



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

**DIAGNÓSTICO DO USO DE ÁGUA EM BLOCO
COMERCIAL DO DISTRITO FEDERAL**

NATÁLIA TOTUGUI

BRASÍLIA-DF

Janeiro - 2020



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

DIAGNÓSTICO DO USO DE ÁGUA EM BLOCO COMERCIAL DO DISTRITO FEDERAL

NATÁLIA TOTUGUI

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Linha de Pesquisa: Sustentabilidade, qualidade e eficiência do ambiente construído.

Orientador: Prof. Daniel Sant'Ana, *PhD.*

BRASÍLIA-DF

Janeiro – 2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

DIAGNÓSTICO DO USO DE ÁGUA EM BLOCO COMERCIAL DO DISTRITO FEDERAL

NATÁLIA TOTUGUI

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em 20/01/2020

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr. Marcus André Siqueira Campos (UFG)
(Examinador Externo)

Prof^a. Dr^a. Chênia Rocha Figueiredo (FAU/UnB)
(Examinador Interno)

BRASÍLIA-DF

Janeiro – 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

TOTUGUI, NATÁLIA

Diagnóstico do uso de água em bloco comercial do Distrito Federal.

[Distrito Federal] 2020.

192p., 210 x 297 mm (PPG-FAU/UnB, Mestre, Arquitetura e Urbanismo, 2019).

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

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

1. Auditoria de Consumo de Água 2. Usos-Finais de Água 3. Uso Racional de Água

4. Indicadores de Demanda de Água 5. Estabelecimento Comercial 6. Edificação Comercial

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TOTUGUI, N. (2020). Diagnóstico do uso de água em bloco comercial do Distrito Federal. 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, 192p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Natália Totugui

TÍTULO: Diagnóstico do uso de água em bloco comercial do Distrito Federal.

GRAU: Mestre ANO: 2019

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.

Natália Totugui
SEPN 504 Bl. B Ed. Virgo Sala 413
70730522, Asa Norte– DF - Brasil
e-mail: nataliatotugui@gmail.com

Aos meus avôs, Isamo e Vicente (*in memoriam*), por serem exemplos de pessoas, vidas, amores e dedicação à família. As suas notáveis forças, alegrias, fé e ética tornou-nos capazes de superar quaisquer dificuldades.

Agradecimentos

À Deus, força maior, pela oportunidade de realização de mais um sonho.

À minha grande amiga e exemplo, minha mãe, amor incondicional, que esteve ao meu lado sempre.

Ao meu pai, exemplo de perseverança, sempre me apoiando em todos os meus sonhos.

Aos meus irmãos, Tadeu e Raíssa, pela assistência, apoio e amor.

À minha família, pelo amor e incessante zelo comigo.

Ao Leonardo, pelo apoio, carinho, compreensão e companheirismo.

Aos meus amigos, que me proporcionaram tranquilidade, amizade, colo e alegria.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Sant'Ana, pela amizade, conhecimento, paciência e dedicação.

Aos professores Chênia Figueiredo e Marcus Campos pelas primorosas contribuições na banca de qualificação, ofertando importantes questões que auxiliaram e aprimoraram a pesquisa.

À Susanna Santos, pela amizade, auxílio e contribuição.

A todos os professores, que passaram ao longo da minha formação, pela erudição e aprendizado.

Àqueles que passaram pela minha vida colaborando com meu amadurecimento e sabedoria.

À ADASA (Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento Básico do DF), pelo apoio financeiro que possibilitou a operacionalização e o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo auxílio financeiro que possibilitou a dedicação integral ao programa de pós-graduação e ao desenvolvimento desta dissertação.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba.”
Guimarães Rosa

RESUMO

O Distrito Federal enfrentou um período de racionamento causado por estresse hídrico entre 2016 e 2017, com baixa disponibilidade hídrica para abastecimento urbano. Com isso, o emprego de tecnologias voltadas à conservação de água em edificações tem sido visto como uma estratégia para minimizar os impactos da demanda urbana de água sobre recursos hídricos no DF. Porém, para avaliar o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de tecnologias voltadas à conservação de água em edificações, é crucial entender como a água está sendo usada em diferentes pontos de uso nas edificações. Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico do consumo de água em um bloco comercial, para simular o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de diferentes tipos de equipamentos economizadores de água. Para alcançar o objetivo traçado, este estudo se dividiu em duas etapas. A primeira etapa se apropriou de diferentes técnicas de auditoria hidráulica para avaliar o consumo predial e usos-finais de água em um bloco comercial composto por sete estabelecimentos com características distintas. Na segunda etapa, foram selecionados equipamentos economizadores de água aplicáveis a cada estabelecimento comercial. Baseado nas vazões base (*baseline*) obtidas na primeira etapa do estudo, com as vazões reduzidas de equipamentos economizadores de água comercialmente disponíveis, o potencial de redução do consumo de água para cada uso-final foi estimado, o que possibilitou a comparação do desempenho hidráulico do bloco comercial em caso de um *retrofit* hidráulico. Como resultado, verificou-se que o bloco comercial analisado possui, em média, um consumo predial equivalente a $3.550 \text{ m}^3/\text{ano}$ (9.727 l/d), com indicadores de consumo de $4,6 \text{ l/m}^2/\text{d}$ e $88,6 \text{ l/p/d}$. Observou-se que o maior consumo do bloco comercial provém da panificadora (5.869 l/d), seguido pelo pet shop (1.203 l/d), bar (855 l/d), loja de material de construção (652 l/d), salão de beleza (502 l/d), hortifrúti (342 l/d) e, por último, drogaria (304 l/d). Ao estimar os usos-finais do bloco comercial, verificou-se que o uso-final com maior demanda de água estava presente em pias de cozinha (43,3%), seguido por descargas sanitárias (20,7%) e tanques (10,7%). Resultados da simulação do potencial de redução do consumo de água pela substituição de aparelhos convencionais por equipamentos economizadores de água em todo bloco comercial, demonstram uma economia anual estimada de 45%, equivalente a $1.583 \text{ m}^3/\text{ano}$. Os usos-finais que obtiveram maior redução no consumo foram as pias de cozinha ($3.102,5 \text{ l/d}$) e descargas sanitárias ($1.033,4 \text{ l/d}$). Em suma, resultados sugerem que a substituição de aparelhos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores de água podem promover reduções significativas em unidades comerciais de elevado consumo de água.

Palavras-chave: Auditoria de consumo de água; Usos-finais de água; Uso racional de água; Indicadores de Demanda de Água; Estabelecimento Comercial; Edificação Comercial.

ABSTRACT

With low water available for urban supply, the Federal District faced a period of rationing caused by water stress between 2016 and 2017. Thus, the use of water saving technology in buildings has been seen as a strategy to decrease the impacts of urban water demand. However, to assess the potential for reducing water consumption by employing water saving technologies in buildings, it is crucial to understand how water is being used at different points of use in buildings. This work aimed to diagnose water consumption in commercial facilities, to simulate the potential for reducing water consumption by the use of different types of water saving equipment. To reach the goal, this study was divided into two stages. The first step applied different hydraulic auditing techniques to assess building consumption and water end-uses in a group of seven different commercial establishments. In the second stage, water saving equipment suitable to each commercial establishment were selected. Based on the baseline flow rates obtained in the first stage of the study, and the reduced flow rates of commercially available water saving equipment, the potential for reducing water consumption for each water end-use was estimated, making possible to compare hydraulic performance, if a hydraulic retrofit was made. The analysis founded that, the group of commercial facility consumed, on average, 3,550 m³/year (9.727 l/d) of water, and had consumption indicators of 4,6 l/m²/d 88,6 l/p/d. and it was also found that the most consumption Commercial facility was the bakery (5.869 l/day), followed by the pet shop (1.203 l/d), bar (855 l/d), building material store (652 l/d), beauty salon (502 l/d), vegetables shop (342 l/d) and drugstore at last (304 l/d). The estimating of water end-uses found that the most water demanding equipment were the kitchen sinks (43,3%), followed by toilet flush (20,7%) and tanks (10,7%). The simulation of the water saving potential by a hydraulic retrofit was estimated in 1,583 m³/year (45%). The end-uses that achieved the greatest consumption reduction were kitchen sinks (3.102,5 l/d) and sanitary flushes (1.033,4 l/d). This results suggest that replacing conventional water-sanitary appliances by water saving appliances may lead to significant reductions in water-intensive commercial units.

Key words: *Water consumption audit; Water end-uses; Rational use of water; Water demand indicators; Commercial establishments; Commercial Building.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos	30
Figura 2 - Localização do bloco comercial da RA XVIII, no Distrito Federal.	31
Figura 3 - Planta Baixa Esquemática do Bloco Comercial do Lago Norte	32
Figura 4 - Corte Transversal Esquemático do Bloco Comercial	34
Figura 5 - Equipamento de medição composto por medidor de fluxo (a), e módulo data-logger (b).	42
Figura 6 - Medidores de fluxo instalados.	43
Figura 7 - Medidores de fluxo instalados em chuveiros de pet shop.....	44
Figura 8 - Elenco de informações contidas no box plot	48
Figura 9 - Box plot com outliers próximo e distante.	49
Figura 10 - Bloco comercial do Lago norte selecionado para estudo de caso	53
Figura 11 - Evolução do consumo do Bloco Comercial do Lago Norte	55
Figura 12 - Consumo predial dos anos de 2013 a 2017.....	56
Figura 13 - Evolução do Consumo de Anual de 2013 a 2016 – Bloco Comercial.....	59
Figura 14 - Consumo Médio Diário por Estabelecimento Comercial.....	61
Figura 15 - Consumo Diário de Água por Estabelecimento Comercial – Bloco Comercial ...	62
Figura 16 - Consumo por Uso-Final por Hora - Bloco Comercial.....	63
Figura 17 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Bloco Comercial	63
Figura 18 - Loja de materiais de construção selecionada para estudo de caso.	66
Figura 19 - Consumo Anual (2013-2017) – Loja de Materiais de Construção.....	67
Figura 20 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Loja de Materiais de Construção.....	67
Figura 21 - Consumo Mensal dos anos de 2013 a 2016 – Loja de Material de Construção ...	68
Figura 22 - Consumo Diário nos Usos-Finais de Água – Loja de Materiais de Construção ..	70
Figura 23 - Consumo por Uso-Final por Hora - Loja de Material de Construção	71
Figura 24 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário - Loja de Material de Construção.	73
Figura 25 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Loja de Material de Construção.....	74
Figura 26 - Panificadora selecionada para estudo de caso.	77
Figura 27 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Panificadora	80
Figura 28 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Panificadora.....	80
Figura 29 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Panificadora.....	81
Figura 30 - Consumo Diário da Panificadora	83
Figura 31 - Consumo por Uso-Final por Hora - Panificadora.....	84
Figura 32 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Panificadora.	86
Figura 33 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Panificadora	87
Figura 34 - Hortifrúti selecionado para estudo de caso.....	90
Figura 35 - Consumo Anual (2013-2017) – Hortifrúti	91
Figura 36 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Hortifrúti	92
Figura 37 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Hortifrúti	93
Figura 38 - Consumo Diário - Hortifrúti.....	94
Figura 39 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Hortifrúti.	96
Figura 40 - Drogaria selecionada para estudo de caso	99
Figura 41 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Drogaria	100
Figura 42 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Drogaria.....	101

Figura 43 - <i>Evolução do Consumo (2013-2017) - Drogaria</i>	102
Figura 44 - <i>Consumo diário – Drogaria</i>	103
Figura 45 - <i>Consumo por Uso-Final por Hora - Drogaria</i>	104
Figura 46 - <i>Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Drogaria</i>	105
Figura 47 - <i>Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Drogaria</i>	106
Figura 48 - <i>Salão de beleza selecionado para estudo de caso</i>	109
Figura 49 - <i>Consumo Anual de 2013 a 2017- Salão de Beleza</i>	110
Figura 50 - <i>Evolução do Consumo (2013-2017) - Salão de Beleza</i>	111
Figura 51 - <i>Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Salão de Beleza</i>	112
Figura 52 - <i>Consumo Diário nos Usos-Finais de Água – Salão de Beleza</i>	114
Figura 53 - <i>Consumo por Uso-Final por Hora - Salão de Beleza</i>	115
Figura 54 - <i>Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Salão de Beleza</i>	117
Figura 55 - <i>Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Salão de Beleza</i>	118
Figura 56 - <i>Botequim selecionado para estudo de caso</i>	121
Figura 57 - <i>Consumo Anual (2013-2017) – Bar</i>	123
Figura 58 - <i>Evolução do Consumo (2013-2017) - Bar</i>	124
Figura 59 - <i>Evolução do Consumo (2013-2017) - Bar</i>	125
Figura 60 - <i>Consumo nos usos finais – Bar</i>	127
Figura 61 - <i>Consumo por Uso-Final por Hora - Bar</i>	128
Figura 62 - <i>Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Bar</i>	129
Figura 63 - <i>Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Bar</i> ..	130
Figura 64 - <i>Pet Shop selecionado para estudo de caso</i>	133
Figura 65 - <i>Consumo Anual de 2013 a 2017- Pet Shop</i>	134
Figura 66 - <i>Evolução do Consumo (2013-2017) - Pet Shop</i>	134
Figura 67 - <i>Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Pet Shop</i>	135
Figura 68 - <i>Consumo Diário no Usos-Finais de Água - Pet Shop</i>	137
Figura 69 - <i>Consumo por Uso-Final por Hora - Pet Shop</i>	138
Figura 70 - <i>Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Pet Shop</i>	140
Figura 71 - <i>Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Pet Shop</i>	141
Figura 72 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Material de Construção</i>	149
Figura 73 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Material de Construção</i>	149
Figura 74 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Panificadora</i>	151
Figura 75 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Panificadora</i>	151
Figura 76 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Hortifrúti</i>	152
Figura 77 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Hortifrúti</i>	153
Figura 78 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Drogaria</i>	154
Figura 79 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Drogaria</i>	154
Figura 80 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia - Salão de Beleza</i>	155
Figura 81 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Salão de Beleza</i>	156
Figura 82 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia - Bar</i>	157

