utilizado com lojas, será obrigatório o acesso comum, a partir do térreo, no interior do edifício.
c) será permitido o acesso do exterior diretamente para o subsolo, somente quando a diferença de nível o permitir. [...]
 (DF, 1983, p.1-2, grifo nosso)

Foram identificadas 202 edificações dessa tipologia. A área de construção total dessas edificações é de cerca de 2.150 m², sendo 400 m² no térreo, 400 m² na sobreloja, 676 m² no pavimento superior e 676 m² no subsolo. Em relação ao número de unidades, foram encontradas edificações com 8 a 16 unidades na sobreloja, obtendo-se uma média de 14

⁷⁴ Os lotes e projeções em Brasília são divididos por setores com destinações específicas. Cada setor é regido por normas que determinam os parâmetros urbanísticos máximos, mínimos ou obrigatórios a serem atendidos em suas edificações, como por exemplo altura, taxa de ocupação, afastamentos, entre outros.



unidades, e entre 12 e 29 unidades no primeiro pavimento, com média de 18 unidades, totalizando 32 salas comerciais por edificação, com área média por unidade igual a 32 m² para as unidades do pavimento superior e 24 m² para as unidades da sobreloja.

Figura 19 – Exemplo de edificação T2 na CLN 112 Bloco D

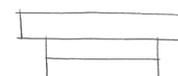


Na Figura 20, é possível observar as diferenças volumétricas entre as tipologias identificadas, especialmente em relação à altura e número de pavimentos, o que se reflete na área total construída das edificações.

Figura 20 – Diferenças volumétricas entre as tipologias T1/T1.5 e T2 do CLN



Ressalta-se que a tipologia T1.5 apresenta volumetria semelhante à T1, visto que a principal diferença entre as duas ocorre internamente à edificação, com o acréscimo de jirau/sobreloja vinculada a loja do térreo, em até 50% de sua área. Para viabilizar esse pavimento intermediário,



há variação máxima de 1m na altura total da edificação. Na Figura 21 é possível observar as sobrelojas vinculada às lojas nas edificações tipo T1.5.

Figura 21 – Sobreloja vinculada às lojas do térreo em edifícios T1.5, vista a partir da galeria do térreo (b) ou do exterior da edificação (c)

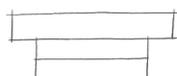


Para todas as tipologias, o acesso a cada loja do térreo é realizado pela galeria coberta, e esta, por sua vez, é acessada por todas as divisas do lote, voltadas ao logradouro público, conforme demonstrado na Figura 22.

Figura 22 – Localização da galeria coberta em relação aos pavimentos superiores, a partir da divisa frontal (a) e da divisa lateral (b)



Já o acesso aos andares superiores (sobreloja e primeiro pavimento) é realizado por escadas – ou elevadores, raramente – localizadas em um hall de circulação vertical com entrada em geral controlada por porteiros ou equipamentos de segurança, situados na galeria do térreo,



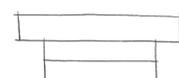
usualmente voltado para a quadra residencial, na divisa dos fundos, oposta a via de veículos, ou para a lateral do edifício (Figura 23).

Nas edificações dos tipos T1 e T1.5, o acesso muitas vezes limita-se a uma porta com controle por chave ou senha, sem a presença de portaria ou hall de acesso, que se abre para uma escada que dá acesso ao corredor do andar superior, onde se distribuem as unidades.

Figura 23 – Exemplos de acessos em edifícios de diferentes tipologias (a) (b) (c) (d)

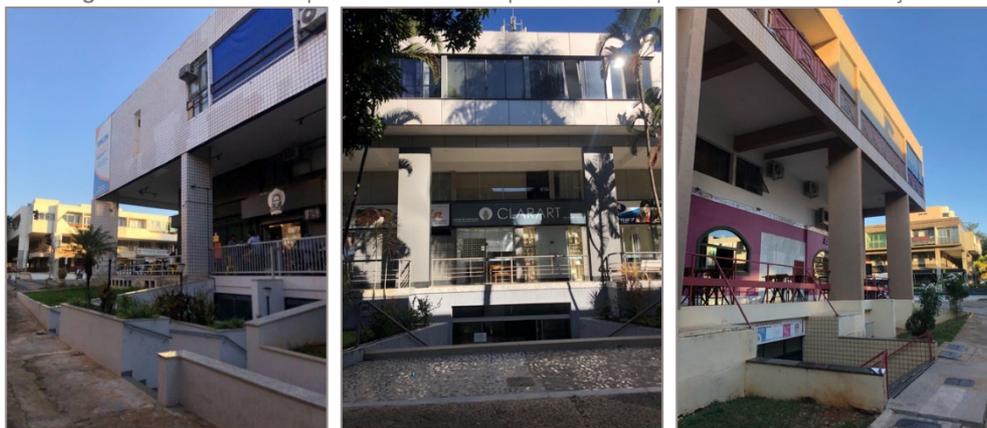


Em muitos blocos, especialmente em edifícios T1.5, o subsolo não possui acesso externo por ser vinculado às lojas do térreo, com escadas internas. Mesmo em edifícios T2, especialmente quando as lojas no térreo possuem usos como farmácia, supermercados, lavanderias ou *pet shops*, é comum observar muitas unidades no subsolo ou mesmo o pavimento completo sendo usado como complemento das atividades realizadas no térreo e, portanto, sem acesso independente. Nos casos em que o edifício apresenta lojas independentes no subsolo, há um acesso comum a partir do térreo (Figura 24), podendo fazer parte da mesma circulação vertical



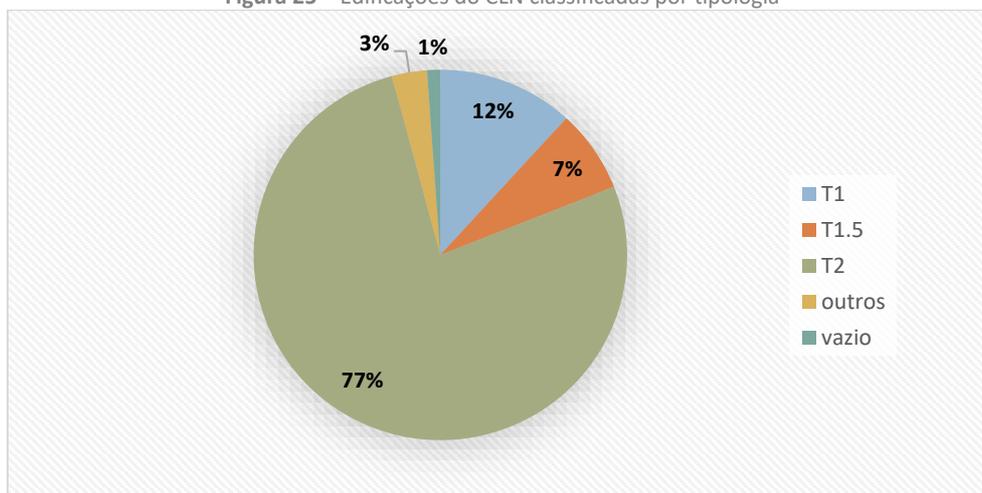
que conecta o térreo aos pavimentos superiores ou de uma circulação separada. Em alguns casos, há acesso independente externo direto para o subsolo, por escadas e rampas nas divisas laterais do lote, a depender da inclinação natural do terreno, conforme preconiza o item 5c da GB 0001/1.

Figura 24 – Acessos independentes externos para o subsolo pelas laterais das edificações

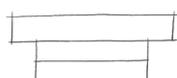


A Figura 25 apresenta a classificação das 260 edificações do CLN entre as tipologias T1, T1.5 e T2, em valores totais e percentuais. Percebe-se a predominância das edificações do tipo T2, com maior área construída dentre as tipologias identificadas, e caráter independente do pavimento denominado “sobreloja”, localizado entre o térreo e o primeiro pavimento.

Figura 25 – Edificações do CLN classificadas por tipologia



A categoria “outros” diz respeito às edificações das quadras 205 e 206, que foram objeto de projeto arquitetônico diferenciado, que não apresenta as características descritas para as



tipologias analisadas ⁷⁵. Embora seu uso seja estritamente comercial e as unidades independentes dos pavimentos superiores apresentem área média semelhante à encontrada para a T2, a área total das projeções e a área construída das edificações diferem dos padrões do setor. Foram identificados, ainda, três projeções não edificadas, uma na quadra 105, uma na quadra 412 e uma na quadra 413.

4.2.3 USO E OCUPAÇÃO

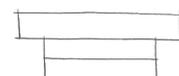
Quanto aos usos, nas normas, o térreo é destinado a lojas comerciais, o subsolo é optativo e pode ser destinado a lojas independentes, depósitos ou complementos das lojas do térreo e os pavimentos superiores podem ser ocupados por lojas independentes, complemento de lojas do térreo ou pelo que o gabarito denomina “salas comerciais”, como abordado na sessão anterior.

Porém, além das edificações do T1, que podem abrigar unidades residenciais de um a três dormitórios, projetadas conforme o gabarito original para o setor, as edificações dos tipos T1.5 e T2, inicialmente projetadas para abrigar apenas atividades comerciais, há décadas vêm sendo ocupadas com atividades residenciais em seus pavimentos superiores, tendo as chamadas “salas comerciais”, inicialmente projetadas para abrigar escritórios, sido adaptadas de forma improvisada para o uso residencial, tomando, assim, a forma de quitinetes ⁷⁶ (SOUSA, 2008). Bonfim & Sant’Ana (2021) definem quitinetes como “*pequenos ambientes conjugados a uma pequena cozinha [...] com um banheiro*”.

Para responder à essa realidade, o Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília (PPCUB), que vem sendo elaborado e discutido desde 2012, com a finalidade de se tornar o Plano Diretor para as áreas integrantes do Conjunto Urbanístico de Brasília (CUB), conforme disposto na Lei Orgânica do Distrito Federal, apresenta em sua minuta a proposta de permitir, além de atividades de comércio e serviços, “*o uso residencial com a modalidade de habitação multifamiliar do tipo apartamento conjugado, somente para andares inteiros dos pavimentos superiores*” (DF, 2019, p. 4) do CLN, visando regularizar e definir critérios para as atividades residenciais já implantadas e viabilizar futuros projetos de edifícios de uso misto na região.

⁷⁵ O projeto das quadras CLN 205/206 foi elaborado pela arquiteta Doramélia da Motta e outros quatro colegas enquanto estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília e inaugurado em 1979, após seu ingresso como funcionária da Terracap e autorização do Governador Elmo Farias para a implementação;

⁷⁶ Do inglês kitchenette. Usado no decorrer deste documento para designar tipologia de apartamentos cujos quarto, sala e cozinha constituem uma só peça; sinônimo de “apartamento conjugado” ou “estúdio”;



Importante ressaltar que a proposta de alteração da legislação urbanística prevê o uso residencial “*somente para andares inteiros dos pavimentos superiores*” (DF, 2019, p. 4), o que não soluciona todas as situações identificadas nos levantamentos realizados, uma vez que foi verificado diversas edificações que possuíam, num mesmo pavimento, unidades residenciais e comerciais concomitantemente, algumas vezes inclusive com usos sobrepostos em uma mesma unidade, em que os moradores também desempenhavam atividades comerciais, como aulas particulares, serviços de costureira ou mesmo atividades de *home office*.

Durante a realização das entrevistas, notou-se certa apreensão de parte dos participantes ao serem questionados sobre o uso das edificações, havendo casos em que, apesar de fortes indícios de ocupação residencial, o entrevistado informou que o uso da edificação era exclusivamente comercial, o que pode denotar orientação prévia da administração do condomínio a não informar a presença do uso residencial ou suspeita de que a pesquisa tivesse relação com atividades de fiscalização urbana, uma vez que é de conhecimento público que o uso residencial não é permitido nesse setor para as edificações mais recentes.

Em alguns casos, inclusive, verificou-se a existência de proibições expressas ao uso residencial nos condomínios edilícios do CLN, inclusive com a presença de avisos afixados nas áreas de circulação e de acesso das edificações. Quando havia os avisos afixados, de fato notava-se que se tratava de edificações estritamente comerciais. Em outros, anúncios afixados indicavam unidades disponíveis para aluguéis comerciais (salas e lojas) em edificações onde claramente se realizavam também atividades residenciais (quitinetes), demonstrando o caráter improvisado das moradias. De qualquer forma, para efeito da pesquisa foram considerados as respostas concedidas pelos porteiros e zeladores, quando os dados foram obtidos por meio de entrevistas, o que pode gerar um subdimensionamento do percentual de unidades destinadas ao uso residencial em razão desse comportamento, que mascara o uso misto como comercial exclusivo.

Sousa (2008) verificou durante levantamento de campo realizado em 2008, que havia maior número de salas com uso residencial que salas com uso comercial, como preconizado pela norma. A partir das entrevistas e dos levantamentos *in loco* e virtuais, foi possível diagnosticar o uso de 203 edificações (78% do universo) e categorizá-las em exclusivamente comerciais, com pavimentos superiores exclusivamente destinados ao uso residencial (quitinetes) e onde ocorriam simultaneamente os dois usos (quitinetes e escritórios). Os resultados estão apresentados na Figura 26.

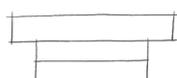
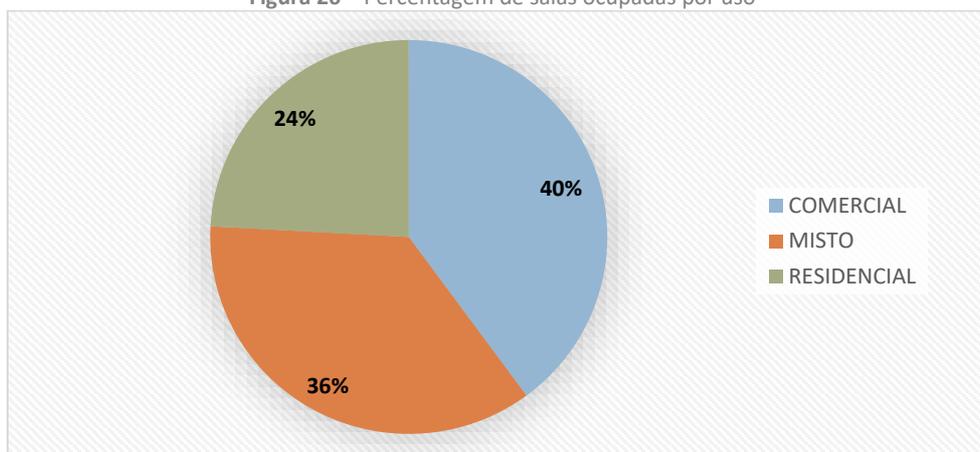


Figura 26 – Percentagem de salas ocupadas por uso



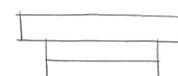
Não foi possível, porém, dada a baixa taxa de atualização das placas informativas nos halls das edificações e o alto índice de rotatividade de inquilinos comerciais relatado pelos entrevistados, identificar satisfatoriamente a quantidade de unidades destinadas a uso comercial ou residencial nos edifícios em que essas atividades coexistiam nos pavimentos superiores. Os resultados, portanto, não são conclusivos quanto ao uso predominante das salas comerciais.

Em relação a características construtivas e de projeto, verificou-se que os edifícios com maior número de unidades e corredores mais estreitos e longos, usualmente com hall central mais estreito e com menos iluminação natural tendem a ser destinados a atividades residenciais, possivelmente porque os inquilinos comerciais buscam edifícios mais atrativos do ponto de vista arquitetônico para receberem seus clientes e estão dispostos a arcar com valores de aluguéis mais altos decorrentes da maior valorização de edifícios com essas características.

4.2.4 SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS

Em geral, os edifícios analisados são compostos por três pavimentos, além de subsolo, com usos diferenciados: lojas no térreo e subsolo e escritórios ou quitinetes nos pavimentos superiores. Em relação ao abastecimento de água potável pela concessionária, existe uma distinção importante entre o térreo e o subsolo e os pavimentos superiores da edificação.

Cada loja situada no térreo ou no subsolo possui um hidrômetro e é abastecida diretamente pela concessionária por meio da rede urbana de distribuição de água potável, ou seja, não compartilha do reservatório de água superior da edificação. Em alguns casos, foi relatada a instalação de reservatórios individuais para cada loja em razão do racionamento decorrente da crise hídrica de 2016/2017.



Já para os pavimentos superiores, predominam sistemas prediais apenas com reservatório superior de água fria. Nesses casos, o sistema de abastecimento é indireto, em alguns casos com bombeamento, e distribuição por gravidade a partir do reservatório superior, que pode possuir uma, duas ou mais células conectadas por meio de casos comunicantes.

Em cerca de 25% dos casos, foram identificados sistemas de abastecimento indireto com reservatório inferior e superior e distribuição por gravidade. Nesses casos, a alimentação de água potável pela concessionária é direcionada para o reservatório inferior, de onde é recalçada para o reservatório superior e distribuída para os pontos de consumo em cada unidade por gravidade, conforme apresentado na Figura 27.

Figura 27– Corte esquemático das instalações hidráulicas do CLN

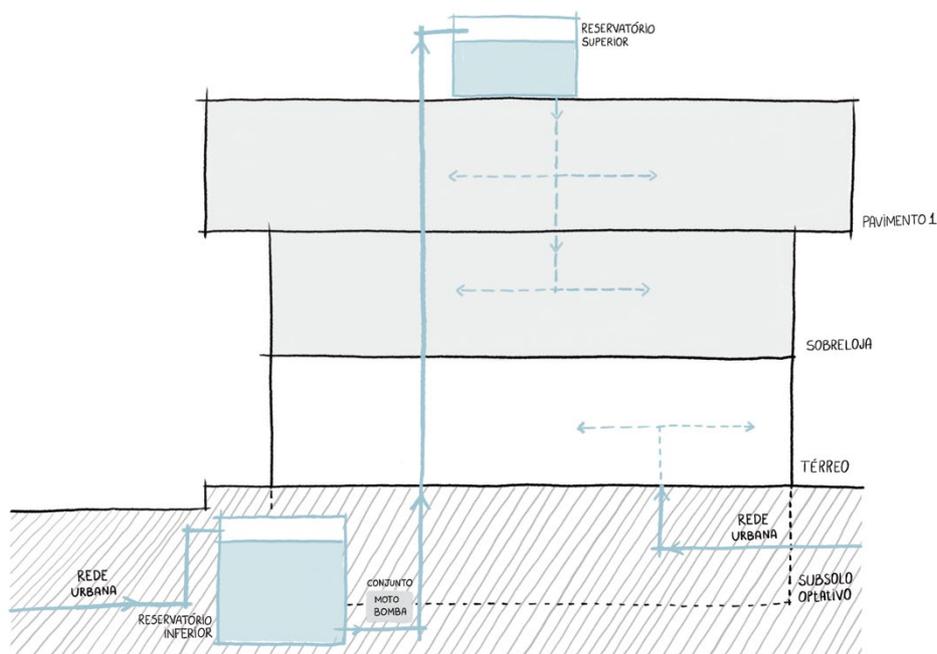
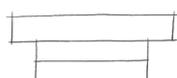


ilustração: Mariana Dermuth

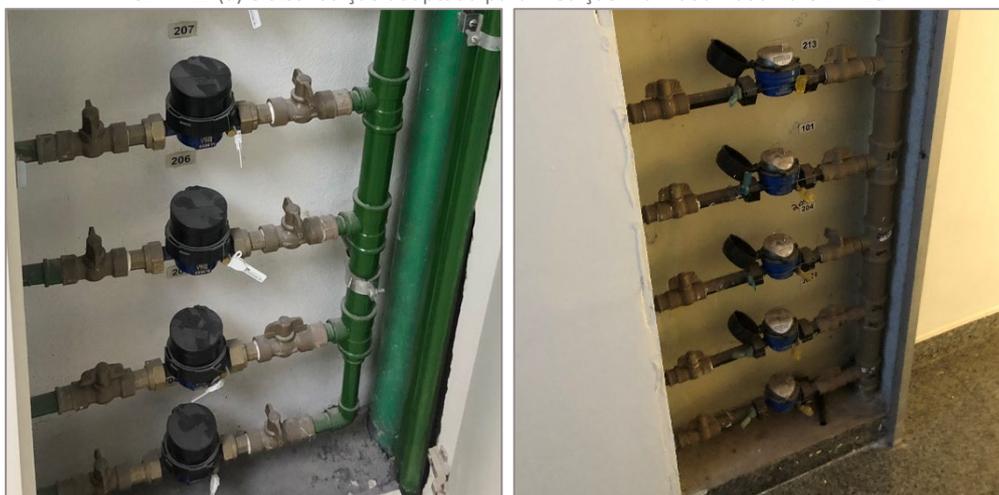
Foram identificados nos levantamentos dois padrões de configuração dos sistemas hidráulicos prediais: (A) com apenas um hidrômetro geral para todas as unidades superiores no cavalete de entrada; e (B) com hidrômetros individualizados para cada unidade consumidora - Figura 28. Em alguns edifícios com a configuração B, existem reservatórios superiores independentes para cada unidade consumidora.

As edificações com a configuração B foram, em geral, construídas mais recentemente que as do tipo A, seguindo as premissas legais que determinam a individualização de hidrômetros para novas edificações nos últimos anos. A seguir, na Figura 28 podemos ver os abrigos de acesso



aos medidores individualizados de água em uma edificação construída recentemente no CLN e de um edifício antigo com sistema adaptado para medição individualizada.

Figura 28 – Acesso aos hidrômetros individualizados localizado na circulação de edifício recém-construído na quadra CLN 412 (a) e distribuição adaptada para medição individualizada na CLN 215

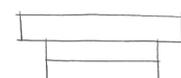


Nota-se que em um sistema de medição individualizado (SMI) de água, considerando as características das edificações estudadas, a distribuição ocorre predominantemente de forma horizontal (ramais e sub-ramais) e que a altura da prumada de distribuição em relação ao reservatório é pequena, resultando em um sistema com baixa pressão de distribuição, o que pode resultar em vazões baixas nos pontos de consumo e contribuir para um menor consumo de água total nas unidades.

Foi relatada a presença de sistema de aproveitamento de água de chuva para duas edificações e reuso de água para apenas uma das 58 entrevistas realizadas. Em nenhuma das edificações foi identificado sistema predial de água quente.

Em relação ao método utilizado para obter as informações acerca dos sistemas hidráulicos, notou-se que os questionários apresentaram limitações em relação a precisão das respostas devido ao nível de conhecimento dos participantes. A taxa de resposta média por pergunta foi de 68%, ou seja, 32% dos entrevistados não souberam responder as informações necessárias à investigação.

Um método provavelmente mais eficaz teria sido a realização de vistorias completas das instalações hidráulicas prediais, acompanhados de profissional responsável pela manutenção da edificação, uma vez que muitas das edificações não dispõem dos projetos hidráulicos para análise. Porém, em razão da pandemia do novo Coronavírus muitos dos condomínios estavam



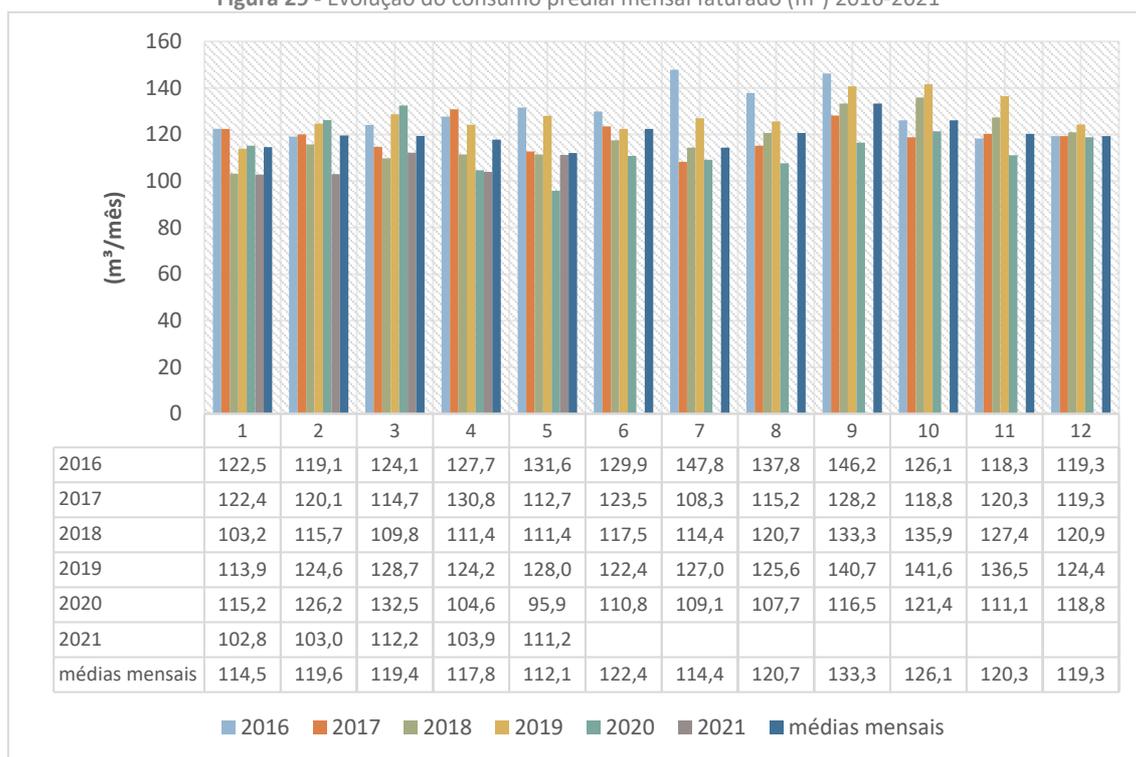
com visitas completamente suspensas, não tendo sido possível realizar esse tipo de vistoria interna detalhada por falta de autorização.

4.3 INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA

4.3.1 CONSUMO PREDIAL MENSAL

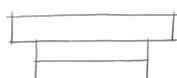
Como observado em estudos anteriormente realizados no DF (TOTUGUI, 2020), a partir de 2015, o consumo anual vinha reduzindo gradativamente e, em 2017 e 2018, diminuiu consideravelmente devido ao racionamento e à redução na pressão na rede de distribuição de água em resposta à crise hídrica. Porém, como mostrado no relatório “Consumo de Água tratada no Distrito Federal: um retrato pós crise hídrica” da Codeplan (2021), já em 2019, a população vinha retomando os padrões anteriores de consumo. Tal cenário foi confirmado para as edificações do Comércio Local Norte analisadas, conforme vemos na Figura 29.

Figura 29 - Evolução do consumo predial mensal faturado (m³) 2016-2021



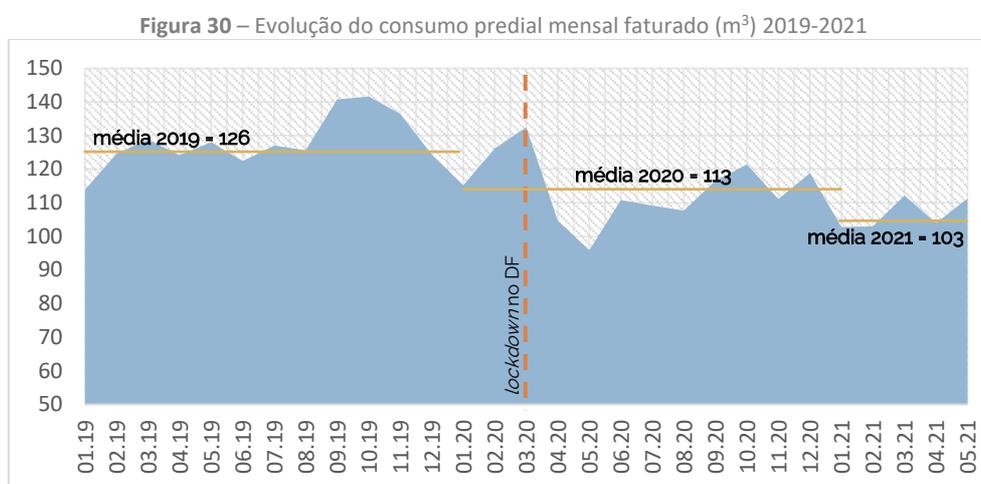
Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)

A tendência de recuperação do consumo para os padrões anteriores à crise hídrica de 2017, marcada pelo aumento do consumo no ano de 2019 em relação a 2018, foi observada também nos meses iniciais de 2020, entre janeiro e março, todos com valores superiores aos mesmos



meses dos anos anteriores. Porém, percebe-se a partir de abril de 2020 uma queda para patamares de consumo ainda mais baixos que os de 2018.

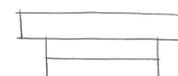
Tal alteração no consumo de água das edificações analisadas certamente possui relação com as alterações de uso e ocupação decorrentes da pandemia do novo Coronavírus, que impactou o funcionamento de atividades comerciais e alterou a rotina da população a partir de março de 2020. Aproximando-nos do período de 2019 a 2021, para fins de análise do impacto da pandemia no consumo predial de água nas edificações do CLN, fica clara a relação entre esses dois fatores, como demonstrado na Figura 30.



Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)

No geral, percebe-se uma queda de 10,4% no consumo mensal médio para o ano de 2020, em relação ao ano anterior, movimento que continuou, com queda de 8,8% na média mensal para os primeiros cinco meses de 2021. Nota-se uma primeira redução significativa entre abril e agosto de 2020, meses em que vigoravam medidas mais restritivas em relação ao funcionamento comercial, com retomada a partir de setembro, quando as medidas foram afrouxadas. A queda no consumo entre os meses de dezembro e janeiro costuma ser notada para todos os anos e provavelmente não pode ser atribuída à situação atípica da pandemia.

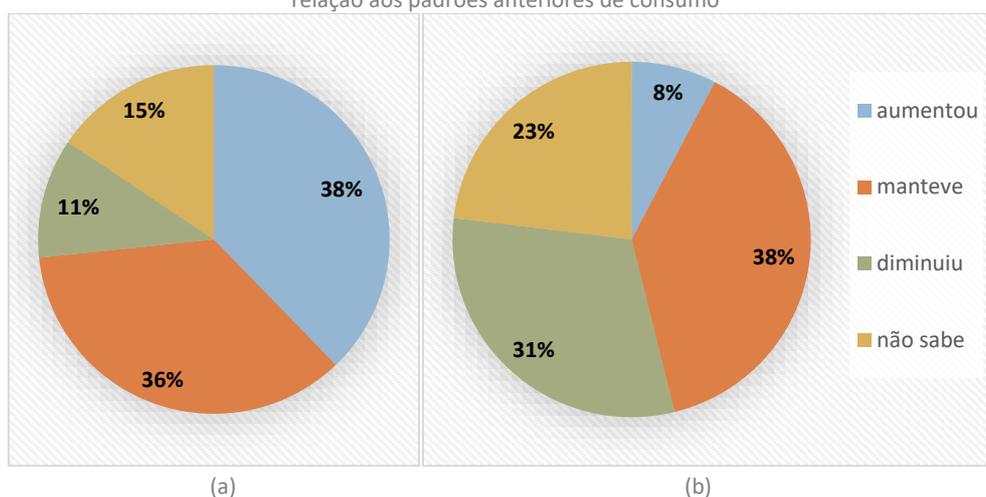
Por meio de questionário online, os participantes foram perguntados acerca da sua percepção do consumo de água durante a pandemia, por meio de pergunta aberta, em que foram convidados a discorrer sobre a relação entre eventuais mudanças de rotina e consumo de água nas unidades. As respostas foram compiladas e agrupadas em quatro grupos: aqueles que relataram aumento no consumo, os que relataram manutenção do consumo prévio à março de



2020, os que relataram diminuição no consumo e os que não sabiam informar. Ao todo, responderam 45 pessoas para unidades residenciais e 13 para unidades comerciais.

A Figura 31 apresenta os resultados da aplicação do questionário, onde se percebe predominância de percepção de aumento e manutenção do consumo nas unidades residenciais e de manutenção e diminuição do consumo nas unidades comerciais. A percepção do aumento do consumo nas unidades residenciais difere do resultado demonstrado pelos dados gerais de consumo fornecidos pela concessionária para o setor.

Figura 31 – Percepção do consumo de água durante a pandemia em unidades residenciais (a) e comerciais (b), em relação aos padrões anteriores de consumo



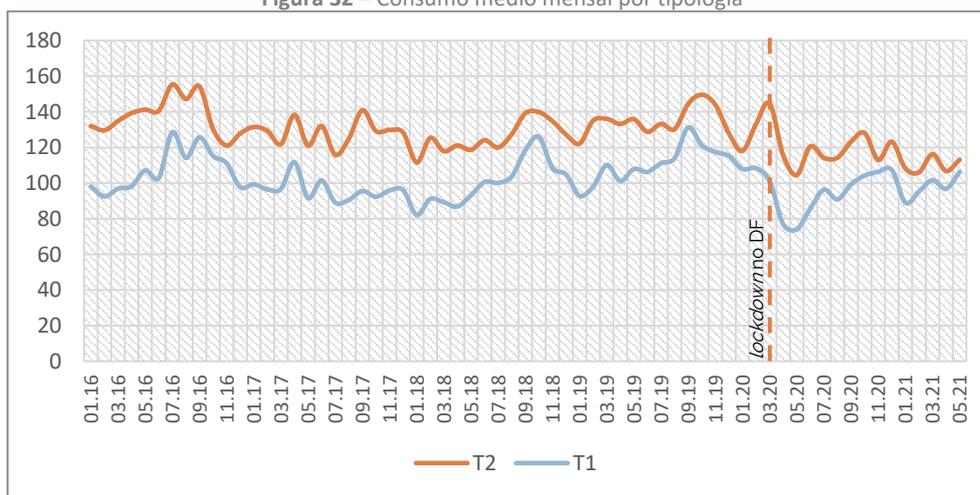
Pode-se inferir que o consumo médio nas unidades residenciais ainda continua inferior ao anterior à pandemia em razão do percentual de unidades desocupadas, o que não corresponde à percepção dos entrevistados, pois os participantes foram justamente pessoas que permaneceram nas unidades. Para determinar possível aumento do consumo nas unidades ocupadas, como percebido por 38% dos participantes, seria necessária investigação a nível das unidades, com realização medições específicas.