Figura 83 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Bar</i>	157
Figura 84 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Pet Shop</i>	158
Figura 85 - <i>Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Pet Shop</i>	159
Figura 86 - <i>Demanda base e Reduzida de Cada Estabelecimento Comercial</i>	161
Figura 87 - <i>Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Bloco Comercial</i>	162
Figura 88 - <i>Demanda Base e Demanda Reduzida dos Usos-Finais que compõem o Bloco</i> ..	163

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - <i>Números e Tipos de Equipamentos Hidráulicos por Estabelecimento Comercial</i> .	34
Tabela 2 - <i>Números e Tipos de Equipamentos Hidráulicos que Compõem o Bloco Comercial</i>	36
Tabela 3 - <i>Datas de Instalação e Desinstalação dos Data-Loggers nos Estabelecimentos</i>	41
Tabela 4 - <i>Relação de estudos de casos realizados para caracterização dos usos-finais de água.</i>	53
Tabela 5 - <i>Análises Descritivas do Consumo Mensal dos Anos de Cada Ano, Separadamente, (2013, 2014,2015 e 2016) do Bloco Comercial</i>	57
Tabela 6 - <i>Análises Descritivas dos Consumos Mensais dos Anos de 2013 a 2016 do Bloco Comercial</i>	58
Tabela 7 - <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Bloco Comercial</i>	64
Tabela 8 - <i>Informações básicas</i>	66
Tabela 9 - <i>Consumo setorizado – Loja de Materiais de Construção</i>	69
Tabela 10. <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água da loja de materiais de construção.</i>	75
Tabela 11- <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Loja de Materiais de Construção</i>	76
Tabela 12 - <i>Dados Gerais da Panificadora</i>	77
Tabela 13 - <i>Consumo Setorizado da Panificadora.</i>	82
Tabela 14 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água da panificadora.</i>	88
Tabela 15 - <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Panificadora</i>	89
Tabela 16 - <i>Dados Gerais do Hortifrúti</i>	90
Tabela 17 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do hortifrúti.</i>	97
Tabela 18- <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Hortifrúti</i>	98
Tabela 19 - <i>Dados Gerais da Drogaria</i>	99
Tabela 20 - <i>Consumo Setorizado da Drogaria.</i>	102
Tabela 21 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água na drogaria</i>	107
Tabela 22 - <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Drogaria</i>	108
Tabela 23 - <i>Dados Gerais do Salão de Beleza</i>	110
Tabela 24 - <i>Consumo Setorizado – Salão de Beleza</i>	112
Tabela 25 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do salão de beleza.</i>	119
Tabela 26 - <i>Resumo dos dados de Consumo nos Usos-Finais de Água - Salão de Beleza</i>	120
Tabela 27 - <i>Dados Gerais do Bar</i>	122
Tabela 28 - <i>Consumo Setorizado - Bar</i>	126
Tabela 29 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do bar.</i>	131
Tabela 30 - <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Bar</i>	132
Tabela 31 - <i>Dados Gerais da Pet Shop.</i>	133
Tabela 32 - <i>Consumo Setorizado da Pet Shop.</i>	135
Tabela 33 - <i>Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do pet shop.</i>	142

Tabela 34 - <i>Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Pet Shop</i>	143
Tabela 35 - <i>Resumo dos dados de consumo predial por estabelecimento e do bloco comercial</i>	144
Tabela 36 - <i>Resumo do consumo por uso-final no bloco comercial</i>	145
Tabela 37 - <i>Diferentes tipos de Equipamentos Economizadores de Água disponíveis no Mercado Brasileiro</i>	147
Tabela 38 - <i>Uso Racional da Loja de Material de Construção</i>	148
Tabela 39 - <i>Uso Racional da Panificadora</i>	150
Tabela 40 - <i>Uso Racional do Hortifrúti</i>	152
Tabela 41 - <i>Uso Racional da Drogeria</i>	153
Tabela 42 - <i>Uso Racional do Salão de Beleza</i>	155
Tabela 43 - <i>Uso Racional do Bar</i>	156
Tabela 44 - <i>Uso Racional do Pet Shop</i>	158
Tabela 45 - <i>Resumo do Potencial de Redução do Bloco Comercial por Estabelecimento</i>	160
Tabela 46 - <i>Resumo Uso Racional do Bloco Comercial</i>	162
Tabela 47 - <i>Resumo dos Resultados Gerais do Uso Racional</i>	164
Tabela 48 - <i>Resumo do Uso Racional por Usos-Finais no Bloco Comercial</i>	164

TERMINOLOGIA

Água cinza: Efluentes gerados nos processos de limpeza e lavagem.

Água cinza claras: Efluentes domésticos provenientes de chuveiros, lavatórios e lavanderia.

Água cinza escuras: Efluentes domésticos provenientes de cozinha que contém óleo, gordura e restos de comida.

Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.

Água não potável: Água que não atende os parâmetros de qualidade estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Águas negras: Água residual proveniente de descargas sanitárias.

Água pluvial: Água provinda das chuvas e demais precipitações atmosféricas.

Água potável: Água própria para beber e preparar alimentos cujos parâmetros de qualidade atendem à Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Água tratada: Água submetida a processos físicos, químicos e/ou biológicos para alcançar um determinado nível de qualidade das modalidades pretendidas.

Aproveitamento de água pluvial: Utilização da água de chuva.

Qualidade de água: É um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que ela apresenta de acordo com sua utilização.

Rede coletora de água: Conjunto de tubulações responsáveis pela coleta e transporte de água para tratamento e/ou armazenamento.

Rede de distribuição de água: Conjunto de tubulações responsáveis pela distribuição de água a pontos de uso.

Reservatório de retenção: Reservatório utilizado para acumular e armazenar água tratada à montante da rede de distribuição.

Reservatório de distribuição: Reservatório utilizado para a distribuição indireta de água tratada para pontos de uso não potável na edificação.

Reúso de água cinza: Reutilização de efluentes gerados nos processos de limpeza e lavagem em usos não potáveis.

Sistema predial de água não potável: Instalação hidrossanitária que faz uso de fontes alternativas de água para abastecimento distinto em usos não potáveis. Sistema descentralizado de abastecimento capaz de promover conservação de água em edificações.

Usos não potáveis: Uso de água que não atende aos parâmetros de potabilidade, mas que a sua qualidade seja adequada a usos específicos como irrigação, limpeza, lavagem, descarga sanitária, elementos paisagísticos, combate a incêndio, torres de resfriamento, entre outros.

Estabelecimento Comercial: Espaço de comércio ou serviço que desenvolva atividade empresarial. Assim, loja de venda de produtos de fabricação própria ou de terceiros, mesmo situada em rua e bloco edificado ou centro de compras são caracterizados como unidade consumidora de água. *Todo o complexo de bens, corpóreos (mercadorias, mesas, mobílias, imóveis) ou incorpóreos (nome comercial, marca, patente, direitos) que possibilitam o desenvolvimento da atividade empresarial (art. 1.142 do Código Civil Brasileiro).*

Bloco Comercial: Edificação ou parte composta por um conjunto de estabelecimentos comerciais que se abrem para o exterior do logradouro e/ou para um átrio central. Se caracteriza por uma única cobertura e múltiplas unidades consumidoras de água, com distribuição direta ou indireta por reservatório superior. Quando o domínio é de mais de uma pessoa física ou jurídica, possui condomínio. *Edificação ou parte destinada ao exercício de uma atividade comercial, industrial ou armazenagem, geralmente abrindo para o exterior (lote ou logradouro) ou para uma galeria de lojas (Lei Complementar nº 039/2014).*

LISTA DE SIGLAS

ADASA- Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal

ANA- Agência Nacional de Águas

CAESB- Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

DF- Distrito Federal

G1- Portal de notícias da Globo

GDF- Governo do Distrito Federal

IBG- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

l- litro (unidade de volume)

l/d- Litro por dia

l/m²/d- Indicador *per area* (litro por metro quadrado por dia)

l/p/d – Indicador *per capita* (litro por pessoa por dia)

l/s- Litro por segundo (medida de vazão de água)

lpf- Litro por fluxo (unidade de vazão de água, utilizada em descargas sanitárias)

m²- metragem quadrada (unidade de área)

m³- metro cúbico (unidade de volume)

m³/ano- Metro cúbico por ano

m³/mês- Metro cúbico por mês

n/d- Número por dia (frequência)

ONGs- Organizações Não Governamentais

ONU- Organização das Nações Unidas

ONU- Organização das Nações Unidas

RA-Região Administrativa

s - Segundo (unidade de tempo)

SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SDGs-Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UNESCO-Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. Introdução.....	19
1.1. Justificativa	21
1.2. Objetivos.....	27
1.3. Estrutura da Dissertação	27
2. Procedimento Metodológico	29
2.1. Objeto de Estudo.....	30
2.2. Auditoria do Consumo de Água	36
2.2.1. Consumo Faturado.....	37
2.2.2. Entrevistas Estruturadas	37
2.2.3. Vistoria técnica.....	40
2.2.4. Instalação dos Equipamentos <i>Data-Loggers</i>	41
2.2.5. Análise Descritiva	46
2.3. Simulação do Potencial de Redução do Consumo de Água	49
3. Resultados.....	52
3.1. Uso da Água.....	52
3.1.1. Bloco Comercial	52
3.1.2. Estabelecimentos Comerciais	64
3.1.3. Síntese dos Resultados	144
3.2. Uso Racional.....	146
3.2.1. Estabelecimentos Comerciais	148
3.2.2. Bloco Comercial	160
3.2.3. Síntese dos Resultados	163
4. Conclusão	165
4.1. Limitações e Recomendações para Futuros Estudos	169
5. Referências Bibliográficas.....	171
6. Anexos.....	178
6.1. Questionários Estruturados	178
6.2. Tabelas das Análises Descritivas	180

1. Introdução

A exaustão hídrica nos principais reservatórios do Distrito Federal (DF) chegou a níveis alarmantes entre 2016 a 2017. O percentual do volume útil das barragens do Descoberto e de Santa Maria chegou a 5,3% e a 21,6% de sua capacidade, respectivamente, no final de 2017 (ADASA, 2017). Como medida emergencial, o Governo do Distrito Federal (GDF) iniciou um regime de racionamento por rodízio de abastecimento em todas as regiões do DF e de reformulação tarifária por contingência fiscal, até que se atingisse um nível satisfatório de água nos reservatórios para preservar a segurança hídrica da região (CAESB, 2016). Trata-se de medidas paliativas, de curto prazo, ao verdadeiro problema de limitada disponibilidade hídrica para uma crescente demanda por água.

No intuito de suprir as necessidades da crescente demanda urbana, o GDF investiu na construção de novos sistemas produtores de água - Sistemas Bananal, Corumbá e na captação do Lago Paranoá (CAESB, 2018). Contudo, nota-se que a gestão dos recursos hídricos no DF está focada em uma logística direcionada para oferta de água. Em outros termos, conforme a demanda de água cresce, há extração de novas fontes hídricas para sustentar o consumo urbano de água. Portanto, essa política extracionista, direcionada para exploração de fontes naturais, gera ininterruptos impactos ambientais, desperdício econômico de custo capital e operacional de novos sistemas produtores de água (HERRINGTON, 2006; SANT'ANA *et al.*, 2013).

A exaustão hídrica não é exclusiva do Distrito Federal. Em São Paulo, o Sistema Cantareira chegou a operar com -25% em seu volume morto, no início de 2015 (SABESP, 2015). Em janeiro de 2014, a Represa de Três Marias, apontou o volume útil de 2,89% (ANA, 2014). Já a bacia do Rio Paraíba do Sul alcançou 0,49% de sua capacidade, ela abastece importantes reservatórios como o de Funil, de Jaguari, de Santa Branca e de Paraibuna, no qual alcançaram números preocupantes (ANA, 2015).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), das décadas passadas ao ano de 2016, o consumo de água no mundo aumentou duas vezes a mais que o total da população e prevê crescimento de 55% até o ano de 2050. Sem mudanças no dispêndio, na gestão e na distribuição do recurso hídrico, o planeta sofrerá com a carência de 40% no abastecimento em 2030. Isto posto, é necessária uma proposta de mudança emblemática no atual método de gestão dos recursos hídricos. Esse método se restringe apenas a tentar dissolver os impasses por meio de

soluções centralizadas de produção de água, com reduzido conhecimento dos problemas ambientais, sem compreender o sistema de fato e sanar a origem dos problemas atuais e dos que possivelmente surgirão (UN, 2015).

Essa conjuntura tem incentivado importantes indagações a respeito do atual paradigma de uso dos recursos naturais no mundo, sobretudo o da água (PAHL-WOSTL, *et al.* 2008; ALMEIDA, 2011; MAZZEGA, *et al.* 2014; UN, 2015). Nesse contexto, urge a ampliação de estudos sobre o tema, para promover a preservação dos recursos hídricos e do investimento em novas soluções voltadas à conservação de água. O desenvolvimento urbano sustentável e a preservação dos recursos hídricos requerem práticas conservadoras e descentralizadas de distribuição de água nas edificações, que contribuem para a redução da demanda de água em edificações (SANT'ANA e AMORIM, 2007), além de serem medidas que colaboram no controle da demanda hídrica urbana (VICKERS, 2001).

Há distintas tecnologias direcionadas a conservação de água que podem ser definidas por equipamentos e sistemas hidráulicos capazes de promover reduções no consumo de água potável, pelo seu uso racional ou pelo uso de fontes alternativas de água em fins não potáveis. Atuando na demanda, o uso racional de água em edificações é capaz de promover a redução da demanda de água pela utilização de equipamentos economizadores de água, aparelhos hidrossanitários de vazão reduzida, como torneiras automáticas, descargas de acionamento duplo, chuveiros, máquinas de lavar, entre outros (ANA *et al.*, 2005).

Essas tecnologias voltadas à conservação de água podem diminuir a pressão em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, por serem estratégias de uso sustentável da água, gerarem economia nos custos operacionais da rede de infraestrutura de água e esgoto (tratamento, distribuição e coleta) e reduzirem os impactos ambientais oriundos da exploração dos recursos naturais (ANDRÉ *et al.*, 2015; SANT'ANA *et al.*, 2017).

Diversos estudos apontaram que essas tecnologias são capazes de promover relevantes reduções no consumo de água em edificações, operando como ferramentas de gestão no controle da demanda urbana em edificações não residenciais (DIXON *et al.*, 1999; YANG e ABBASPOUR, 2007; ALVARES e SANT'ANA, 2016; SANT'ANA, *et al.*, 2017; SANTOS, 2018).

A partir dessas questões, com o intuito de contribuir para a promoção e preservação dos recursos hídricos locais e garantia de um desenvolvimento sustentável, a presente pesquisa fez um diagnóstico do uso de água e simulou o potencial de redução do consumo de água pelo emprego

de diferentes tipos de equipamentos economizadores em um bloco comercial do Distrito Federal.

1.1. Justificativa

A compreensão detalhada dos padrões de consumo de água abre caminho para o desenvolvimento e a avaliação de programas de conservação de água (WHITE e FANE, 2002). Nessa conjuntura, faz sentido compreender como a água está sendo utilizada nos diferentes tipos de unidades consumidoras (residenciais, comerciais e institucionais) do Distrito Federal.

No que tange à previsão de demanda urbana de água em estabelecimentos comerciais, diferentes estudos internacionais analisaram a demanda de água nesse tipo de edificação em termos de sua área construída (KIM&McCUEN, 1979; MORALES *et al.*, 2011), data de construção (MORALES *et al.*, 2011), população (MORALES&HEANEY, 2014; DZIEGIELEWSKI *et al.*, 1993), e preço de água (LYNNE *et al.*, 1978; DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000).

Para avaliar o desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água nas edificações é fundamental quantificar o consumo de água em seus usos-finais e compreender os hábitos de consumo dos usuários (DE OREO *et al.*, 1996). Dessa forma, alguns estudos internacionais caracterizaram os usos-finais de água em edifícios (DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000; FARINA *et al.*, 2011; SURRENDRAN, S. e WHEATLEY, 1998; WAGGETT e AROTSKY, 2006). Os estudos sobre usos-finais do consumo em edificações não-residenciais propiciam pesquisas sobre o potencial de redução da demanda para uma variedade de técnicas conservadoras e seus custos-benefícios (GRIGGS *et al.*, 1998; PASCHKE *et al.*, 2002; MADDAUS e MADDAUS, 2004; CHILTON *et al.*, 2000; MATOS *et al.*, 2014). Todavia, no Brasil, as descrições dos usos-finais do consumo de água são apenas primícias.

Até onde vai a literatura, a análise dos usos-finais de água em edifícios não-residenciais no Brasil resume-se a edifícios públicos (KAMMERS e GHISI, 2006), escritórios em Florianópolis (PROENÇA e GHISI, 2010), escolas (FASOLA *et al.*, 2011; MARINOSKI e GHISI, 2008; SILVA *et al.*, 2006; SANT'ANNA *et al.*, 2013) e hotéis em Brasília (SANT'ANA e NASCIMENTO, 2014). Outras pesquisas nacionais sobre conservação de água em edificações não residenciais identificaram o potencial de redução do consumo de água em hospitais (ILHA *et al.*, 2006), indústria (MIERZWA e HESPANHOL, 2005) e instituições de ensino (MEDEIROS *et al.*, 2012; FASOLA *et al.*, 2011; MARINOSKI e GHISI, 2008; SILVA *et al.*, 2006; SANTANA e SANT'ANA, 2017). No que se diz respeito a edificações comerciais,

estudos limitam-se a padarias em São Paulo (MOTTA e SANCHEZ, 2001) e São Paulo (GOMEZ e ALVEZ, 2000), posto de gasolina em Brasília (GHISI *et al.*, 2009), shopping center no Rio de Janeiro (NUNES, 2006) e café em Brasília (TOTUGUI *et al.*, 2019).

Motta e Sanchez (2001) apresentaram a caracterização do consumo de água por usos-finais em estabelecimento comercial de padaria, baseada na determinação e validação de parâmetros considerados representativos e da correlação dos mesmos com o consumo de água, bem como geraram uma previsão de demanda para a atividade comercial analisada. No estudo foram obtidos uma significativa amostragem quantitativa de 141 estabelecimentos utilizados para a parametrização. Fizeram uso de questionários aplicados na pesquisa de campo e, na sequência, analisaram os parâmetros, selecionando-os e cruzando-os com os dados de monitoração. Foram monitorados, em padarias de portes distintos, os consumos de cavalete, saídas de caixa d'água e outros pontos considerados importantes, com utilização de *data loggers*, nos quais foram obtidas as seguintes porcentagens de consumo por setor: cozinha/confeitaria (40%); banheiros (31,5%); copa (20,1%); panificação (6,9%); e outros (1,5%).

Gomez e Alvez (2000) descreveram a aplicação da técnica de rastreamento de taxa de fluxo no perfil de consumo e usos-finais de padarias da Região Metropolitana de São Paulo. Para tal, o trabalho analisou o rastreamento da taxa de fluxo, ou seja, o fluxo hidrograma, a fim de obter a participação de vários equipamentos sanitários no consumo de água. O conhecimento prévio do perfil de descarga do aparelho permitiu a identificação no rastreio geral da taxa de fluxo de consumo de água. Nas padarias analisadas, há produção de pão, áreas de lanchonete onde servem bebidas e lanches preparados na hora e vendas de diversos produtos, almoços rápidos e doces. Para as padarias, o consumo mensal variou de 17 a 24 m³ e seus usos-finais de água resultaram na seguinte ordem: balcão de sanduíches (lanchonete) 52,2%, banheiros 27%, cozinha 10,3%, limpeza de piso 4,1%, produção de pães 3,4% e vazamentos 3%.

Nunes (2006) estimou o consumo de água e indicou medidas potenciais para o uso racional e reúso de água no Shopping Rio Sul, Rio de Janeiro. A demanda predial média foi de 30.546m³/mês e a população média total diária foi superior a 30 mil pessoas. O desperdício mensal estimado foi de 3.309 m³/mês no shopping e de 1.850 m³/mês na torre comercial, total de 5.124m³/mês. Portanto, isso representa o potencial de redução do consumo de 16,77% do consumo total, 30.546m³/mês, isto é, uma diminuição importante de mais de cinco milhões de litros de água consumida por mês. Para o autor, há limitadores como o uso de somente referências internacionais dentro do tema, já que há variáveis como aspectos culturais, condições climáticas, níveis de instrução e renda dos usuários que afetam o consumo.

No tocante a estudos no Distrito Federal que preveem o potencial de redução do consumo de água, por meio da implementação de diferentes tecnologias voltadas a conservação de água em edificações no DF, Sant'Ana *et al.* (2013) caracterizou os usos-finais de água do estoque de edificações residenciais de Brasília e identificou o potencial de redução do consumo de água promovido por diferentes sistemas Aproveitamento de Água pluvial (AAP) e Reúso de Água Cinza (RAC). Os resultados do estudo apontaram um alto índice de consumo de água em chuveiros (23,0%), máquinas de lavar roupa (21,4%) e descargas sanitárias (15,3%). No que diz respeito aos usos externos de água, foi constatado baixa demanda predial total (3,5%). Concluiu-se que, em média, as áreas de cobertura podem prover águas pluviais para suprir 48% da demanda em lavagem de roupas, 60% em descargas sanitárias e 100% em lavagem de pisos e irrigação. Enquanto, os sistemas de reúso de águas cinzas geram economia de água em lavagem de roupas (2.541 m³/ano) e descarga sanitárias (1.815 m³/ano). Ambos sistemas AAP e RAC são capazes de promover reduções no consumo equivalente a 811 m³/ano.

Sant'Ana (2012) fornece informações específicas sobre os usos-finais da água e avalia a viabilidade da implementação do uso racional da água e de sistemas de conservadores de água (AAP e RAC) em termos de sua aplicabilidade, economia de água e benefícios financeiros para edifícios residenciais de vários pavimentos no Distrito Federal. Os resultados sugerem que as trocas dos equipamentos hidráulicos por outros economizadores de água têm baixo custo, a instalação é simples e os mesmos são eficientes conservadores de água, capazes de promover economia de água e gerar benefícios financeiros. Embora os sistemas de reúso de água tenham sido capazes de promover grandes reduções no consumo de água, em geral, mostraram-se opções economicamente inviáveis devido aos altos custos. Isso sugere que políticas e subsídios governamentais sobre impostos e taxas de juros possam ser usados como meio de promover incentivos para o público em geral investir em sistemas de reúso de água.

Sant'Anna *et al.* (2013) analisou o consumo de água em uma escola pública de Brasília. Para tanto, uma metodologia de baixo custo foi elaborada, fundamentada em diferentes técnicas de auditoria hidráulica para estimar os usos-finais do consumo de água em um estudo de caso na Escola Classe 415 Norte. A pesquisa desagregou os resultados de consumo predial e analisou os usos-finais do consumo adulto e infantil, da cozinha e das torneiras de jardim, exibindo dados primários em distintos indicadores para o emprego na verificação do desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água em escolas. Os resultados indicaram o consumo *per capita* adulto equivalente a 11 l/p/d. Constatou-se que apenas 1 em cada 5 alunos da escola davam descarga após uso do vaso sanitário e que nem todas as crianças lavavam as mãos após uso do vaso sanitário, resultando em um consumo reduzido. Observou-se que além da alta vazão das

torneiras, aproximadamente 18% das crianças não as fechavam totalmente, gerando desperdício de água. Concluiu-se que o segundo maior consumo encontrado foi nas torneiras da cozinha e que o elevado consumo em descargas sanitárias se deu principalmente em função do uso adulto.

Sant'Ana e Nascimento (2014) realizaram um estudo no setor hoteleiro em Brasília, com o intuito de estimar os usos-finais do consumo de água em edificações hoteleiras. Para tal, selecionaram um hotel representante de cada tipologia edilícia presente nos setores hoteleiros de Brasília. A Tipologia A, retrata os edifícios de 3 pavimentos; e a Tipologia B, representa os edifícios em altura. Utilizou-se técnicas de auditoria do consumo de água nesse estudo para coletar dados referentes ao consumo de água relativos ao consumo de hóspedes nos apartamentos, funcionários, nos processos de limpeza, lavagem, irrigação e preparo de alimentos. Os resultados demonstram que a Tipologia A apontou um indicador de consumo menor que a Tipologia B - 2,08 l/m²/d e 4,44 l/m²/d, respectivamente. Com isso, verificou-se que a edificação hoteleira com maior área construída, e que oferece serviços diferenciados (Tipologia B), apresentou o maior consumo predial 33.368 m³/ano e a outra 1.500 m³/ano (Tipologia A). Foi possível verificar que o principal consumo nos usos-finais de água consumo de água nessas duas tipologias foram nos chuveiros (90% do consumo na Tipologia A, e 79% para a Tipologia B). Portanto, sugeriram que a aplicação de dispositivos economizadores de água nos chuveiros e o reúso dessa água cinza podem contribuir significativamente na redução do consumo de água.

Santana e Sant'Ana (2017) identificaram possíveis economias de água para diferentes estratégias de conservação em escolas públicas no Distrito Federal. Para isso, foram efetuadas análises de correlação utilizando dados quantitativos sobre consumo medido de água, população, área construída, idade construída, área de jardins e aparelhos sanitários. Essas análises foram realizadas para compreender quais as principais variáveis que afetam a demanda de água nas escolas. Em seguida, uma auditoria da água foi realizada em um centro educacional para obter dados qualitativos de hábitos de consumo dos usuários, frequência de uso e consumo em todos os usos-finais da água. Com esses dados quantitativos e qualitativos, foi possível compor um modelo representativo para estimar possíveis economias de água por meio da troca de equipamentos hidráulicos por outros mais economizadores e por sistema AAP para usos não potáveis. Em geral, os resultados apontaram que as áreas verde e construída são os variáveis mais relevantes que afetam o consumo de água nas escolas. Em decorrência da auditoria do consumo, constatou-se que as maiores demandas de água de água correspondem a vazamentos (27%) e irrigação de jardins (24%). Dessa forma, indicaram que as principais estratégias de eficiência hídrica envolvem a reparação de vazamentos no sistema predial e o uso de aspersores

para irrigação, promovendo uma economia de 681 m^3/ano e 1,808 m^3/ano , respectivamente. Sistemas AAP foram capazes de promover economia de água de até 287 m^3/ano .

Sant'Ana e Mazzega (2017) exploraram a correlação entre consumo doméstico de água e tipologia da habitação, renda familiar e número de ocupantes. Estimam o consumo dos usos-finais da água doméstica de distintas tipologias de renda familiar e construção residencial do DF. Com o intuito de verificar a consistência dos dados estimados dos usos-finais de água adquiridos por meio dos equipamentos *data-loggers* com consumo mensurado no nível da habitação, modelos de erro de covariância foram construídos. Os modelos de erro também foram utilizados na regularização da regressão do consumo de água sobre variáveis socioeconômicas. Dessa forma, utilizaram uma abordagem generalizada de mínimos quadrados. Baseado em regressão linear usando dados transformados em *log*, o estudo validou e apresentou um consumo de água doméstica em ambientes internos e externos modelo. Os resultados indicaram que as características da habitação, número de residentes e renda familiar afeta os padrões de consumo interno e externo de água e, portanto, devem ser considerados para adequada previsão da demanda de água, para o dimensionamento de sistemas conservadores de água e para calcular o potencial de redução do consumo de água para diferentes medidas conservadoras de água.

Ainda no DF, Santos (2018) analisou o potencial de redução do consumo de água potável na Rodoviária do Plano Piloto por meio dos sistemas alternativos de abastecimento: AAP e RAC. Para tanto, inicialmente foi efetuado o levantamento de dados primários e, a partir dessas informações, realizou-se uma análise de correlação para avaliar quais variáveis (climáticas e tarifárias) impactam o consumo de água. Posteriormente, foram estimados os usos-finais de água da edificação. Os resultados das análises de correlação apontaram uma relação muito baixa com as variáveis climáticas e uma relação alta com as tarifas aplicadas. Constatou-se que vasos sanitários e mictórios são os que demandam mais água, necessitando em média de 7.214 l/d e nos lavatórios 1.889 l/d . Com esses dados, foi possível gerar indicadores de consumo para cada uso-final. Dessa forma, o indicador do vasos sanitários foi 0,54 $l/p/d$, lavatório foi 0,18 $l/p/d$ e lavagem de pisos 0,6 $l/m^2/d$. Por último, concluiu-se que os sistemas RAC são capazes de promover uma redução anual no consumo de 15%, equivalente a 601 m^3/ano de água, com um reservatório de apenas 1.500 l . Já o AAP tem capacidade para abastecer todos os fins não potáveis e tem potencial de redução do consumo anual de até 80%, 3.229 m^3 .