Pode-se concluir, embora a amostragem não tenha sido muito ampla, que o impacto da pandemia no padrão de consumo de água no Comércio Local Norte não tenha sido homogêneo pois, em síntese, aumentou nas unidades residenciais e reduziu nas unidades comerciais. Novamente, percebe-se a importância de identificar os padrões de consumo por uso, uma vez que fatores externos, que podem influenciar no consumo de água interferem de formas diferentes a depender das características de cada edificação, como a pandemia demonstrou em níveis extremos.

4.3.2 CONSUMO ANUAL POR ÁREA

Para verificar a influência da tipologia arquitetônica no consumo de água, os dados de consumo predial foram analisados separadamente para cada tipologia arquitetônica identificada na etapa anterior. Os dados de consumo das tipologias T1 e T1.5 foram agregados em razão da configuração hidráulica semelhante identificada para os dois tipos de edificação. Embora hajam diferenças do ponto de vista arquitetônico, como a presença de subsolo e sobreloja, do ponto de vista dos sistemas hidráulicos, essas divergências não representam alterações no consumo, pois ambos os pavimentos adicionais do T1.5 em relação ao T1 são vinculados às lojas do térreo e, portanto, tem o consumo referente as atividades neles desenvolvidas atrelado aos medidores das lojas do térreo. Ou seja, do ponto de vista do consumo de água, tanto para as edificações T1 quanto para as edificações T1.5, o valor aferido no hidrômetro predial coletivo é referente apenas ao consumo de água nas unidades do pavimento superior.

Figura 32 – Consumo médio mensal por tipologia



Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)

Quando comparados os valores do consumo predial médio mensal das duas tipologias, verificou-se menor consumo médio para edifícios T1 para todos os meses aferidos em relação ao mesmo período para edifícios T2. Na Tabela 9 são apresentadas os valores de consumo anual para os anos de 2016 a 2020. Não foi considerado o ano de 2021 por ainda estar em curso quando da obtenção dos dados junto à concessionária, impossibilitando a comparação dos valores anuais, referente a 12 meses completos.

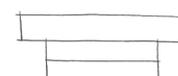


Tabela 9 – Consumo predial anual médio (m³) por tipologia – 2016 a 2020

TIPOLOGIA	2016	2017	2018	2019	2020	Média total
T1 / T1.5	1.288	1.157	1.204	1.326	1.158,6	1.227
T2	1.653	1.543	1.507	1.620	1.452,7	1.531
Relação T1/T2	0,78	0,75	0,80	0,82	0,80	0,79

Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)

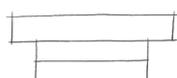
A fim de obter um indicador de consumo para as edificações de cada tipologia, foi escolhida a unidade de medida metros cúbicos de água por metro quadrado de área útil líquida locável, por ano (m³/m²/ano). Segundo Bint, Valey & Isaacs (2014), a área útil líquida locável de um prédio de escritórios – ou seja, a soma das áreas das unidades, desconsideradas as áreas comuns como halls e corredores de circulação e áreas técnicas – é a medida de normalização mais estatística ($r_2 = 0,71$) e pragmaticamente apropriada para um indicador de consumo de água comercial, tendo sido estabelecida como padrão para os estudos de eficiência hídrica nas edificações realizados na Nova Zelândia.

A área das edificações é um dos dados mais facilmente obtido numa vistoria, e, diferentemente da população, que possui alta taxa de variação, dificultando análises de médio a longo prazo, especialmente em edificações não-residenciais, tende a não sofrer alterações. Para as edificações analisadas, em razão das restrições urbanísticas aplicáveis ao setor, esse dado é imutável, exceto pelas variações tipológicas identificadas neste estudo, resultante de edificações erguidas em diferentes períodos históricos. Para os cálculos, foi considerada a área útil líquida locável de 616 m² para as edificações T1, equivalente a 22 unidades de 28 m² cada e 10% da edificação destinada à circulação, e 912 m² para as edificações T2, estimadas 18 unidades de 32 m² cada no primeiro pavimento e 14 unidades de 24 m² cada no primeiro pavimento, com 15% da edificação destinada à circulação. A Tabela 10 apresenta os indicadores obtidos.

Tabela 10 – Indicadores de consumo predial anual médio (m³/m²/ano) por tipologia - 2016 a 2020

TIPOLOGIA	2016	2017	2018	2019	2020	Média
T1 / T1.5	2,09	1,88	1,96	2,15	1,88	1,99
T2	1,81	1,69	1,65	1,78	1,59	1,71

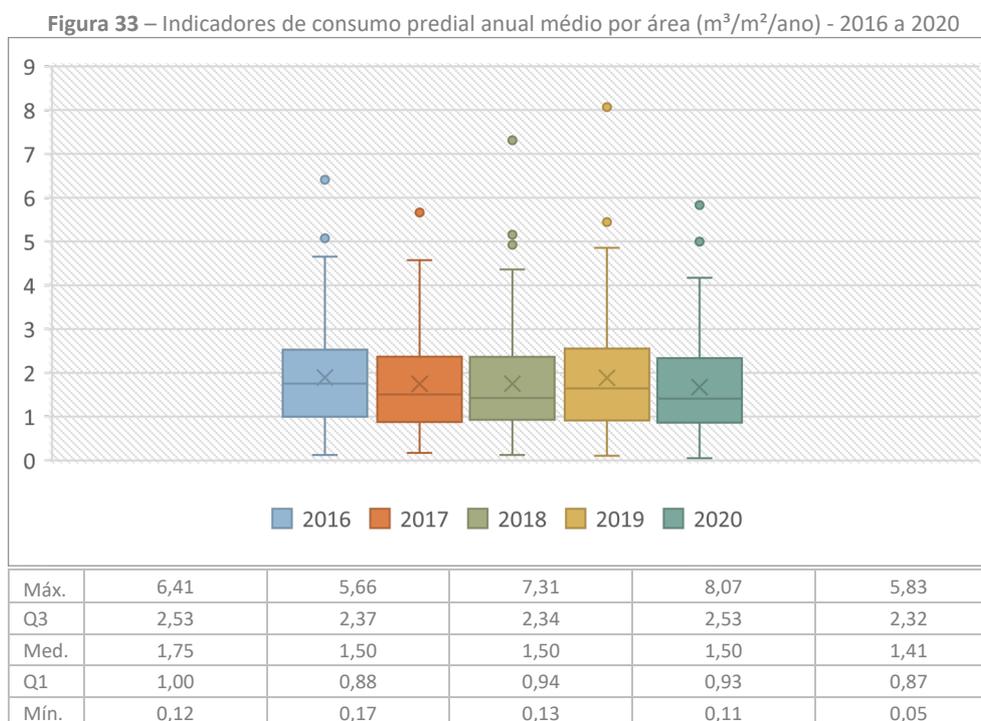
Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)



Analisando os resultados, é possível perceber que os indicadores de consumo por área para os edifícios T1 foram mais altos que aqueles obtidos para os edifícios T2, o que pode ser associado à idade das edificações, edificações mais antigas (T1/T1.5) possuem maior chance de apresentar equipamentos hidrossanitários mais antigos e menos eficientes ou vazamentos.

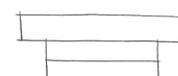
Os resultados obtidos são comparáveis àqueles obtidos em estudo conduzido em dez edifícios de escritórios no estado de Santa Catarina por Proença & Ghisi (2010), que variaram entre 0,74 e 2,15 m³/m²/ano. Os autores associaram a heterogeneidade de valores encontrados entre as diferentes edificações à variedade de atividades realizadas pelas empresas ocupantes dos edifícios, o que pode afetar o consumo de água de cada unidade a depender, por exemplo, de uma maior ou menor presença de consultórios médicos e odontológicos, como é o caso dos edifícios Aliança e Via Veneto, que obtivera os indicadores mais altos.

Para uma compreensão mais aprofundada da amostragem de 117 edificações analisadas, além da comparação dos valores médios anuais por tipologia, foi realizada também análise estatística exploratória dos dados de consumo predial anual por área (m³/m²/ano) para os anos de 2016 a 2020, apresentada na Figura 33.



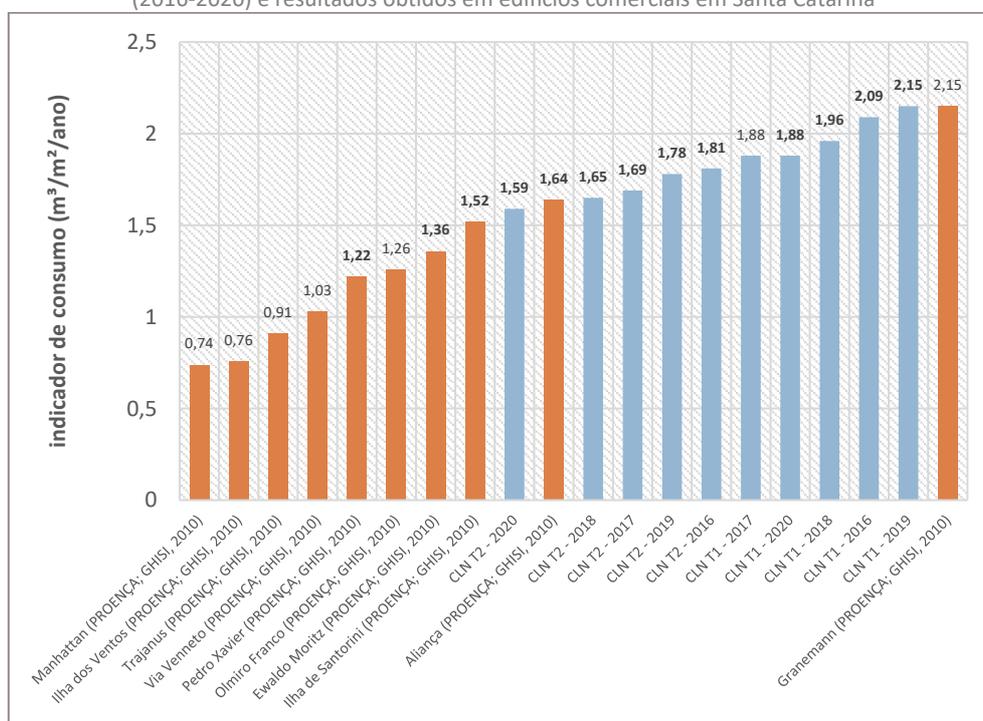
Média = 1,79; Variância = 1,40; Desvio padrão = 1,18; Erro médio = 0,05

Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)



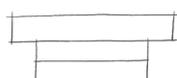
Os resultados indicam uma curva normal assimétrica, em que as medianas estão mais próximas do segundo quartil, ou seja, abaixo da média aritmética. A presença de *outliers* em todos os anos justificam a elevação do valor da média aritmética em relação à mediana. Cabe notar que os indicadores considerados *outliers* estão próximos daqueles encontrados por Lima et al. (2016) para dois estabelecimentos de *fast food* em São Paulo (7,8 e 4,68 m³/m²/ano), assim como dos valores encontrados por Totugui (2020) para um estabelecimento de panificação (7,3 m³/m²/ano) e um bar (4,60 m³/m²/ano) em Brasília. Ao analisar os endereços das edificações que apresentaram esses valores, verificou-se a presença de uma academia que ocupa os dois pavimentos superiores de um edifício T2 (média de 4,43 m³/m²/ano) e um centro odontológico que ocupa algumas salas de uma edificação T1 (média de 6,02 m³/m²/ano). Pode-se concluir, portanto, que o tipo de atividade realizada nas unidades interfere significativamente no padrão de consumo de água das edificações. Para a maior parte delas, no entanto, os valores encontrados foram acima da maioria dos observados, mantendo-se, entretanto, dentro da faixa limite de consumo observada em estudos anteriores realizados em edificações de escritórios, como observado na Figura 34.

Figura 34 – Comparação entre indicadores de consumo predial anual médio (m³/m²/ano) por tipologia do CLN (2016-2020) e resultados obtidos em edifícios comerciais em Santa Catarina



Fonte: CAESB, 2021; PROENÇA; GHISI, 2010 (adaptado)⁷⁷.

⁷⁷ As barras em laranja dizem respeito aos resultados de GHISI e as barras em azul aos encontrados neste estudo;



4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O edifício de uso misto não é um produto do século XX, ao contrário está presente em praticamente toda a história e em uma diversidade enorme de sociedades e regiões (CUNHA; LARA; GUERRA, 2019). Em diversas localidades do Distrito Federal, edifícios de uso misto estão presentes, seja de forma regular, prevista na legislação urbanística, ou irregular, promovida principalmente pela necessidade da população de moradias mais acessíveis financeiramente ou localizadas em áreas com maior oferta de empregos, comércio e serviços (LIMA, 2009). Instrumentos mais recentes de regulação urbanística, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS)⁷⁸ e o Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília (PPCUB)⁷⁹, vem flexibilizando usos anteriormente exclusivos residenciais ou comerciais para o uso misto, como uma resposta à essa tendência.

Do ponto de vista do consumo de água, os usos residencial e comercial são os mais relevantes no DF, e o Plano Piloto figura como a RA com maior consumo total de água. Portanto, compreender a demanda de água em edificações de uso misto em Brasília justifica-se pela importante presença dessa tipologia no tecido urbano do DF.

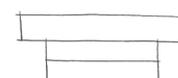
Com o advento da pandemia do novo Coronavírus, a partir de março de 2020 no Distrito Federal e, embora menos letal, ainda em curso no início de 2022, a importância da flexibilização dos usos ou mesmo da existência de espaços compartilhados entre moradia e trabalho, dadas as necessidades de isolamento social, trouxeram ainda mais importância à essa discussão.

Neste trabalho teve como objetivo compreender o consumo de água no setor Comércio Local Norte que, embora normativamente seja destinado a edifícios comerciais, na prática possui exemplares de uso misto, com uso das salas comerciais de seus pavimentos superiores para fins residenciais, sob a forma de quitinetes. Para tal, foi realizado estudo quali-quantitativo, com realização de questionários, entrevistas, vistorias e análises do histórico de consumo mensal faturado pela concessionária entre janeiro de 2016 e maio de 2021.

Os resultados indicam duas tipologias principais, denominadas T1 e T2, com número de pavimentos e área útil líquida locável diferentes, para os quais foram encontrados os indicadores de consumo médio anual por área de 1,99 e 1,71 m³/m²/ano, respectivamente. Esse achado indica a importância de medidas de monitoramento do consumo e das condições de

⁷⁸ Lei Complementar nº 948, de 16 de janeiro de 2019.

⁷⁹ Em discussão nos órgãos técnicos do Governo distrital desde 2012.

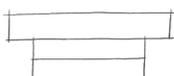


manutenção dos sistemas hidráulicos prediais nas edificações, uma vez que ambos se encontram acima dos valores internacionais de referência para consumo eficiente de água em edificações de escritório, sendo o mais alto deles o CIEUWS (USA), igual a $1,65 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$ (BINT; VALLEY; 2014).

Quanto a classificação por uso das edificações, foram verificados padrões de consumo diferentes para uso comercial e residencial, com médias para o uso residencial de 2,97 a $5,45 \text{ m}^3/\text{mês}$ entre janeiro de 2016 e maio de 2021 e para o uso comercial de 2,06 a $6,19 \text{ m}^3/\text{mês}$. Foi observado um desvio padrão maior para o consumo mensal aferido nas salas comerciais que nas quitinetes, o que pode ser atribuído à maior heterogeneidade de atividades, com maior quantidade de *outliers* superiores, fator comprovado também pelo valor médio ($4,53 \text{ m}^3$) maior que a média para o uso residencial ($4,11 \text{ m}^3$), porém com mediana menor, de 1 m^3 , ao invés de 2 m^3 encontrada para as quitinetes.

Por fim, ressaltamos que as alterações no consumo decorrentes da pandemia foram diferentes para cada uso, tendo sido percebida uma redução mais aguda no consumo das salas comerciais no início do período de *lockdown*, em abril de 2021, porém com retomada gradual a partir do primeiro semestre de 2021. Já para as quitinetes, o consumo permaneceu em queda, embora mais suave, mantendo-se ainda abaixo dos valores aferidos para 2019 no primeiro semestre do ano de 2021.

Portanto, a nível das edificações, o estudo contribuiu na compreensão dos padrões de consumo de água por tipologia e por uso no Comercio Local Norte, além de realizar uma discussão sobre o impacto da pandemia do novo Coronavírus no consumo de água nessas edificações.



5

USOS FINAIS DE ÁGUA EM QUITINETES E SALAS COMERCIAIS DO COMÉRCIO LOCAL NORTE, BRASÍLIA-DF

5.1 Método

5.2 Uso residencial - Quitinetes

Caracterização socioeconômica

Consumo de água

Usos finais de água

5.3 Uso comercial

Atividades comerciais

Consumo de água

Usos finais de água

5.4 Considerações finais



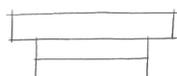
Este estudo de caso foi conduzido em edifícios comerciais e de uso misto, do tipo Comércio Local Norte (CLN), localizados no Setor de Habitações Coletivas Norte (SHCN), na Asa Norte, que faz parte da Região Administrativa I – Plano Piloto, na cidade de Brasília-DF. As edificações analisadas possuem características semelhantes, uma vez que a legislação urbanística apresenta regramento rígido em relação à forma das edificações do setor. Na Figura 35, podemos verificar as diferenças entre as tipologias T1 (primeira à esquerda), T1.5 (primeira à direita) e T2 (segundas edificações dos dois lados da via, a partir do observador).

Figura 35 – Via entre as quadras CLN 410 (à direita) e 411 (à esquerda).



Em comum, todas as plantas desenvolvem-se em projeções quadradas com 26 m de lado e 100% de ocupação, totalizando 676 m². Para a presente investigação, foram consideradas apenas as 202 edificações da tipologia T2⁸⁰, construídas a partir de 1983, com altura obrigatória de 9 m, abrigando sobreloja independente e um pavimento superior ocupados por salas

⁸⁰ Edifícios da tipologia T2 correspondem a 77% do universo das edificações do Setor Comércio Local Norte. Detalhes da classificação são apresentados no Capítulo 4;



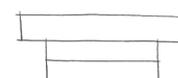
comerciais e quitinetes, além do pavimento térreo e subsolo, destinados a lojas e seus complementos.

A área de construção total dessas edificações é de cerca de 2.150 m², sendo 400 m² no térreo, 400 m² na sobreloja, 676 m² no pavimento superior e 676 m² no subsolo. Em relação ao número de unidades, foram encontradas edificações com 8 a 16 unidades na sobreloja, obtendo-se uma média de 14 unidades, e entre 12 e 29 unidades no primeiro pavimento, com média de 18 unidades, totalizando 32 salas comerciais por edificação, com área média por unidade igual a 32 m² para as unidades do pavimento superior e 24 m² para as unidades da sobreloja.

Sant'Ana (2011) e Sant'Ana & Mazzega (2018) investigaram o consumo de água e os usos finais residenciais para diferentes faixas de renda de várias regiões do DF, incluindo a Asa Norte, onde o presente estudo de caso se desenvolve. Porém, ao investigar o padrão de consumo de água para a região, Sant'Ana (2011) encontrou como população média 3,2 pessoas por domicílio (faixa de renda média-alta), e identificou, dos 28 domicílios analisados nessa faixa, apenas 7,6% com o arranjo unipessoal e 29,5% com duas pessoas, somando 37,1% de domicílios com duas pessoas ou menos, e 62,9% com três pessoas ou mais. Ou seja, um perfil bastante diferente do padrão encontrado por Costa (2006) para os moradores das quitinetes.

Além disso, a pesquisa teve como estudo de caso os edifícios das superquadras dos bairros Asa Sul e Asa Norte e da Região Administrativa Águas Claras, que apresentam edifícios residenciais multifamiliares compostos, em geral, por apartamentos com dois quartos ou mais, diferindo significativamente do presente estudo de caso. Os achados de Bonfim & Sant'Ana (2021) indicam que as quitinetes apresentam padrões de consumo e usos finais diversos daqueles encontrados em estudos previamente realizados em edificações residenciais do tipo unifamiliar (casa) e multifamiliar (apartamentos convencionais de dois ou mais dormitórios).

Pesquisas demonstram que o consumo doméstico de água per capita está inversamente relacionado ao número de moradores em uma residência (ARBUÉS; VILLANÚA; BARBERÁN, 2010; RICHTER; STAMMINGER, 2012), ou seja, pessoas que moram sozinhas seriam aqueles que mais consomem água per capita em comparação com aquelas que moram em domicílios com outras pessoas. Utilizar resultados de indicadores de consumo per capita obtidos em estudos realizados em residências com maior quantidade de moradores para previsão de demanda em quitinetes poderia, portanto, resultar em projeções inferiores ao consumo real.



Por outro lado, estudos encontraram correlação positiva entre consumo de água e área construída⁸¹, número de equipamentos hidrossanitários⁸² e renda⁸³, sendo aspectos importantes a serem investigados durante a condução do trabalho, uma vez que se acredita que as quitinetes apresentem valores inferiores aos apartamentos de dois ou mais quartos de edifícios multifamiliares para todas essas variáveis.

Tais questões implicam na necessidade de investigar mais detalhadamente o consumo de água em quitinetes, a fim de compreender suas particularidades para, a partir de dados mais específicos, considerando-as, ser possível realizar projetos de sistemas hidráulicos prediais mais adequados e propor estratégias de adaptação mais eficientes visando a conservação de água em edificações desse tipo.

Já em se tratando do uso comercial, estudos (TOTUGUI, 2020; TOTUGUI *et al.*, 2019; TOTUGUI; VALVERDE; SANT'ANA, 2018) avaliaram o uso de água em uma abordagem quantitativa e caracterizaram os usos finais em estabelecimentos comerciais com diferentes atividades, porém sempre focando em lojas com atividades varejistas e do ramo alimentício. No entanto, pouco se sabe sobre a demanda de água em escritórios. Após extenso mapeamento da literatura, foram identificados alguns estudos de usos finais que abordaram edifícios de escritórios, dentre os quais apenas dois realizaram medições específicas para aferir o consumo de água (BINT; VALLEY & ISACS, 2014; SANT'ANA *et al.*, 2018).

A possibilidade de compreender o consumo de água em quitinetes e escritórios em uma mesma investigação conduzida no “Comércio Local Norte” (CLN), em que quitinetes e escritórios coexistem, mostrou-se uma oportunidade de complementar o banco de dados de usos finais de água nas edificações típicas do Plano Piloto por meio da coleta de dados primários e, se possível, representativos, tendo sido um importante elemento motivador da presente pesquisa.

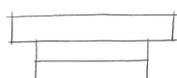
5.1 MÉTODO

A fim de compreender o consumo de água e determinar os indicadores do consumo de água para quitinetes e escritórios, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa, em que foram realizadas entrevistas estruturadas com usuários-chave e visitas para levantamentos das

⁸¹ MATOS *et al.*, 2014; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; WILLIS *et al.*, 2013;

⁸² MAKKI *et al.*, 2015;

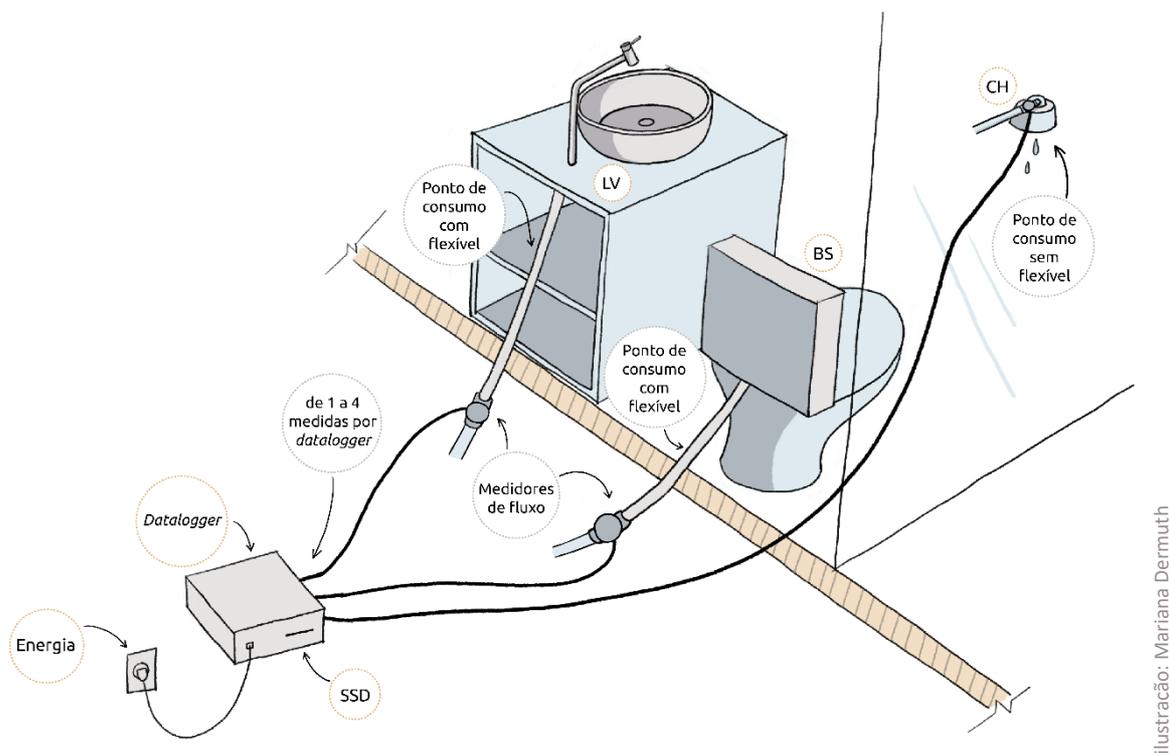
⁸³ HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016; MAKKI *et al.*, 2015; MATOS *et al.*, 2014; RAMSEY; BERGLUND; GOYAL, 2017; SANT'ANA; MAZZEGA, 2018; SINGH; TURKIYA, 2013; WILLIS *et al.*, 2009, 2013;



principais características arquitetônicas e padrões de ocupação das edificações, aplicados questionários *online* direcionados aos usuários das unidades e analisado o histórico do consumo mensal faturado entre os anos de 2016 e 2021 pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), correlacionando-o com os dados obtidos na etapa anterior (área, número de pavimentos, número de salas e uso das edificações).

Para a análise qualitativa, foram instalados aparelhos de medição específica em todos os pontos de consumo de água tecnicamente viáveis com o intuito de estimar os usos finais de água, conforme Figura 36. Para os demais casos, foram utilizados diários de consumo preenchidos pelos usuários para registrar o número de acionamentos de cada equipamento hidrossanitário e consideradas as vazões informadas pelos fabricantes.

Figura 36 – Esquema de instalação dos aparelhos para auditoria de consumo



Os aparelhos foram instalados por cerca de duas semanas em cada unidade, a depender da viabilidade de cada voluntário, a fim de obter perfis de consumo diários e horários para cada uso final. Ao todo, foram utilizados 10 aparelhos de medição diferentes, contando com um *data logger* e até quatro medidores de fluxo cada, conforme Tabela 1.

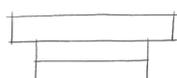
Tabela 11 – Cronograma de instalações e desinstalações por unidade analisada

UNIDADE	Nº DE DATA LOGGERS	Nº DE MEDIDORES DE FLUXO	Nº DE USOS REGISTRADOS EM DIÁRIO	DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DE DESINSTALAÇÃO	Nº DE DIAS MEDIDOS
Sala 1	2	4	1	24/06/21	08/07/21	14
Quitinete 1	1	3	2	23/07/21	06/08/21	13
Quitinete 2	1	4	1	30/07/21	18/08/21	20
Quitinete 3	1	4	1	05/08/21	23/08/21	14
Quitinete 4	2	5	1	06/08/21	24/08/21	17
Quitinete 5	2	6	-	09/08/21	23/08/21	14
Quitinete 6	2	6	-	10/08/21	26/08/21	13
Sala 2	2	3	1	16/09/21	04/10/21	15
Sala 3	1	3	-	22/09/21	07/10/21	15

Em cada unidade analisada, os dados obtidos na auditoria de consumo foram compilados em planilhas utilizando o *software* Microsoft® Office Excel e a somatória dos usos finais do consumo médio diário foram comparados com o consumo médio diário faturado pela Caesb para as unidades individualizadas, para os usos residencial e comercial, para identificar a representatividade das amostras. Ao longo das análises dos resultados quantitativos e qualitativos foram aplicados métodos de estatística descritiva (como histograma, média, mediana, desvio padrão e dispersão) para analisar os dados com maior transparência, descrevê-los por meio de resultados estatísticos, compará-los e extrair informações.

5.2 USO RESIDENCIAL - QUITINETES

As salas comerciais dos pavimentos superiores do CLN adaptadas para o uso residencial adquiriram a forma de quitinetes. O termo, originário do inglês “*kitchenette*” designa a tipologia de apartamentos cujos quarto, sala e cozinha constituem uma só peça; sinônimo de “apartamento conjugado” ou “estúdio”. No estudo de caso, as unidades destinadas a quitinetes possuíam áreas entre 16,7 e 33,6 m², obtendo-se uma área média de 28 m². Embora a maior parte das salas comerciais adaptadas para o uso residencial no CLN não possua portas entre



as áreas utilizadas como sala, cozinha e quarto, ainda assim, percebe-se nos projetos⁸⁴ a tendência de segregação espacial dessas funções, como visto na Figura 37.

Figura 37 – Perspectiva isométrica de uma quitinete típica com destaque para os equipamentos hidrossanitários tipicamente presentes (em azul)

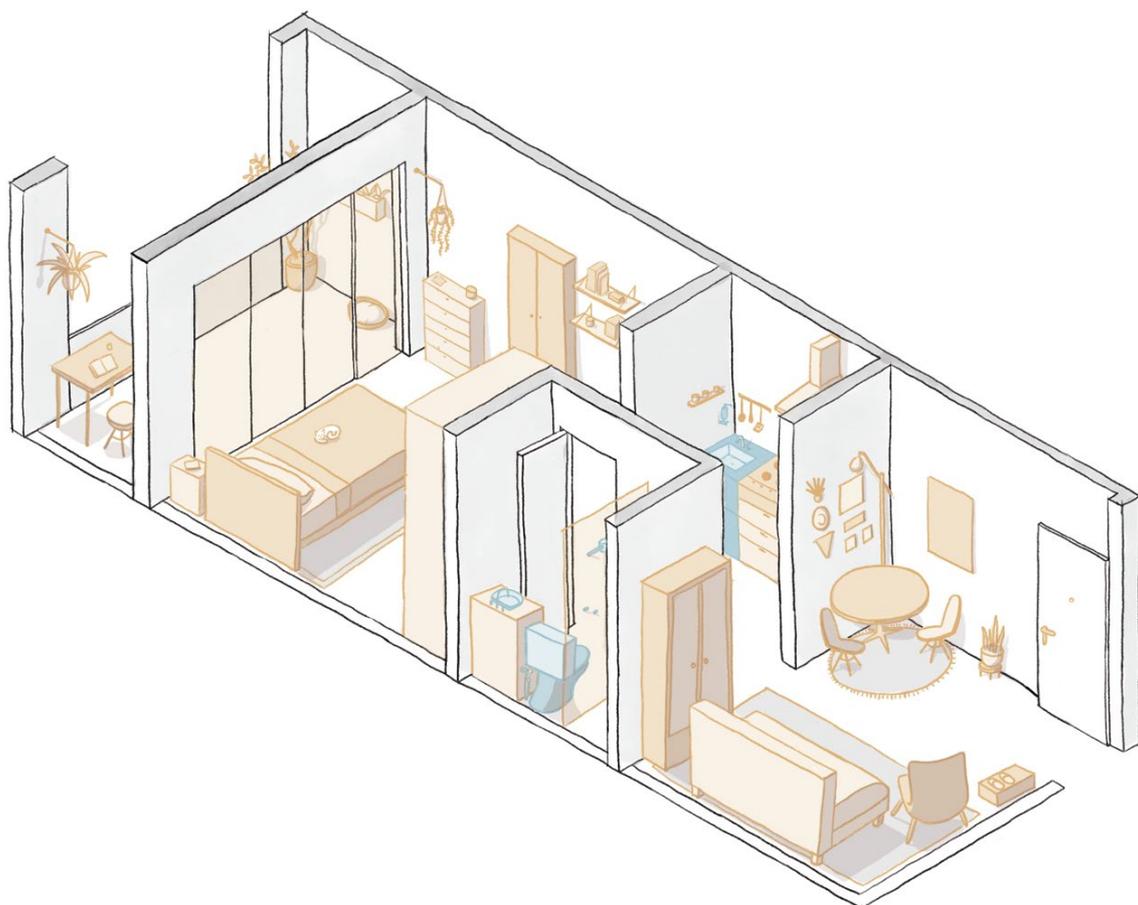


ilustração: Mariana Dermuth

As respostas do questionários online indicaram percentual semelhante entre as unidades com e sem segregação física das funções, como apresentado na Figura 38. Aquelas com segregação foram chamadas de “1 quarto” e aquelas sem segregação de “integrado (quitinete)”.

Em menor quantidade, também há algumas unidades projetadas como apartamentos de dois e três quartos, como observado durante a condução das entrevistas. Estes, porém, localizam-se nos edifícios tipo T1 ou T1.5, constituindo minoria dos casos e, portanto, não foram objeto de investigação conduzida neste capítulo.

⁸⁴ As plantas das unidades que participaram da auditoria do consumo de água estão no Apêndice D.

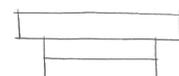
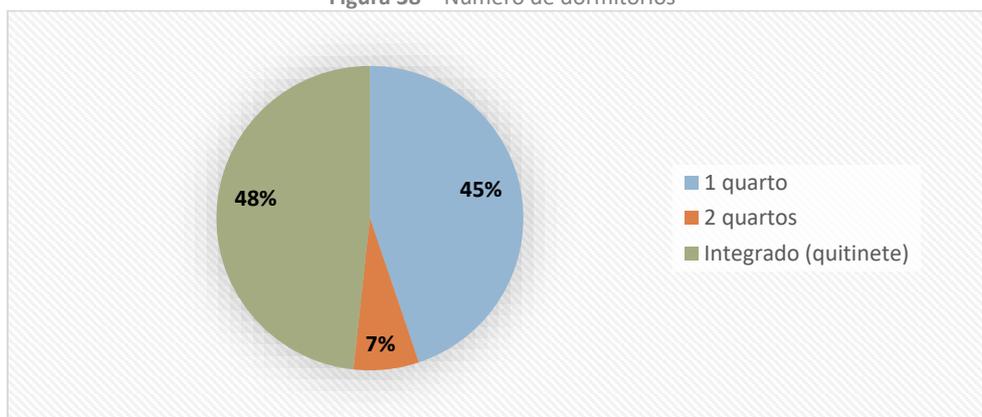


Figura 38 – Número de dormitórios



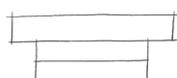
5.2.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Segundo Miragaya (2013, p. 1), existe uma “*excepcional concentração de postos de trabalho na Região Administrativa I*”⁸⁵, atingindo 47,7%, equivalente a 514,5 mil vagas de trabalho. Além disso, o Plano Piloto destaca-se como a região que mais atrai trabalhadores, considerando que do total de 666,5 mil pessoas no DF que desenvolvem suas atividades laborais fora de sua região de moradia, mais de 60% o fazem na RA-I.

Com os altos valores do mercado imobiliário da região, a opção por moradias de dimensões reduzidas, como as quitinetes, viabiliza financeiramente a demanda de moradia próxima ao trabalho ou estudo - uma vez que a região também concentra as principais instituições de ensino da cidade, incluindo a Universidade de Brasília (UnB), a Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS) e o Instituto Federal de Brasília (IFB), que atraem estudantes de todo o país. O percentual de tempo de deslocamento da maioria dos moradores do Plano Piloto de casa até a escola é inferior a 15 minutos, o que, aliado a praticamente a totalidade dos estudantes e 87% dos trabalhadores que residem no Plano Piloto estudarem ou trabalharem na própria RA (SOUZA et al., 2019), reforça a relevância da localização como fator de escolha do local de moradia.

Coelho & Ribas (2018) observaram predominância de moradias de estudantes universitários, com destaque para estudantes da UnB, nas quadras do Comércio Local Norte entre o CLN 406 e 411. Os autores identificaram nas entrevistas que a proximidade da Universidade era a razão

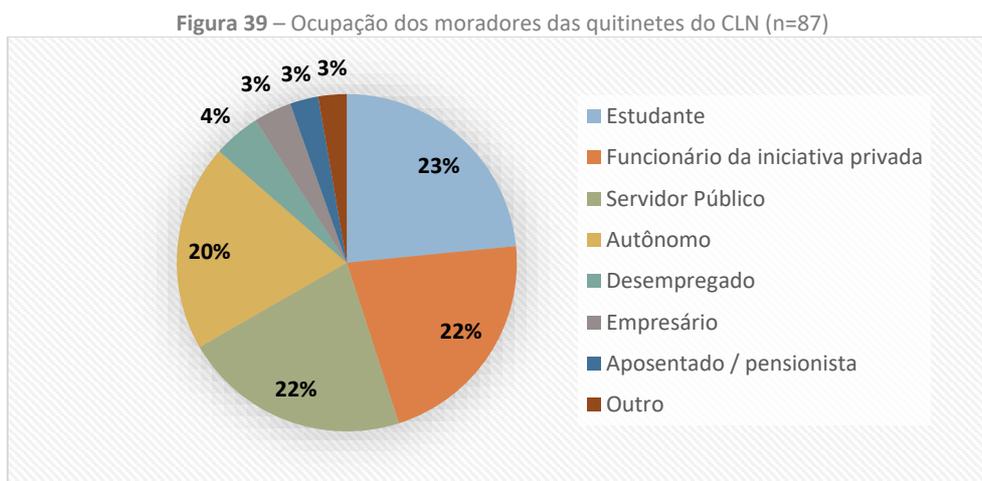
⁸⁵ O DF é dividido em 33 regiões administrativas, cujos limites físicos definem a jurisdição da ação governamental para fins de descentralização administrativa e coordenação dos serviços públicos (GDF, 2021). A Região Administrativa I – Plano Piloto agrega as Asas Sul e Norte e o Noroeste, e é a parte da cidade que abriga grande parte das atividades administrativas federais e distritais, usualmente chamada também de Brasília.



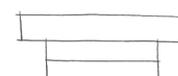
primordial para escolha do endereço para moradia, incluindo um maior “acolhimento” do mercado à condição estudantil, com maior facilidade no aluguel das quitinetes e menor burocracia, apesar dos desafios para os estudantes estabelecerem residência no local, ainda assim.

“Apesar de a localização oferecer vantagens, também há impasses. O custo de vida no Plano Piloto de Brasília, que é muito alto, foi destacado como um limitante para os estudantes aproveitarem outras oportunidades que a localização poderia lhe oferecer, em especial em termos de lazer” (COELHO; RIBAS, 2018, p. 9)

Os resultados da aplicação do questionário a moradores de 87 quitinetes do CLN mostraram um equilíbrio entre a presença de estudantes, funcionários da iniciativa privada, servidores públicos e profissionais autônomos. Outras ocupações representaram juntas menos de 15% das respostas, conforme Figura 39.

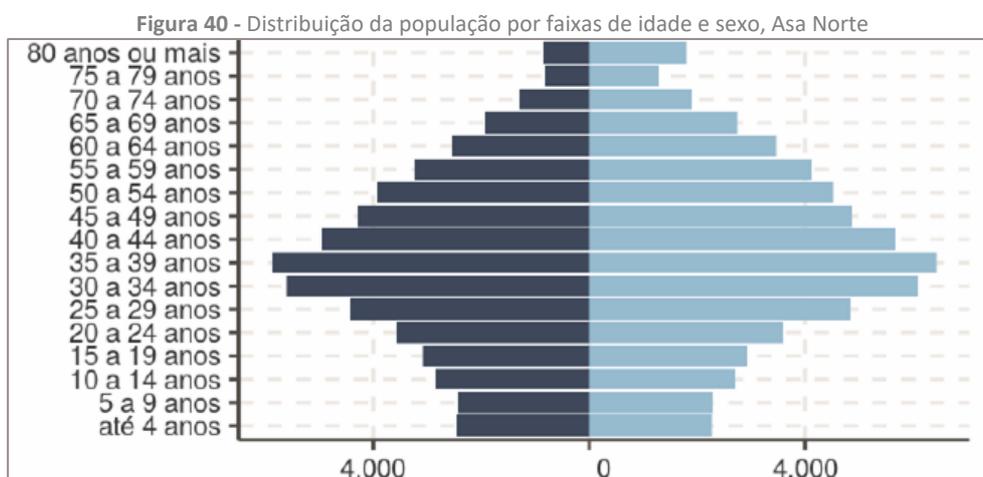


O resultado contraria o senso comum de que estudantes universitários representariam a maior parte dos ocupantes das quitinetes do CLN. Porém, considerando as informações obtidas nas entrevistas semiestruturadas e a análise do histórico do consumo predial de água que demonstrou um aumento no índice de desocupação das salas a partir da pandemia do novo Coronavírus, em março de 2020, e a data de aplicação dos questionários, em 2021, é possível que o número de moradores estudantes tenha reduzido em razão justamente da interrupção das aulas presenciais, já que nesse caso o principal atrativo para a escolha do local de moradia, a proximidade ao local de estudo, se tornou desnecessária, e o alto custo associado a localização provavelmente representou um gasto também desnecessário.

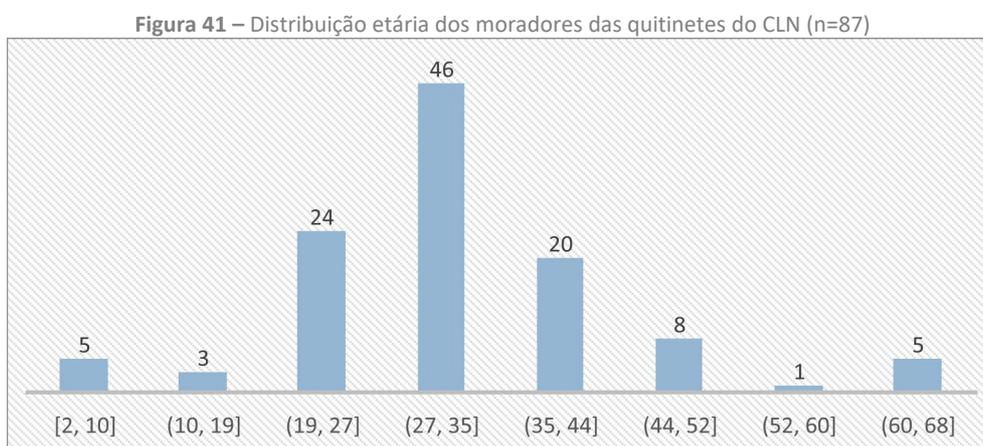


Costa (2006) traçou um perfil socioeconômico do morador das quitinetes, a partir de questionário aplicado a 57 moradores de quitinetes do CLN ao longo de toda a Asa Norte em 2005. Os resultados chegaram a um perfil entre 20 e 29 anos, solteiro, com escolaridade de pelo menos o ensino médio completo e renda mensal superior a R\$ 1.200,00.

Em termos de idade, os resultados da aplicação do questionário a moradores de 87 quitinetes do CLN na presente investigação indicaram uma concentração maior na idade da população das quitinetes, com pico numa faixa mais jovem que a média da Asa Norte (Figura 40).

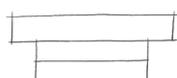


Fonte: SOUZA et al., 2019, p. 12 (adaptado).



A faixa entre 27 e 35 anos foi a mais comum (Figura 41), com a média das idades dos moradores igual a 32 anos e a mediana igual a 31. Portanto, embora próximo, o resultado dessa pesquisa apresentou uma média de idade maior que aquela obtida por Costa (2006).

Semelhantemente aos resultados referentes à proporção de estudantes morando nas quitinetes, o perfil etário dos moradores pode ter sido afetado pela pandemia do novo

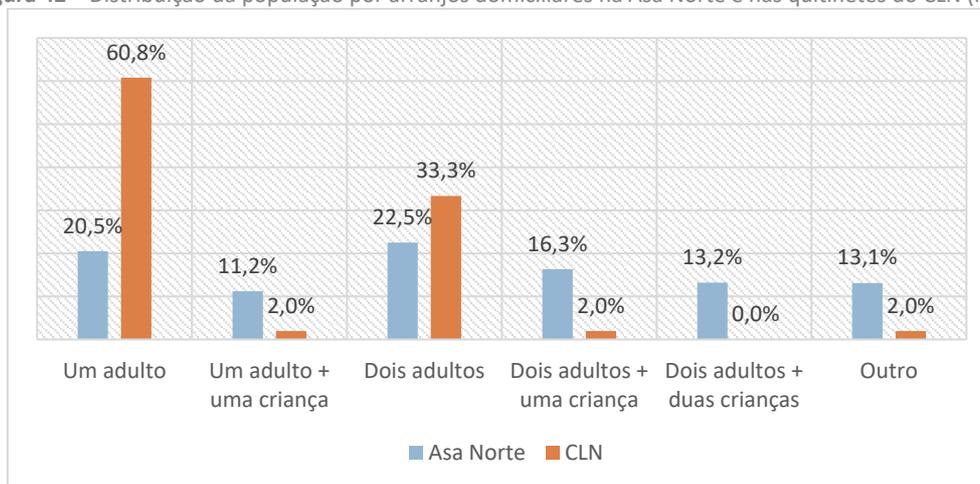


Coronavírus, visto que muitos estudantes universitários, que correspondem a faixa etária de 19 a 27 anos, podem ter se mudado do CLN a partir de março 2020, e, portanto, não participaram da etapa de resposta aos questionários, realizada em 2021.

Em relação ao número de habitantes por unidade, segundo a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD (SOUZA *et al.*, 2019) –, na Asa Norte, os arranjos domiciliares mais comuns são “casal sem filhos” e “unipessoal”, ou seja, uma ou duas pessoas adultas coabitando. Somado ao arranjo “monoparental (feminino)”, ou seja, uma mulher adulta e uma criança, o percentual de domicílios com número de moradores igual ou menor que dois na Asa Norte é de 54,2%, constituindo maioria.

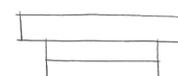
Os resultados da aplicação do questionário indicaram distribuição por arranjos domiciliares diversa daquela obtida para a Asa Norte, em que a predominância dos arranjos com um (60,8%) e dois adultos (33,3%) representou quase totalidade das respostas (94,1%). O achado corrobora os resultados de Costa (2006), no sentido de que o arranjo mais comum é unipessoal, porém apresenta também um segundo arranjo usual nas quitinetes do CLN, composto por duas pessoas adultas, como observado na Figura 42.

Figura 42 – Distribuição da população por arranjos domiciliares na Asa Norte e nas quitinetes do CLN (n=87)



Fonte: CODEPLAN, 2019, p. 13 (adaptado).

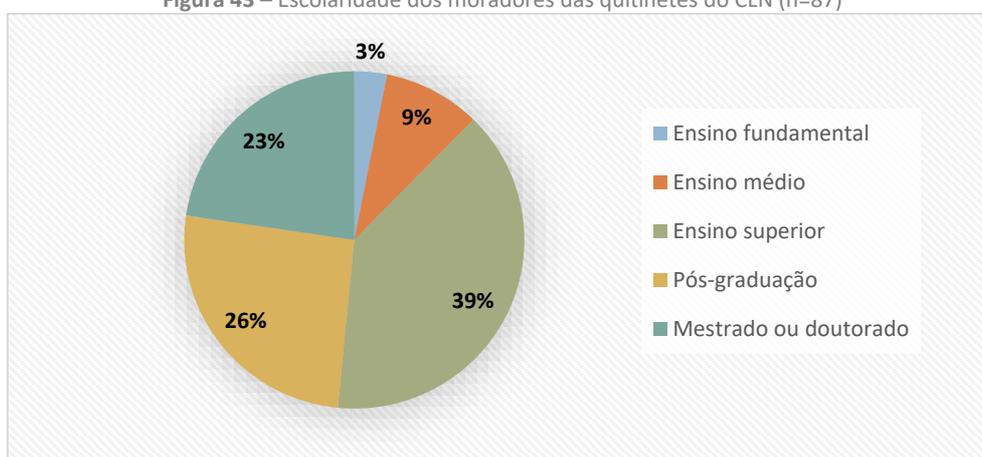
Em relação a alterações populacionais decorrentes da pandemia, apenas 7 respostas (8%) relataram alteração no número de moradores das quitinetes, sendo 3 referentes a redução e 4 a aumento no número de pessoas morando na unidade. Dentre essas, houve um aumento médio de 23% de seus moradores, não sendo, porém significativo para a média geral, que aumentou apenas de 1,35 para 1,36 moradores. As demais (79 respostas, 92%) afirmaram não ter havido alteração no número de moradores, mesmo porque a maior prevalência encontrada



(60 respostas, 70%) foi de quitinetes já ocupadas por apenas um morador e que continuaram assim após março de 2020. Ressaltamos que o questionário foi aplicado em 2021 apenas para os moradores atuais das edificações, ou seja, se houve descoupações decorrentes da pandemia, esse dado não foi aferido nem considerado na elaboração dos resultados.

Quanto à escolaridade, observa-se um alto grau de instrução, o que poderia significar que houve viés na resposta dos questionários, uma vez que parte da divulgação foi realizada por meio das redes sociais da pesquisadora e dos demais membros do grupo de pesquisa, ou seja, aumentando a chance de participação de pessoas com mais anos de educação que a média da região.

Figura 43 – Escolaridade dos moradores das quitinetes do CLN (n=87)



Na presente pesquisa, os resultados para ensino superior somam 88%. Os resultados da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD (SOUZA *et al.*, 2019) para a Asa Norte indicam perfil de escolaridade semelhante, com 83,7% dos moradores possuindo ensino superior completo ou incompleto. Ensino médio e fundamental correspondem a 11,9 e 1,8% das respostas da PDAD, respectivamente, demonstrando coerência entre os resultados obtidos nesta investigação e aqueles encontrados para a população da Asa Norte como um todo. Sendo assim, não é possível afirmar que houve viés na amostragem de entrevistados por sua alta escolaridade, mas que a população das quitinetes é bastante semelhante em termos de escolaridade àquela da Asa Norte em geral.

Para os moradores do CLN, a renda mais comum foi entre 2 e 5 salários-mínimos, concentrando 33,7% das respostas, seguida de perto pela faixa de 5 a 10 salários-mínimos, com 32,6% (Figura 44).

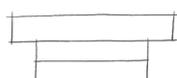
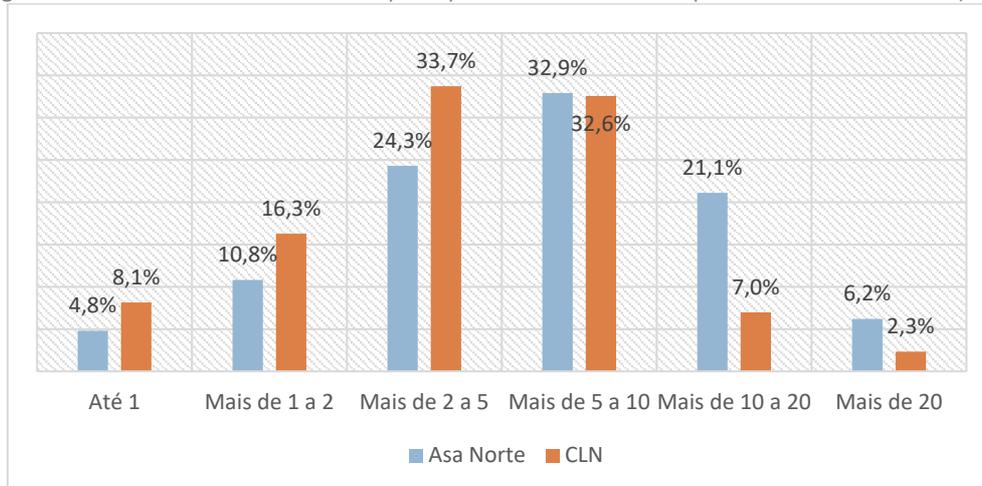


Figura 44 – Renda familiar mensal média *per capita* dos moradores das quitinetes do CLN em 2021 (n=87)

Fonte: CODEPLAN, 2019, p. 52 (adaptado).

Em relação à renda familiar, as Regiões Administrativas do Distrito Federal apresentam padrões de renda bastante distintos entre si, e o Plano Piloto - RA I apresentava a terceira maior renda mensal *per capita*, equivalente a R\$ 6.749,80⁸⁶, em 2018. Porém, considerando a distribuição do rendimento bruto do trabalho principal por faixas de salário-mínimo, para os dados referentes à Asa Norte, percebe-se uma concentração de 32,9% da população na faixa de renda entre 5 e 10 salários-mínimos, seguido por 24,3% entre dois e cinco salários-mínimos e 21,1% entre 10 e 20 salários-mínimos, com 15,2% da população recebendo até dois salários-mínimos mensais *per capita* (SOUZA *et al.*, 2019). Os resultados demonstram, portanto, maior incidência de rendas abaixo de 2 salários-mínimos e menor incidência de rendas acima de 10 salários-mínimos *per capita* para os moradores do CLN em relação aos da Asa Norte como um todo.

Quanto às características do domicílio, Costa (2006) identificou como tipicamente alugado e com permanência de até dois anos no imóvel, o que, segundo a autora, ressalta o caráter improvisado e transitório da ocupação das quitinetes. De fato, os resultados dos questionários apontam uma predominância de unidades alugadas, com permanência inferior a dois anos somando 59% das respostas (Figura 45).

⁸⁶ Dado da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2018 (SOUZA *et al.*, 2019);

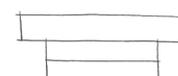
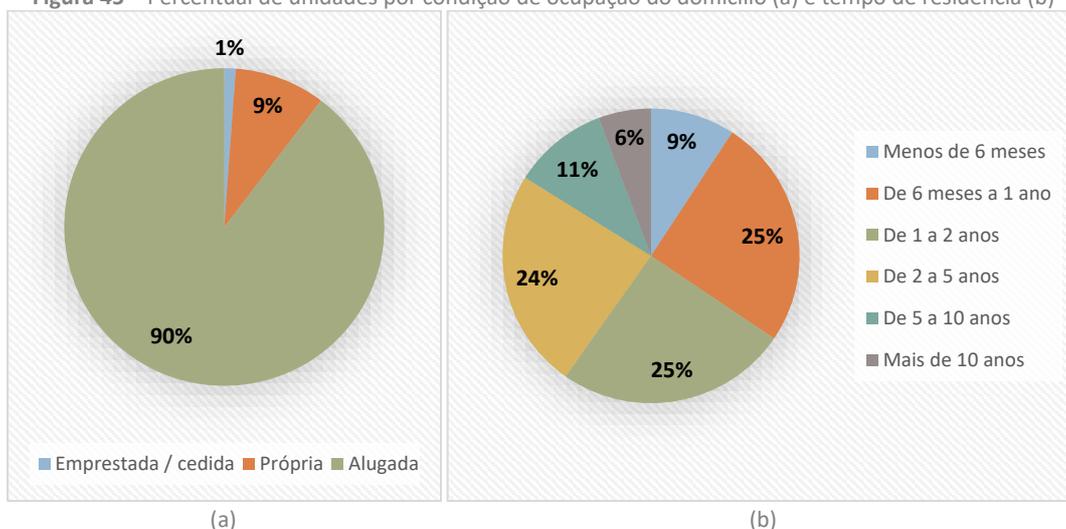


Figura 45 – Percentual de unidades por condição de ocupação do domicílio (a) e tempo de residência (b)

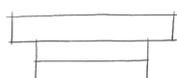


Em relação ao perfil socioeconômico dos moradores das quitinetes do Comércio Local Norte, conclui-se, portanto, que, em relação a escolaridade é semelhante ao dos moradores da Asa Norte, porém levemente mais jovem, e com renda menor. A principal diferença se dá em relação ao número de moradores por domicílio, em que o perfil unipessoal predomina de forma bastante significativa, e na condição de ocupação do domicílio, predominantemente alugados e com alta rotatividade.

5.2.2 CONSUMO DE ÁGUA

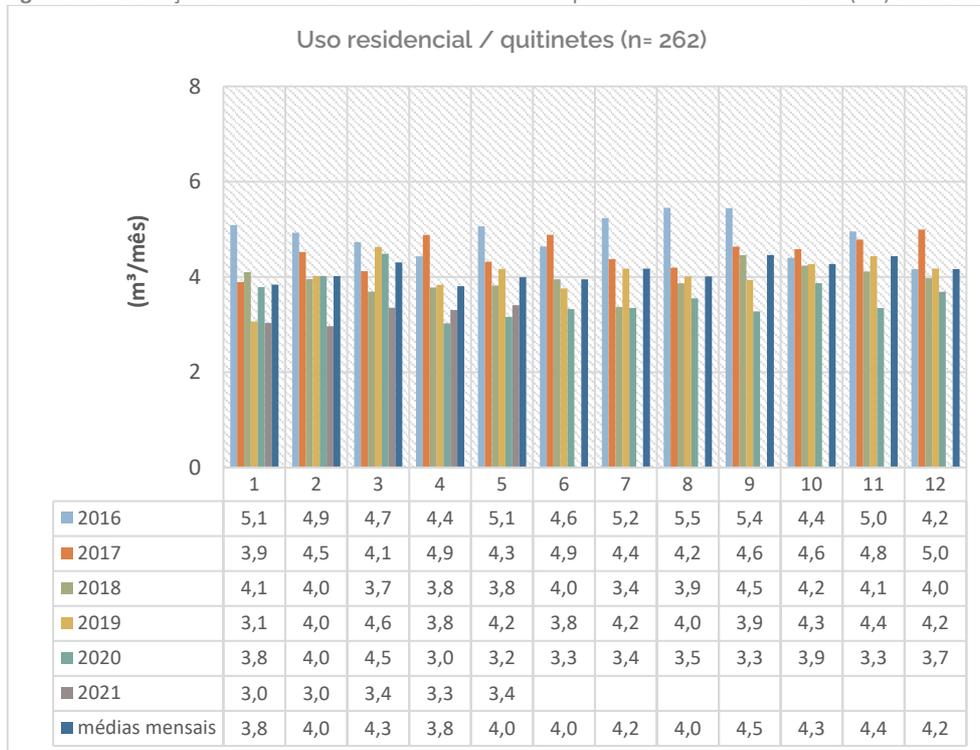
A seguir serão apresentados e discutidos os resultados de dois tipos de análises realizadas: quantitativa – acerca do consumo de água mensal e anual faturado para as quitinetes do Comércio Local Norte, entre os anos de 2016 e 2021 – e qualitativa – apresentando os indicadores de consumo obtidos por meio das auditorias de consumo de água com uso de aparelhos de medição específica realizadas em seis unidades no CLN. Não foi possível comparar os dados obtidos nas auditorias com valores do histórico de consumo faturado especificamente para as unidades que participaram da auditoria porque nenhuma delas era medida por hidrômetros individualizados.

Sendo assim, o consumo mensal faturado de janeiro de 2016 a maio de 2021, disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), foi objeto de análise descritiva a fim de identificar os padrões de consumo por uso – comercial ou residencial (quitinete) – nas salas dos pavimentos superiores do Comércio Local Norte. Os dados de consumo fornecidos para unidades com hidrômetro individualizado foram separados em residenciais e comerciais a partir da classificação realizada por meio das entrevistas e vistorias



às edificações. Os resultados para as unidades residenciais (quitinetes) estão expressos na Figura 46.

Figura 46 – Evolução do consumo mensal médio faturado por unidade individualizada (m³) 2016-2021



Mínimo = 0; Máximo = 103; Média = 4,11; Mediana = 2; Desvio padrão = 7,21; Erro médio = 0,06;
 Fonte: CAESB, 2021 (adaptado).

A tendência de redução do consumo anual em 2017 e 2018, devido ao racionamento e à redução na pressão na rede de distribuição de água em resposta à crise hídrica, com retomada em 2019 (CODEPLAN, 2021) ocorreu também para as quitinetes analisadas neste estudo.

Porém, percebe-se a partir de abril de 2020 uma queda para patamares de consumo ainda mais baixos que os de 2018. Tal alteração no consumo de água das edificações analisadas certamente possui relação com as alterações de uso e ocupação decorrentes da pandemia do novo Coronavírus, que alterou a rotina da população a partir de março de 2020. Para verificar mais especificamente o impacto da pandemia no consumo de água nas quitinetes do CLN, foi realizada aproximação do período entre 2019 e 2021, demonstrado na Figura 47.

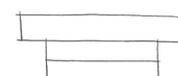
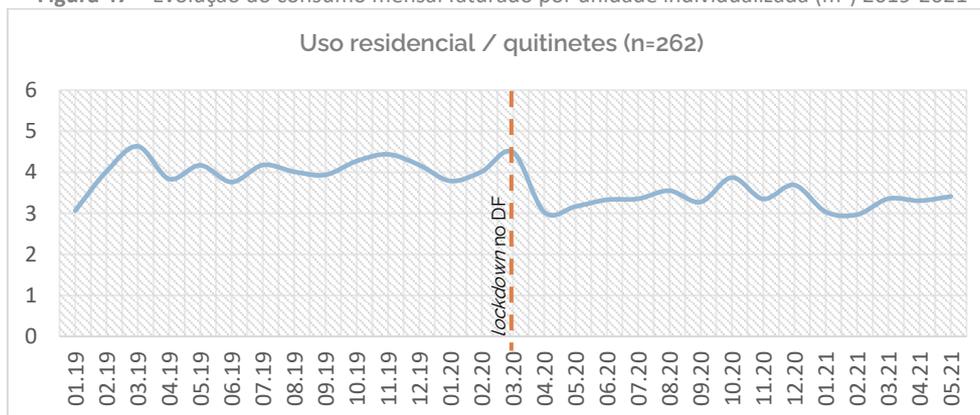


Figura 47 – Evolução do consumo mensal faturado por unidade individualizada (m³) 2019-2021

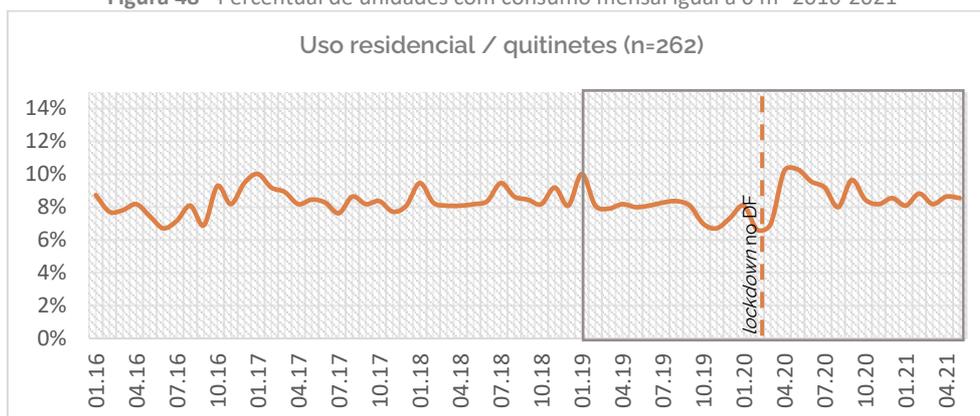


Fonte: CAESB, 2021 (adaptado).

Para as quitinetes, registrou-se uma queda de 15,7% no consumo mensal médio para o ano de 2020 (3,45 m³), em relação ao ano anterior (4,09 m³), continuando em queda, de 10,6%, na média mensal para os primeiros cinco meses de 2021 (3,30 m³). Nota-se uma queda de 32,5% para o consumo residencial (de 4,48 para 3,03 m³) para o consumo comercial entre março e abril de 2020, quando a pandemia teve início no DF.

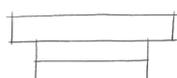
A redução no consumo mensal pode ser atribuída ao alto índice de desocupação de unidades após março de 2020, em função da pandemia, como salientado por muitos entrevistados. Não foi possível identificar o percentual desocupado em todas as edificações, apenas daquelas com hidrômetros individualizados, cujas medições apresentaram consumo igual a 0 m³ durante os meses desocupados (Figura 48).

Figura 48 - Percentual de unidades com consumo mensal igual a 0 m³ 2016-2021



Fonte: CAESB, 2021 (adaptado).

Das unidades residenciais analisadas, considerando que já haviam sido previamente removidas aquelas com menos de 6 dos 65 meses aferidos, foi identificado um percentual médio de 8,2%



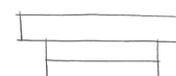
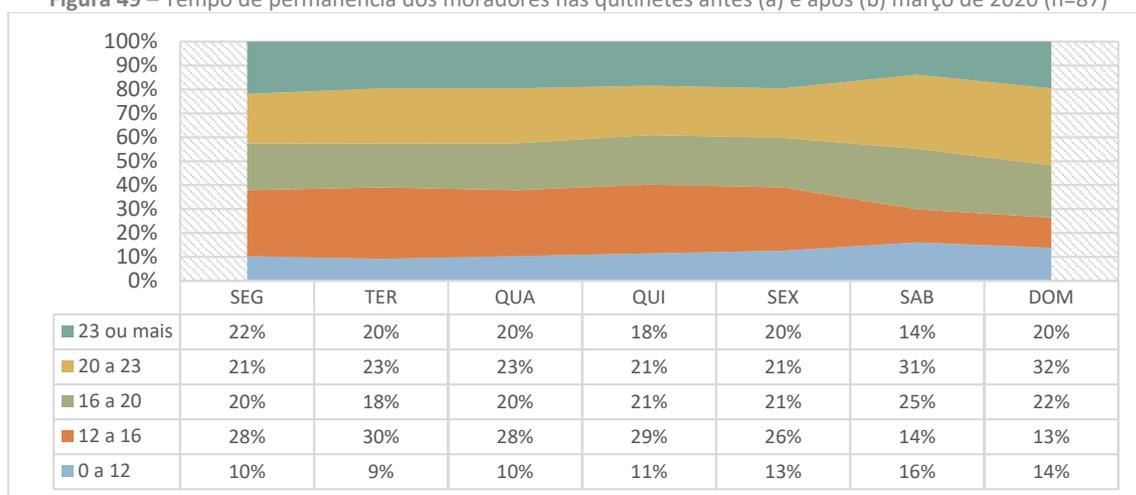
de unidades com consumo igual a 0 m³ entre janeiro de 2016 e março de 2020. Em abril de 2020, o percentual foi de 10,2%, com pico em maio de 2020, quando 10,3% das unidades apresentaram consumo igual a 0 m³. A média mensal de unidades consideradas “desocupadas após o início da pandemia foi de 8,9%.