Barbosa *et al.* (2018) caracterizaram os usos-finais de água em edificações de ensino superior do Campus Universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília e, com isso, efetuaram

uma análise comparativa do desempenho de sistemas AAP e RAC. Para tanto, foram gerados indicadores de consumo predial com base no consumo faturado, área construída e população de cada edificação analisada e, posteriormente, foram estimados os usos-finais de água por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas. Com esses dados, foi possível realizar simulações para verificar a economia de água para diferentes sistemas AAP e RAC partindo de três cenários de usos não potáveis: i) Irrigação e lavagem de pisos (Cenário 1); ii) Descarga sanitária (Cenário 2); e iii) Irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária (Cenário 3). Por último, foi feita uma análise comparativa do desempenho dos sistemas na redução do consumo de água. Os resultados mostraram que, para o Cenário 1, ambos os sistemas conseguem suprir toda a demanda de água. Contudo, os dois tipos de sistemas não são capazes suprir toda a demanda dos Cenários 2 e 3. Genericamente, o aproveitamento de águas pluviais apresentou um melhor desempenho, promovendo economia de 137 a 19.510 m^3/ano , dependendo do porte da edificação.

Santos *et al.* (2019) analisaram o potencial de redução do consumo de água potável no Aeroporto Internacional de Brasília por meio do sistema AAP. Essa análise pressupõe uma compreensão do consumo de água dessa edificação, identificando seu consumo anual e os usos-finais de água desagregados de água não potável. Os resultados apresentaram que o consumo anual médio é de 158.815 m^3 . Os usos-finais para limpeza de pisos demanda 20.900 l/d , para desemborramento das pistas é de 789 l/d e irrigação da área de 47.857 l/d . A partir dessas informações foram simulados dois diferentes cenários para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de água pluvial em irrigação (Cenário 1), e em irrigação, desemborramento de pistas e limpeza de pisos (Cenário 2). Para o primeiro, indicou economia de aproximadamente 4.562 m^3/ano e, para o segundo, de 10.387 m^3/ano , que representa um potencial de redução do consumo de água de aproximadamente 3% e 7%, respectivamente.

Ao se tratar de estudos sobre o consumo de água em edificações comerciais no Distrito Federal, Totugui *et al.* (2018) classificaram as diferentes atividades comerciais para identificar indicadores de consumo de água em estabelecimentos comerciais, apresentando um modelo hipotético de previsão de demanda de água. A metodologia baseou-se na composição de um modelo representativo que consiste em levantamento quantitativo, número de amostras, caracterização da tipologia (população, áreas, atividades desenvolvidas, entre outros) e demanda hídrica para a criação de indicadores de consumo de água ($l/p/d$, $l/m^2/d$, etc.). No entanto, não foi abordado quais medidas podem ser tomadas para a redução do consumo de água.

Em outro estudo, Totugui *et al* (2019) caracterizaram e analisaram os usos-finais de água de um café localizado em um edifício comercial na Asa Norte, Brasília, DF. A auditoria do consumo contou com instalações de equipamentos de medição *data-loggers* em todos os pontos hidráulicos. Constatou-se que esse tipo de atividade comercial tem maior consumo no setor de cozinha. Conclui-se que os resultados foram bastantes positivos, pois a discrepância entre o valor mensurado pelos *data-loggers* e o valor médio diário faturado pela CAESB foi de apenas -11% do consumo que não pôde ser explicado pelos usos-finais validando o método utilizado neste estudo.

Em vista disso, observa-se uma carência de dados quando se refere aos usos-finais do consumo de água em diferentes tipologias de edificações comerciais no DF. Ainda, conclui-se não haver estudos que compreendam o consumo de água em blocos comerciais. Nesse contexto, torna-se necessária a ampliação de estudos sobre o uso e a conservação de água em diferentes tipos de edificações comerciais no Distrito Federal para promover a preservação dos recursos hídricos locais e garantir um desenvolvimento sustentável. Portanto, este estudo realizou um diagnóstico do uso de água em um bloco comercial, na Região Administrativa do Lago Norte, de Brasília, Distrito Federal.

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é realizar um diagnóstico do consumo de água em um bloco comercial, para simular o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de diferentes tipos de equipamentos economizadores de água em um bloco comercial existente, situado no Lago Norte, Distrito Federal. Tem-se como objetivos específicos:

1. Analisar como a água está sendo utilizada em cada atividade comercial que compõe o edifício e no bloco comercial como um todo; e
2. Simular o potencial de redução do consumo de água potável das intervenções prediais voltadas ao uso racional da água.

1.3. Estrutura da Dissertação

Capítulo 1: Introdução

O capítulo 1 aborda de maneira sintética o contexto do atual modelo de gestão da água, que impacta na disponibilidade hídrica para o abastecimento urbano, e a crise hídrica no Distrito Federal. Ainda, a lacuna no conhecimento referente aos usos-finais em edifícios não

residenciais, apresentando estudos prévios e o que foi desenvolvido, em especial para as edificações de comércio. Trata, também dos objetivos desta pesquisa e da estrutura desta dissertação.

Capítulo 2: *Procedimentos metodológicos*

O capítulo 2 trata dos procedimentos metodológicos que discorre sobre as etapas desenvolvidas para atingir os objetivos traçados, com embasamentos teóricos que auxiliaram nas interpretações das análises dos resultados. Apresenta, ainda, a caracterização do objeto de estudo deste trabalho, o Bloco Comercial do Lago Norte.

Capítulo 3: *Resultados*

O capítulo 3 apresenta a aplicação da metodologia no estudo de caso do Bloco Comercial do Lago Norte, exibindo a análise descritiva do uso da água em cada estabelecimento e do bloco comercial e, em seguida, os resultados das simulações do potencial de redução do consumo por meio do uso racional da água em todas as lojas e do edifício como todo.

Capítulo 4: *Conclusão*

Por fim, o capítulo 4 discute os resultados contrapondo com estudos existentes e aponta as considerações finais da pesquisa, as limitações do estudo e as recomendações para estudos futuros.

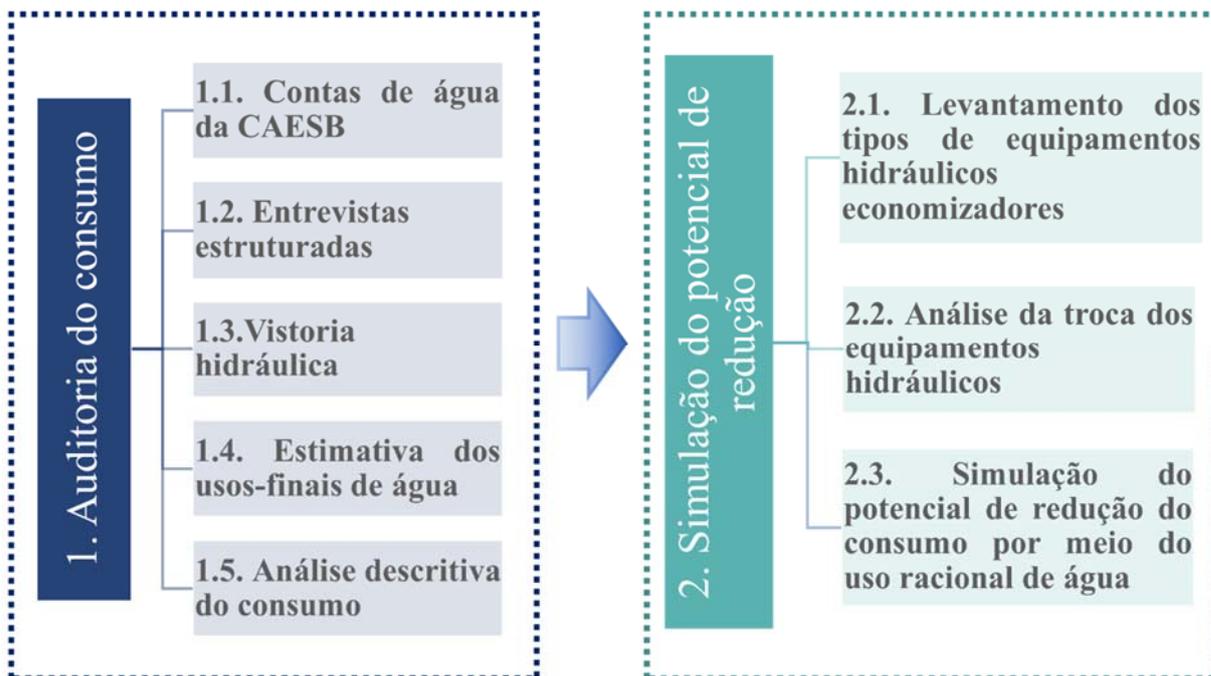
2. Procedimento Metodológico

Com intuito de alcançar o objetivo, foi desenvolvida uma metodologia em duas etapas (Figura 1): i) auditoria do consumo de água e ii) simulação do potencial de redução do consumo de água. Antes de tudo, foi retratado o objeto de estudo, apontando a localização, as características tipológicas e hidráulicas e, ainda, a como se deu a escolha do objeto desta pesquisa.

A primeira etapa iniciou por meio de entrevistas direcionadas a proprietários/gestores para obter dados referentes ao consumo predial de água, população, áreas, atividades comerciais desenvolvidas e hábitos de lavagem de pisos. Em seguida, foram instalados equipamentos de medição *data loggers* em todos os pontos de consumo, com a finalidade de estimar os usos-finais de água da edificação analisada. Posteriormente, foi possível realizar uma análise descritiva do consumo de água do bloco e de todos os estabelecimentos comerciais, exibir, ainda, indicadores de consumo *per capita*, *per area* e outros mais específicos para cada tipo de atividade comercial.

Na segunda etapa, foi efetuado um levantamento de alguns equipamentos economizadores de água disponíveis no mercado, de acordo com os que compõem o bloco comercial, apresentando sua marca, modelo e vazão. Com esses dados e as informações adquiridas inicialmente, foi possível averiguar as prováveis trocas dos equipamentos hidráulicos atuais em cada uso-final, que constituem o edifício. Para tanto, foram contrapostas as vazões dos equipamentos economizadores com as vazões bases (*baseline*) dos equipamentos hidráulicos existentes, considerando o tipo de atividade realizada em cada ponto hidráulico, para simular o potencial de redução do consumo de água. Dessa forma, foi possível verificar a porcentagem e o volume mensal do potencial de redução do consumo pelo uso racional da água, em cada estabelecimento comercial e, por seguinte, do bloco comercial.

Figura 1 - Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos

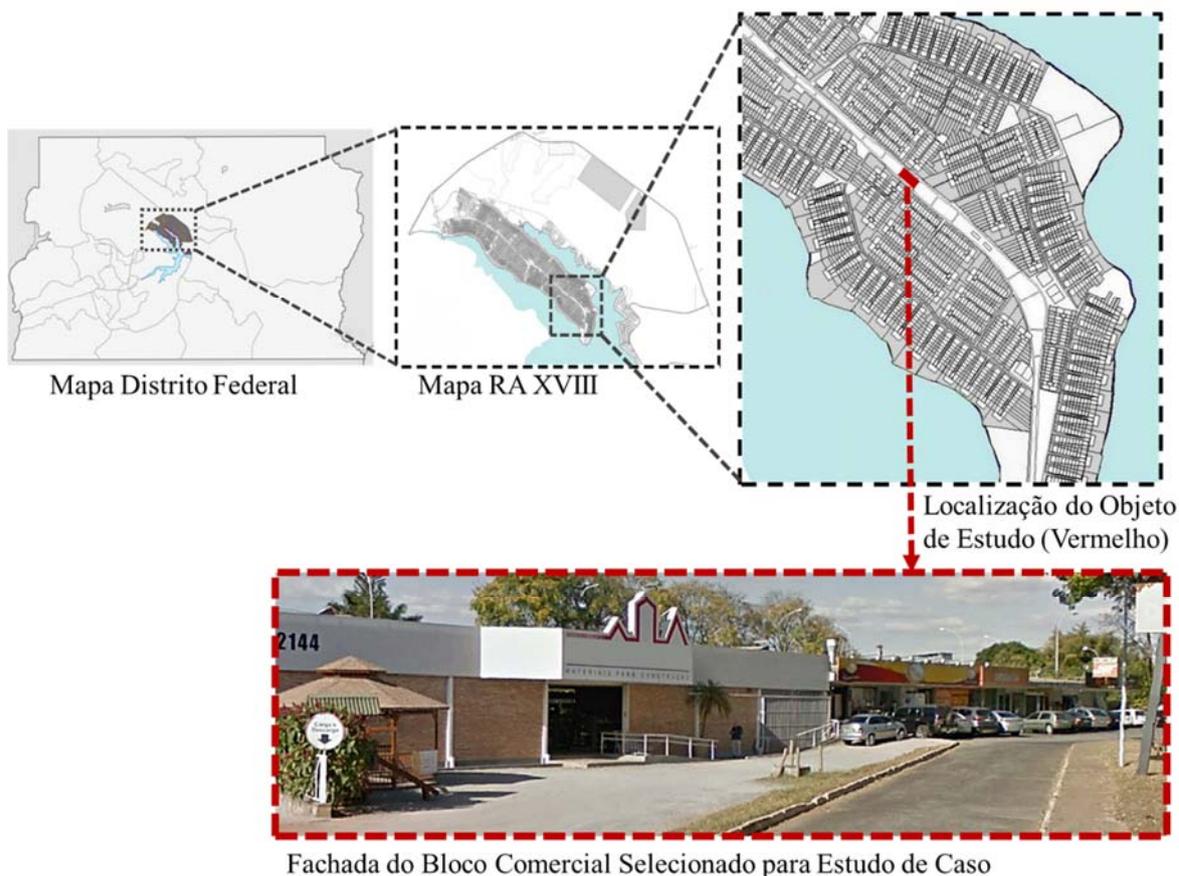


2.1. Objeto de Estudo

A escolha e a intenção de analisar um bloco comercial surgiram do propósito de apresentar um estudo de cunho inovador à comunidade científica, em estender a pesquisa sobre compreensão do consumo de água para tipologia de edifícios comerciais. Constatou-se a grande carência de pesquisas no setor comercial, de serviços e de entretenimento, uma vez que a maioria dos trabalhos encontrados nesta área abordava o perfil de consumo em segmentos industriais, educacionais (escolas e universidades), residenciais, hospitalares e transporte.

Portanto, objeto de estudo analisado é um bloco comercial localizado no canteiro central da QI 13 do Lago Norte, Região Administrativa XVIII, do Distrito Federal, área do DF situada próxima à RA I do Plano Piloto, centro da capital do país, conforme apresentado em vermelho e a fachada do edifício na Figura 2.

Figura 2 - Localização do bloco comercial da RA XVIII, no Distrito Federal.



O projeto urbano de Brasília teve como fundamento traduzir um conceito urbanístico composto por superquadras constituídas de unidades de vizinhança com blocos comerciais locais. De acordo com a Lei Complementar nº 39/2014, um bloco comercial pode ser definido como uma edificação destinada ao exercício de atividades comerciais, geralmente abrindo para o exterior (lote ou logradouro) ou para uma galeria de lojas. Historicamente, os espaços edificados nas proximidades do Lago Paranoá, foram estratégicos para evitar a ocupação indevida entre a Praça dos Três Poderes, e a orla do lago e os Setores de Habitação Individual Sul e Norte, e é nessa região (Lago Norte e Lago Sul) onde se proliferaram as casas isoladas, de maior padrão econômico (MINAS GERAIS, 2012). No Lago Norte, as principais atividades econômicas são de comércio e a prestação de serviços, com cerca de 1,2 mil empresas (CODEPLAN, 2016).

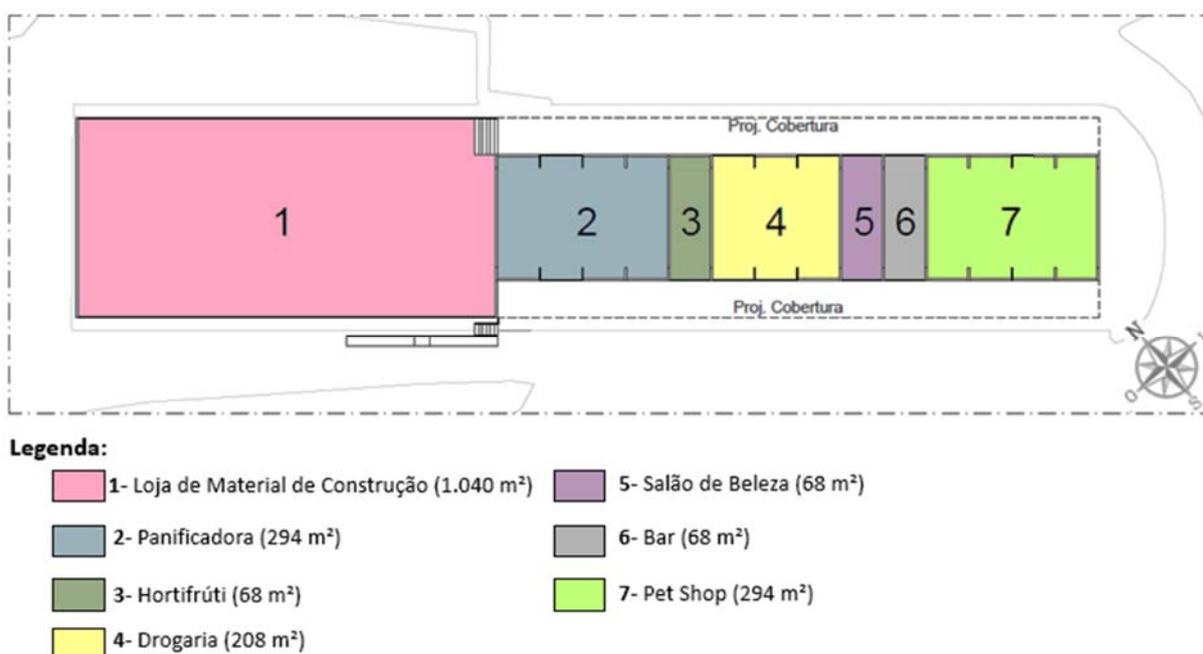
Diante dos diversos comércios existentes em Brasília, optou-se por um bloco comercial na RA Lago Norte. Primeiro, porque a RA XVIII possui blocos com atividades estritamente comerciais (não possuem atividades mistas) e contém maior diversidade de atividades de comércio e serviços no edifício. Segundo, porque o bloco comercial em estudo fica localizado na avenida principal da RA XVIII, tendo importância para a região na qual se situa, pois é um dos comércios mais frequentados pela população que reside e que visitam a região. Terceiro, e mais

importante, foi o fato de que todos os proprietários dos estabelecimentos comerciais que compõem o edifício se disponibilizaram a participar da pesquisa. A dificuldade de acesso para a realização da pesquisa no setor de comércio e serviços é alta, pois nem sempre todos os lojistas estão dispostos a cooperar com o estudo, o que pode inviabilizar o estudo de caso de um edifício.

O bloco comercial em estudo foi construído há aproximadamente 26 anos, tem 2.116 m² de área construída e possui 7 estabelecimentos comerciais (loja de material de construção, padaria hortifrúti, drogaria, salão de beleza, bar e *pet shop*). As lojas funcionam em dias e horários específicos variando pelo tipo de atividade. A Figura 3 abaixo apresenta uma planta baixa esquemática do edifício para representar a disposição dos estabelecimentos comerciais no edifício com as respectivas metragens quadradas.

A edificação possui 2.116 m² de área construída, 1.420 m² de área de cobertura, 405 m² de área de piso externo e as áreas de pisos internos são as áreas de piso das lojas especificadas no estudo de caso de cada uma e o edifício não possui área de jardim. A soma da população de cada estabelecimento contabiliza 111 funcionários ao todo e atendem em média 366 clientes por dia. O consumo predial de água médio é de 3.550 m³/ano (9.727 l/d), ou seja, o consumo *per área* é de 4,6 l/m²/d e o consumo *per capita* (população fixa), de 88,6 l/p/d.

Figura 3 - Planta Baixa Esquemática do Bloco Comercial do Lago Norte



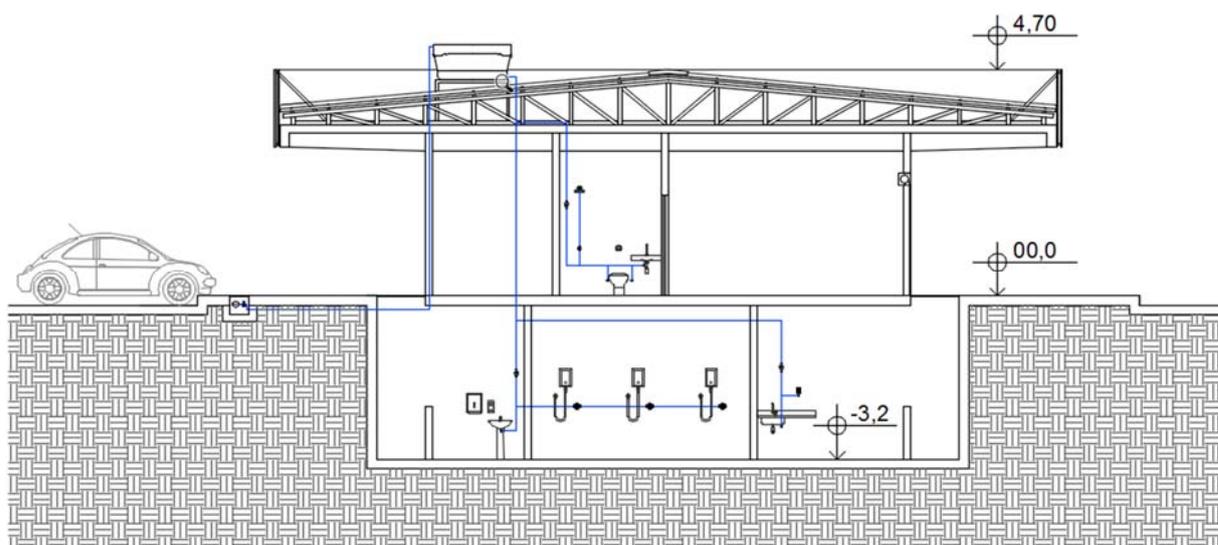
O abastecimento de água é direto e unitário para cada loja, o que significa que cada estabelecimento possui um hidrômetro e ligação indireta com a rede de distribuição de água potável da rua. Os blocos comerciais do Distrito Federal possuem, em suma maioria, ligação

direta para cada estabelecimento comercial que compõe o bloco, isto é, cada loja é abastecida diretamente pela rede de distribuição de água potável da rua e detém um hidrômetro. Dessa forma, no período de racionamento os comércios da capital foram muito prejudicados, dado que permaneciam dois dias sem água nos estabelecimentos. Em geral, os blocos comerciais no DF dispõem de três pavimentos, comércio no subsolo e térreo, enquanto no primeiro pavimento há escritórios ou apartamentos residenciais, ou seja, edifício de uso misto. Logo, o primeiro pavimento é abastecido por caixas d'água e o térreo e subsolo de são abastecimento direto (cada loja possui um hidrômetro). Contudo, o bloco comercial do Lago Norte, em estudo, é composto por apenas dois pavimentos (térreo e subsolo), mesmo assim seguiu o padrão do DF, com ligação direta em cada estabelecimento comercial inicialmente e sem caixas d'água.

Entretanto, no ano que ocorreu o racionamento de água (2017), todos os proprietários instalaram caixas d'água em seus estabelecimentos, variando os volumes e os números de caixas d'água por comércio. Desse modo, tornando, atualmente, a distribuição indireta, onde cada loja possui caixas d'água, localizadas na área da laje que fica em projeção ao estabelecimento. Portanto, o sistema predial funciona da seguinte forma: água que provém da rede de distribuição passa primeiramente pelo hidrômetro da loja, em seguida vai para a caixa d'água do comércio e depois abastece cada ponto hidráulico do estabelecimento Figura 4.

A edificação possui dois pavimentos: subsolo e térreo. O subsolo é composto, em sua maioria, por atividades de acesso restrito a funcionário, contendo a maior parte das áreas molhadas do edifício (cozinhas, vestiários, copas, banho e tosa, lavatório de cabelo, entre outros). Além disso, o subsolo é utilizado como depósito de produtos (materiais de construção maiores, estoque de ração, câmara fria, frutas, entre outros). O térreo é o pavimento mais frequentado pelos clientes, local onde a população flutuante consome produtos e é efetuado o pagamento dos produtos fornecidos e serviços realizados. Nesse andar, há apenas banheiros para atender os clientes. A Figura 4 mostra um corte esquemático do edifício para descrever mais claramente a estrutura da construção. O coroamento da edificação é de, aproximadamente, 4,7 metros.

Figura 4 - Corte Transversal Esquemático do Bloco Comercial



Todos os banheiros que constituem a edificação são dos estabelecimentos comerciais, isto é, não há nenhum banheiro público, do condomínio, no bloco comercial. As sete lojas possuem um pavimento térreo e subsolo. Entretanto, a metragem quadrada, número e tipos de instalações hidráulicas, áreas molhadas e layouts variam para cada estabelecimento comercial. Portanto, a Tabela 1 apresenta informações mais detalhadas das composições hidráulicas, áreas molhadas por pavimento e a metragem quadrada de cada loja que constituem o edifício.

Tabela 1 - Números e Tipos de Equipamentos Hidráulicos por Estabelecimento Comercial

LOJA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (1.040 m²)	
Térreo	
Banheiros Clientes	Quantidade
Vasos Sanitários (válvula de parede)	3
Lavatório	4
Mictório	2
Subsolo	
Vestiário	Quantidade
Chuveiro	1
Chuveiro elétrico	1
Ducha	1
Lavatório	1
Vasos Sanitários (válvula de parede)	2
Cozinha	
Pia de cozinha	1
Lavagem de Piso	
Tanque	1
PANIFICADORA (294 m²)	
Térreo	
Balcão (Lanchonete)	Quantidade
Lavatório	1
Pia de cozinha	3
Banheiro de Clientes	

Lavatório	1
Descarga sanitária	1
Subsolo	
Banheiro de Funcionários	Quantidade
Lavatório	1
Descarga sanitária (caixa acoplada)	1
Cozinha	
Pia Industrial	1
Máquina de Pão	1
Torneira de Uso Geral	1
HORTIFRÚTI (68 m²)	
Subsolo	
Cozinha	Quantidade
Pia de cozinha	2
DROGARIA (208 m²)	
Subsolo	
Banheiro	Quantidade
Lavatório	1
Descarga Sanitária (caixa acoplada)	1
Copa	
Pia de Cozinha	1
Filtro de Água	1
Área de Serviço	
Tanque	1
SALÃO DE BELEZA (68 m²)	
Subsolo	
Salão	Quantidade
Lavatório de cabelo	2
Lavatório	1
Copa	
Pia de cozinha + Filtro	1
Lavagem de pisos	
Torneira de uso Geral	1
Térreo	
Banheiro	Quantidade
Lavatório	1
Descarga sanitária (caixa acoplada)	1
BAR (68 m²)	
Térreo	
Banheiro (clientes)	Quantidade
Lavatório	1
Descarga sanitária (caixa acoplada)	1
Balcão	
Pia de Cozinha + Filtro de água	1
Subsolo	
Banheiro (Funcionário)	Quantidade
Lavatório	1
Descarga sanitária (caixa acoplada)	1
Cozinha	
Pia de Cozinha	1
Área de Serviço	
Torneira de uso geral	1
PET SHOP (294 m²)	
Térreo	
Banheiro	Quantidade
Chuveiro	1
Lavatório	1
Vaso Sanitário	1

Subsolo	
Copa	Quantidade
Pia de cozinha	1
Banho Pets	
Chuveiro	3
Lavagem de Piso	
Torneira de Uso Geral	1

Os sete estabelecimentos que compõem o bloco comercial contabilizam no total 58 equipamentos hidráulicos, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Números e Tipos de Equipamentos Hidráulicos que Compõem o Bloco Comercial

BLOCO COMERCIAL	
Equipamentos Hidráulicos	Quantidade
Descarga Sanitária	12
Mictório	2
Lavatório	14
Chuveiro	4
Chuveiro Pet	3
Ducha de Cabelo	2
Filtro de Água	1
Pia de Cozinha	12
Pia Industrial	1
Máquina de Pão	1
Tanque	2
Torneira de Uso Geral	4
TOTAL	58

2.2. Auditoria do Consumo de Água

Essa etapa trata de técnicas de auditoria de consumo de água adaptáveis a cada tipo de estabelecimento e situação, contando com instalações de equipamentos de medição *data-loggers* em pontos hidráulicos, para registrar eventos de consumo com o intuito de estimar o consumo de cada uso-final de água da edificação analisada.