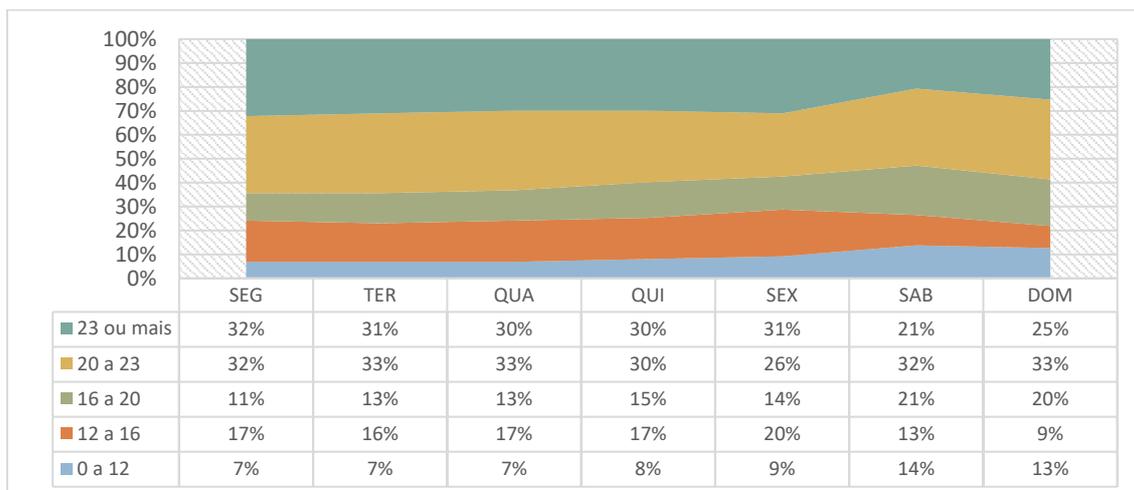
Importante ressaltar que o percentual de salas desocupadas não deve ser extrapolado para o universo de unidades residenciais no CLN, mas apenas avaliado comparativamente para o recorte temporal escolhido, a fim de compreender as possíveis variações. Pode-se concluir, a partir dessa análise, que a redução no consumo em parte se explica pelo aumento da taxa de desocupação das edificações.

Para as unidades residenciais, por se tratar de domicílios muitas vezes escolhidos em razão da proximidade do centro e das atividades de estudo e trabalho dos moradores, utilizado apenas como dormitório, a necessidade de isolamento social, que praticamente zerou o trânsito diário para realizar atividades fora do domicílio, pode ter levado algumas pessoas a se mudar para locais mais distantes, dado o caráter improvisado das moradias no CLN e o alto custo atribuído ao fator localização.

Em relação ao tempo de permanência no domicílio, que alguns estudos correlacionam positivamente com o consumo de água, foram investigadas as alterações decorrentes das medidas de isolamento social impostas em função da pandemia do novo Coronavírus, conforme Figura 49.

Figura 49 – Tempo de permanência dos moradores nas quitinetes antes (a) e após (b) março de 2020 (n=87)

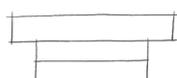
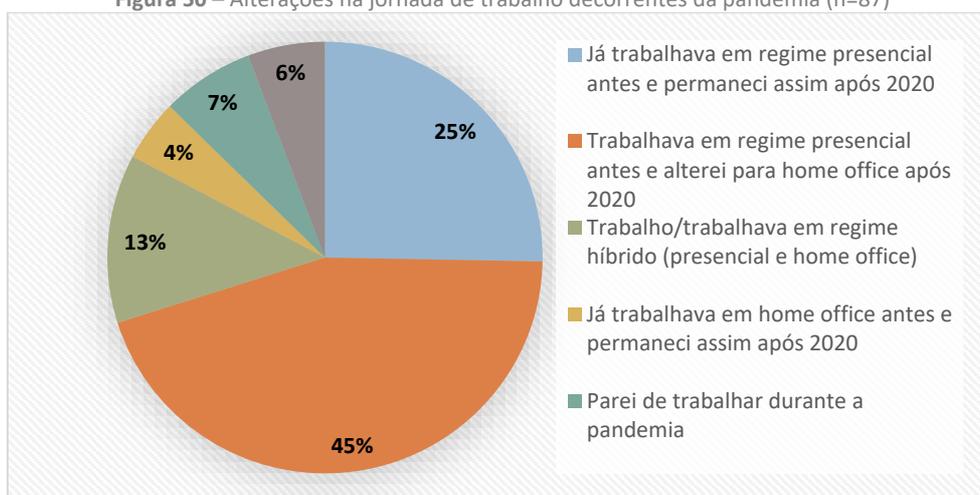




Nota-se que após o início da pandemia, dentre as pessoas que permanecem mais de 23 horas em casa, ou seja, não saem ou saem apenas por menos de 1h por dia, houve um aumento médio de 11 pontos percentuais nos dias de semana e seis pontos percentuais no fim de semana. Para a segunda faixa de maior permanência, pessoas que permanecem de 20 a 23 horas em casa, ou seja, saem por no máximo meio período comercial, 4 horas, houve um aumento de 9 pontos percentuais nos dias de semana e redução de 7, 11 e 3 pontos percentuais, nas faixas seguintes.

Sabe-se que muitas empresas, como estratégia de evitar o contágio pelo novo Coronavírus, orientada pela Organização Mundial da Saúde, optaram pela adoção do *homeoffice*, ou trabalho remoto. A Figura 50 apresenta os resultados obtidos quanto a alterações na jornada de trabalho.

Figura 50 – Alterações na jornada de trabalho decorrentes da pandemia (n=87)



Percebe-se que 49% dos participantes – aqueles que migraram do regime presencial para o homeoffice (45%) e aqueles que já trabalhavam de casa antes da pandemia (4%) – exercem sua função laboral no ambiente residencial, sendo esse um importante fator a ser considerado, uma vez que usos da água referentes a alimentação, descarga sanitária e lavatório podem ser afetados por essa alteração de rotina.

Para investigar de forma quantitativa as possíveis alterações no consumo de água, foi questionado se houve alteração no valor da conta de água, porém, foi verificada inviabilidade de utilizar os dados coletados, pois nos meses em que o questionário foi aplicado as tarifas e a forma de cobrança estavam em plena alteração. Além disso, 70% dos respondentes desconheciam os dados de consumo mensal, principalmente em razão das medições serem realizadas coletivamente em 65% das unidades. Dentre as respostas válidas, a maior parte se concentrou em faixas mais baixas de consumo, como confirmado pelos dados obtidos após a realização das auditorias, com apenas 3% das respostas tendo relatado consumo médio acima de 10 m³/mês.

Para compreender o consumo de água por unidade residencial, foram analisados os dados obtidos nas auditorias de consumo de água realizadas em seis quitinetes por cerca de duas semanas cada, apresentados a seguir (Figura 51).

Para os valores médios, o maior consumo foi observado às terças-feiras, porém, ao analisarmos o resultado de cada unidade, não se pode afirmar que há um dia em que tipicamente concentre o maior consumo, tendo ocorrido às segundas na Kit 6, terças na Kit 1, quartas na Kit 2, quintas na Kit 4, sábados na Kit 3 e domingos na Kit 5, demonstrando heterogeneidade no padrão de consumo semanal de água das quitinetes analisadas.

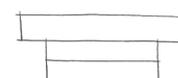
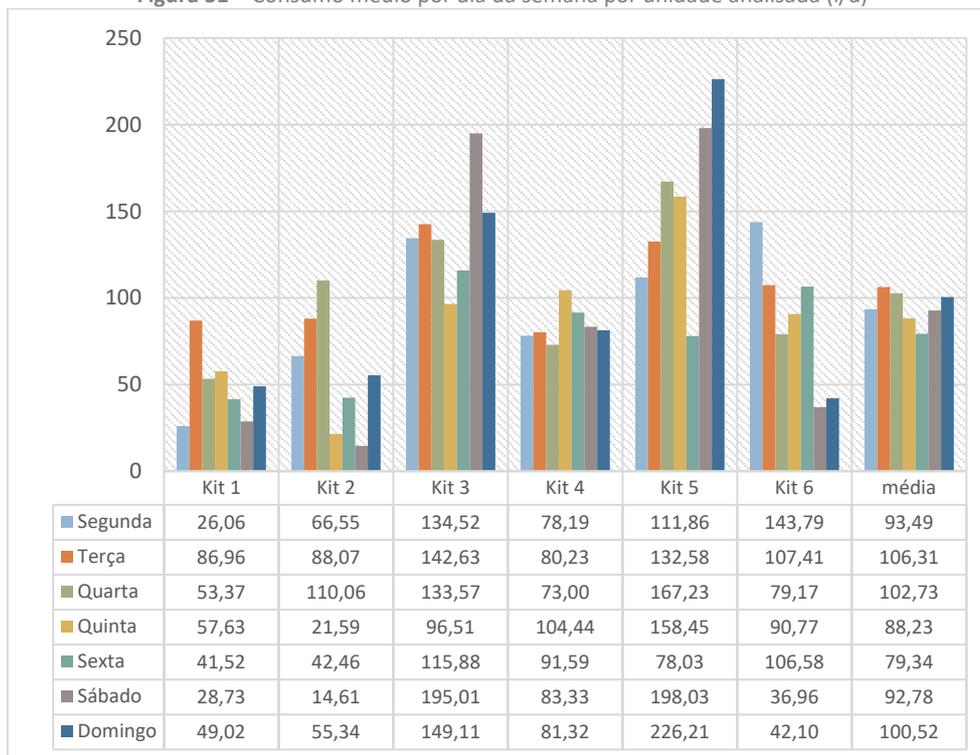


Figura 51 – Consumo médio por dia da semana por unidade analisada (l/d)

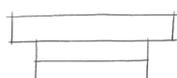


Análise descritiva do consumo diário por unidade: Tamanho da amostra = consumo diário de 91 dias; Média = 93,4 l/d; Erro padrão da média = 6,2; Mediana = 82,2 l/d; Valores discrepantes (Mínimo = 0; Máximo = 296,5 l/d); Desvio padrão = 59,3; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 81,2 l/d e Limite superior= 105,6 l/d)

Comparando os resultados com os obtidos em outros estudos, Bomfim & Sant’Ana (2021) obtiveram um consumo diário médio de 151,3 lpd ao analisarem por um mês, com metodologia semelhante, o consumo de água de uma quitinete de 27 m² também em Brasília, mas em edificação de outra tipologia, localizada num edifício em altura no Setor de Grandes Áreas Norte. Percebe-se, portanto que os dados relativos ao consumo *per capita* desse estudo não são próximos aos encontrados para as quitinetes do CLN.

Sant’Anna (2011) encontrou valores de consumo *per capita* de 205, 146 e 112 lpd para faixas de renda média alta, média baixa e baixa, respectivamente. Pode-se perceber, portanto, que os valores encontrados para consumo diário no presente estudo de caso estão abaixo daqueles para renda baixa, embora a renda esteja mais próxima das faixas médias, com média próxima a 5 salários-mínimos *per capita*.

Para melhor compreender o consumo de água nas quitinetes, foi realizada, além da análise do consumo total, análises por usos finais de água.

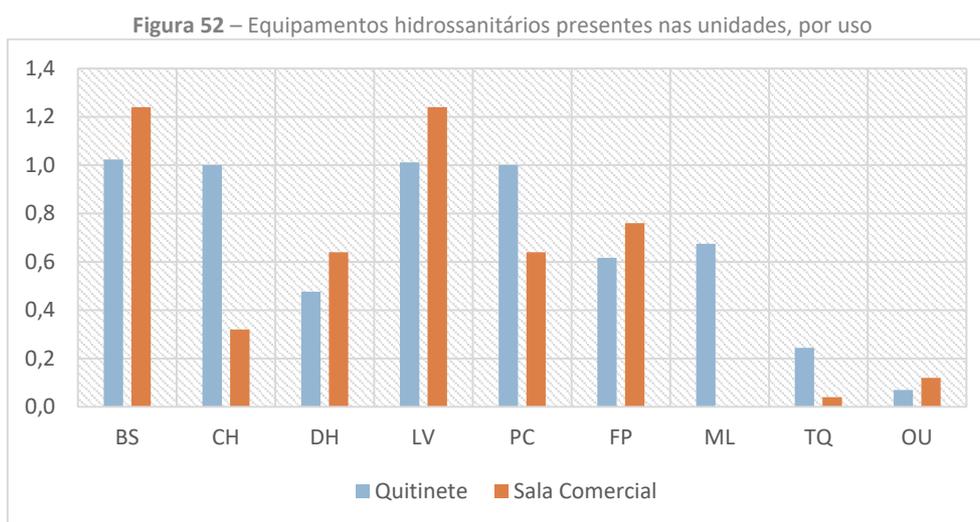


5.2.3 USOS FINAIS DE ÁGUA

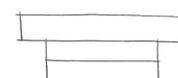
Nesse ponto, será apresentado e discutido o consumo diário por usos finais de água, ou seja, em cada equipamento hidrossanitário das unidades. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos finais.

Foram realizadas medições entre julho e agosto de 2021, em seis quitinetes, por períodos entre 13 e 20 dias, de acordo com a disponibilidade dos voluntários para a instalação e desinstalação. Os dias de instalação e desinstalação não foram contabilizados na análise dos usos finais de água de cada unidade, uma vez que não foram registrados todos os eventos de consumo daquele dia.

Na Figura 52 são apresentados os resultados dos questionários acerca dos tipos de equipamentos hidrossanitários presentes nas unidades, de acordo com o uso – residencial (quitinete) ou comercial, em que valores iguais a 1 indicam a presença em 100% das unidades – por exemplo, sempre haverá uma bacia sanitária, um chuveiro, um lavatório e uma pia de cozinha nas quitinetes –, valores superiores a 1 indicam a presença de mais de um equipamento, em média, nas unidades – por exemplo, cerca de 20% de chance de existir uma segunda bacia sanitária ou lavatório em uma sala comercial –, e valores inferiores a 1 indicam equipamentos presentes apenas em parte das unidades – por exemplo, cerca de 60% de chance de haver uma ducha higiênica ou pia de cozinha nas unidades comerciais.



Portanto, o consumo de água nas quitinetes pode ser dividido entre os seguintes usos finais: bacia sanitária (BS), ducha higiênica (DH) e torneiras de lavatório (TL) no banheiro; pia de cozinha (PC) e filtro de parede (FP) na copa. Foram identificados, além dos já citados, máquina



de lavar roupa (ML), geralmente adaptada a partir da instalação da pia da cozinha, e tanque (TQ), em pouquíssimas unidades. Outros equipamentos hidrossanitários relatados no questionário incluem máquina de lavar louças, banheiro automático para animais de estimação e sistema de irrigação automático, todos conectados por adaptadores a pontos de torneiras ou duchas higiênicas.

A partir dos resultados das medições em cada uso final foi possível identificar a proporção do consumo nos usos finais analisados para cada unidade e estimar o consumo de água médio para as quitinetes. Na Figura 53 podemos observar os percentuais destinados a cada uso em cada unidade aferida. Percebe-se que os equipamentos hidráulicos responsáveis pelos maiores percentuais de consumo de água, no geral, foram bacias sanitárias (28 a 52%) e chuveiros (17 a 43%). Outros consumos significativos foram da máquina de lavar, podendo chegar a 18%, e da pia da cozinha, representando até 24% do consumo. Porém, tais usos dependem do comportamento dos usuários, uma vez que metade não possuía o hábito de lavar roupas em casa, e a maioria não possuía o hábito de preparar refeições diariamente, realizando a lavagem de roupas e alimentação externamente ao local de moradia ou por meio de serviços de entrega.

A fim de observar graficamente o consumo em dados volumétricos, e não só percentuais, a Figura 54 apresenta os consumos diários para cada uso final em cada unidade analisada.

Figura 53 – Consumo diário de água por usos finais (l/d) - quitinetes

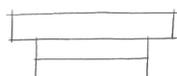
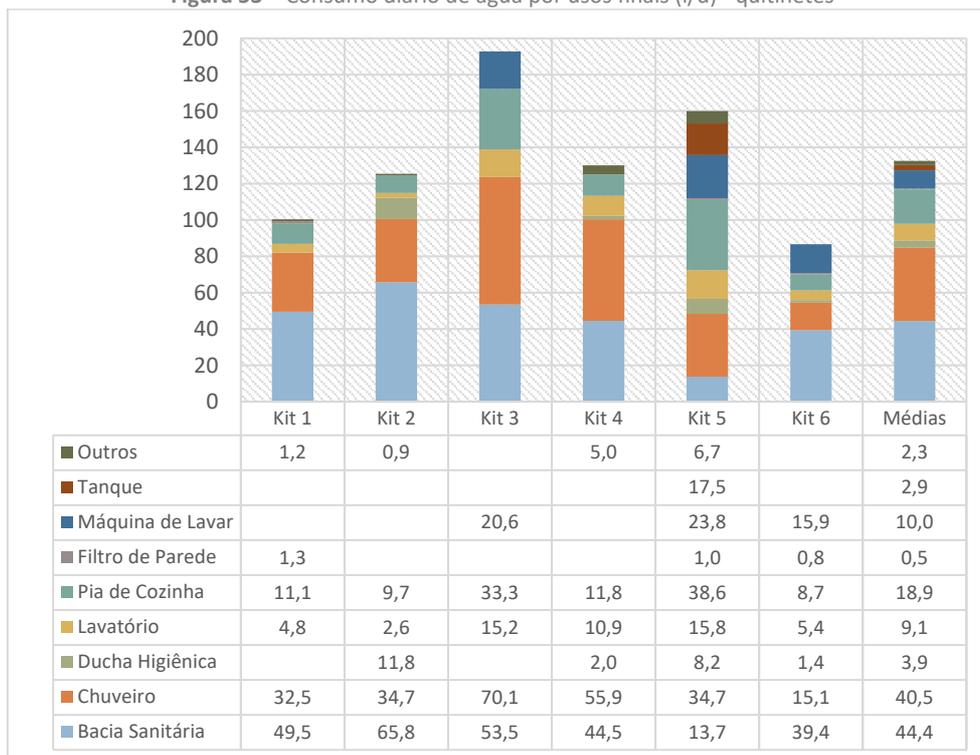
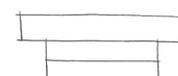
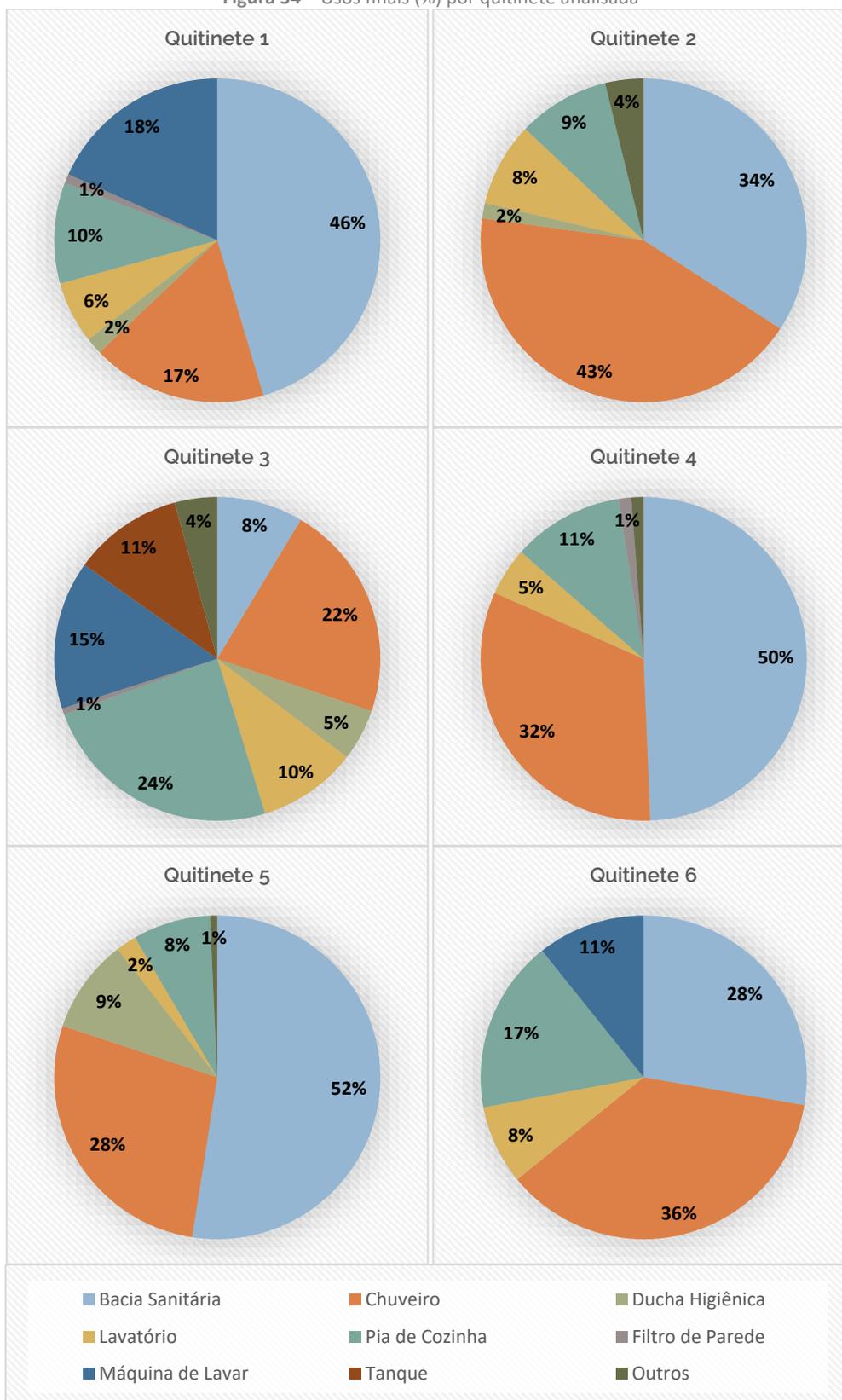


Figura 54 – Usos finais (%) por quitinete analisada

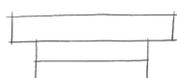


Os resultados detalhados das medições estão apresentados na Tabela 12. A partir dos dados do tempo, do uso, da vazão e da frequência foi possível identificar o consumo diário de água por equipamento hidrossanitário. Não foi calculado indicador por pessoa por dia (lpd) visto que o número de residentes em todas as unidades era igual a um, ou seja, os dados da coluna “uso (l/d)” aferidos para a unidade já representam simultaneamente os dados de consumo por pessoa por dia. Os indicadores de consumo por área visam possibilitar a comparação dos dados obtidos para as quitinetes com aqueles obtidos para os escritórios, na seção seguinte.

A partir dos dados obtidos pelas auditorias para cada quitinete, foi traçado um perfil de consumo médio para quitinetes do CLN, resumido na Tabela 13. A discrepância calculada em relação ao consumo mensal obtido a partir dos dados da Caesb para o último ano (consumo mensal médio de 4,07 m³) e os dados obtidos pela auditoria de consumo realizada nas 6 unidades residenciais (consumo mensal médio de 3,98 m³) foi de - 0,93%, o que demonstra excelente confiabilidade nos indicadores de consumo gerados.

Tabela 12 – Resumo dos dados de consumo por usos finais por quitinete

UNIDADE / USO FINAL	VAZÃO	TEMPO (s)	FREQ. (n/d)	USO (l/d)	INDICADOR (l/m ² /dia)
Quitinete 1				100,4	3,0
Bacia Sanitária (válvula de descarga)	14 lpf**	---	3,5*	49,5	1,5
Chuveiro	0,051 l/s	440	1,5	32,5	1,0
Lavatório	0,051 l/s	25	4,0	4,8	0,1
Pia de Cozinha	0,051 l/s	108	2,0	11,1	0,3
Filtro de Parede	0,014 l/s	---	1,8*	1,3	0,0
Outros	---	---	---	1,2	0,0
Quitinete 2				125,4	3,7
Bacia Sanitária (válvula de descarga)	14 lpf**	---	4,7*	65,8	2,0
Chuveiro	0,031 l/s	680	1,7	34,7	1,0
Ducha Higiênica	0,047 l/s	142	1,8	11,8	0,4
Lavatório	0,056 l/s	15	3,0	2,6	0,1
Pia de Cozinha	0,043 l/s	60	3,4	9,7	0,3
Outros	---	---	---	0,9	0,0
Quitinete 3				193,0	6,0
Bacia Sanitária (válvula de descarga)	14 lpf**	---	3,8*	53,5	1,7
Chuveiro	0,050 l/s	787	1,8	70,1	2,2
Lavatório	0,078 l/s	25	7,4	15,2	0,5
Pia de Cozinha	0,066 l/s	53	7,4	33,3	1,0
Máquina de Lavar	0,057 l/s	1702	0,2	20,6	0,6
Outros	---	---	---	0,2	0,0
Quitinete 4				130,1	4,1
Bacia Sanitária (válvula de descarga)	9 lpf**	---	4,9*	44,5	1,4
Chuveiro	0,066 l/s	824	1,1	55,9	1,8
Ducha Higiênica	0,072 l/s	16	1,6	2,0	0,1
Lavatório	0,057 l/s	29	6,4	10,9	0,3
Pia de Cozinha	0,044 l/s	58	4,3	11,8	0,4
Outros	---	---	---	5,0	0,2



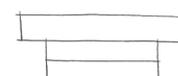
UNIDADE / USO FINAL	VAZÃO	TEMPO (s)	FREQ. (n/d)	USO (l/d)	INDICADOR (l/m ² /dia)
Quitinete 5				159,9	7,8
Bacia Sanitária (caixa acoplada)	0,056 l/s	48	4,9	13,7	0,7
Chuveiro	0,074 l/s	519	1,1	34,7	1,7
Ducha Higiênica	0,068 l/s	42	2,7	8,2	0,4
Lavatório	0,053 l/s	71	8,4	15,8	0,8
Pia de Cozinha / Filtro de Parede	0,052 l/s	104	7,3	39,6	1,9
Máquina de Lavar	0,071 l/s	776	0,4	23,8	1,2
Tanque	0,090 l/s	81	2,5	17,5	0,9
Outros	---	---	---	6,7	0,3
Quitinete 6				87,2	5,2
Bacia Sanitária (caixa acoplada)	0,084 l/s	98	4,8	39,4	2,4
Chuveiro	0,057 l/s	221	1,2	15,1	0,9
Ducha Higiênica	0,073 l/s	19	1,0	1,4	0,1
Lavatório	0,076 l/s	14	4,7	5,4	0,3
Pia de Cozinha	0,052 l/s	78	2,2	8,7	0,5
Filtro de Parede	0,008 l/s	63	1,6	0,8	0,0
Máquina de Lavar	0,071 l/s	1071	0,2	15,9	1,0
Outros	---	---	---	0,5	0,0

Tabela 13 – Resumo dos dados de consumo por usos finais – quitinete

Consumo anual	47,76 m ³ /ano	
Consumo diário	132,5 l/d	
Consumo anual por área	1,79 m ³ /m ² /ano	
Consumo mensal estimado	3,98 m ³ /mês	
Consumo mensal médio faturado no último ano	4,07 m ³ /mês	
Discrepância relativa	- 0,93 %	

USO FINAL	VAZÃO	TEMPO (s)	FREQ. (n/d)	USO (l/d)	INDICADOR (l/m ² /dia)
Bacia Sanitária	10 lpf		4,4	44,4	1,6
Chuveiro	0,055	578	1,4	40,5	1,4
Ducha Higiênica	0,065	55	1,8	5,9	0,2
Lavatório	0,062	30	5,7	9,1	0,4
Pia de Cozinha	0,051	77	4,4	19,0	0,7
Filtro de Parede	0,025	83	3,6	13,9	0,7
Máquina de Lavar	0,066	1183	0,3	20,1	0,9
Tanque	0,090	81	2,5	17,5	0,9
Outros	0,011	1	7,4	2,4	0,1

l/s = litros por segundo; lpf = litros por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litros por dia; l/m²/d = litros por metro quadrado por dia; * = registrado pelos usuários em diários de consumo; ** = conforme dados do fabricante;

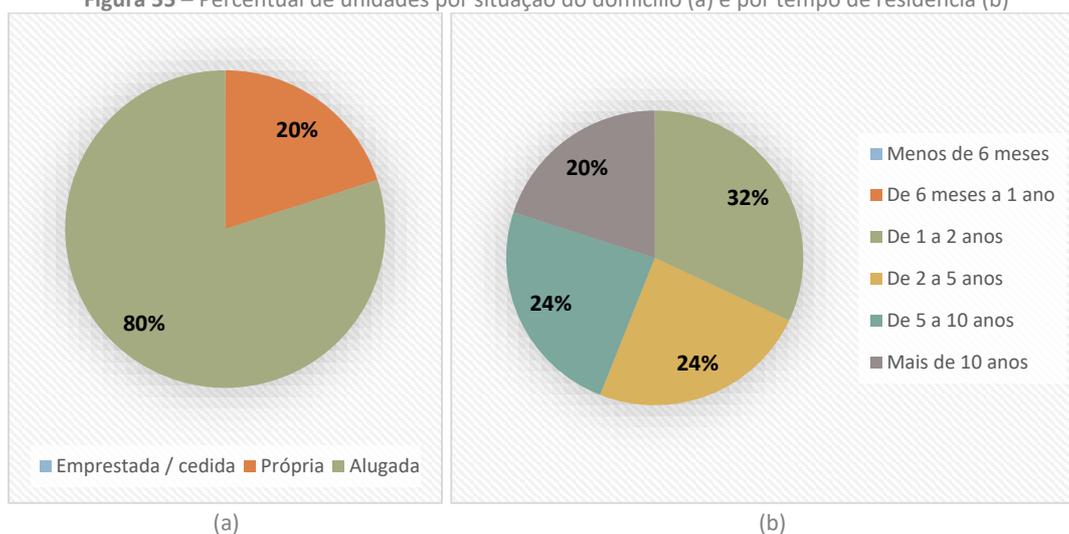


5.3 USO COMERCIAL

As salas comerciais dos pavimentos superiores do CLN utilizadas para o uso comercial podem possuir diversas atividades. No estudo de caso, as unidades destinadas ao uso comercial possuíam áreas entre 19,40 e 64,90 m², essa última correspondendo a duas salas integradas, obtendo-se uma área média de 27,45 m² por sala.

Quanto a condição e tempo de ocupação do endereço comercial, os resultados dos questionários apontam uma predominância de unidades alugadas – embora comparativamente o percentual de unidades próprias seja maior que para as quitinetes –, com distribuição equilibrada em relação ao tempo de permanência, exceto períodos inferiores a 1 ano, que não foram identificadas nas respostas. Ou seja, pode-se concluir que, para as unidades comerciais, a taxa de rotatividade é menor que para as unidades residenciais.

Figura 55 – Percentual de unidades por situação do domicílio (a) e por tempo de residência (b)



Em termos de idade, a aplicação do questionário a funcionários ou proprietários de 25 salas comerciais destinadas a atividades comerciais no CLN apresentaram resultados semelhantes aos da população residente nas quitinetes, com predominância de pessoas entre 18 e 40 anos (Figura 56), e idade média de 36 anos. Os dados possuem diferenças para os valores inferiores em relação àqueles obtidos para as quitinetes, uma vez que não foram identificados, é claro, funcionários com menos de 18 anos, diferentemente das quitinetes, em que havia algumas crianças como moradoras. A idade máxima encontrada foi de 73 anos, enquanto nas quitinetes foi de 68 anos.

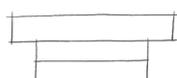
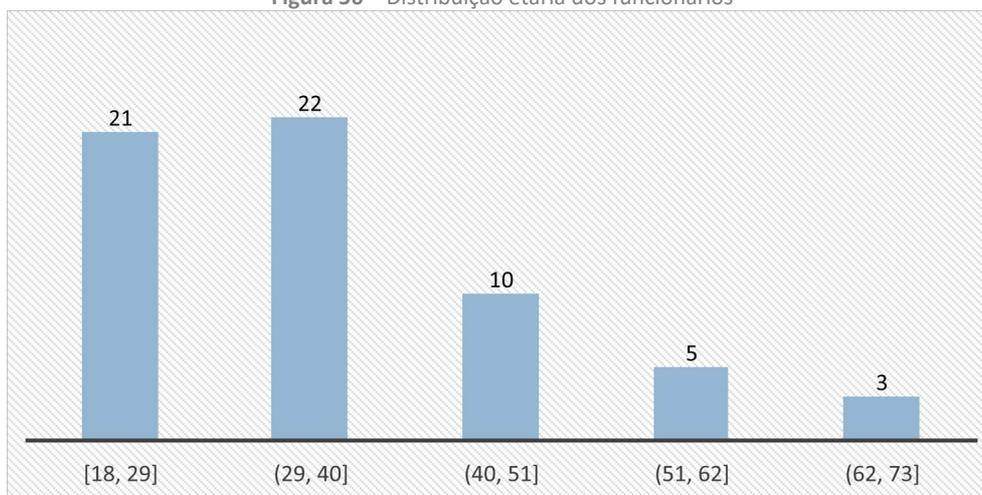


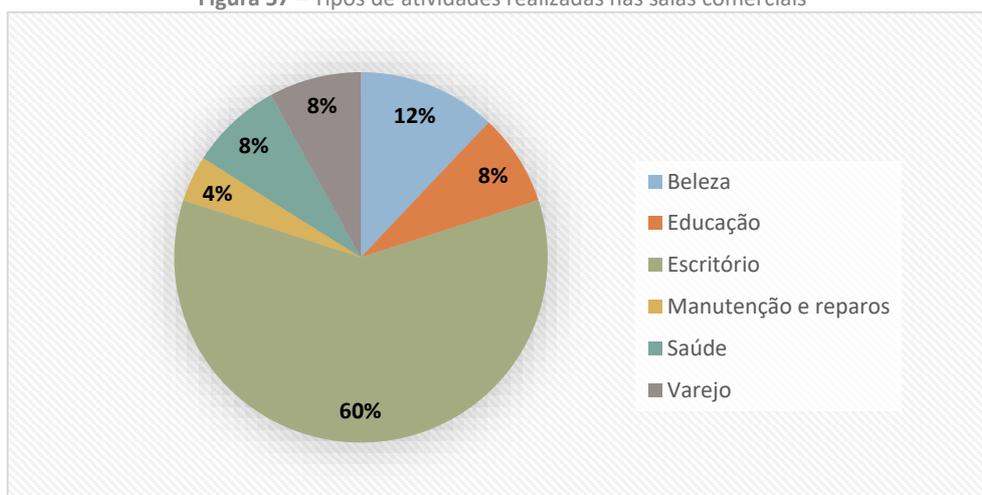
Figura 56 – Distribuição etária dos funcionários



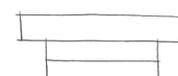
5.3.1 ATIVIDADES COMERCIAIS

A fim de compreender a distribuição dos diferentes tipos de atividades comerciais desempenhadas nas salas comerciais do CLN, foram coletadas informações sobre os ramos de atividade nos questionários online e nas entrevistas e vistorias *in loco* e online, porém, não foi possível identificar e caracterizar as atividades de todas as salas, visto que muitas delas são pequenos negócios, sem indicação na porta ou na internet do endereço comercial, muitas vezes, como relatado pelos porteiros e zeladores, usados apenas como endereço postal. A investigação encontrou uma distribuição das atividades, agrupadas por categorias, conforme exposto na Figura 57.