Para tanto, iniciou-se por meio do alcance do consumo faturado de uma série histórica por intermédio da CAESB e, em seguida, pelo levantamento de dados primários mediante entrevistas estruturadas para obter dados referentes à população, áreas, atividades comerciais desenvolvidas e hábitos de lavagem de pisos. Por seguinte, foram feitas instalações de equipamentos de medição *data loggers* em todos os pontos de consumo com o intuito de estimar os usos-finais de água do bloco comercial e de cada estabelecimento comercial. Com isso, foi possível realizar uma análise descritiva do consumo de água do bloco e de todas os estabelecimentos comerciais para melhor compreensão do consumo.

2.2.1. Consumo Faturado

Como ponto de partida, foi necessária a aquisição das contas de água mensais de cada estabelecimento comercial que compõe o bloco, por meio da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), relativas ao período de janeiro de 2013 a dezembro de 2017. Foi realizada a análise dos padrões de consumo predial de água para obtenção da média de consumo predial de água. Houve comparações dos consumos em diferentes períodos, com o intuito de compreender sua variação e os motivos que podem afetá-lo. Em seguida, foram geradas hipóteses relativas às variações do consumo predial (aumento ou redução repentina).

Além da crise hídrica que influencia diretamente nos hábitos de consumo dos usuários e na redução da pressão, outros fatores podem também influenciar o consumo, tais como crise econômica, por se tratar de comércios, fluxo de clientes, horário de funcionamento da loja, demissão e contratação de funcionários. No entanto, a diminuição da pressão da água na rede de distribuição e o racionamento por rodízio tornaram o ano de 2017 um ano que pode enviesar a média do consumo.

É necessário saber quais são os consumos dos anos que mais representam a média real. Em vista disso, foi preciso realizar uma análise descritiva do consumo faturado do edifício como um todo para entender quais anos seriam utilizados para obter a média de consumo faturado do bloco e por estabelecimento comercial. Isso pois, é indispensável definir o mesmo período de consumo a ser utilizado para analisar cada estabelecimento, uma vez que eles constituem o edifício. Antecipando os resultados dessa análise, para melhor compreensão da metodologia, o ano de 2017 foi desconsiderado nas análises das médias das médias de consumo mensal e anual, tanto do bloco comercial quanto em cada estabelecimento que compõe o edifício. Logo, as análises descritivas das médias mensais foram feitas apenas dos anos de 2013 a 2016. O processo dessa análise descritiva consta no item 2.2.3. Análise Descritiva.

2.2.2. Entrevistas Estruturadas

Para as análises de cada estabelecimento comercial foram efetuadas entrevistas estruturadas (item 9 - Anexo) direcionadas a funcionários, gerentes ou proprietários de cada loja e, nesse mesmo dia, foram realizadas as vistorias hidráulicas em todos os estabelecimentos, uma vez que todos os lojistas se dispuseram a participar da pesquisa e permitiram fazer caracterização dos usos-finais de água em cada loja.

Nas entrevistas foram coletados os seguintes dados primários de cada estabelecimento: i) número população fixa e flutuante; ii) áreas; iii) lavagem de piso, frequência e modo de lavagem; e iv) tipos de atividades desenvolvidas.

i) População Fixa e Flutuante

A população fixa total da edificação foi definida pela soma do número de funcionários de cada loja. A obtenção da população fixa de cada estabelecimento possibilitou determinar os indicadores de consumo *per capita* por loja e predial, para contrapor os dados do consumo do estabelecimento comercial com a população fixa da loja e o consumo predial com a população fixa do edifício. A constituição do indicador *per capita* considerou apenas a população fixa referente ao número de funcionários que trabalham no bloco comercial. Isso porque a população flutuante (média de clientes diário) é muito mutável, difícil de ser estimada, principalmente em um bloco comercial composto por diversos tipos de atividades, cada uma com suas peculiaridades que acabam influenciando no consumo. Além disso, quando se pensa na replicação dos resultados do estudo para previsão ou comparação da demanda de outras edificações comerciais semelhantes a essa, e onde se situam em regiões com clima e hábitos de consumo similares, é importante que os resultados sejam menos enviesados possível.

Todavia, a população flutuante (clientes) foi utilizada apenas para melhor compreensão do consumo de cada atividade comercial e da edificação, já que o número de clientes que consomem no local influencia diretamente no consumo.

A população flutuante foi determinada como sendo apenas aquela que consome a água temporariamente no estabelecimento, uma vez que muitos clientes vão ao edifício e não consomem água, nem indiretamente. Assim, geralmente, a população flutuante é o número de clientes médios diários que entram no estabelecimento e consomem água. Não houve quantificação da população flutuante no caso de atividades sem consumo de água pelos clientes, como drogaria, loja de materiais de construção, hortifrúti e pet shop.

O comércio abrange vários tipos de atividades e, em cada uma, a demanda de água é muito diversificada, com diferentes variáveis de consumo. Dessa forma, em certas atividades, a população flutuante foi definida, ou não, a partir dessas variáveis. Por exemplo, a variável de consumo que determina a população flutuante, no caso de salão de beleza, foi a média de clientes diários que lavam o cabelo no estabelecimento. Já na padaria e no botequim, a população flutuante foi a média de clientes que permanecem e consomem no local.

Para melhor entendimento em alguns estabelecimentos foram gerados ainda indicadores utilizando outras variáveis de consumo importantes. No estabelecimento de serviços para animais, o pet shop, foram coletados os dados referentes ao número de animais de estimação dados banho por dia e qual o tempo médio de banho com o chuveiro ligado em portes distintos (micro, pequeno, médio e grande). Dessa forma, gerando o indicador de consumo de litro por número de animais de estimação dado banho por dia ($l/\text{banho de } \textit{pets}/d$). Para a panificadora, além do consumo *per capita* por população fixa e flutuante, foi estimado o indicador de consumo de litro por quilo de massa de pão médio por dia ($l/Kg \textit{pão}/d$). Entretanto, foram considerados apenas os indicadores *per capita* (população fixa) e *per area* para realizar as análises descritivas e, na segunda etapa, simular o potencial de redução do consumo de água por meio do uso racional em cada estabelecimento e no bloco comercial.

ii) Áreas

As áreas de cada loja foram informadas, na maioria dos casos, pelos proprietários ou gerentes no decorrer das entrevistas estruturadas. Quando eles não sabiam informar as áreas, eram mensuradas *in loco* com trena eletrônica. O valor da área de pisos externos em frente as lojas também foram medidas *in loco*. Somente a área construída e de cobertura do edifício foram calculadas por meio de ferramentas computacionais e dados geoespaciais (GOOGLE EARTH-MAPAS).

iii) Lavagem de Piso

Sendo a população total muito abrangente, no caso de comércio e serviços, e, a não permissão por parte dos responsáveis pelos espaços para entrevistar os clientes, para não incomodá-los, indagou-se, por meio de entrevistas estruturadas, apenas o hábito de consumo de funcionários, isto é, somente da população fixa.

Quando efetuadas as entrevistas e estruturadas juntamente com a vistoria hidráulica, observou-se quem, em muitos casos, os funcionários costumavam a utilizar alguns equipamentos hidráulicos para encher baldes usados na limpeza de piso. Isso, geralmente, ocorria quando não havia equipamento hidráulico voltado a lavagem de piso. Ainda, em alguns casos não foi possível instalar os equipamentos *data-loggers* por motivos técnicos como diâmetro da tubulação. Logo, foi importante fazer esse levantamento de dados relativo à lavagem de piso para que a estimativa dos usos-finais de água se aproxime ao máximo do consumo real.

Assim, os funcionários de cada loja foram entrevistados com questionários estruturados com o intuito de obter informações como frequência de lavagem do piso de cada área da loja, bem como, o modo de limpeza e a quantidade média do volume de água utilizado em cada lavagem.

Além disso, foram analisados os hábitos de consumo de usuários e a manutenção predial relativa à limpeza por intermédio de questionários estruturados aplicados aos usuários do edifício e aos dirigentes encarregados pela manutenção.

Nas entrevistas estruturadas foram contatados funcionários de limpeza e manutenção que foram indagadas a respeito de como era o processo de lavagem de piso do estabelecimento, com que frequência era lavado e que tipo de equipamento hidráulico era utilizado (mangueira com ou sem esguicho, máquina de alta pressão, uso de baldes ou pano úmido). Quando possível, foi estimado o volume de água utilizado pelo funcionário em cada lavagem, no caso de uso baldes, e, ao se tratar de pontos hidráulicos a mensuração foi com o uso de *data loggers*.

iv) Tipos de Atividades Desenvolvidas

Por meio das entrevistas estruturadas foi possível verificar os tipos de atividades que cada estabelecimento comercial desenvolve, bem como as tarefas mais específicas, como a lavagem de animais de estimação, a título exemplo. Posteriormente, na vistoria técnica, verificaram-se os tipos distintos de atividades desenvolvidas em cada uso-final e o tipo do equipamento hidráulico utilizado e se necessitava de baixa ou alta vazão para não prejudicar a tarefa.

2.2.3. Vistoria técnica

Antes de iniciar o levantamento *in-loco* e instalações dos *data-loggers*, uma visita técnica foi realizada, a partir do contato inicial com os proprietários dos estabelecimentos, para verificar as condições do sistema hidráulico (identificar a vazão dos equipamentos, detectar eventuais vazamentos e estimar suas perdas), quantificar o material necessário para realizar a instalação dos *data-loggers* nos pontos de uso de água (medidores, extensão elétrica, flexíveis, canaletas, adesivos, veda-rosca, etc.), contato de pessoas-chave e traçar um cronograma de instalação/desinstalação de equipamentos *data-loggers* com o proprietário/gestor do estabelecimento analisado (horários diurnos, noturnos ou finais de semana, conforme disponibilidade).

Dessa forma, foram identificados todos os pontos dos usos-finais de água, foram registradas as características de todos os equipamentos hidrossanitários, bem como, as atividades desenvolvidas em cada uso-final de água. Ainda nessa visita, foram avaliadas as condições da

rede de distribuição, a fim de detectar eventuais vazamentos. Dessa forma, foi possível quantificar o número e tipos de equipamentos precisariam na auditoria hidráulica para mensurar os usos-finais de todos os estabelecimentos comerciais.

2.2.4. Instalação dos Equipamentos *Data-Loggers*

Durante entrevista estruturada, no contato inicial com os lojistas, foi possível solicitar aos proprietários e gestores a colaboração e o acesso aos estabelecimentos e, com seu aceite, foi realizado o estudo dos usos-finais de água, com instalação dos *data-loggers* em cada ponto hidráulico do estabelecimento. No total, 07 estabelecimentos comerciais compuseram o estudo de caso do bloco comercial. Os usos-finais do bloco comercial foram obtidos pela soma dos usos finais de cada estabelecimento comercial.

Durante a vistoria técnica das lojas foi agendado a instalação e desinstalação dos equipamentos medidores *data-loggers*, em dias e horários específicos de acordo com as atividades dos estabelecimentos para não prejudicar a rotina do comércio e serviço. Geralmente, esses dias ocorriam quando os funcionários faziam a manutenção, limpeza do local ou estavam preparando para abrir ou fechar o estabelecimento. Dessa forma, a Tabela 3 apresenta os dias de instalação e desinstalação em cada estabelecimento comercial. O bloco comercial como todo necessitou do período 16 de abril de 2018 a 05 de junho do mesmo ano para as instalações e desinstalações de todos os usos-finais das sete lojas.

Tabela 3 - Datas de Instalação e Desinstalação dos *Data-Loggers* nos Estabelecimentos

Datas de Instalação e Desinstalação	
Material de Construção	09/05/18 a 18/05/18
Panificadora	16/04/18 a 25/04/18
Hortifrúti	17/04/018 a 25/04/18
Drogaria	16/04/18 a 25/04/18
Salão de Beleza	26/04/18 a 07/05/18
Bar	09/05/18 a 05/06/18
Pet Shop	16/04/18 a 25/04/18
Bloco Comercial	16/04/18 a 05/06/18

Nessa etapa, foram utilizadas diferentes técnicas de auditoria do consumo de água, adaptáveis a cada tipo de estabelecimento e situação, realizando medições do consumo de cada uso-final de água em cada estabelecimento. Foram usados diários de registros, questionários e observações *in-loco* para estimar os usos-finais de água de cada estabelecimento analisado. Apesar das diferentes técnicas, a base do levantamento qualitativo contou com a instalação de equipamentos de medição *data-loggers* em pontos de uso para registrar eventos de consumo de

água (Figura 5). Demais técnicas foram utilizadas com o intuito de validar/verificar resultados obtidos nas medições, ou como técnica complementar.

Os únicos equipamentos hidráulicos que não foram mensurados pelos equipamentos *data-loggers*

Figura 5 - Equipamento de medição composto por medidor de fluxo (a), e módulo *data-logger* (b).



O equipamento *data-logger* utilizado é composto por medidores de fluxo tipo turbina de 1/2" capazes de medir o volume de água utilizado entre vazões de 1 l/min a 30 l/min. Os medidores de fluxo possuem um sensor que emite um pulso a cada giro de dente da turbina, encaminhando, por meio de um cabo de sinal blindado, as informações do evento de uso de água a um módulo *data-logger* auxiliar que computa sua velocidade de rotação e tempo e, por conseguinte, armazena o volume utilizado em um cartão de memória SD.