Figura 57 – Tipos de atividades realizadas nas salas comerciais



Nota-se a predominância de unidades destinadas a escritórios, seguido daquelas destinadas a estabelecimentos de beleza. Pretendia-se realizar medições específicas por usos finais em



unidades destinadas ao escritórios, a fim de obter dados representativos, no entanto, em razão da pandemia do novo Coronavírus, que reduziu significativamente as atividades comerciais, e da dificuldade de obtenção de voluntários para a realização das medições, foram analisados no presente estudo de caso os usos finais de água de dois escritórios de arquitetura e de uma empresa de podologia, ou seja, da categoria “beleza”.

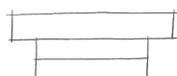
5.3.2 CONSUMO DE ÁGUA

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados de dois tipos de análises realizadas: quantitativa – acerca do consumo de água mensal e anual faturado para as salas comerciais do Comércio Local Norte, entre os anos de 2016 e 2021 – e qualitativa – apresentando os indicadores de consumo obtidos por meio das auditorias de consumo de água com uso de aparelhos de medição específica realizadas em três unidades no CLN. Não foi possível comparar os dados obtidos nas auditorias com valores do histórico de consumo faturado especificamente para as unidades que participaram da auditoria porque a única delas que possuía hidrômetro individualizado ocupava o local há menos de 2 meses e, portanto, não possuía dados do histórico de consumo dos meses anteriores.

Os resultados da análise descritiva do consumo mensal faturado de janeiro de 2016 a maio de 2021 para as salas comerciais com hidrômetro individualizado do CLN, disponibilizado pela Caesb, estão expressos na Figura 58.

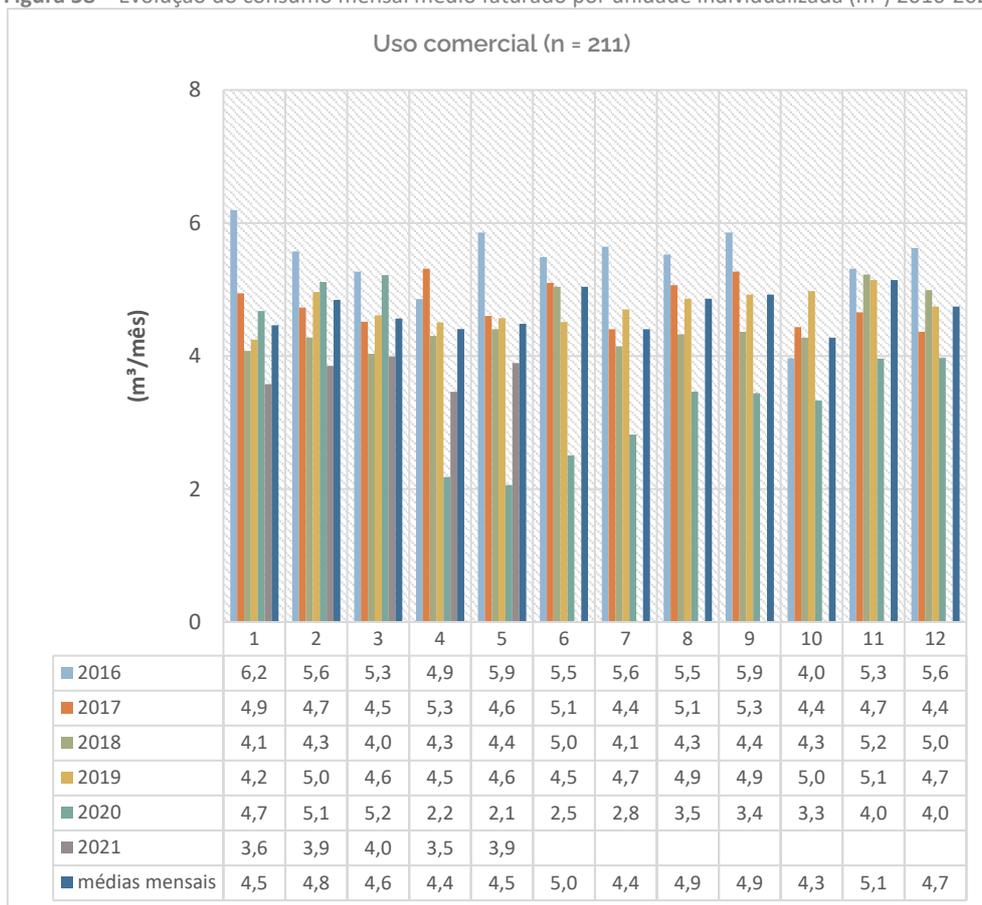
A tendência de redução do consumo anual em 2017 e 2018, devido ao racionamento e à redução na pressão na rede de distribuição de água em resposta à crise hídrica, com retomada em 2019 (CODEPLAN, 2021) ocorreu também para as quitinetes analisadas neste estudo. Porém, percebe-se a partir de abril de 2020 uma queda para patamares de consumo ainda mais baixos que os de 2018. Tal alteração no consumo de água das edificações analisadas certamente possui relação com as alterações de uso e ocupação decorrentes da pandemia do novo Coronavírus, que impactou o funcionamento de atividades comerciais a partir de março de 2020. Para verificar mais especificamente o impacto da pandemia no consumo de água nas quitinetes do CLN, foi realizada aproximação do período entre 2019 e 2021, demonstrado na Figura 59.

Para as unidades comerciais, registrou-se uma queda de 26,9% no consumo mensal médio para o ano de 2020 (3,45 m³), em relação ao ano anterior (4,72 m³), porém, já com retomada gradual em 2021, cuja média mensal para os primeiros cinco meses de 2021 foi igual a dos



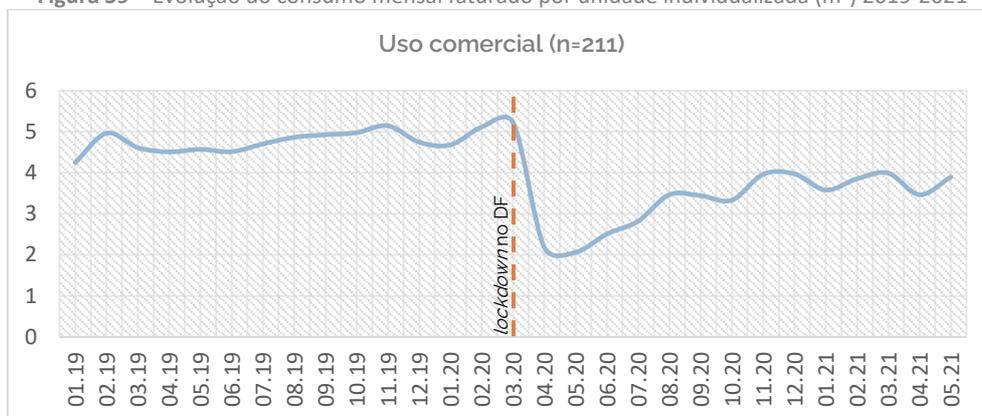
primeiros cinco meses de 2020 (3,85 m³). Nota-se uma queda de 58,2% (de 5,22 para 2,18 m³) para o consumo comercial entre março e abril de 2020, quando a pandemia teve início no DF.

Figura 58 – Evolução do consumo mensal médio faturado por unidade individualizada (m³) 2016-2021

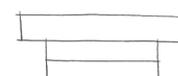


Mínimo = 0; Máximo = 100; Média = 4,53; Mediana = 1; Desvio padrão = 9,14; Erro médio = 0,08; Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)

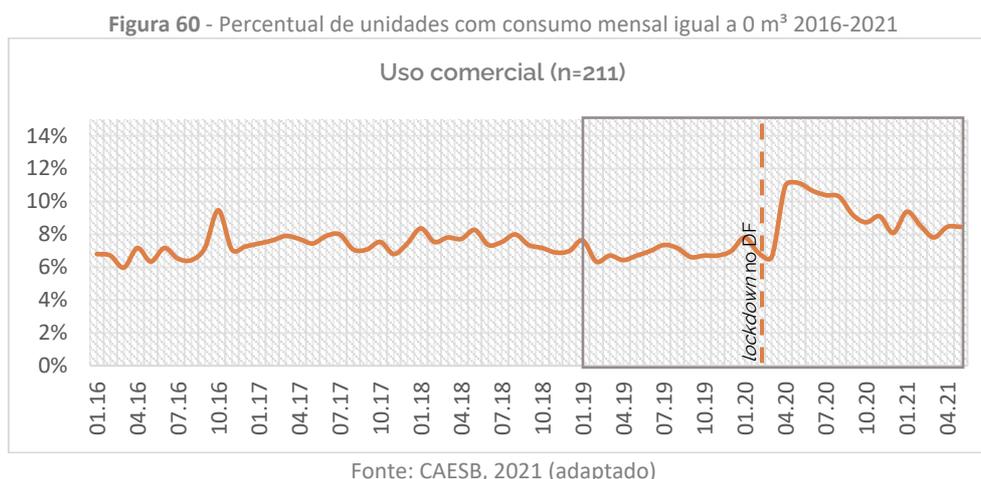
Figura 59 – Evolução do consumo mensal faturado por unidade individualizada (m³) 2019-2021



Fonte: CAESB, 2021 (adaptado)



A redução no consumo mensal pode ser em parte atribuída ao alto índice de desocupação de unidades após março de 2020, como salientado por muitos entrevistados. Não foi possível identificar o percentual desocupado em todas as edificações, apenas daquelas com hidrômetros individualizados, cujas medições apresentaram consumo zero nos meses desocupados (Figura 60).



Das unidades comerciais analisadas, considerando que já haviam sido previamente removidas aquelas com menos de 6 dos 65 meses aferidos, foi identificado um percentual médio de 7,2% de unidades com consumo igual a 0 m³ entre janeiro 2016 e março de 2020. Em abril de 2020, o percentual atinge 10,9%, com pico em maio de 2020, com 11,1% de unidades com consumo igual a 0 m³. A média após o início da pandemia foi de 9,4% de unidades consideradas “desocupadas”.

Importante ressaltar que esse dado não deve ser extrapolado para o universo de unidades comerciais no CLN, mas apenas avaliado comparativamente para o recorte temporal escolhido, a fim de compreender as possíveis variações. Pode-se concluir, a partir dessa análise, que a redução no consumo em parte se explica pelo aumento da taxa de desocupação das edificações. Para as unidades comerciais, o aumento da desocupação pode ser explicado pelas restrições de funcionamento e regras de distanciamento social impostas pela pandemia, levando muitos estabelecimentos a fecharem as portas ou migrarem para o *home office*.

Além do número de unidades desocupadas, resultados do questionário indicam redução tanto da população fixa quanto da população flutuante para o uso comercial (Figura 61), o que pode representar alteração nos padrões de consumo de água.

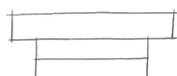
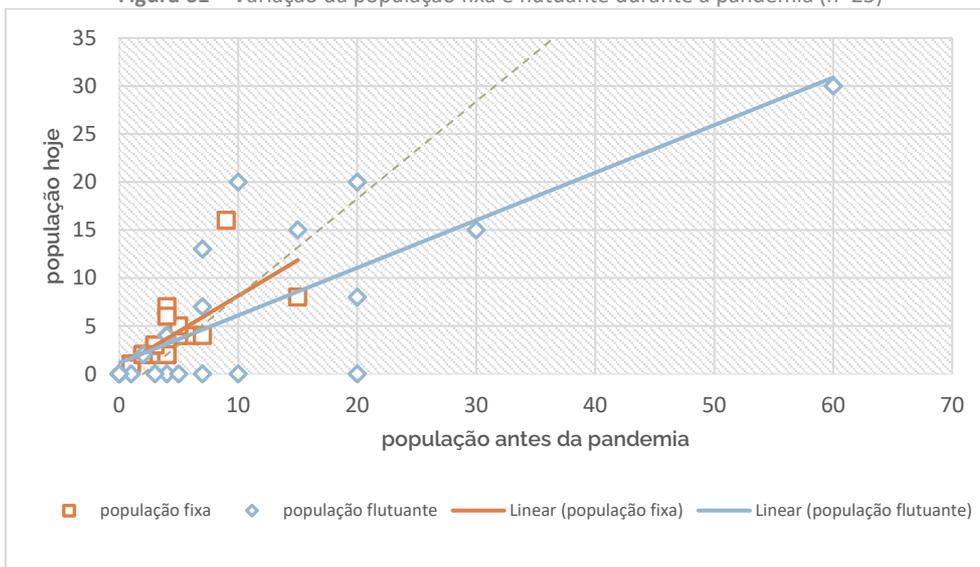


Figura 61 – Variação da população fixa e flutuante durante a pandemia (n=25)



A população fixa reduziu de uma média de 3,92 para 3,62 pessoas por empresa. Já a redução da população flutuante foi de, 56% em média, de 9,79 pessoas para 6 pessoas por dia. As linhas no gráfico indicam as tendências para cada tipo de população, sendo que os pontos acima delas representam salas onde houve comportamento acima da média – inclusive com algumas apresentando aumento na população – e os pontos abaixo, as salas onde houve redução além da média das respostas. A linha tracejada indica respostas equivalente a manutenção da população.

Em relação ao tempo de permanência no local, que alguns estudos correlacionam positivamente com o consumo de água, foram investigadas as alterações decorrentes das medidas de isolamento social impostas em função da pandemia do novo Coronavírus, conforme Figura 62.

Nota-se que após o início da pandemia, dentre as unidades que permanecem desocupadas ou ocupadas por menos de 1h por dia, houve um aumento médio de seis pontos percentuais nos dias de semana e 24 pontos percentuais no fim de semana. Para a segunda faixa de maior índice de desocupação, unidades ocupadas por até meio período comercial, 4 horas, houve um aumento de 12 pontos percentuais nos dias de semana e seis pontos percentuais no fim de semana. Houve redução de 5 e 13 pontos percentuais, nas faixas seguintes, para os dias de semana, e 14 e 12 pontos percentuais, no fim de semana. O percentual de unidades ocupadas por mais de 12 horas permaneceu o mesmo para os dias de semana, e reduziu a zero nos fins de semana.

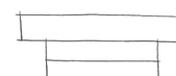
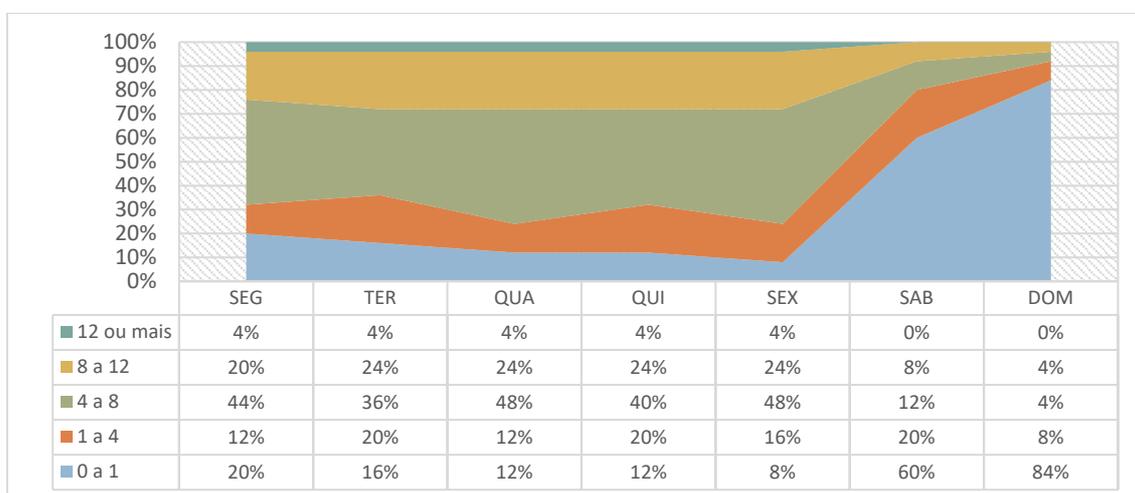
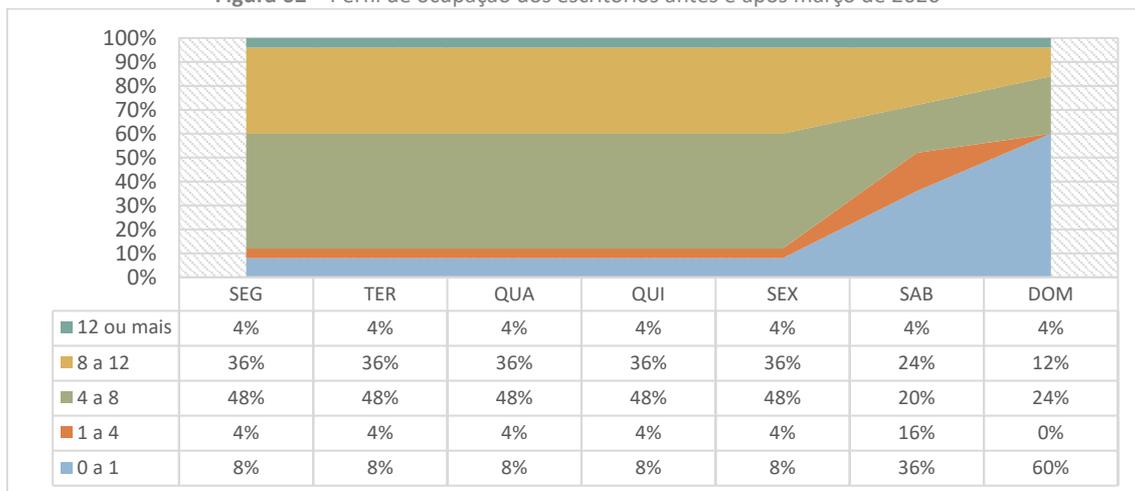
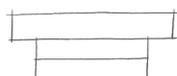


Figura 62 – Perfil de ocupação dos escritórios antes e após março de 2020



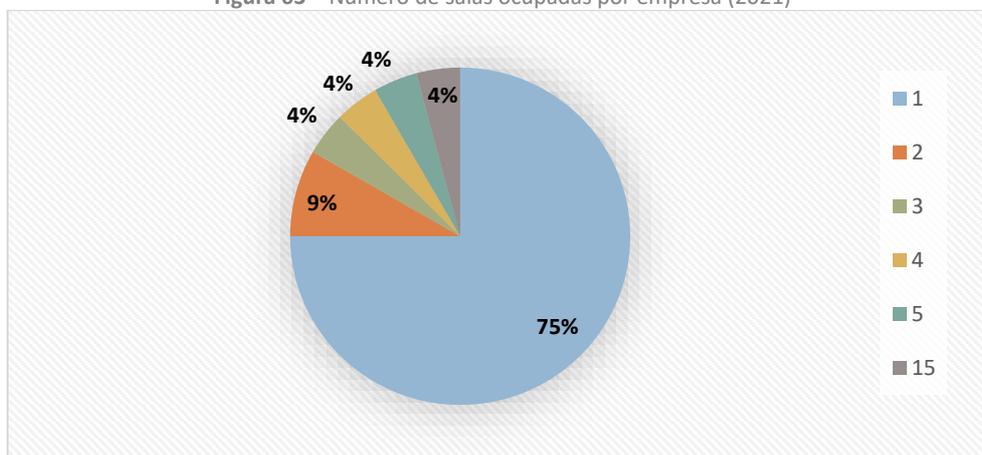
Nota-se também uma maior heterogeneidade das horas ocupadas por dia de semana após março de 2020, em que segunda, quarta e sexta são os dias com maior índice de respostas entre 4 e 8 horas de permanência, indicando possível redução ou flexibilização das jornadas de trabalho como estratégia de distanciamento social a fim de evitar a propagação do novo Coronavírus.

Em relação a redução do número de salas ocupadas por empresa, percebe-se uma tendência a negócios menores, que ocupam apenas uma sala (Figura 63). Apenas 4 respostas (16%) relataram alteração no número de salas ocupadas pela empresa antes e depois da pandemia, sendo 3 com redução e 1 com aumento. No total, essas 4 empresas que ocupavam, somadas, 11 salas passaram a ocupar, somadas, 8, ou seja, houve redução de 3 salas. As demais (21 respostas, 85%) afirmaram não ter havido alteração no número de salas, mesmo porque a maior



prevalência encontrada (72%) foi de empresas que já ocupavam e continuaram ocupando uma única sala.

Figura 63 – Número de salas ocupadas por empresa (2021)



Para investigar de forma quantitativa as possíveis alterações no consumo de água nas salas comerciais, foi questionado se houve alteração no valor da conta de água, porém, foi verificada inviabilidade de utilizar os dados coletados, pois nos meses em que o questionário foi aplicado as tarifas e a forma de cobrança estavam em plena alteração. Além disso, 84% dos respondentes desconheciam os dados de consumo mensal, principalmente em razão das medições serem realizadas coletivamente em 52% das unidades.

Para compreender o consumo de água por unidade comercial, foram analisados os dados obtidos nas auditorias de consumo de água realizadas em seis quitinetes por cerca de duas semanas cada, apresentados a seguir (Figura 64).

Para os valores médios, o maior consumo foi observado às quintas-feiras, porém, ao analisarmos o resultado de cada unidade, não se pode afirmar que há um dia em que tipicamente concentre o maior consumo, tendo ocorrido às terças na Sala 2, quartas na Sala 1 e quintas na Sala 3, demonstrando heterogeneidade no padrão de consumo semanal de água das salas comerciais. Porém, pode-se concluir que há maior concentração do consumo nos dias de semana, uma vez que apenas uma sala apresentou consumo no sábado, e nenhuma no domingo.

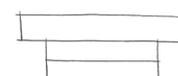


Figura 64 – Consumo médio por dia da semana por unidade analisada (l/d)



Análise descritiva do consumo diário por unidade: Tamanho da amostra = consumo diário de 44 dias; Média = 53,3 l/d; Erro padrão da média = 6,9; Mediana = 47,4 l/d; Valores discrepantes (Mínimo = 0; Máximo = 187,8 l/d); Desvio padrão = 45,7; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 39,8 l/d e Limite superior= 66,8 l/d);

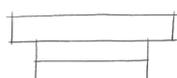
Para fins de comparação com outros estudos, os valores foram convertidos para o indicador por área $m^3/m^2/ano$, obtidos os valores de 0,31, 0,46 e 2,09 $m^3/m^2/ano$. O consumo de água em escritórios encontrado por Proença & Ghisi (2010) variou entre 0,74 e 2,15 $m^3/m^2/ano$, indicando, para as Salas 1 e 2, valor muito inferior àquele encontrado para estudos anteriores.

Para melhor compreender o consumo de água nas salas comerciais, foi realizada, além da análise do consumo total, análise por usos finais de água.

5.3.3 USOS FINAIS DE ÁGUA

Nesse ponto, será apresentado e discutido o consumo diário por usos finais de água, ou seja, em cada equipamento hidrossanitário das unidades. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos finais.

Foram realizadas medições entre junho e outubro de 2021, em três salas comerciais, por duas semanas cada, de acordo com a disponibilidade dos voluntários para a instalação e desinstalação. Os dias de instalação e desinstalação não foram contabilizados na análise dos usos finais de água de cada unidade, uma vez que não foram registrados todos os eventos de consumo daquele dia, exceto quando as instalações foram realizadas cedo pela manhã, antes de iniciarem-se os eventos de consumo de água na unidade.



Nas salas comerciais, os pontos de consumo de água tipicamente são destinados aos seguintes usos: bacia sanitária (BS), ducha higiênica (DH) e torneira de lavatório (TL) no banheiro; pia de cozinha (PC) e filtro de parede (FP) na copa. Nas unidades comerciais não foi identificada presença de máquina de lavar roupa (ML) nem tanque (TQ). Outro ponto de consumo de água relatado no questionário diz respeito a bebedouros verticais, principalmente em salas vinculadas a atividades educacionais.

Estabelecimentos comerciais com atividades específicas podem possuir pontos de consumo diferentes, como é o caso dos estabelecimentos de beleza (principalmente salões de cabeleireiro), *pet shops*, clínicas odontológicas e comércios de alimentos. Totugui (2020) identificou em pesquisa desenvolvida em estabelecimentos comerciais que aqueles que possuem relação direta entre a atividade comercial desempenhada e o uso da água consomem maior quantidade de água que aqueles cujo uso da água é destinado apenas para fins de higiene dos funcionários durante o expediente de trabalho.

A partir dos resultados das medições em cada uso final foi possível identificar a proporção do consumo nos usos finais analisados para cada unidade e estimar o consumo de água médio para as quitinetes. Na Figura 65 podemos observar os percentuais destinados a cada uso em cada unidade aferida.

O equipamento hidrossanitário com os maiores percentuais de consumo de água foi a bacia sanitária (52 a 83%). Percentuais consumidos na pia da cozinha e lavatórios variaram muito de acordo com o comportamento dos usuários, principalmente o hábito de realizar refeições no local de trabalho, com lavagem dos utensílios posterior às refeições, no caso da Sala 2, ou a natureza da atividade comercial desempenhada, no caso da Sala 3, por se tratar de atividade que prevê a utilização de água para lavagem de equipamentos para os atendimentos, realizada no lavatório do banheiro, por ser o único ponto disponível para isso. Além disso, a frequência de limpeza dos ambientes analisados utilizando água foi bastante distinta, com faxinas a cada 15 dias nas salas 1 e 2 e limpeza diária com balde e pano na Sala 3.

A fim de observar graficamente o consumo em dados volumétricos, e não só percentuais, a Figura 66 apresenta os consumos diários para cada uso final em cada unidade analisada.

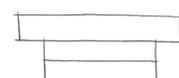


Figura 65 – Usos finais (%) por sala comercial analisada

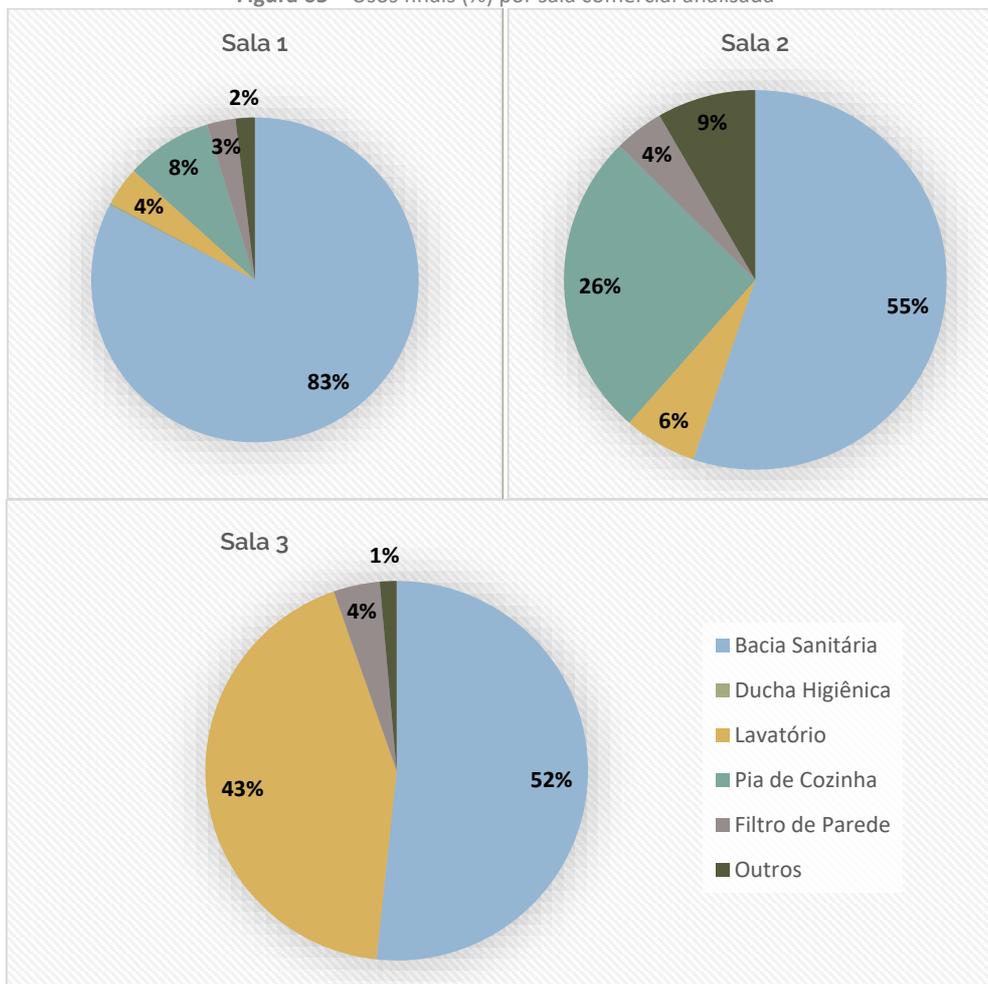


Figura 66 – Consumo diário de água por usos finais (l/d) – salas comerciais

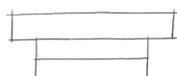


Tabela 14 – Resumo dos dados de consumo por usos finais por sala comercial

UNIDADE / USO FINAL	VAZÃO	TEMPO (s)	FREQ. (n/d)	USO (l/d)	INDICADOR (l/m ² /dia)
Sala 1				35,92	1,18
Bacia Sanitária	0,030 l/s	232	4,3	29,68	0,97
Ducha Higiênica	0,054 l/s	15	0,1	0,08	0,00
Lavatório	0,020 l/s	13	5,7	1,39	0,05
Pia de Cozinha	0,053 l/s	31	1,8	3,07	0,10
Filtro de Parede	0,013 l/s	60	1,3*	1,02	0,03
Outros	---	---	---	0,69	0,02
Sala 2				88,23	1,36
Bacia Sanitária	4,500 lpf**	---	11*	48,75	0,75
Lavatório	0,030 l/s	19	9,8	5,46	0,08
Pia de Cozinha	0,044 l/s	93	4,9	22,95	0,35
Filtro de Parede	0,041 l/s	12	7,8	3,71	0,06
Outros	---	---	---	7,37	0,11
Sala 3				78,82	4,06
Bacia Sanitária	0,110 l/s	77	4,9	41,64	2,15
Lavatório	0,101 l/s	47	6,4	34,61	1,78
Filtro de Parede	0,016 l/s	17	11,7	3,16	0,16
Outros	---	---	---	1,14	0,06

l/s = litros por segundo; lpf = litros por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litros por dia; l/m²/d = litros por metro quadrado por dia; * = registrado pelos usuários em diários de consumo; ** = conforme dados do fabricante

Os resultados detalhados das medições estão apresentados na Tabela 14. A partir dos dados do tempo, do uso, da vazão e da frequência foi possível identificar o consumo diário de água por equipamento hidrossanitário.

Não foi calculado indicador por pessoa por dia (lpd) visto que a população fixa e flutuante das salas não estavam consolidadas numa rotina, em razão das alterações de jornada de trabalho na pandemia. Os indicadores de consumo por área apresentados podem ser comparados com outros estudos e com os dados obtidos para as quitinetes na seção anterior.

A partir dos dados obtidos pelas auditorias de consumo para cada sala comercial, foi traçado um perfil de consumo médio para as salas comerciais do CLN, resumido na Tabela 15.