Para a instalação dos *data-loggers* 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 aparelhos hidrossanitários. Após instalação dos medidores de fluxo, o registro de gaveta do ambiente era aberto, para ver se algum ponto instalado apresentava vazamento e, quando necessário, consertava-se a perda gerada pela instalação dos equipamentos. Vale a pena ressaltar que não eram consertados vazamentos em aparelhos hidrossanitários que já apresentavam perdas antes das instalações do *data-loggers*, para estimar sua perda gerada.

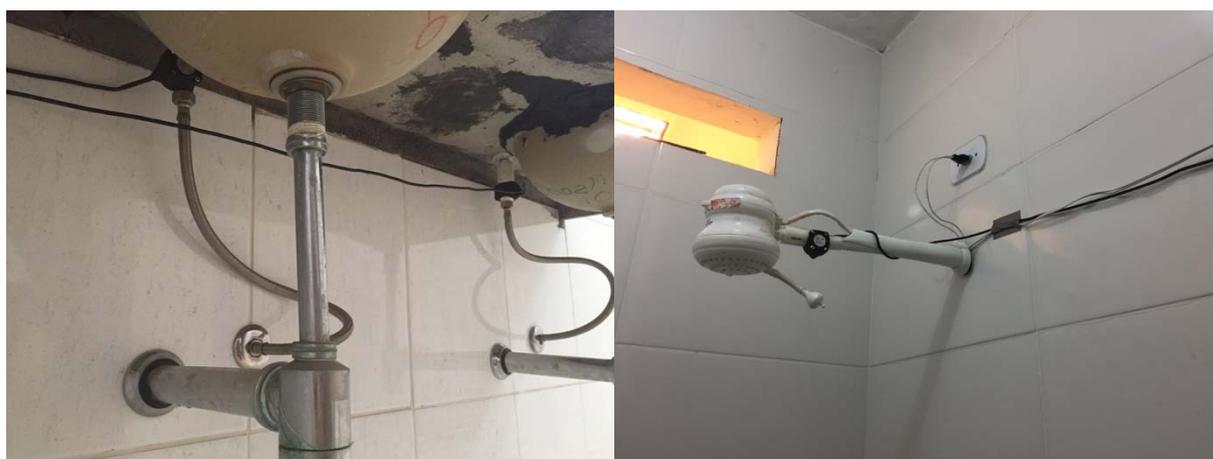
Até quatro medidores de fluxo eram conectados a um módulo *data-logger* posicionado em um ponto estratégico, de forma que não ficasse muito exposto (geralmente, colado à parede, protegido contra água e choque, com fita dupla face de silicone). O cabeamento e extensão elétrica do módulo *data-logger* eram colados contra a parede com canaletas ou fitas adesivas, contornando os cantos de paredes e bancadas. Em seguida, realizava-se um teste do equipamento instalado para verificar se os equipamentos estavam realizando as medições e registrando os eventos de uso no cartão de memória SD. Em geral, os *data-loggers* realizavam

medições entre 7 a 10 dias, podendo se estender até 20 dias, nos casos em que houve alguma falha no equipamento instalado, feriados ou indisponibilidade de acesso às instalações. A

Figura 6 e Figura 7 ilustram as variadas instalações realizadas nos diferentes tipos de estabelecimentos comerciais.

Medidores de fluxo instalados em lavatórios (a), chuveiros (b), vasos sanitários (c), torneiras de uso geral (d) e pias de cozinha (e) conectados a módulos *data-loggers* (f).

Figura 6 - Medidores de fluxo instalados.



(a)

(b)



(c)



(d)



Figura 7 - Medidores de fluxo instalados em chuveiros de pet shop.



Ao final, os dados de usos-finais de água coletados puderam ser transformados em indicadores de uso *per capita* (população fixa), em atividades de consumo de pessoas (descargas sanitárias, lavatórios, chuveiros, pias, máquina de lavar roupas, etc.), e em indicadores de uso *per area* em atividades de limpezas de superfícies (lavagem de pisos, limpeza de ambientes internos e fachadas.).

Os indicadores de uso *per capita*, em litro por pessoa por dia ($l/p/d$), foram gerados a partir do consumo diário do uso-final dividido pela população fixa de cada e estabelecimento comercial e a soma da população fixa para a edificação. Como em muitos estabelecimentos comerciais a população flutuante (clientes) tende a não consumir no local, para os indicadores *per capita* dos usos-finais foi considerada apenas a população fixa (funcionários). Os indicadores de uso *per area*, em litro por área por dia ($l/m^2/d$), foram gerados a partir do consumo diário do uso-final dividido pela área pisos (lavagem).

Para todo tipo de experimentos estatísticos existem incertezas que devem ser reduzidas por técnicas melhoradas e repetição. Incertezas remanescentes devem ser estimadas a partir dos

dados e das próprias condições experimentais O erro experimental expressa o grau de confiança que temos no nosso resultado Em geral, é chamado de discrepância absoluta a diferença entre o valor medido e um valor de referência e discrepância relativa o resultado do valor medido pelo valor de referência divididos pelo valor de referência (BEVINGTON *et al.*, 1998).

Com os resultados obtidos dos usos-finais, foi possível verificar a discrepância relativa entre o consumo médio faturado pelo consumo médio estimado (Equação 1).

$$E_{rel} = (D_{est} - D_{fat}) / D_{fat} \quad (1)$$

Onde:

E_{rel} = Discrepância Relativa

D_{est} = Consumo Médio Estimado (*l/d*)

D_{fat} = Consumo Médio Faturado (*l/d*)

Isto posto, após mensurar os usos-finais de água, foi gerado fator de correção obtido pela razão entre o consumo diário médio faturado para cada estabelecimento comercial (obtido pelos dados de conta de água da CAESB dos meses anteriores e do mês que foi realizada a instalação dos *data loggers*) e o consumo médio diário estimado de cada estabelecimento (obtido pelos usos-finais de água) (Equação 2). Esse fator de correção foi aplicado às demandas e indicadores de usos-finais de água para que a sua somatória fosse mais próxima da realidade observada. Dessa forma, foram obtidas as demanda bases e os indicadores bases por uso-final dos sete estabelecimentos comerciais (Equação 3 e Equação) .

$$F_c = \frac{\bar{D}_{fat}}{\bar{D}_{est}} \quad (2)$$

Onde:

F_c = Fator de correção do consumo

\bar{D}_{fat} = Consumo médio faturado (*l/d*)

\bar{D}_{est} = Consumo médio estimado (*l/d*)

$$D_{base} = \bar{D}_{est} * F_c \quad (3)$$

Onde:

D_{base} = Demanda base

F_c = Fator de correção do consumo

\bar{D}_{est} = Consumo médio estimado (*l/d*)

$$I_{base} = I_{est} * F_c \quad (4)$$

Onde:

D_{base} = Demanda base

F_c = Fator de correção do consumo

\bar{D}_{est} = Consumo médio estimado (l/d)

2.2.5. Análise Descritiva

A fase inicial do processo de estudo dos dados coletados é a análise descritiva, que usa métodos de estatística descritiva para organizar, resumir e descrever importantes aspectos de um conjunto de características observadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos (REIS e REIS, 2002).

Isto posto, ao longo dos resultados foi aplicado alguns métodos de estatística descritiva para analisar os dados com mais transparência, descrevê-los por meio de resultados estatísticos, compará-los em algumas situações e extrair informações para depreender o estudo, gerando conclusões e hipóteses. Logo, esse tópico apresenta e explica brevemente os métodos de análise descritivas que foram utilizados nesta pesquisa.

Para realizar as estatísticas descritivas, foi manuseado o software IBM SPSS Statistics 23, um programa usado para análise estatística que efetua análises dinâmicas dos diferentes tipos de dados coletados. Ainda, foi utilizado o Excel 2013 para complementar, diante da incomplexidade do programa, o que facilita o manuseio, para gerar alguns gráficos e tabelas.

As estatísticas descritivas representam uma série de dados para orientar quanto à posição da distribuição em relação ao eixo horizontal do gráfico da curva de frequência, sendo a média aritmética, mediana e moda as medidas de posições mais importantes são (LEÃO; WATANABE, 2019).

A identificação do valor de equilíbrio dos dados de volumes consumidos em um determinado mês, a serem distribuídos em um histograma de frequência absoluta, para melhor avaliar o consumo histórico em cada mês, conforme Equação (5), pode ser realizada pela média de consumo. Mas essa informação, por si só, não é suficiente, já que a média representa as disparidades entre os opostos, valores extremamente altos ou baixos, além da nulidade de alguma possível medição (LEÃO; WATANABE, 2019). Daí ser necessário o cálculo do desvio padrão da média e do erro padrão, sendo o desvio padrão o valor que indica a dispersão dos dados em uma amostra com relação à média, conforme Equação (6). Ao calcular o desvio padrão juntamente com a média de consumo para cada mês ao longo dos anos analisados, obtêm-se mais informações para avaliar e diferenciar

seus comportamentos. O erro padrão mede a variação de uma média amostral em relação à média da população e é dado pela razão do desvio padrão pela raiz quadrada do tamanho amostral (LUNET *et al.*, 2006), conforme Equação (7). Assim, é possível estimar um intervalo de confiança para a média de consumo a partir da média amostral calculada. Portanto, com um nível de significância de 5%, por exemplo, pode-se construir um intervalo de confiança que terá 95% de probabilidade de conter a média real do consumo em cada mês (LEÃO; WATANABE, 2019).

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N} \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x} - x_i)^2}{(N - 1)}} \quad (6)$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (7)$$

Onde:

N = número de amostras

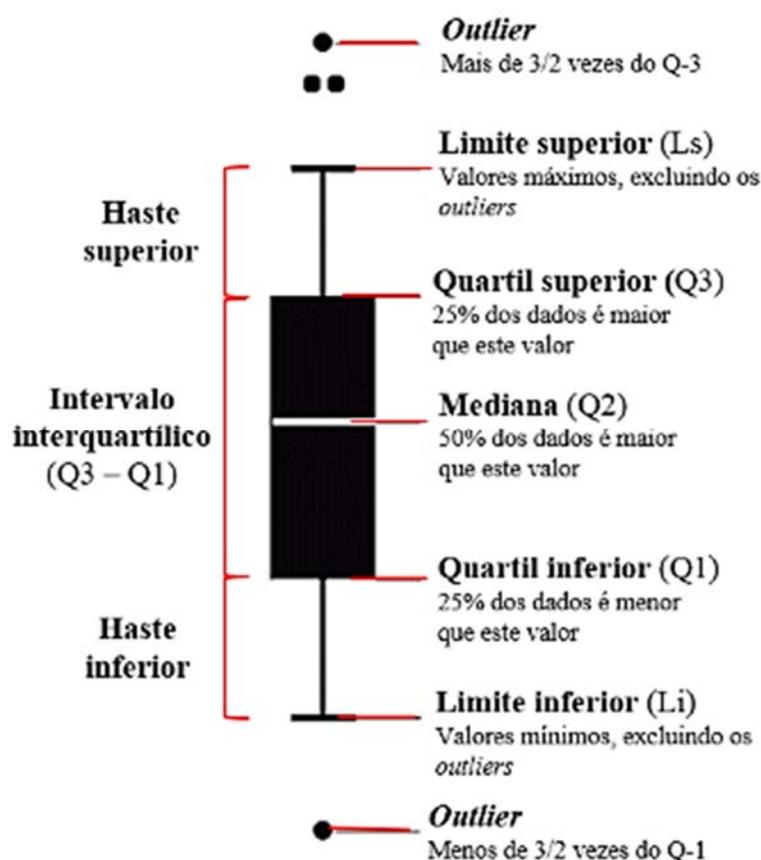
x_i = valor do consumo mensal

\bar{x} = média do consumo

σ = desvio padrão

No decorrer dos resultados foram utilizados alguns tipos de gráficos tradicionais como o de pizza, o de linha e o de barras. Entretanto, também foi usado o gráfico *Box Plot* (também chamado de *box e whisker plot*) é um método alternativo ao histograma e ao ramo-e-folha para representar os dados. O *Box Plot* fornece informação sobre as seguintes características do conjunto de dados: localização, dispersão, assimetria, comprimento da cauda, mediana e *outliers* (medidas discrepantes) conforme Figura 8. Embora o *Box Plot* forneça informação sobre localização e dispersão, seu verdadeiro valor está na informação que fornece sobre a cauda da distribuição (VALLADARES NETO *et al.*, 2017).

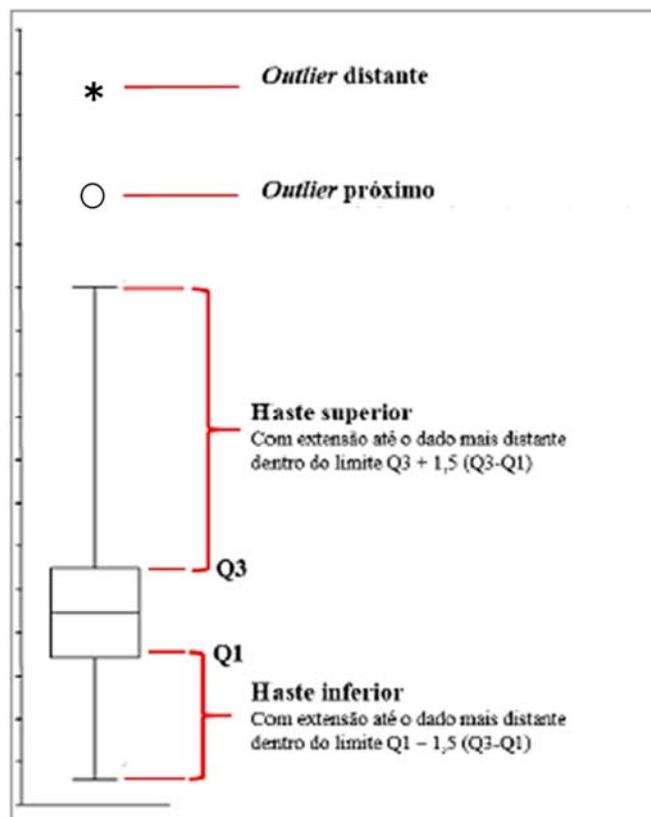
Figura 8 - Elenco de informações contidas no *box plot*



Fonte: <https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1132/897>

A Figura 9 apresenta o gráfico box plot com *outliers* próximos e distantes, e os *outliers* que aparecem em asterisco foram retirados da amostragem para não enviesar os resultados, pois são valores muito discrepantes (tanto para mais quanto para menos) que atrapalham negativamente o resultado ser semelhante ao real. Os *outliers* que aparecem em círculo, são valores discrepantes que não estão enviesando os resultados, isto é, não foram retirados da amostragem. No decorrer dos resultados pode ser observado que os gráficos de box plot aparecem os dois tipos de *ouliers*. Contudo, os resultados das análises descritivas (médias, medianas, desvio padrão, erro padrão, entre outros) foram gerados desconsiderando os *outliers* que necessitam ser retirados dos resultados.