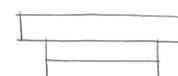
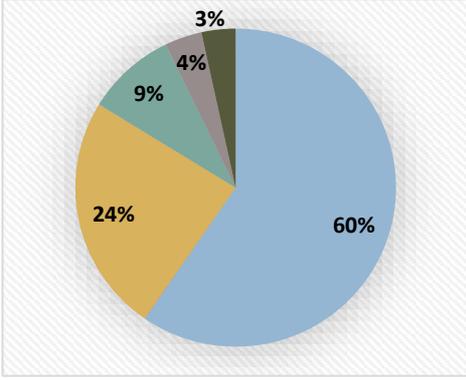


Tabela 15 – Resumo dos dados de consumo por usos finais - sala comercial

Consumo anual	15,95 m ³ /ano				
Consumo diário	52,95 l/d				
Consumo anual por área	0,67 m ³ /m ² /ano				
Consumo mensal estimado	1,71 m ³ /mês				
Consumo mensal médio faturado no último ano	4,35 m ³ /mês				
Discrepância relativa	- 62,59 %				

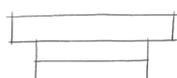
USO FINAL	VAZÃO (l/s)	TEMPO (s)	FREQ. (n/d)	USO (l/d)	INDICADOR (l/m ² /d)
Bacia Sanitária	0,070	154	6,0	31,90	1,56
Ducha Higiênica	0,054	15	0,1	0,08	0,00
Lavatório	0,051	26	5,7	12,91	0,64
Pia de Cozinha	0,048	62	2,9	7,27	0,23
Filtro de Parede	0,023	30	5,6	2,01	0,08
Outros	---	---	---	1,84	0,07

l/s = litros por segundo; n/d = número por dia; l/d = litros por dia; l/m²/d = litros por metro quadrado por dia

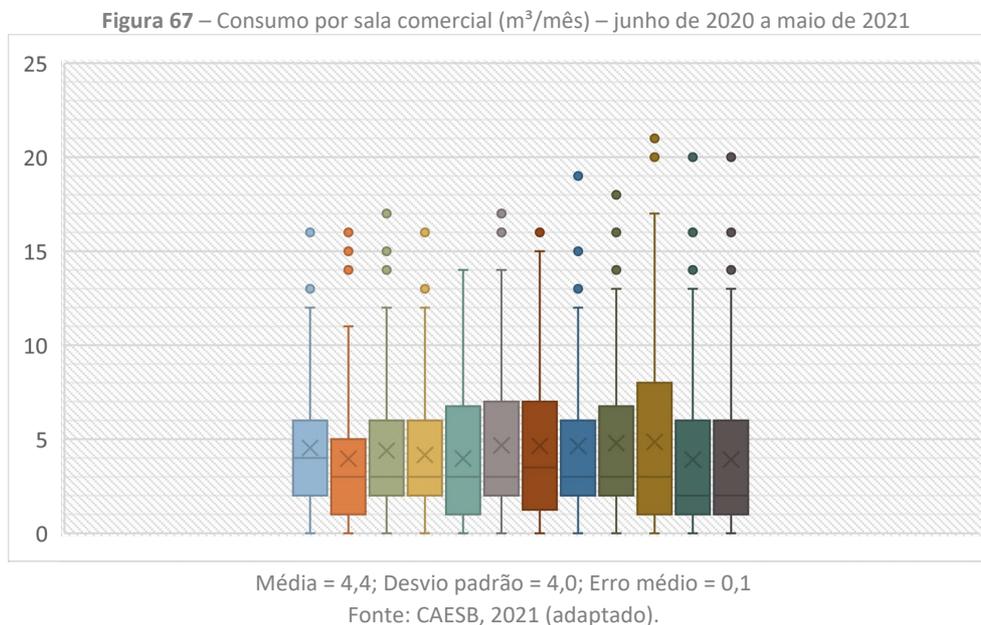
A discrepância calculada em relação ao consumo mensal obtido a partir dos dados da Caesb para o último ano (consumo mensal médio de 4,35 m³) e os dados obtidos pela auditoria de consumo realizada nas três unidades comerciais (consumo mensal médio de 1,33 m³) foi de - 62,59%, o que demonstra baixa confiabilidade nos indicadores de consumo gerados.

Buscando compreender o consumo de água das salas analisadas durante as auditorias em relação ao universo de salas existentes no CLN, foi realizada análise tipo boxplot (Figura 67) dos dados de consumo aferidos pela concessionária nos últimos 12 meses, para as unidades comerciais com hidrômetro individualizado (n=80).

Os valores de consumo médio estimados para as Salas 2 e 3 (2,29 e 2,05 m³/mês, respectivamente) estão próximos dos valores inferiores do segundo quartil, enquanto o consumo estimado da Sala 1 (0,79 m³/mês), realmente encontra-se muito abaixo dos valores da amostra. Possivelmente, esse consumo abaixo da média se deu em razão do baixíssimo consumo realizado nos lavatórios e pia da cozinha. Na Sala 1, o lavatório, apesar de acionado em média mais vezes que a bacia sanitária, registrou uma vazão média de apenas 0,02 l/s, com tempo de uso também curto (13 seg.). Já a pia da cozinha foi acionada em média menos de 2 vezes por dia, também por poucos segundos, diferentemente do comportamento registrado na

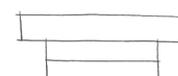


Sala 2, por exemplo, em que a pia da cozinha era acionada em média 5 vezes ao dia, durante o triplo do tempo.



Outro fator a se considerar, além dos comportamentais dos usuários, visto que as salas 1 e 2 abrigavam a mesma atividade comercial – escritório de arquitetura –, diz respeito a comparação entre atividades diferentes. Totugui (2020) investigou os usos finais em diferentes estabelecimentos comerciais, incluindo um salão de beleza e um *pet shop*, e demonstrou que o volume de água consumido para usos finais característicos dessas atividades (lavagem de cabelos e utensílios para os procedimentos estéticos no salão e banhos dos animais no *pet shop*), superou os 90 e 60%, respectivamente, do consumo diário de água dos estabelecimentos, ou seja, a presença de atividades diversas nos edifícios do CLN pode influenciar a média para cima, uma vez que as salas 1 e 2 não realizavam atividades específicas que demandassem água, além da higiene dos funcionários e a sala 3, embora destinada a atendimentos de podologia, que justificam o elevado consumo de água relativo ao lavatório, também não pode ser considerada uma atividade comercial que necessita de água para a prestação direta do seu tipo de serviço, como por exemplo salões de beleza que realizam lavagem de cabelos, ou academias, que possuem chuveiros para uso dos clientes.

Os resultados, portanto, demonstram a heterogeneidade das atividades comerciais desempenhadas nas salas do Comércio Local Norte e a necessidade de ampliar a coleta de dados em edifícios de escritórios, visando aprofundar o conhecimento dos usos finais de água para os usos não-residenciais.



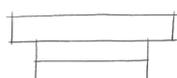
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que os pontos de maior consumo de água nas quitinetes foram a bacia sanitária (33%) e o chuveiro (31%), seguido da pia da cozinha (14%) e da máquina de lavar (8%). Os valores percentuais se aproximam dos obtidos por Bomfim & Sant'Ana (2021), com exceção do uso do lavatório (7%), que se mostrou menor que o percentual encontrado no estudo anterior (12,9%). A principal diferença entre os dados aferidos para esse uso final diz respeito ao tempo médio por acionamento, que foi de 130 para a quitinete analisada pelos autores e 30 nas auditorias realizadas no presente estudo, demonstrando a relevância do padrão de comportamento no consumo de água.

O consumo diário para o uso final bacia sanitária (média de 44 lpd) se mostrou superior a estudos prévios para a mesma faixa de renda (SANT'ANA, 2012; SANT'ANA et al., 2013; SANT'ANA e MAZZEGA, 2018), provavelmente em razão do maior tempo de permanência em domicílio em decorrência da pandemia do novo Coronavírus, em curso quando da realização das auditorias. Os valores, coincidentemente, são mais próximos das faixas de renda mais altas (42 lpd para a faixa de renda alta), provavelmente porque quanto menor a renda, mais horas as pessoas tendem a passar fora de casa (27 lpd para renda baixa, segundo Sant'Ana, 2012). O consumo nos chuveiros, no entanto, se mostrou em sintonia com estudos anteriores, o que pode significar que não houve alteração no número de banhos por dia em razão da pandemia.

Em relação a pia de cozinha, porém, percebe-se um comportamento distinto dos estudos anteriores para a mesma faixa de renda e, semelhantemente ao que ocorreu com as bacias sanitárias, aproximando-se dos valores de consumo obtidos por Sant'Ana (2012) para faixas de renda mais baixas (19 lpd). Essa semelhança pode ser atribuída ao comportamento de não preparar refeições em casa diariamente.

Já para as unidades comerciais, verificou-se que os pontos de maior consumo de água nas foram a bacia sanitária (60%) e o lavatório (24%), seguido da pia da cozinha (9%). Os valores percentuais se aproximam dos obtidos por Proença & Ghisi (2010) no estudo de 10 edifícios de escritórios em Florianópolis, SC – 67 e 19%, respectivamente. Em termos volumétricos, o consumo diário para o uso final bacia sanitária (média de 1,56 l/m²/dia) se aproxima de alguns encontrados por Proença & Ghisi (2010) em 5 dos 10 edifícios de escritórios analisados pelos autores. O consumo para o lavatório, porém, se mostrou superior à maioria dos estudos anteriores, provavelmente em razão do número reduzido de equipamentos hidrossanitários nas



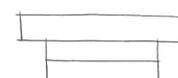
unidades analisadas, que acabaram refletindo num maior uso do lavatório para outras funções que não apenas lavar as mãos.

Conclui-se que as análises realizadas para as quitinetes apresentaram boa representatividade para o setor, porém, as análises para as salas comerciais carecem de maiores amostragens, possivelmente separadas por atividades desempenhadas nas salas, para garantir dados representativos. Mesmo assim, apesar de suas limitações, este estudo apresenta dados relativos à frequência, tempo de uso, vazão e volume de água por uso final de água em três salas comerciais do CLN, constituindo um avanço na consolidação de um banco de dados de consumo de água para o DF.

Cabe salientar que as vazões registradas nos eventos de uso de água, tanto para as quitinetes quanto para as salas comerciais foram menores que as vazões dos estudos anteriores, o que pode ser causado pelos usuários restringirem o fluxo de água durante os usos de torneiras e registro do chuveiro e também pela configuração hidráulica das edificações, que contam com distribuição predominantemente horizontal e pouca distância vertical do reservatório, resultando em uma pressão na rede abaixo da ideal. Os valores de consumo diário abaixo dos valores de estudos anteriores, especialmente para usos finais que são mais dependentes da vazão (como por exemplo torneiras), ao contrário de outros que possuem um volume fixo por acionamento (como é o caso das bacias sanitárias com caixa acoplada e máquinas de lavar roupas), podem ser explicados pelas baixas vazões médias encontradas.

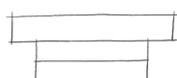
Com isso, podemos inferir que, para este caso específico, o emprego de equipamentos economizadores de água não seria capaz de promover reduções significativas no consumo de água, pois as vazões de uso já são baixas. Pelo contrário, seria interessante verificar formas de melhorar a vazão em alguns equipamentos, visto que estudos demonstram que equipamentos com vazão inferior à mínima adequada podem incorrer em maior tempo de uso para que os usuários obtenham o efeito desejado e, conseqüentemente, o volume consumido seja maior que o necessário.

Em relação ao emprego de fontes alternativas de água, pode ser importante verificar a viabilidade da implementação de sistemas de captação de água de chuvas para uso nas bacias sanitárias, uma vez que elas representam grande parte do consumo predial e, os edifícios do CLN possuem uma área de captação ampla em relação ao número de unidades de cada um.



Em relação aos impactos da pandemia no consumo de água nas edificações do CLN, podemos concluir que foi diferente para os usos residencial e comercial. Além do número de unidades desocupadas, resultados do questionário indicam redução de 9% da população fixa e 56% da população flutuante para o uso comercial, mas não foi registrada alteração de população média para as quitinetes, o que explica a redução percentual praticamente duas vezes maior no consumo mensal aferidos para o uso comercial que para o uso residencial em 2020. É possível que a retomada do consumo de água observada em 2021 tenha relação com o aumento gradual da população nas unidades comerciais em razão da redução das medidas de restrição após vacinação da população, e o conseqüente reaquecimento do mercado.

Por fim, percebe-se que o desafio de caracterização dos usos finais para os edifícios do Comércio Local reside principalmente nas salas comerciais, que consiste num campo de estudo a ser aprofundado, em especial para identificar os *outliers* encontrados nos dados de consumo mensal faturado pela concessionária e, se for o caso, promover ações de conscientização e redução no consumo específicas para essas unidades ou tipos de atividades comerciais, visto que o consumo médio de escritórios, aferido no presente estudo e que representam a maior parte das salas, não foi identificado como muito superior aos indicadores de eficiência hídrica internacionais.



6

CONCLUSÃO

6.1 Limitações do Estudo

6.2 Implicações, Perspectivas e
Recomendações



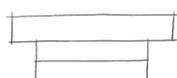
Esta pesquisa teve como principal objetivo analisar o consumo de água e obter indicadores por usos finais de água para quitinetes e escritórios, por meio de um estudo de caso realizado nas salas comerciais dos edifícios do Comércio Local Norte (CLN), em Brasília-DF, que envolveu a análise de dados quantitativos secundários (com destaque para o histórico de consumo faturado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito – CAESB) e a obtenção de dados primários quantitativos – por meio da aplicação de questionários e realização de entrevistas – e qualitativos – utilizando diferentes técnicas de auditoria de consumo de água, com ênfase nas medições específicas com medidores de fluxo e *data loggers*.

Foram analisadas, no total, 260 edificações na etapa quantitativa, com a realização de entrevistas em 58 destas, e obtidas 112 respostas válidas para os questionários referentes ao padrão de ocupação e consumo de água nas unidades residenciais (quitinetes) e comerciais. Na etapa quantitativa, foram realizadas auditorias de consumo em nove unidades, totalizando 38 medidores de fluxo instalados em equipamentos hidrossanitários, distribuídos entre 14 *data loggers*, durante um total de 135 dias, entre os meses de junho e setembro de 2021.

Além disso, a pesquisa buscou caracterizar as tipologias arquitetônicas e as instalações hidráulicas prediais das edificações do CLN; diagnosticar os edifícios do setor quanto à ocupação das salas comerciais, entre os usos residencial (quitinetes) ou comercial; traçar um perfil socioeconômico do morador das quitinetes do CLN; e um perfil de ocupação das unidades, em termos de horas vazias e ocupadas.

A nível das edificações, o estudo contribuiu na compreensão dos padrões de ocupação e de consumo de água por tipologia e por uso no Comércio Local Norte, traçando comparações entre o impacto da pandemia para os usos comercial e residencial, e identificou as principais configurações dos sistemas hidráulicos prediais.

Foram caracterizadas duas tipologias principais, denominadas T1 e T2, com número de pavimentos e área útil líquida locável diferentes, para as quais foram encontrados indicadores de consumo médio anual por área de 1,99 e 1,71 m³/m²/ano, correspondentes às edificações sem hidrômetro individual. Considerando que as edificações T1 equivalem àquelas com datas de construção mais antigas, esse resultado pode indicar a necessidade de implementação de medidas de monitoramento do consumo e fiscalização das condições de manutenção dos sistemas hidráulicos prediais direcionados a essas edificações, visto que os indicadores encontrados foram bastante acima dos valores internacionais de referência para consumo eficiente de água em edificações não-residenciais.



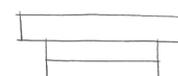
Já a nível das unidades, a partir da análise do histórico de consumo dos hidrômetros individualizados, foram obtidas médias mensais para o uso residencial de 2,97 a 5,45 m³ e para o uso comercial de 2,06 a 6,19 m³/mês entre janeiro de 2016 e maio de 2021, e observado um desvio padrão maior para o consumo mensal comercial, indicando maior heterogeneidade no consumo de água para as unidades dessa categoria, em relação ao uso residencial.

A partir do estudo qualitativo, foram obtidos dados primários relativos à frequência, tempo de uso, vazão e volume de água por uso final para quitinetes e salas comerciais, complementando o banco de dados de usos finais de água nas edificações típicas do Plano Piloto.

Quanto ao consumo médio *per capita* para as quitinetes, o valor encontrado de 132,5 lpd encontra-se na faixa mais baixa dos indicadores residenciais obtidos pelos estudos analisados no mapeamento sistemático da literatura, aproximando-se dos obtidos por Sivakumaran & Aramaki (2010) no Sri Lanka, Marinoski *et al.* (2014) e Marinoski, Rupp & Ghisi (2018) em Santa Catarina para casas de baixa renda e Willis *et al.* (2011) para famílias com alta preocupação ambiental na Austrália. Em comparação com estudos anteriormente realizados no DF, o consumo *per capita* ficou entre os encontrados por Sant'ana & Mazzega (2018) para faixas de renda baixa e média baixa. Tais resultados indicam que as quitinetes, enquanto forma de configuração residencial, favorecem o consumo reduzido e contrariam a relação entre níveis de renda mais elevados e maior consumo de água per capita, bem como a relação inversamente proporcional encontrada por Willis *et al.* (2013) para número de moradores e consumo de água, aproximando-se do valor *per capita* encontrado pela autora para famílias acima de 4 pessoas por domicílio, embora a ocupação típica encontrada tenha sido unifamiliar neste estudo de caso.

Em termos de usos finais, os mais significativos nas quitinetes foram a bacia sanitária (33%) e o chuveiro (31%), seguido da pia da cozinha (14%) e da máquina de lavar (8%). Comparados a outros estudos residenciais, o percentual para bacia sanitária se mostrou elevado, possivelmente em razão da existência de muitos equipamentos do tipo “válvula de descarga”, associados a bacias sanitárias antigas, com capacidades de até 16 litros de água.

O consumo médio para lavagem de roupas, embora percentualmente alinhado com os estudos internacionais, deve ser destacado, pois não ocorre em todas as unidades, tendo sido um importante determinante do consumo total dentre as quitinetes avaliadas. Nesse caso, é interessante investigar o consumo de água em lavanderias para lavagem de quantidade equivalente de roupa, identificando se em escala urbana essa migração da lavagem de roupas do ambiente doméstico para o ambiente comercial constitui uma economia de água ou não.



Outro fator bastante significativo foi o baixo índice de preparo de refeições, levantando questionamento semelhante, se a migração do preparo de alimentos do ambiente doméstico para o ambiente comercial constitui uma economia de água ou não, em especial no que diz respeito à quantidade de água envolvida nos processos de transporte e fabricação de embalagens dos alimentos consumidos via entrega em domicílio.

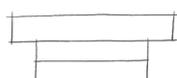
Já para as unidades comerciais, verificou-se que os pontos de maior consumo de água foram a bacia sanitária (60%) e o lavatório (24%), seguido da pia da cozinha (9%). Os valores percentuais se aproximam dos obtidos por Proença & Ghisi (2010) em edifícios de escritórios em Florianópolis, Santa Catarina.

Em termos de indicadores por área, o valor médio obtido nas auditorias de consumo de água dos escritórios foi equivalente a apenas 37% do encontrado para as quitinetes. Porém, na análise estatística do histórico faturado do consumo de água tal relação não se confirmou, ficando os valores médios mensais bastante próximos.

Um fator importante identificado na análise do consumo mensal aferido pela Caesb para as edificações de uso comercial exclusivo foi a presença de *outliers* positivos com consumos mensais até 10 vezes superiores às médias. Isso pode indicar tanto problemas no sistema de medição, como acúmulo de meses sem aferição, faturada posteriormente em atraso e, portanto, correspondendo a vários meses anteriores ao aferido, ou o consumo de água de fato elevado para unidades com atividades comerciais vinculadas diretamente ao consumo de água, como por exemplo salões de cabeleireiros, academias com presença de vestiários e piscinas, lavanderias e produção de alimentos.

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Seguramente, a pandemia do novo Coronavírus representou o principal desafio para a realização da pesquisa, cujo cronograma inicial previa a realização das etapas de coleta de dados primários ainda em 2020, inviabilizadas durante um ano e meio à espera da disponibilização de imunizantes para minimizar os riscos dos envolvidos. A necessidade de alteração da metodologia para incluir a avaliação dos impactos da pandemia na ocupação e no consumo de água, embora tenha trazido toda uma camada extra de discussão para o trabalho, acabou por reduzir o tempo hábil de coleta e processamento dos dados, em função da limitação temporal de uma pesquisa de mestrado.



Não foi possível diagnosticar a ocupação das salas comerciais, identificando os percentuais de salas destinadas ao uso residencial (quitinetes) ou comercial. Buscou-se complementar as informações obtidas por meio das visitas por meio de pesquisas online. Porém, em função da pandemia muitas empresas encerraram suas atividades nos últimos dois anos ou alteraram endereços. Para futuros estudos nesse sentido, sugere-se a análise de dados da Secretaria de Fazenda, onde conste o tipo de atividade econômica registrada para os endereços do setor a serem cruzados com aqueles fornecidos pela concessionária de água. A não distinção entre unidades comerciais e residenciais nos dados fornecido pela Caesb também foi um desafio a mais, que pode ser superado buscando maiores informações junto à concessionária quanto à existência e possibilidade de fornecimento desses registros.

Em relação às auditorias, o tamanho da amostra, especialmente para o uso comercial, mostrou-se como o principal desafio para obtenção de dados representativos, sugerindo a necessidade de estudos focados em atividades específicas desempenhadas nas salas, talvez agrupadas por ramo de negócio.

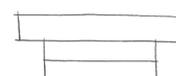
Além disso, os medidores de fluxo possuem limitações técnicas em relação a aferição de vazões muito baixas, como os filtros de parede, e equipamentos inacessíveis, como as bacias sanitárias que usam válvula de descarga na parede. Nesses casos, foram realizados registros em diários do consumo de água dos sete aparelhos não aferidos pelos medidores de fluxo.

O estudo buscou complementar as limitações de quantidade de amostragem, tempo e custos associados à abordagem qualitativa complementando as análises com dados quantitativos, resultando num método combinado que pode ser aplicado em outras edificações, conforme sugerido por diversos autores no mapeamento sistemático da literatura.

6.2 IMPLICAÇÕES, PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que as análises realizadas para as quitinetes apresentaram boa representatividade para o setor Comércio Local Norte, podendo ser aplicadas para projetos e projeções futuras. Os resultados podem contribuir para reduzir os custos e o tempo dispensados em auditorias individualizadas para estimar a demanda de água em novos projetos.

Uma vez que a literatura carecia de dados sobre esse tipo de habitação, cada vez mais comum nas grandes cidades, especialmente com a nova norma ABNT NBR 5626:2020, “Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção”, que confere



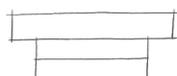
mais liberdade aos projetistas, a ampliação da base de dados expande a possibilidade de realizar projetos de sistemas hidráulicos com menores custos e mais adequação, segurança e eficiência hídrica.

Essa pesquisa representa um passo inicial na caracterização dos usos finais para os edifícios do Comércio Local Norte, indicando um vasto campo a ser aprofundado em investigações futuras acerca dos usos não-residenciais, em especial para identificar os *outliers* encontrados nos dados de consumo mensal faturado pela concessionária e, se for o caso, promover ações de conscientização e redução no consumo específicas para essas unidades ou tipos de atividades comerciais, visto que o consumo médio de escritórios, aferido no presente estudo e que representam a maior parte das salas, não foi identificado como muito superior aos indicadores de eficiência hídrica internacionais. Há que se confirmar esse achado preliminar da presente pesquisa, e obter dados mais concisos em relação a divisão por atividades econômicas no setor, identificando aquelas que consomem maior quantidade de água.

Embora o Plano Piloto seja a região que apresenta o maior consumo total de água do DF e onde ocorre a maior parte do consumo para os usos comercial e público, o indicador de consumo *per capita* para uso residencial, em torno dos 180 lpd, não foi confirmado para as quitinetes, mesmo considerando o longo tempo de permanência nesse tipo de habitação durante o período da pandemia. Após compreender melhor o consumo de água nas edificações do CLN, percebe-se que essa não deve ser uma população alvo de atividades de conscientização e que o potencial de redução do consumo de água não é muito amplo para a maior parte dos moradores. Os valores médios encontrados, no entanto, podem ser utilizados pelos gestores das edificações para realizar um monitoramento do consumo médio mensal, buscando vazamentos em caso de valores muito discrepantes, em especial para aqueles que ainda não possuem sistema de medição individualizada.

Como demonstrado em pesquisa recente da Codeplan (2021), o consumo de água responde a fatores externos e na pandemia também foram observadas alterações significativas, diferentes entre os usos comercial e residencial, o que significa que projeções ao longo do tempo que tornem possível modelar e prever os fatores motivadores dessas oscilações representam um importante campo de pesquisas futuras.

Em casos de necessidade de novas medidas de restrição de uso da água por meio de racionamento sob a forma de rodízio, como as que foram implementadas durante a crise hídrica, é discutível a aplicação de medidas em localidades que já apresentam consumo reduzido.



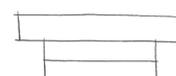
Nesse caso, caberia investigar a possibilidade e a efetividade de estratégias de reduções de vazão ou tempo de fornecimento direcionadas a áreas ou tipologias de edificações com altos índices de consumo, tendo sempre em vista os valores mínimos necessários para o consumo humano de 110 lpd, visto que, abaixo disso, é possível haver prejuízos a qualidade de vida e de higiene dos usuários.

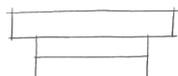
Como as vazões registradas nos eventos de uso de água, tanto para as quitinetes quanto para as salas comerciais foram menores que as vazões dos estudos anteriores, podemos inferir que, para essa tipologia específica, o emprego de equipamentos economizadores de água não seria capaz de promover reduções significativas no consumo de água, pois as vazões de uso já são muito baixas. A única alteração de equipamento sugerida pelos resultados encontrados seria a substituição das bacias sanitárias antigas por modelos com menor consumo de água e das válvulas de descarga por modelos com acionamento duplo. Existe campo de pesquisa, portanto, para a continuidade dos estudos nessas edificações simulando potenciais de redução de consumo nesse sentido.

Em relação ao emprego de fontes alternativas de água, pode ser importante verificar a viabilidade da implementação de sistemas de captação de água de chuvas para uso nas bacias sanitárias, uma vez que elas representam grande parte do consumo predial e que os edifícios do CLN possuem uma área de captação ampla em relação ao número de unidades.

No entanto, assim como identificado nos estudos internacionais, certamente o acesso à água potável e ao saneamento básico como um direito universal ainda representa o principal desafio global neste campo de conhecimento.

Considerando que a ciência tem apontado para o impacto das mudanças climáticas no comportamento dos regimes pluviais, com maior presença de secas e eventos extremos num futuro muito próximo, e que regiões com grande disponibilidade hídrica muitas vezes são aquelas que menos consomem e vice-versa, certamente um importante campo para os estudos de usos finais de água no Brasil é a ampliação das áreas analisadas, saindo das grandes metrópoles para cidades menores e investigando o consumo em diferentes regiões – uma vez que atualmente os estudos estão concentrados no Centro-Oeste e no Sul –, preferencialmente com pesquisas que possam contar com amostragens maiores e métodos de auditoria precisos, associados a análises estatísticas.





7

APÊNDICES

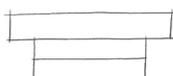
- A. Roteiro das entrevistas
semiestruturadas
- B. Questionário online
- C. Panfleto de divulgação do questionário
online
- D. Plantas baixas das unidades



A. ROTEIRO DAS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

PRENCHIDO POR:	Demanda de água em edifícios de uso misto Pesquisa de Mestrado Arq. Louise Boeger Orient. Dr. Daniel Sant'Ana	 UnB  faunb
DATA:		
QUADRA:		

BLOCO		A	B	C	D	E
Hora	Início					
	Fim					
Contato	Função					
	Nome					
	Telefone					
Unidades/pav.	2					
	1					
	SL					
	T					
	1SS					
	2SS					
Pav. Tipo	Croqui esquemático (planta baixa)					
Atividade	Residencial					
	Comercial					
	Outro					
Nº salas/atividade	Atividade física					
	Beleza					
	Educação					
	Escritório					
	Reparos					
	Saúde					
	Varejo					
	Outro					
Caracterização Hidráulica	Hidrômetro Ind.					
	Reserv. Inf.					
	Reserv. Sup.					
	Coluna Lavand.					
	Coluna Descarga					
	Caixa Sabão					
	Caixa Gordura					
	Reuso de água					
	AAC					



B. PANFLETO DE DIVULGAÇÃO DO QUESTIONÁRIO ONLINE

Participe desta pesquisa acadêmica

Você mora ou trabalha em uma QUITINETE ou
SALA COMERCIAL na Asa Norte?

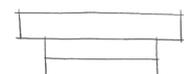
Se sim, aproxime a câmera do seu celular ao QR
Code abaixo para responder de forma rápida a uma
pesquisa desenvolvida na Universidade de Brasília
sobre CONSUMO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES:



Para mais informações sobre o grupo de
pesquisa acesse <http://aac.unb.br>
Desde já, agradecemos!



Grupo de Pesquisa
Água & Ambiente Construído



C. QUESTIONÁRIO ONLINE

Abaixo, encontram-se transcritas as perguntas do questionário elaborado para a coleta de dados quantitativos, elaborado para ser respondido e enviado digitalmente, utilizando computador, tablet ou celular, por meio do endereço <https://forms.gle/Pm29HqeshknYsyUY9>.

Os asteriscos (*) representam questões de resposta obrigatória, os textos em cinza itálico abaixo das questões (*exemplo*) aparecem no formulário eletrônico como descrição da questão, para fornecer orientações quanto ao preenchimento. Os textos em vermelho entre colchetes ([*exemplo*]) indicam limitações de preenchimento configuradas no formulário eletrônico ou direcionamentos automáticos a depender das respostas fornecidas a determinadas questões, não estando visíveis durante o preenchimento.

As questões com opções precedidas por aceitam a marcação de uma única resposta. As questões com opções precedidas por aceitam a marcação de múltiplas respostas. Cada seção é apresentada em uma página separada e suas questões de resposta obrigatória precisam ser respondidas antes de se encaminhar à seção seguinte.

SEÇÃO 1 – APRESENTAÇÃO

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, desenvolvida na Universidade de Brasília (UnB) pela arquiteta Louise Boeger, e tem como objetivo compreender o consumo de água nos blocos comerciais do Comércio Local Norte (CLN), na Asa Norte, em Brasília-DF.

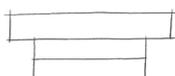
O estudo engloba as salas comerciais e quitinetes localizadas nos pavimentos superiores dos blocos comerciais. Se você trabalha ou mora no CLN, pedimos entre 5 e 10 minutos do seu tempo para responder as perguntas a seguir.

Para mais informações, entre em contato pelo e-mail louiseboeger@unb.br.

Desde já, agradecemos sua colaboração!

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído (UnB/CNPq)

<http://aac.unb.br>



SEÇÃO 2 – IMPORTANTE!

Este questionário é direcionado a pessoas que trabalham em salas comerciais ou moram em quitinetes nos pavimentos superiores dos blocos do Comércio Local (CLN), na Asa Norte, em Brasília-DF.

Se você trabalha em uma loja no térreo ou subsolo, agradecemos o interesse, mas este estudo não é direcionado a você. Se puder, divulgue em suas redes e aos seus vizinhos para alcançarmos mais respostas!

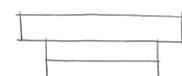
Se você pode responder por mais de um endereço que se enquadra na pesquisa (por exemplo, trabalha em uma sala e mora em outra quitinete), favor responder sobre cada endereço por vez. Finalize o envio da primeira resposta e, se puder responder para outra(s) sala(s) ou quitinete(s), clique no link para responder novamente.

1) VOCÊ MORA OU TRABALHA NA ASA NORTE? *

- SIM, trabalho numa loja no térreo ou subsolo [[Enviar formulário](#)]
- SIM, trabalho numa sala comercial num andar superior [[Ir para a seção 3 \(Uso Comercial\)](#)]
- SIM, quitinete ou apartamento [[Ir para a seção 4 \(Uso Residencial\)](#)]
- SIM, moro em uma casa [[Enviar formulário](#)]
- NÃO [[Enviar formulário](#)]

2) INDIQUE ONDE SE LOCALIZA SUA MORADIA OU TRABALHO NA ASA NORTE, CONFORME SUA RESPOSTA À PERGUNTA ANTERIOR. *

- Comércio Local da Asa Norte - quadras "100", "200", "300" ou "400"
- Outras quadras da Asa Norte - próximas à L2
- Outras quadras da Asa Norte - próximas à W3
- Outros... [[opção de digitar texto](#)]



3) EM QUE QUADRA?

Se você puder nos ajudar a mapear a pesquisa de forma mais eficaz, seria bastante útil saber com precisão as quadras que fizeram parte da investigação. Não se preocupe, as respostas podem ser anônimas e não temos a intenção de obter seu endereço completo.

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]

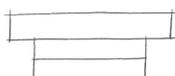
4) EM QUE BLOCO?

Se você puder nos ajudar a mapear a pesquisa de forma mais eficaz, seria bastante útil saber com precisão que fizeram parte da investigação. Não se preocupe, as respostas podem ser anônimas e não temos a intenção de obter seu endereço completo.

- A
- B
- C
- D
- E
- Outros... [opção de digitar texto]

5) ESSA SALA OU QUITINETE É: *

- Própria
- Alugada
- Emprestada / cedida
- Outros... [opção de digitar texto]



SEÇÃO 3 – USO COMERCIAL **[DIRECIONADO AUTOMATICAMENTE PELA RESPOSTA À PERGUNTA 2.1]**

A intenção da caracterização abaixo é compreender o consumo de água por pessoa nas unidades comerciais.

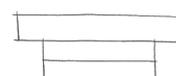
Favor responder da forma mais aproximada possível. Se não souber ou não quiser fornecer alguma resposta, algumas questões podem ser deixadas em branco.

1) VOCÊ É O RESPONSÁVEL PELA EMPRESA EM FUNCIONAMENTO NA SALA COMERCIAL EM QUESTÃO? *

- Sim, sou proprietário/sócio da empresa ou trabalhador autônomo.
- Sim, sou gerente da empresa.
- Não, sou funcionário, existe um supervisor no mesmo local de trabalho.
- Não, sou funcionário, mas trabalho sem supervisão presencial neste endereço.
- Outros... **[opção de digitar texto]**

2) HÁ QUANTO TEMPO A EMPRESA OCUPA A SALA? *

- Menos de 6 meses
- De 6 meses a 1 ano
- De 1 a 2 anos
- De 2 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos
- Não sei



3) COMO MELHOR SE DEFINE A ATIVIDADE EMPREENDIDA NESSA SALA COMERCIAL? *

Caso não encontre uma opção que se aproxima, descreva livremente na opção "Outro".

- Atividade física (crossfit, dança, pilates, treinamento funcional, yoga)
- Beleza (salão de cabeleireiro, clínica de estética)
- Educação (idiomas, música, artes, reforço escolar)
- Escritório (advocacia, arquitetura, contabilidade, representação comercial)
- Manutenção e reparos (costureira, sapateiro, chaveiro, consertos em geral)
- Saúde (médico, dentista, fisioterapeuta, psicólogo, nutricionista)
- Varejo (venda de roupas, calçados, acessórios)
- Outros... [opção de digitar texto]

4) QUANTAS SALAS A EMPRESA OCUPA NO BLOCO ATUALMENTE?

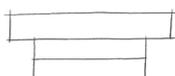
Informar o número de salas comerciais/unidades imobiliárias que compõem o espaço ocupado pela empresa. Exemplo: 3

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]

5) HOUVE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE SALAS OCUPADAS PELA EMPRESA NO PRÉDIO NO ÚLTIMO ANO?

Informe se o número de salas que sua empresa ocupa mudou em 2020 ou 2021. Por exemplo, se eram 3 e agora é apenas 1.

- SIM
- NÃO



- 6) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO QUANTAS SALAS A EMPRESA OCUPAVA NO PRÉDIO ANTERIORMENTE:

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]

- 7) EM MÉDIA, QUANTAS PESSOAS TRABALHAM NO LOCAL ATUALMENTE (SALA OU CONJUNTO DE SALAS DA MESMA EMPRESA)? *

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]

- 8) HOUVE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE PESSOAS TRABALHANDO NO LOCAL NO ÚLTIMO ANO?

Informe se o número de pessoas que trabalham na sua empresa mudou em 2020 ou 2021. Por exemplo, se eram 5 pessoas e agora são 2.

- SIM
 NÃO

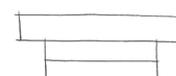
- 9) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO QUANTAS PESSOAS TRABALHAVAM NO LOCAL ANTERIORMENTE:

_____ [texto de resposta curta, apenas números]

- 10) INDIQUE A(S) IDADE(S) DA(S) PESSOA(S) QUE TRABALHA(M) NA SALA:

Informe as idades de cada funcionário, separadas por vírgulas. Por exemplo, no caso de dois funcionários, pode-se responder: 19, 55. Caso não saiba as idades exatas, informe valores aproximados.

_____ [texto de resposta curta]



- 11) EM MÉDIA, QUANTOS CLIENTES / PACIENTES / VISITANTES COMPARECEM À(S) SUA(S) SALA(S) POR SEMANA, ATUALMENTE?**

Se o número de visitantes for menor que um por semana, responda 0.

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]

- 12) HOUVE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE PESSOAS COMPARECENDO À SUA SALA NO ÚLTIMO ANO?**

Informe se o número de pessoas que compareceram presencialmente à sua empresa mudou em 2020 ou 2021. Por exemplo, se eram 3 pessoas e agora são 5.

- SIM
 NÃO

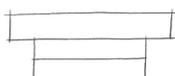
- 13) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO QUANTAS PESSOAS, EM MÉDIA, COSTUMAVAM COMPARECER AO LOCAL ANTERIORMENTE:**

_____ [texto de resposta curta, apenas números]

- 14) EM MÉDIA, QUANTAS HORAS POR DIA A SALA COMERCIAL ENCONTRA-SE OCUPADA ATUALMENTE?**

* [seleção obrigatória de uma opção por linha]

	De 0 a 1 hora	De 1h01 a 4 horas	De 4h01 a 8 horas	De 8h01 a 12 horas	Mais de 12 horas
SEG	<input type="radio"/>				
TER	<input type="radio"/>				
QUA	<input type="radio"/>				
QUI	<input type="radio"/>				
SEX	<input type="radio"/>				
SAB	<input type="radio"/>				
DOM	<input type="radio"/>				



15) HOUE ALTERAÇÃO NOS HORÁRIOS DE FUNCIONAMENTO NO ÚLTIMO ANO?

- SIM
- NÃO

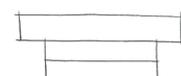
16) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO, EM MÉDIA, QUANTAS HORAS POR DIA A SALA COMERCIAL ENCONTRAVA-SE OCUPADA, ANTES DE 2020?

[seleção obrigatória de uma opção por linha]

	De 0 a 1 hora	De 1h01 a 4 horas	De 4h01 a 8 horas	De 8h01 a 12 horas	Mais de 12 horas
SEG	<input type="radio"/>				
TER	<input type="radio"/>				
QUA	<input type="radio"/>				
QUI	<input type="radio"/>				
SEX	<input type="radio"/>				
SAB	<input type="radio"/>				
DOM	<input type="radio"/>				

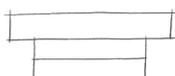
17) EM MÉDIA, QUAL FOI O VALOR MENSAL DA CONTA DE ÁGUA DA SUA SALA NO ÚLTIMO ANO? *

- Inclusa no valor do condominio
- Até R\$ 24,56
- De R\$ 24,57 a R\$ 47,60
- De R\$ 47,61 a R\$ 77,54
- De R\$ 77,55 a R\$ 451,94
- Acima de R\$ 451,95
- Não sei/não quero informar



- 18)** SE POSSÍVEL, DESCREVA COMO O CONSUMO DE ÁGUA USUAL FOI AFETADO NA SALA COMERCIAL QUE SUA EMPRESA OCUPA DURANTE O ÚLTIMO ANO, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO ALTERAÇÕES NO NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS, COMPORTAMENTOS E HORÁRIOS DE FUNCIONAMENTO.

[texto de resposta longa, livre preenchimento]



SEÇÃO 4 – USO RESIDENCIAL [DIRECIONADO AUTOMATICAMENTE PELA RESPOSTA À PERGUNTA 2.1]

A intenção da caracterização abaixo é compreender o consumo de água por pessoa nas unidades residenciais.

Favor responder da forma mais aproximada possível. Se não souber ou não quiser fornecer alguma resposta, algumas questões podem ser deixadas em branco.,

**1) HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ RESIDE NESSA QUITINETE
OU APARTAMENTO? ***

- Menos de 6 meses
- De 6 meses a 1 ano
- De 1 a 2 anos
- De 2 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

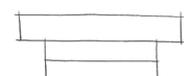
2) QUANTOS QUARTOS POSSUI SUA RESIDÊNCIA? *

- Integrado (quitinete)
- 1 quarto (separado da sala)
- 2 quartos
- 3 quartos ou mais

**3) QUANTAS PESSOAS RESIDEM NA SUA QUITINETE /
APARTAMENTO ATUALMENTE? ***

Informe o número de moradores fixos, independente da idade.

_____ [texto de resposta curta, apenas números inteiros]



4) **INDIQUE A IDADE DE CADA PESSOA QUE RESIDE EM SUA QUITINETE / APARTAMENTO ATUALMENTE:**

Informe as idades de cada morador, separados por vírgulas. Por exemplo, no caso de três pessoas, pode-se responder com: 31, 28, 3.

_____ [texto de resposta curta]

5) **HOUVE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE RESIDENTES NO ÚLTIMO ANO?**

Informe se o número de pessoas que moram na sua quitinete mudou em 2020 ou 2021. Por exemplo, se era 1 pessoa e agora são 2.

- SIM
- NÃO

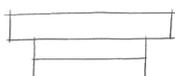
6) **CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO QUANTAS PESSOAS MORAVAM NA QUITINETE / APARTAMENTO ANTERIORMENTE:**

_____ [texto de resposta curta, apenas números]

7) **EM MÉDIA, QUANTAS HORAS POR DIA A QUITINETE / APARTAMENTO PERMANECE VAZIA ATUALMENTE?**

* [seleção obrigatória de uma opção por linha]

	De 0 a 59 min	De 1 a 3h59	De 4 a 7h59	De 8 a 11h59	12 horas ou mais
SEG	<input type="radio"/>				
TER	<input type="radio"/>				
QUA	<input type="radio"/>				
QUI	<input type="radio"/>				
SEX	<input type="radio"/>				
SAB	<input type="radio"/>				
DOM	<input type="radio"/>				



8) HOUVE ALTERAÇÃO NA QUANTIDADE DE HORAS QUE A QUITINETE / APARTAMENTO PERMANECE VAZIA NO ÚLTIMO ANO?

- SIM
 NÃO

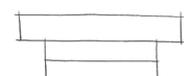
9) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO, EM MÉDIA, QUANTAS HORAS POR DIA A QUITINETE / APARTAMENTO PERMANECIA VAZIA ANTES DE 2020:

	De 0 a 59 min	De 1 a 3h59	De 4 a 7h59	De 8 a 11h59	12 horas ou mais
SEG	<input type="radio"/>				
TER	<input type="radio"/>				
QUA	<input type="radio"/>				
QUI	<input type="radio"/>				
SEX	<input type="radio"/>				
SAB	<input type="radio"/>				
DOM	<input type="radio"/>				

10) QUAL A PRINCIPAL OCUPAÇÃO DO(S) MORADOR(ES) ATUALMENTE?

Indicar a principal ocupação da(s) pessoa(s) maiores de idade que residem na quitinete/apartamento. Caso não encontre uma opção que se aproxima, descreva livremente na opção "Outro".

- Aposentado/pensionista
 Autônomo/profissional liberal
 Desempregado/em busca de emprego
 Empresário
 Estudante
 Funcionário da iniciativa privada
 Servidor Público
 Outros... [opção de digitar texto]



11) EM RELAÇÃO À MODALIDADE DE TRABALHO, INFORME O QUE MELHOR DESCREVE SUA REALIDADE:

- Já trabalhava em regime presencial antes e permaneci assim após 2020
- Já trabalhava em home office antes e permaneci assim após 2020
- Trabalhava em home office antes e alterei para regime presencial após 2020
- Trabalhava em regime presencial antes e alterei para home office após 2020
- Trabalho/trabalhava em regime misto (presencial e home office)
- Parei de trabalhar durante a pandemia
- Outros... [opção de digitar texto]

12) QUAL(IS) O(S) NÍVEL(IS) DE ESCOLARIDADE DO(S) MORADOR(ES)?

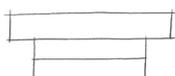
Indicar o nível de escolaridade completo ou em andamento de cada pessoa maior de idade que residem na quitinete / apartamento.

- Ensino fundamental
- Ensino médio
- Ensino superior
- Pós-graduação
- Mestrado ou doutorado

13) EM MÉDIA, QUAL A RENDA MENSAL FAMILIAR ATUALMENTE? *

Indique uma estimativa da soma mensal dos valores recebidos por todos os moradores da casa.

- Até R\$ 1.045
- De R\$ 1.046 a R\$ 2.090
- De R\$ 2.091 a R\$ 4.180
- De R\$ 4.181 a R\$ 10.450
- De R\$ 10.451 a R\$ 20.900
- Acima de R\$ 20.901
- Não sei/não quero informar



14) HOUVE ALTERAÇÃO NA RENDA FAMILIAR NO ÚLTIMO ANO?

- SIM
- NÃO

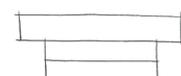
15) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO, EM MÉDIA, QUAL ERA A RENDA MENSAL FAMILIAR ANTES DE 2020?

Indique uma estimativa da soma mensal dos valores recebidos por todos os moradores da casa.

- Até R\$ 1.045
- De R\$ 1.046 a R\$ 2.090
- De R\$ 2.091 a R\$ 4.180
- De R\$ 4.181 a R\$ 10.450
- De R\$ 10.451 a R\$ 20.900
- Acima de R\$ 20.901
- Não sei/não quero informar

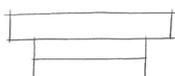
16) EM MÉDIA, QUAL FOI O VALOR MENSAL DA CONTA DE ÁGUA DA SUA QUITINETE / APARTAMENTO NO ÚLTIMO ANO? *

- Inclusa no valor do condomínio
- Até R\$ 20,93
- De R\$20,94 a R\$42,47
- De R\$42,48 a R\$92,17
- De R\$92,18 a R\$198,77
- De R\$198,78 a R\$454,52
- Acima de R\$454,53
- Não sei/não quero informar



- 17) SE POSSÍVEL, DESCREVA COMO O CONSUMO DE ÁGUA USUAL FOI AFETADO NA QUITINETE / APARTAMENTO ONDE VOCÊ MORA DURANTE O ÚLTIMO ANO, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO ALTERAÇÕES NO NÚMERO DE MORADORES, RENDA, COMPORTAMENTOS E TEMPO DE PERMANÊNCIA EM CASA.

[texto de resposta longa, livre preenchimento]



SEÇÃO 5 – INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

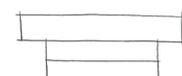
A intenção da caracterização abaixo é compreender as instalações hidráulicas nas edificações de uso misto.

Favor responder da forma mais aproximada possível.

1) INDIQUE OS EQUIPAMENTOS HIDROSSANITÁRIOS EM FUNCIONAMENTO NA UNIDADE ATUALMENTE: *

Caso exista determinado equipamento, mas não esteja em condições de uso ou não seja usado, indique "0". [seleção obrigatória de uma opção por linha]

	0	1	2	3 ou mais
Vaso sanitário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha higiênica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chuveiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pia no banheiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pia na cozinha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filtro de água na parede	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Máquina de lavar louça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Máquina de lavar roupa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tanque	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



- 2) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "OUTRO" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO O EQUIPAMENTO EM QUESTÃO E A QUANTIDADE:

Exemplo: 1 bebedouro

_____ [texto de resposta curta]

- 3) CASO POSSUA MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS, QUAL A MARCA E MODELO DO EQUIPAMENTO?

Exemplos: "Electrolux LAC11" ou "Brastemp 11kg" ou "Lava e Seca Philips 8 kg"

_____ [texto de resposta curta]

- 4) FOI ADQUIRIDO ALGUM EQUIPAMENTO HIDROSSANITÁRIO NOVO DURANTE O ÚLTIMO ANO?

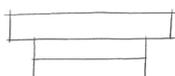
Caso tenha substituído um equipamento antigo por outro de mesma função, marque NÃO.

- SIM
 NÃO

- 5) CASO TENHA MARCADO A OPÇÃO "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, INFORME ABAIXO O EQUIPAMENTO EM QUESTÃO E A QUANTIDADE:

Exemplo: 1 filtro de parede

_____ [texto de resposta curta]



SEÇÃO 6 – CONSUMO DE ÁGUA

A intenção da caracterização abaixo é compreender o consumo de água nas edificações de uso misto.

Favor responder da forma mais aproximada possível. Se não souber ou não quiser responder, apenas deixe as questões em branco e passe para a próxima seção, estamos acabando!

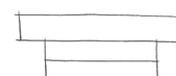
1) EM MÉDIA, QUANTAS VEZES POR DIA (EM QUE O LOCAL NÃO ESTÁ VAZIO) CADA EQUIPAMENTO HIDROSSANITÁRIO É ACIONADO?

Caso haja mais de um usuário no local, tente estimar o consumo geral somando todos os usuários.

	0 / não possui	1	2	3	4	5 ou mais
Vaso sanitário	<input type="radio"/>					
Ducha higiênica	<input type="radio"/>					
Chuveiro	<input type="radio"/>					
Pia no banheiro	<input type="radio"/>					
Pia na cozinha	<input type="radio"/>					
Filtro de água na parede	<input type="radio"/>					

2) CASO POSSUA CHUVEIRO, INDIQUE O TEMPO MÉDIO POR USO (EM MINUTOS):

_____ [texto de resposta curta, apenas números]



- 3) EM MÉDIA, QUANTO TEMPO (EM SEGUNDOS) DURA UM USO DA PIA DO BANHEIRO NA SUA SALA / QUITINETE?

_____ [texto de resposta curta, apenas números]

- 4) EM MÉDIA, COM QUE FREQUÊNCIA SÃO PREPARADAS REFEIÇÕES (COM USO DE ÁGUA) EM SUA SALA/QUITINETE?

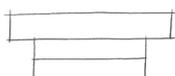
- Não se preparam refeições (com uso de água) no local.
- Menos de 1 vez por semana
- 1 a 2 vezes por semana
- 3 a 4 vezes por semana
- 5 a 6 vezes por semana
- 1 vez por dia
- 2 vezes por dia
- 3 vezes por dia
- Mais de 3 vezes por dia

- 5) GERALMENTE, COMO A LOUÇA É LAVADA EM SUA SALA/ QUITINETE?

- Não se lava louça no local.
- Manualmente, com a torneira sempre ligada.
- Manualmente, controlando a abertura da torneira.
- Na máquina de lavar louças - modo normal.
- Na máquina de lavar louças - modo econômico.
- Outros... [opção de digitar texto]

- 6) EM MÉDIA, COM QUE FREQUÊNCIA A LOUÇA É LAVADA EM SUA SALA/QUITINETE?

- Não se lava louça no local
- Menos de 1 vez por semana



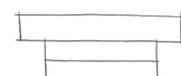
- 1 a 2 vezes por semana
- 3 a 4 vezes por semana
- 5 a 6 vezes por semana
- 1 vez por dia
- 2 vezes por dia
- 3 vezes por dia
- Mais de 3 vezes por dia

7) GERALMENTE, COMO A ROUPA É LAVADA EM SUA SALA/QUITINETE?

- Não se lava roupa no local.
- À mão, com uso de balde.
- À mão, no tanque.
- Parte à mão, parte na máquina.
- Na máquina de lavar roupas - modo econômico.
- Na máquina de lavar roupas - modo normal.
- Outros... [opção de digitar texto]

8) EM MÉDIA, DE QUANTO EM QUANTO TEMPO LAVA-SE UMA MÁQUINA CHEIA DE ROUPA NA SUA SALA/QUITINETE?

- Nenhuma/não possuo máquina de lavar
- A cada mês
- A cada 2 semanas
- A cada semana
- 2 a 3 vezes por semana
- 4 a 6 vezes por semana
- 1 vez por dia
- Mais de 1 vez por dia



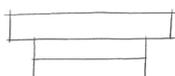
9) EM MÉDIA, VOCÊ OBSERVOU ALTERAÇÕES NO USO DA ÁGUA NA SUA SALA/QUITINETE ENVOLVENDO ESSES EQUIPAMENTOS NO ÚLTIMO ANO?

Se o local não possui o equipamento, deixe a linha em branco.

	Reduziu muito	Reduziu pouco	Não alterou	Aumentou pouco	Aumentou muito
Vaso sanitário	<input type="radio"/>				
Ducha higiênica	<input type="radio"/>				
Chuveiro	<input type="radio"/>				
Pia no banheiro	<input type="radio"/>				
Pia na cozinha	<input type="radio"/>				
Filtro de água na parede	<input type="radio"/>				
Máquina de lavar louça	<input type="radio"/>				
Máquina de lavar roupas	<input type="radio"/>				
Tanque	<input type="radio"/>				

10) SE POSSÍVEL, ADICIONE INFORMAÇÕES QUE JULGAR RELEVANTES SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA NA SUA SALA/QUITINETE E ALTERAÇÕES DE COMPORTAMENTO REFERENTES AO CONSUMO DE ÁGUA NO ÚLTIMO ANO.

[texto de resposta longa, livre preenchimento]



SEÇÃO 7 – CONVITE

Se desejar saber mais sobre o estudo, não hesite em contatar a pesquisadora responsável, Arq. Louise Boeger, pelo e-mail louiseboeger@unb.br.

Se possível, divulgue o link do formulário em suas redes e aos seus vizinhos para alcançarmos mais respostas!

1) VOCÊ ESTARIA INTERESSADO(A) EM PARTICIPAR DA PRÓXIMA ETAPA DA PESQUISA? *

A manifestação de interesse exposta nessa resposta não obriga o respondente à participação, todos os detalhes serão concedidos antes da realização da próxima etapa.

- SIM [Continuar para a próxima seção (Dados para contato)]
- NÃO [Enviar formulário]

SEÇÃO 8 – DADOS PARA CONTATO

Não esqueça de clicar em enviar e receber a confirmação para garantir o registro das suas respostas!

1) NOME: *

_____ [texto de resposta curta]

2) TELEFONE OU E-MAIL: *

Caso deixe seu telefone, informamos que os contatos iniciais serão realizados via WhatsApp em horário comercial.

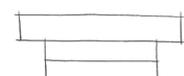
_____ [texto de resposta curta]

ENVIO DO FORMULÁRIO

Agradecemos sua contribuição!

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído (UnB/CNPq)

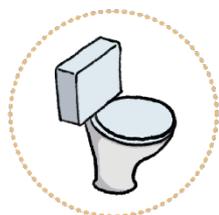
<http://aac.unb.br>



D. PLANTAS BAIXAS DAS UNIDADES

A seguir, são apresentadas as plantas baixas de cada unidade em que foram realizadas as auditorias do consumo de água, em escala 1:50.

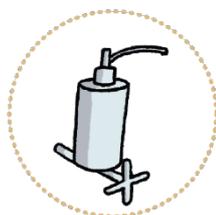
Os equipamentos hidrossanitários foram representados por meio de siglas, simbolizando respectivamente: BS – Bacia Sanitária, CH – Chuveiro, FP – Filtro de Parede, DH – Ducha Higiênica, LV – Lavatório, ML – Máquina de Lavar Roupas,, PC – Pia de Cozinha e TQ – Tanque.



BS



CH



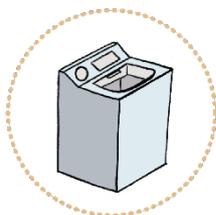
FP



DH



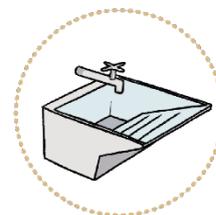
LV



ML



PC

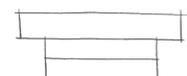
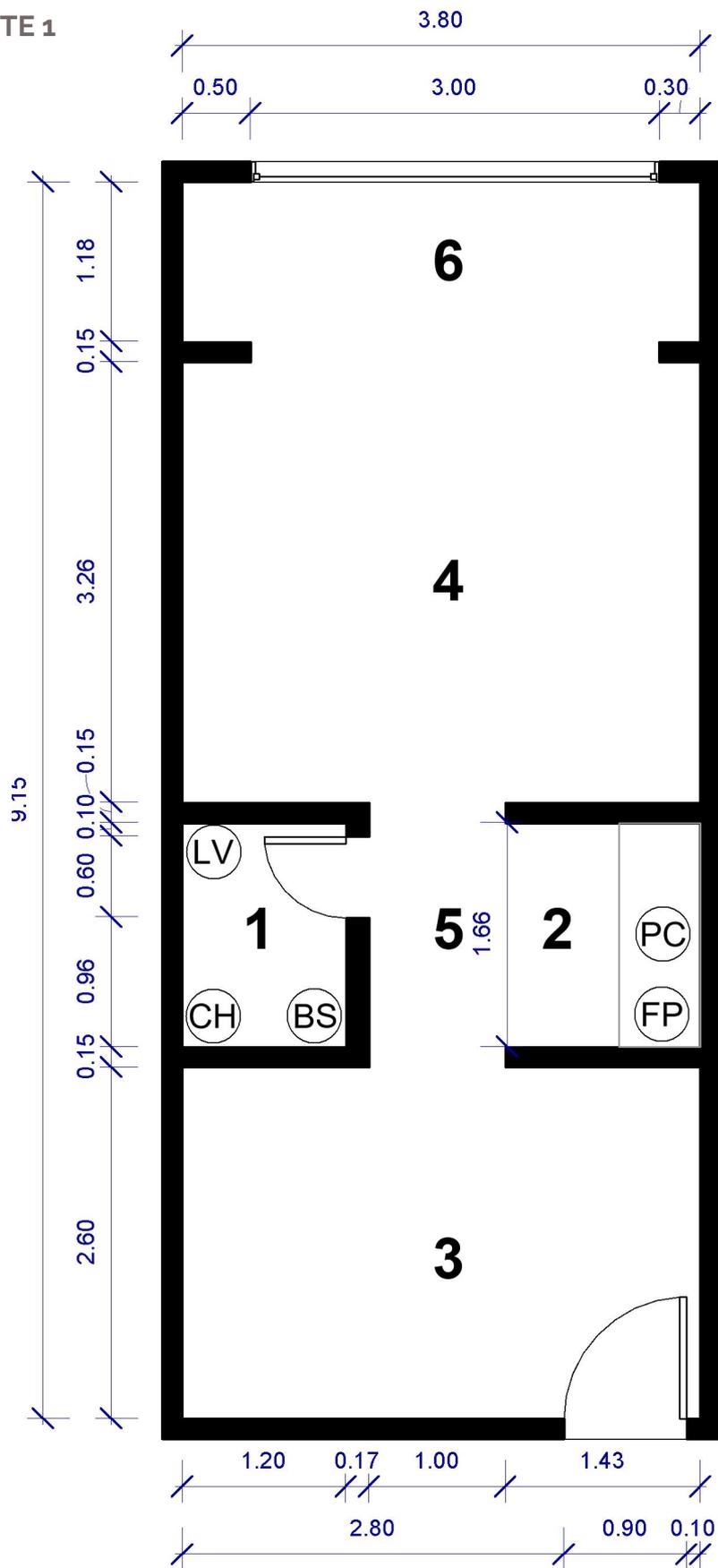


TQ

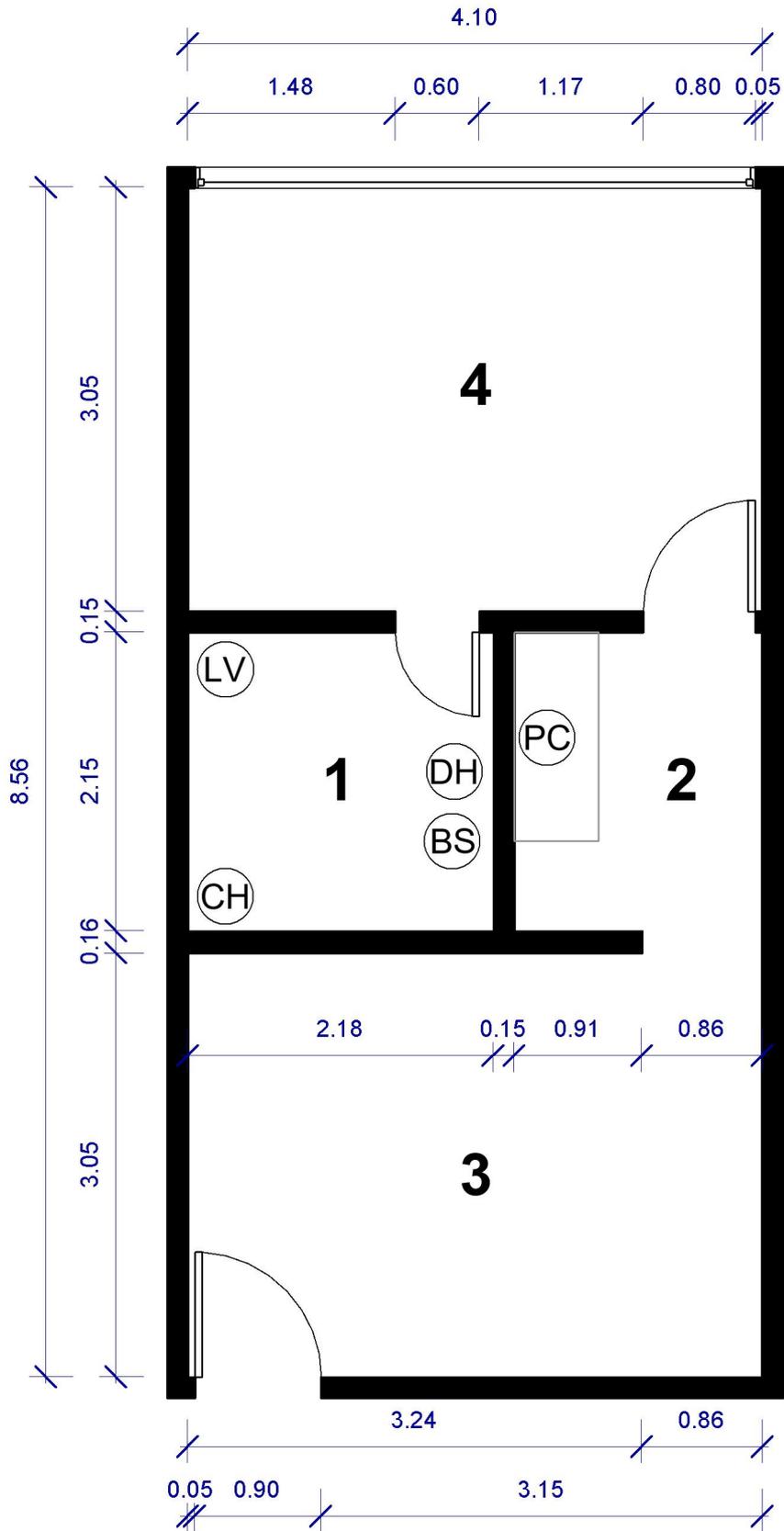
Os ambientes foram indicados por siglas que significam, respectivamente:

1. Banheiro
2. Copa/cozinha
3. Sala
4. Quarto
5. Corredor
6. Varanda

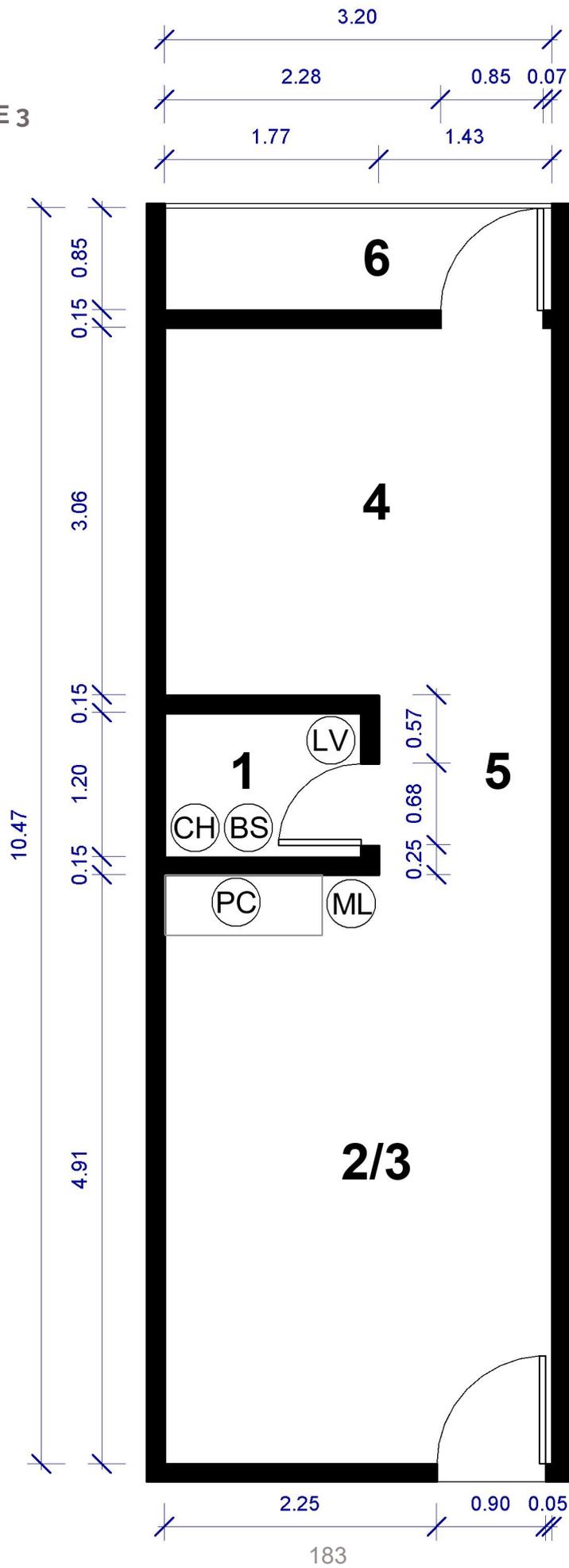
QUITINETE 1



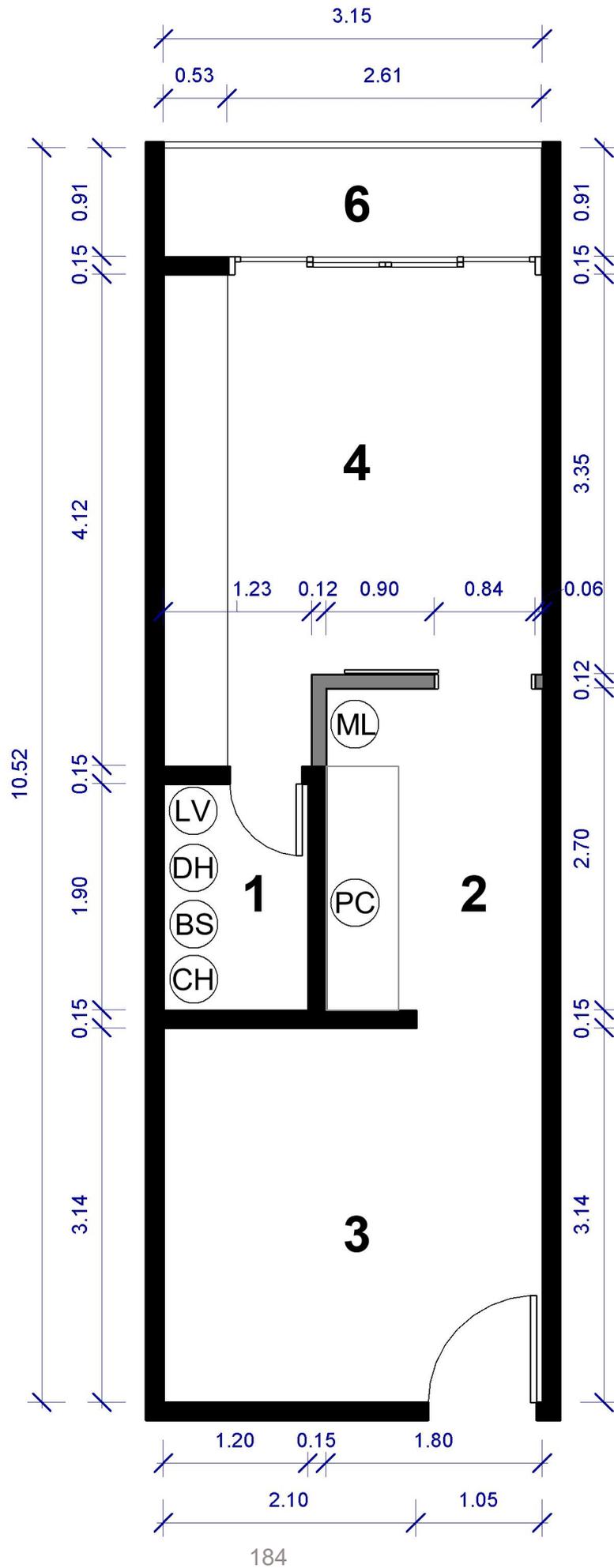
QUITINETE 2



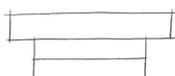
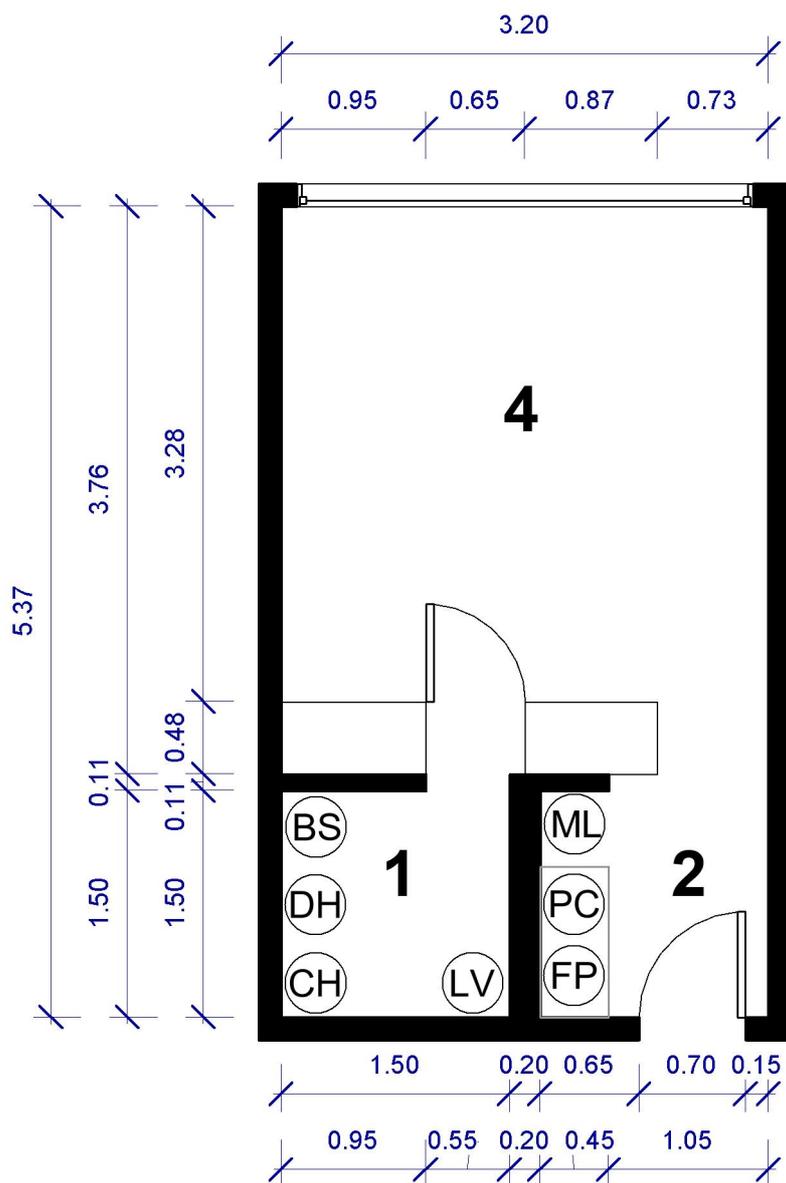
QUITINETE 3



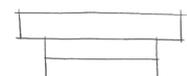
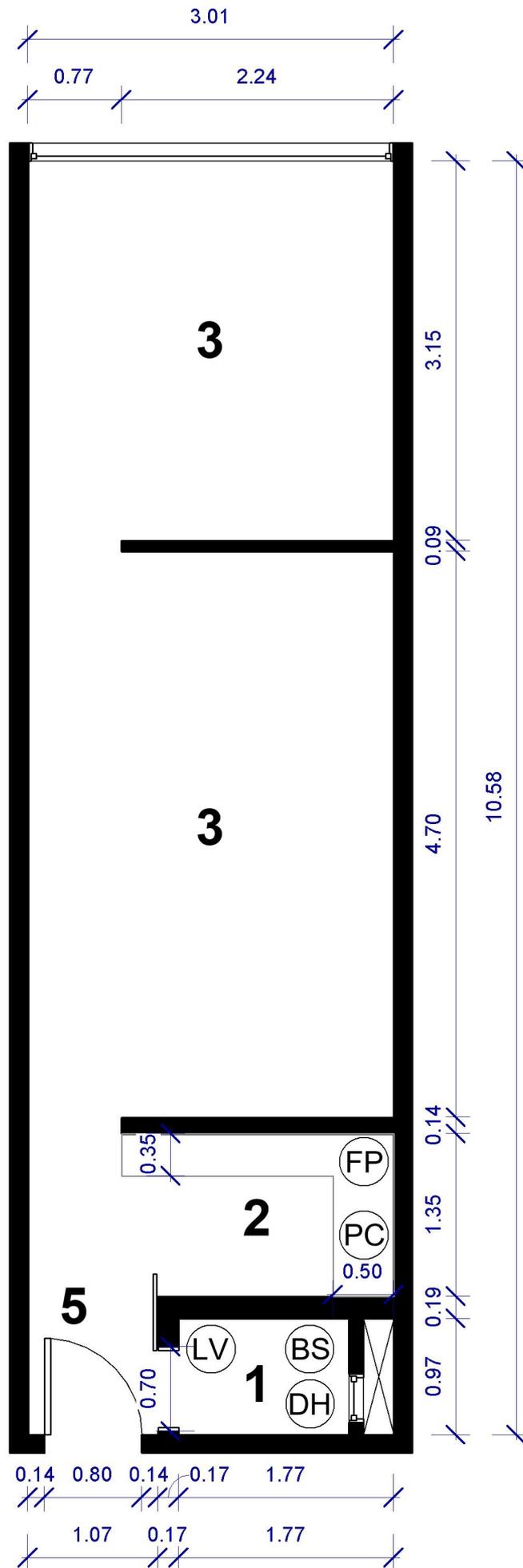
QUITINETE 4



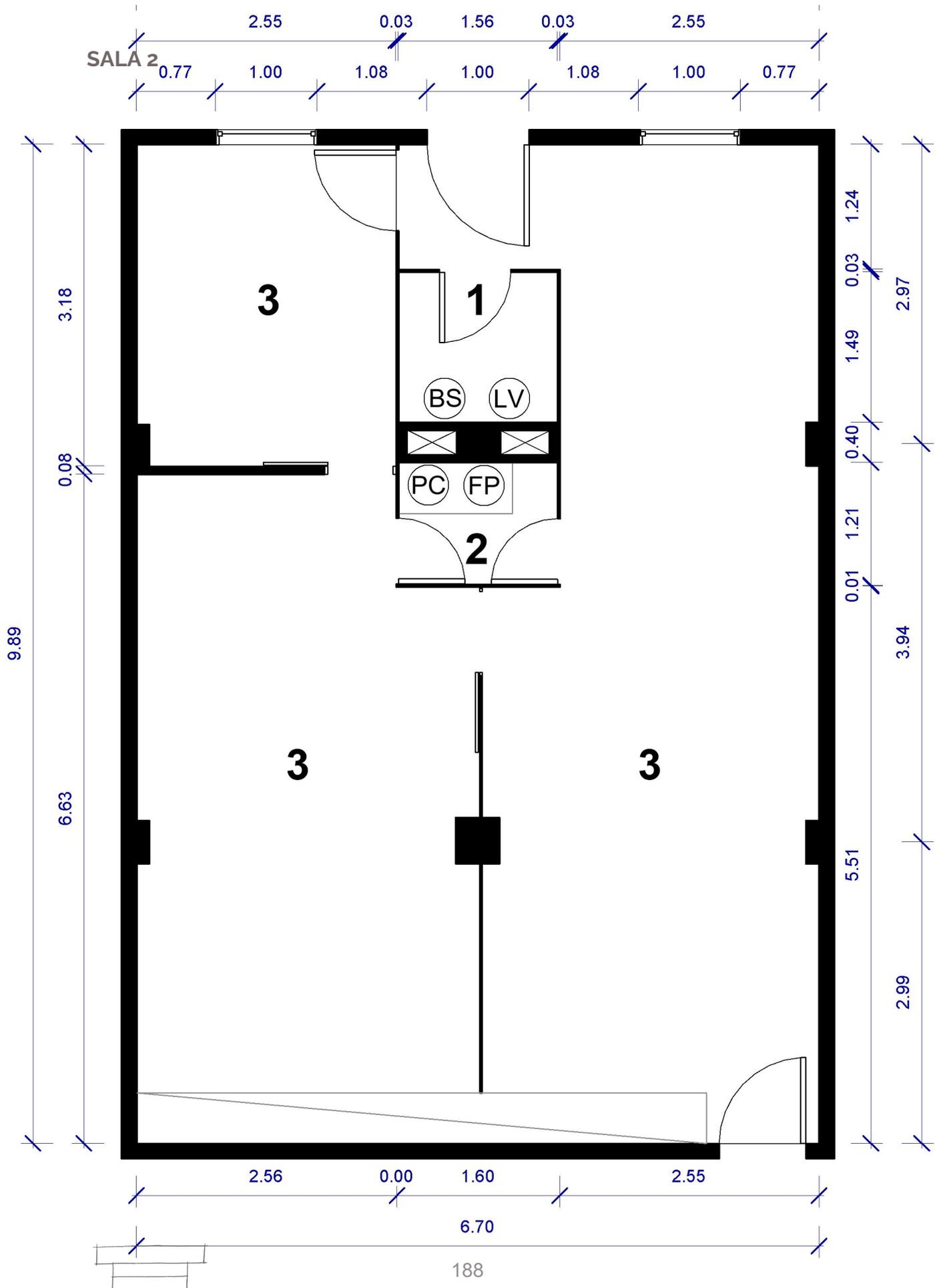
QUITINETE 6



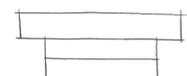
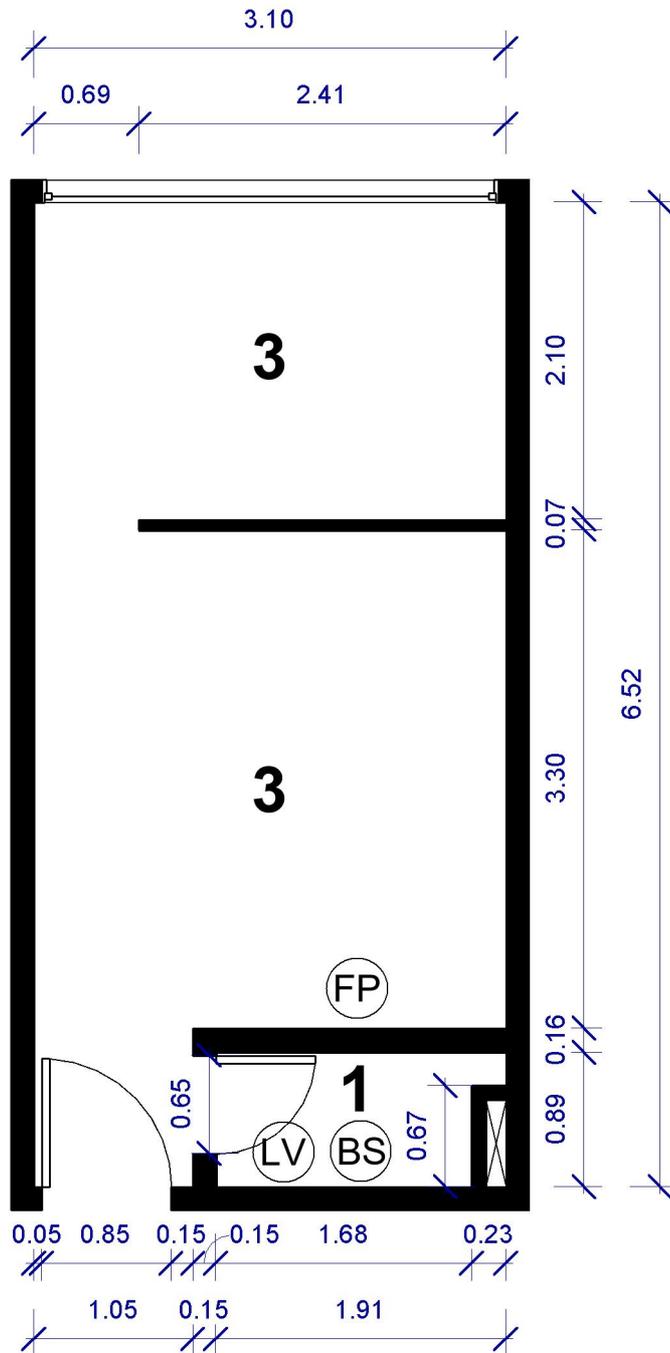
SALA 1



APÊNDICES



SALA 3





REFERÊNCIAS

AGUIAR, Karolyna Costa. **Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reuso de águas cinza e com a coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar**: 2011.

ALCANTARA, Igor Rafael Mendes Guimarães *et al.* Técnicas de auditoria do consumo de água: relatos de experiência em Campo. *In*: PANTOJA, João da Costa *et al.* (Org.). **Tecnologia, ambiente e sustentabilidade**. 1. ed. Brasília: LaSUS FAU UnB, 2021. v. 1. 289p.

ALHARSHA, Iman; MEMON, Fayyaz; FARMANI, Raziye. *An Assessment of Per capita Water Consumption in Sirte, Libya*. *In*: **Green Energy and Technology**, 2019. p. 969–975. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99867-1_167

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**: Informe Anual. Brasília: 2020.

ANA. **ODS 6 no Brasil**: visão da ANA sobre os indicadores. Brasília: 2019.

ARBUÉS, Fernando; VILLANÚA, Inmaculada; BARBERÁN, Ramón. *Household size and residential water demand: An empirical approach*. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 54, n. 1, p. 61–80, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2009.00479.x>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas Prediais Água Fria e Água Quente**: Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

BARBOSA, Guilherme Gomes; SANT'ANA, Daniel; BEZERRA, Samira Pinho. Indicadores de consumo de água e análise comparativa entre o aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em edificações de ensino do Campus Darcy Ribeiro - UnB. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 22, p. 1–15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.01>

BEAL, Cara D.; MAKKI, A.A.; STEWART, R.A. *What does rebounding water use look like? An examination of post-drought and post-flood water end-use demand in Queensland, Australia*. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 14, n. 4, p. 561–568, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/ws.2014.008>



REFERÊNCIAS

BINT, Lee Ellen. *Water performance benchmarks for New Zealand*. 393 f. 2012. - Victoria University of Wellington, 2012.

BINT, Lee; VALE, R.; ISAACS, N. *Water Efficiency in Office Buildings*. In: *Water efficiency in buildings: theory and practice*: 2014. p. 241–251. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118456613.ch14>

BIOLCHINI, Jorge *et al.* *Systematic Review in Software Engineering: Technical Report ES 679/05*, Rio de Janeiro, n. Maio, 2005.

BOEGER, Louise; SANT'ANA, Daniel. Análise de viabilidade para o aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais de Brasília. In: **Terra**: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades. João Pessoa: UFPB, 2013. p. 1140–1153.

BONFIM, Bruno Cabral dos Santos; SANT'ANA, Daniel. Análise dos Usos finais de Água de uma Quitinete em Brasília. In: OLIVEIRA, Antonella Carvalho de (org.). **Água e o ambiente construído**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2021. p. 25–36.

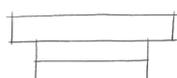
BOYLE, Thomas *et al.* *Intelligent metering for urban water: A review*. *Water (Switzerland)*, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w5031052>

BROWNE, Alison L.; MEDD, Will; ANDERSON, Ben. *Developing Novel Approaches to Tracking Domestic Water Demand Under Uncertainty-A Reflection on the “Up Scaling” of Social Science Approaches in the United Kingdom*. *Water Resources Management*, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0117-y>

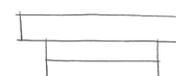
CÁCERES, Patrícia Silva *et al.* Medição individualizada em edificações no Distrito Federal: uma análise do potencial de redução no consumo de água. In: **XVII Silubesa**: 2016. p. 1–17.

CAMPOS CARDOSO, Raisia Nicole; CAVALCANTE BLANCO, Claudio José; DUARTE, Juliana Maia. *Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon, Brazil*. *Journal of Cleaner Production*, v. 260, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121054>

CARBONI, Davide *et al.* *Contextualizing water use in residential settings: A survey of non-intrusive techniques and approaches*. *Sensors (Switzerland)*, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s16050738>

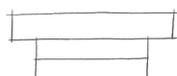


- CEDE. **Instrumentos de gestão das águas**. Brasília: Edições Câmara, 2015. v. 6
- CHOWDHURY, Rezaul K. *et al.* *Quantitative assessment of residential water end uses and greywater generation in the City of Al Ain*. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 15, n. 1, p. 114–123, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/ws.2014.090>
- CHOWDHURY, Rezaul K.; RAJPUT, M.A. *Water consumption pattern in the traditional villas of Abu Dhabi*. In: **Proceedings - 21st International Congress on Modelling and Simulation, MODSIM 2015**: 2015. p. 2248–2254.
- CODEPLAN. **Consumo de Água Tratada no Distrito Federal: Um Retrato Pós Crise Hídrica**, 2021.
- COÊLHO, Christiane Machado; RIBAS, Pedro Bezerra. Projeto Urbano e apropriação do espaço: Conflitos e sintonias entre comunidades urbanas no entorno da Universidade de Brasília, UnB - DF. In: **PLURIS**. Coimbra: 2018.
- COMINOLA, A. *et al.* *Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review*. **Environmental Modelling and Software**, v. 72, p. 198–214, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.07.012>
- COOK, Stephen; SHARMA, Ashok Kumar; CHONG, Meng. *Performance Analysis of a Communal Residential Rainwater System for Potable Supply: A Case Study in Brisbane, Australia*. **Water Resources Management**, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0443-8>
- COOK, Stephen; SHARMA, Ashok Kumar; GURUNG, Thulo Ram. *Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia*. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 89, p. 86–93, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.05.003>
- CROSSON, Courtney. *Achieving Net Zero Water in Severe Drought Prone Areas: A Case Study of Catchment, Storage, and Infiltration Optimization*. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 782–789, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.102>
- CUNHA, Marcio Cotrim; LARA, Fernando Luiz; GUERRA, Abilio. Do edifício de uso misto ao edifício habitacional híbrido na América Latina: os casos de Lima, Caracas, Buenos Aires, Cidade do México, Bogotá e São Paulo. In: **13º Seminário do.co.mo.mo**. Salvador: 2019.

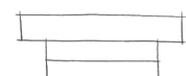


REFERÊNCIAS

- DEOREO, William Butler; HEANEY, James Patrick; MAYER, Peter W. *Flow trace analysis to access water use. Journal - American Water Works Association*, v. 88, n. 1, p. 79–90, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1996.tb06487.x>
- DF. **Decisão nº 042/76 do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal**. Brasília, 1976.
- DF. GB0001/1, de 20 de outubro de 1983. **Uso, gabarito e normas de edificação para todo o S.C.L.-N**. Brasília, 1983.
- DF. PR 1/4, de 14 de outubro de 1974. **Gabarito Setor Comercial Local Norte**. Brasília, 1974.
- DF. PR 76/1, de 18 de outubro de 1983. **Gabarito Setor Comercial Local Norte**. Brasília, 1983.
- DONKOR, Emmanuel A. *et al. Urban water demand forecasting: Review of methods and models. Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 140, n. 2, p. 146–159, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000314](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000314)
- DUARTE, Larissa. **Babilônia fora do eixo: o comércio mais exótico de Brasília**. GPS Lifetime, Brasília, 2 maio 2020. Disponível em: <https://gpslifetime.com.br/conteudo/cotidiano/10/babilonia-fora-do-eixo-o-comercio-mais-exotico-de-brasilia>. Acesso em 15 dez. 2020.
- DZIEGIELEWSKI, B *et al. Commercial and Institutional End Uses of Water*. 2000.
- DZIEGIELEWSKI, B; KIEFER, J.C. *Appropriate design and evaluation of water use and conservation metrics and benchmarks. Journal - American Water Works Association*, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2010.tb10131.x>
- FRIEDMAN, Kenneth *et al. Water demand management optimization methodology. Journal - American Water Works Association*, v. 103, n. 9, p. 74–84, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2011.tb11534.x>
- GDF. **Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica**. Brasília: 2017.
- GHISI, EneDir; FERREIRA, Daniel F. *Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-story residential building in southern Brazil. Building and Environment*, v. 42, n. 7, p. 2512–2522, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.07.019>

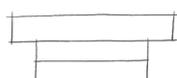


- HAMMES, Gabriela; GHISI, EneDir; THIVES, Liseane Padilha. *Water end-uses and rainwater harvesting: a case study in Brazil*. *Urban Water Journal*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2020.1748663>
- HUSSIEN, Wa'el A.; MEMON, Fayyaz A.; SAVIC, Dragan A. *Assessing and Modelling the Influence of Household Characteristics on Per capita Water Consumption*. *Water Resources Management*, v. 30, n. 9, p. 2931–2955, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1314-x>
- INPE. **Estação de Brasília:** climatologia local. Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais, 2020. Disponível em: http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasilia_clima.html. Acesso em 26 set. 2020.
- JIANG, S. *et al.* *Residential water and energy nexus for conservation and management: A case study of Tianjin*. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 41, n. 35, p. 15919–15929, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.04.181>
- JORDÁN-CUEBAS, F. *et al.* *Understanding apartment end-use water consumption in two green residential multistory buildings*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 144, n. 4, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000911](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000911)
- KIM, Younghun *et al.* NAWMS: *Nonintrusive autonomous water monitoring system*. In: **6th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems**. 2008. p. 309–321. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1460412.1460443>
- KITCHENHAM, Barbara. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University *Technical Report* TR/SE-0401: 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2017.79>.
- LIMA, Bárbara Cattapreta *et al.* **Sistema De Medição Individualizada De Água:** Estudo De Caso De Edifício Comercial Em São Paulo. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Brasil, v. 11, n. 3, p. 56–66, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/reec.v11i3.37331>
- LIMA, Josué Magalhães de. **Alteração de uso de imóveis urbanos no Distrito Federal:** apropriação individual ou gestão social? 169 f. UnB, 2009.

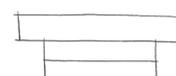


REFERÊNCIAS

- LÚCIO, Catarina; SILVA, Cristina Matos; SOUSA, Vitor. *A scale-adaptive method for urban rainwater harvesting simulation*. ***Environmental Science and Pollution Research***, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04889-6>
- MAKKI, A.A. *et al.* *Novel bottom-up urban water demand forecasting model: Revealing the determinants, drivers and predictors of residential indoor end-use consumption*. ***Resources, Conservation and Recycling***, v. 95, p. 15–37, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.11.009>
- MAKKI, A.A. *et al.* *Revealing the determinants of shower water end use consumption: Enabling better targeted urban water conservation strategies*. ***Journal of Cleaner Production***, v. 60, p. 129–146, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.08.007>
- MARINOSKI, Ana Kelly *et al.* *Water end-uses in low-income houses in Southern Brazil*. ***Water (Switzerland)***, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w6071985>
- MARINOSKI, Ana Kelly; RUPP, Ricardo Forgiarini; GHISI, EneDIR. *Environmental benefit analysis of strategies for potable water savings in residential buildings*. ***Journal of Environmental Management***, v. 206, p. 28–39, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.004>
- MATOS, C. *et al.* *An exploratory study on the influence of socio-demographic characteristics on water end uses inside buildings*. ***Science of the Total Environment***, v. 466–467, p. 467–474, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.036>
- MATOS, C. *et al.* *Domestic water uses: Characterization of daily cycles in the north region of Portugal*. ***Science of the Total Environment***, v. 458–460, p. 444–450, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.018>
- MAYKOT, J.K.; GHISI, EneDIR. *Assessment of a rainwater harvesting system in a multi-story residential building in Brazil*. ***Water (Switzerland)***, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w12020546>
- MIRAGAYA, Júlio. **Perfil da distribuição dos postos de trabalho no Distrito Federal: concentração no Plano Piloto e deficits nas cidades-dormitório.**, p. 13, 2013.



- MUNIINA, Kenneth; MAKSIMOVIC, Cedo; GRAHAM, Nigel. *A novel approach for estimating urban water end use characteristics of cities in the developing world*. *Urban Water Journal*, v. 14, n. 7, p. 750–757, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2016.1254253>
- NASCIMENTO, Eduarda Aun de Azevedo; SANT'ANA, Daniel. Caracterização dos Usos finais do Consumo de Água em Edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. *Revista de Arquitetura IMED*, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 156–167, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v3n2p156-167>
- ODURO-KWARTENG, S. *et al.* *Water conservation potential in educational institutions in developing countries: Case study of a university campus in Ghana*. *Urban Water Journal*, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15730620903108975>
- ONU. **Água e mudança climática**: resumo executivo, 2020.
- PARKER, Joanne M.; WILBY, Robert L. *Quantifying Household Water Demand: A Review of Theory and Practice in the UK*. *Water Resources Management*, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0190-2>
- PERTEL, Monica. **Caracterização do Uso da Água e da Energia Associada à Água em uma Edificação Residencial Convencional e uma Dotada de Sistema de Reuso de Águas Cinza**, 2009.
- PROENÇA, Lúcio Costa; GHISI, Eneidir. *Water end-uses in Brazilian office buildings*. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, n. 8, p. 489–500, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.005>
- RAMSEY, Elizabeth; BERGLUND, Emily Zechman; GOYAL, Rohit. *The impact of demographic factors, beliefs, and social influences on residential water consumption and implications for non-price policies in urban India*. *Water (Switzerland)*, v. 9, n. 11, p. 1–21, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w9110844>
- RATHNAYAKA, Kumudu *et al.* *Review of residential urban water end-use modelling*. In: **MODSIM 2011 - 19th International Congress on Modelling and Simulation - Sustaining Our Future: Understanding and Living with Uncertainty**. 2011.



REFERÊNCIAS

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. Os recursos hídricos e o futuro: síntese.pdf. *In: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3aed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 739–746.

RIBEIRO, Ana Kelly Marinoski. **Método para avaliação do impacto ambiental da implantação de sistemas integrados de aproveitamento de água pluvial e água cinza em residências unifamiliares a partir da análise do ciclo de vida.**, p. 276, 2015.

RICHTER, C.P.; STAMMINGER, R. *Water Consumption in the Kitchen - A Case Study in Four European Countries*. *Water Resources Management*, v. 26, n. 6, p. 1639–1649, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-012-9976-5>

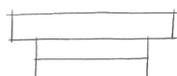
SANT'ANA, Daniel Richard (coord.) *et al.* **Relatório Técnico 6/2018: Viabilidade técnica, ambiental e econômica do aproveitamento de águas pluviais e do reuso de águas cinzas em edificações não residenciais no Distrito Federal**. Brasília: Universidade de Brasília, 2018. 299 p. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/legislacoes/resolucoes-adasa/17-pagina/551-reuso-de-aguas-cinza-e-aproveitamento-de-aguas-pluviais>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SANT'ANA, Daniel; BOEGER, Louise; MONTEIRO, Lilian. Aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 1: reduções no consumo de água. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, Brasil**, v. 10, p. 77–84, 2013a. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n10.2013.12125>

SANT'ANA, Daniel; BOEGER, Louise; MONTEIRO, Lilian. Aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 2: viabilidade técnica e econômica. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 10, n. 1, p. 85–93, 2013b. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n10.2013.12126>

SANT'ANA, Daniel; MAZZEGA, Pierre. *Socioeconomic analysis of domestic water end-use consumption in the Federal District, Brazil*. *Sustainable Water Resources Management*, v. 4, n. 4, p. 921–936, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0186-4>

SANT'ANA, Daniel. *A socio-technical study of water consumption and water conservation in Brazilian dwellings*. 402 f. 2011. - Oxford, 2011.



SANT'ANA, Daniel. Aproveitamento de água pluvial no complexo central de tecnologia do Banco do Brasil. *In: Terra: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades*. João Pessoa: UFPB, 2013. p. 701–714.

SANT'ANA, Daniel. *Domestic water end-uses and water conservation in multi-story buildings in the federal district, Brazil. Proceedings - 28th International PLEA Conference on Sustainable Architecture + Urban Design: Opportunities, Limits and Needs - Towards an Environmentally Responsible Architecture*, PLEA 2012, n. November 2012.

SANT'ANA, Daniel. *Rainwater harvesting in Brazil: Investigating the viability of rainwater harvesting for a household in Brasília. WIT Transactions on the Built Environment*, v. 86, p. 381–390, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.2495/ARC060381>

SANT'ANA, Daniel. *Socioeconomic study of domestic water consumption in the Federal District, Brazil. In: SBE Series 16*: 2016. p. 1799–1808. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0186-4>

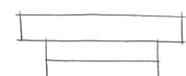
SANT'ANNA, Rafaela *et al.* Análise do consumo de água em escola pública do Distrito Federal. *In: Terra: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades*. João Pessoa: UFPB, 2013. p. 1231–1243.

SANTANA, Paula Maria; SANT'ANA, Daniel. *Water Use and Conservation in Educational Centers of the Federal District, Brazil. In: Edinburgh. 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive*. Edinburgh: NCEUB, 2017. p. 5173–5179.

SANTOS, Susanna *et al.* Aproveitamento de água pluvial no Aeroporto Internacional de Brasília: estimando o potencial de redução do consumo de água potável em irrigação e lavagem de pisos. *In: XIII Sispred*: 2019. p. 94–102.

SANTOS, Susanna; SANT'ANA, Daniel. Análise do potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas na Rodoviária do Plano Piloto de Brasília - DF. *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, n. 23, p. 84–92, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.08>

SAUTCHUK, Carla *et al.* **Conservação e Reuso da água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.



REFERÊNCIAS

SEDUH/DF. **Informação Técnica PLC PPCUB**: Anexo X PURP TP2 - Superquadras e Áreas de Vizinhança, 2019. Disponível em: <http://www.seduh.df.gov.br/conheca-a-proposta-de-minuta-do-ppcub/>. Acesso em: 2 abr. 2021.

SEGOV. **Administrações Regionais**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://segov.df.gov.br/category/administracoes-regionais/>. Acesso em 15 dez. 2020.

SINGH, Omvir; TURKIYA, Sushila. *A survey of household domestic water consumption patterns in rural semi-arid village, India*. **GeoJournal**, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-012-9465-7>

SIVAKUMARAN, S.; ARAMAKI, T. *Estimation of household water end use in Trincomalee, Sri Lanka*. **Water International**, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02508060903533476>

SOUSA, Jamilson Alves de. **Domicílios particulares improvisados**: Avaliação de desempenho ambiental do uso residencial do Comércio Local Norte (CLN) do Plano Piloto de Brasília. 134 f. 2008. - UnB, 2008.

SOUZA, Jusçanio Umbelino de *et al.* **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2018**: Plano Piloto. Brasília: 2019. ISSN 1098-6596.

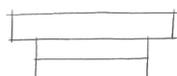
STEWART, R.A. *et al.* *Showering behavioral response to alarming visual display monitors: Longitudinal mixed method study*. **Behavior and Information Technology**, v. 32, n. 7, p. 695–711, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2011.577195>

TALEBPOUR, M.R. *et al.* *Water and energy nexus of residential rainwater tanks at an end use level: Case of Australia*. **Energy and Buildings**, v. 80, p. 195–207, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.018>

TERRACAP. **Dossiê de Registro 11-73**: Setor Comercial Local Norte. Brasília, 2016.

THACKRAY, J E; COCKER, V; ARCHIBALD, G. *The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage*. In: **Procedures of The Institute of Civil Engineers, Part 1**. London: 1978. p. 37–61.

TOTUGUI, Natália *et al.* Caracterização dos usos finais de água de edifícios comerciais: estudo de caso de um café em Brasília-DF. In: **XIII Sispred**: 2019. p. 103–110.



TOTUGUI, Natália; VALVERDE, Bruna; SANT'ANA, Daniel. Previsão de demanda urbana de água: uma análise do consumo de água em estabelecimentos comerciais no Distrito Federal. *In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Porto Alegre: 2018. p. 3549–3557.

TOTUGUI, Natália. **Diagnóstico do uso de água em bloco comercial do Distrito Federal**. 2020. - UnB, 2020.

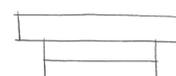
WHITE, Stuart; MILNE, G.; RIEDY, C. *End use analysis: Issues and lessons*. ***Water Science and Technology: Water Supply***, v. 4, n. 3, p. 57–65, 2004.

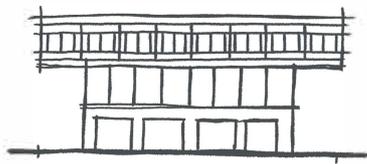
WILLIS, Rachelle M. *et al.* *Alarming visual display monitors affecting shower end use water and energy conservation in Australian residential households*. ***Resources, Conservation and Recycling***, v. 54, n. 12, p. 1117–1127, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.03.004>

WILLIS, Rachelle M. *et al.* *End-use water consumption in households: Impact of socio-demographic factors and efficient devices*. ***Journal of Cleaner Production***, v. 60, p. 107–115, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.08.006>

WILLIS, Rachelle M. *et al.* *gold coast domestic water end use study*. ***Water***, v. 36, n. 6, p. 84–90, 2009.

WILLIS, Rachelle M. *et al.* *Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption*. ***Journal of Environmental Management***, v. 92, n. 8, p. 1996–2009, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.023>





UnB