Figura 9 - Box plot com outliers próximo e distante.



Fonte: <https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1132/897>

2.3. Simulação do Potencial de Redução do Consumo de Água

Na segunda etapa, foi realizada a simulação do potencial de redução do consumo de água pelo uso racional da água no objeto de estudo, com o intuito de verificar quanto é possível reduzir pelo uso eficiente da água e gerar um diagnóstico do consumo.

O uso racional é o uso eficiente da água. Para tanto, necessita-se compreender o uso da água na edificação e estimar os usos-finais da água, já exposto no item 2.2. Com isso, foi possível verificar as vazões e demandas médias bases (*baseline*) em cada uso-final e averiguar possíveis vazamentos. Em seguida, foram selecionados diversos equipamentos hidráulicos economizadores aplicáveis a cada estabelecimento comercial, de diferentes marcas disponíveis no mercado brasileiro.

Foram selecionados os equipamentos com menores vazões para gerar mais economia de água. Entretanto, foi ponderada a atividade exercida em cada uso-final para definir a troca do equipamento ou a instalação de arejadores ou redutores de vazão. Isso ocorre, dado que cada atividade comercial necessita de uma vazão específica, pois se reduzir ou aumentar em equipamentos hidráulicos utilizados em certas tarefas pode prejudicar o trabalho dos

funcionários, necessitando de mais tempo para encerrar a tarefa (quando diminui muito a vazão) ou até impossibilitando a execução (vazão muito alta), a exemplo do lavatório de cabelo no salão de beleza, se a vazão for muito alta poderá molhar o cliente, ou na Hortifrúti para lavagem de vegetais, poderá danificar as hortaliças com a vazão muito elevada. Citando outro caso análogo, pias industriais são pontos que não foram possíveis reduzir a vazão, dado que são usos-finais que necessitam de vazão mais elevada por os funcionários necessitarem de encher uma panela com volume alto ou lavarem utensílios de cozinhas industriais. Logo, se fosse reduzido afetaria o tempo da realização da tarefa dos trabalhadores. Portanto, para deixar o trabalho eficaz é importante realizar a troca de equipamentos economizadores de forma eficiente (uso eficiente da água).

Além disso, distintas marcas, dos equipamentos economizadores, expostas na ficha técnica de cada modelo do equipamento a vazão mínima e máxima que o produto pode atingir. Isso pode ser ajustado na instalação do equipamento hidráulico. Dessa forma, ambas as vazões estão expostas nos resultados do uso racional da água deste estudo. Entretanto, para simular o potencial de redução do consumo de água, sempre foi utilizada a menor vazão com o intuito de atingir uma redução mais elevada no consumo e também por, a maioria dos equipamentos hidráulicos existentes, já possuem vazões relativamente baixas.

No caso dos vasos sanitários que foram sugeridos a troca por mecanismo dual flush, por se tratar de edificação de comércio, foi pressuposto que a grande maioria da população fixa e flutuante utiliza a descarga sanitária para 3 *lpf* e às vezes 6 *lpf*. Dessa forma, reduzindo 50% no consumo nesse tipo de uso-final.

Primeiramente, foi efetuado o uso racional em cada estabelecimento comercial, analisando a implementação dos equipamentos economizadores para cada um e investigar a porcentagem de redução do consumo gerado e a economia média diária prevista.

Posteriormente, realizou-se essa mesma análise do uso racional de água para o bloco comercial em estudo, em caso de um *retrofit* hidráulico. O uso racional no bloco comercial é a soma da redução do consumo de todos os estabelecimentos que o compõe.

Dessa forma, foi possível verificar a economia prevista por cada estabelecimento comercial e depois o do bloco comercial como um todo.

Para a simulação do potencial de redução do consumo de água pelo o uso racional o cálculo é a razão entre a vazão de água base e a vazão reduzida do equipamento economizador, podendo ser multiplicado por cem para obter o resultado em porcentagem, conforme Equação (6).

$$P_{(\%) } = \frac{q_{base} - q_{red}}{V_b} \times 100 \quad (6)$$

Onde:

P = Potencial de redução do consumo de água

q_{base} = Vazão base (l/s)

q_{red} = Vazão reduzida (l/s)

3. Resultados

Os resultados estão divididos em duas fases, a análise do uso da água e uso racional de cada estabelecimento comercial e do bloco comercial como um todo. A primeira fase, envolve a análise descritiva dos consumos de água anual faturado, setorizado e por usos-finais ao longo do dia e da semana. A segunda é referente ao uso racional da água com a simulação do potencial de redução de cada loja e do edifício, considerando as especificidades de cada atividade comercial.

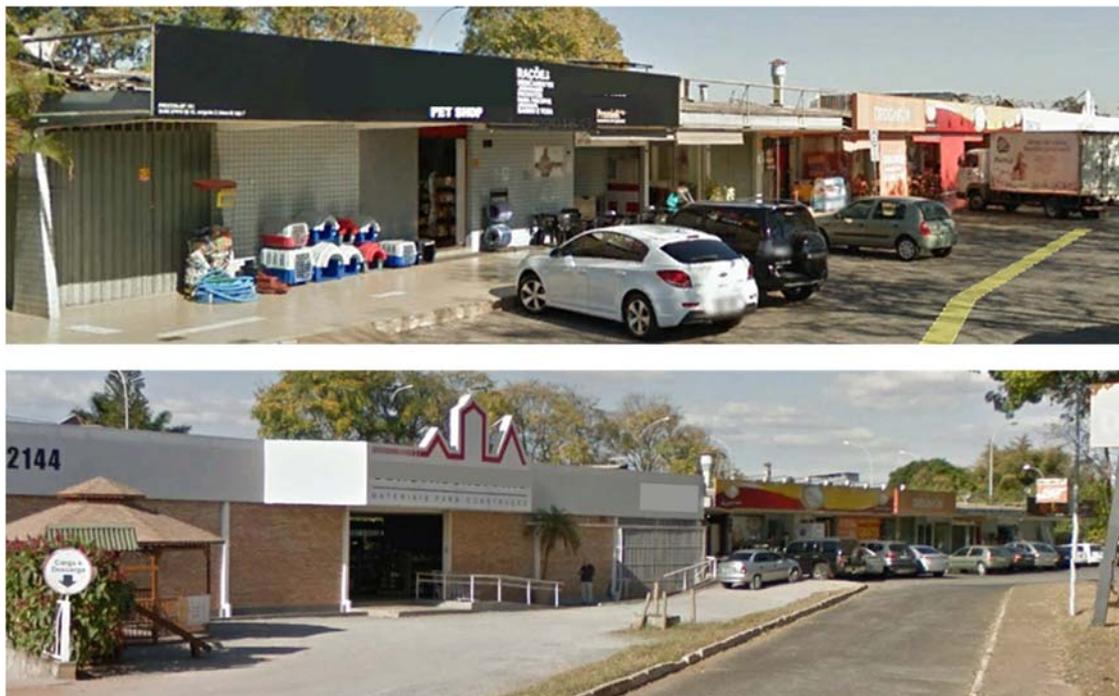
3.1. Uso da Água

3.1.1. Bloco Comercial

Os resultados serão apresentados, primeiramente, com uma breve exposição do bloco comercial em estudo e informações gerais. Em seguida, foi efetuada uma análise descritiva do consumo faturado do bloco como um todo, antes de examinar o consumo de água por estabelecimento, analisando o consumo predial anual e dos usos-finais setorizados.

O bloco comercial, localizado no canteiro central da QI 13 do Lago Norte, em Brasília, possui 7 estabelecimentos comerciais (loja de material de construção, padaria, hortifrúti, drogaria, salão de beleza, bar e *pet shop*), que funcionam em dias e horários específicos variando pelo tipo de atividade. O edifício comercial, de dois pavimentos (subsolo e térreo), atende grande parcela da população da região e foi construído há aproximadamente 26 anos.

Figura 10 - Bloco comercial do Lago norte selecionado para estudo de caso



Fonte: Google Earth (2019)

O bloco comercial escolhido como objeto de estudo é composto pelos estabelecimentos explicitados na Tabela 4 e os resultados, por estabelecimentos comerciais, serão apresentados na mesma ordem.

Tabela 4 - Relação de estudos de casos realizados para caracterização dos usos-finais de água.

Estabelecimento Comercial	
1	Loja de Materiais de Construção
2	Padaria
3	Hortifrúti
4	Drogaria
5	Salão de Beleza
6	Bar
7	Pet Shop

A edificação possui 2.116 m^2 de área construída, 1.296 m^2 de área de cobertura, 142,8 m^2 de área de piso externo e as áreas de pisos internos são as áreas de piso das lojas especificadas no estudo de caso de cada uma. O edifício não possui área de jardim, por isso não há medições e simulações de cenário referente a irrigação. A soma da população de cada estabelecimento contabiliza 111 funcionários ao todo e atendem em média 366 clientes por dia. O consumo predial de água médio é de 3.550 m^3 /ano (9.727 l/d), ou seja, o consumo *per área* é de 4,6 $l/m^2/d$ e o consumo *per capita*, de 88,6 $l/p/d$.

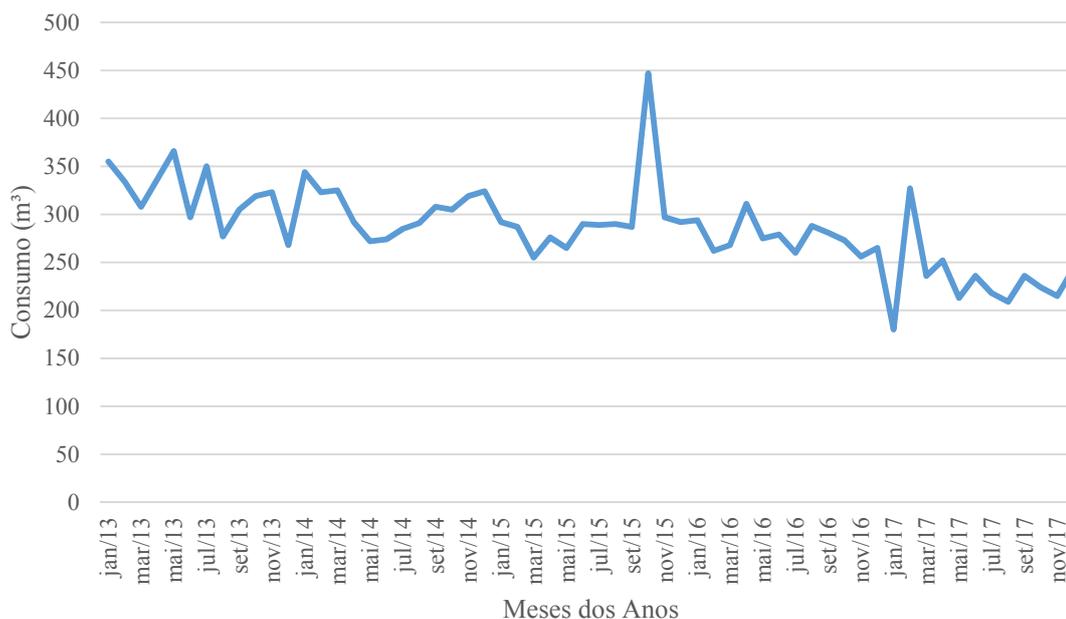
O consumo de água nas edificações comerciais está diretamente relacionado ao tipo de atividade desenvolvida e ao tipo de estabelecimento, que podem ser de comércio ou de serviço. Supondo que seja aberto um restaurante japonês em um bloco que havia apenas lojas de vestuários e outros comércios, o consumo desse bloco irá ser afetado imensamente, devido à alta demanda de água exigida por essa nova atividade. Portanto, ainda que um bloco seja composto por atividades que não tenham um consumo discrepante entre elas, o consumo predial, alto ou baixo, será definido pela somatória do consumo de cada atividade exercida em seu interior. Além disso, a demanda, também, recebe impacto de variáveis externas como o hábito de consumo da população que frequenta o local, o aumento da tarifa de água, principalmente em estabelecimentos de menor porte.

Posto isso, é evidente a importância da análise individual das atividades comerciais para analisar seus padrões de consumo e estudar o consumo predial de edifícios do comércio. Em razão disso, foram selecionados 7 estudos de casos de estabelecimentos comerciais que constituem o bloco comercial, que serviram de base para gerar indicadores de consumo dos usos-finais para cada tipo de atividade desenvolvida no bloco comercial do Lago Norte, no DF. Com a soma dos usos-finais dos estabelecimentos comerciais utilizados como estudo de caso, foi possível constituir e analisar o consumo por uso-final de cada ponto hidrossanitário do edifício. Em seguida, foi realizada a avaliação do uso racional da água e a simulação do potencial de redução de cada estabelecimento comercial e do bloco como um todo.

i. Consumo Anual

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) forneceu séries históricas de contas de água dos sete estabelecimentos dos anos de 2013 a 2017. Sendo a somatória das médias de consumo de cada estabelecimento, o consumo total do bloco comercial. Entretanto, em 2017, o Lago Norte teve redução na pressão na rede de distribuição de água e ainda houve racionamento por rodízio, devido à crise hídrica vivenciada no período, o que contribuiu com a redução no consumo de todo o Distrito Federal nesse ano. Apesar das campanhas de conscientização em 2016, esse, ainda foi um ano em que as atividades não sofreram grandes modificações no cronograma de lavagem e logística para redução do consumo. Nos resultados dos sete estabelecimentos, é possível observar nos gráficos do consumo anual de 2013 a 2017, uma brusca redução em todos os consumos do ano de 2017, uma consequência do racionamento de água.

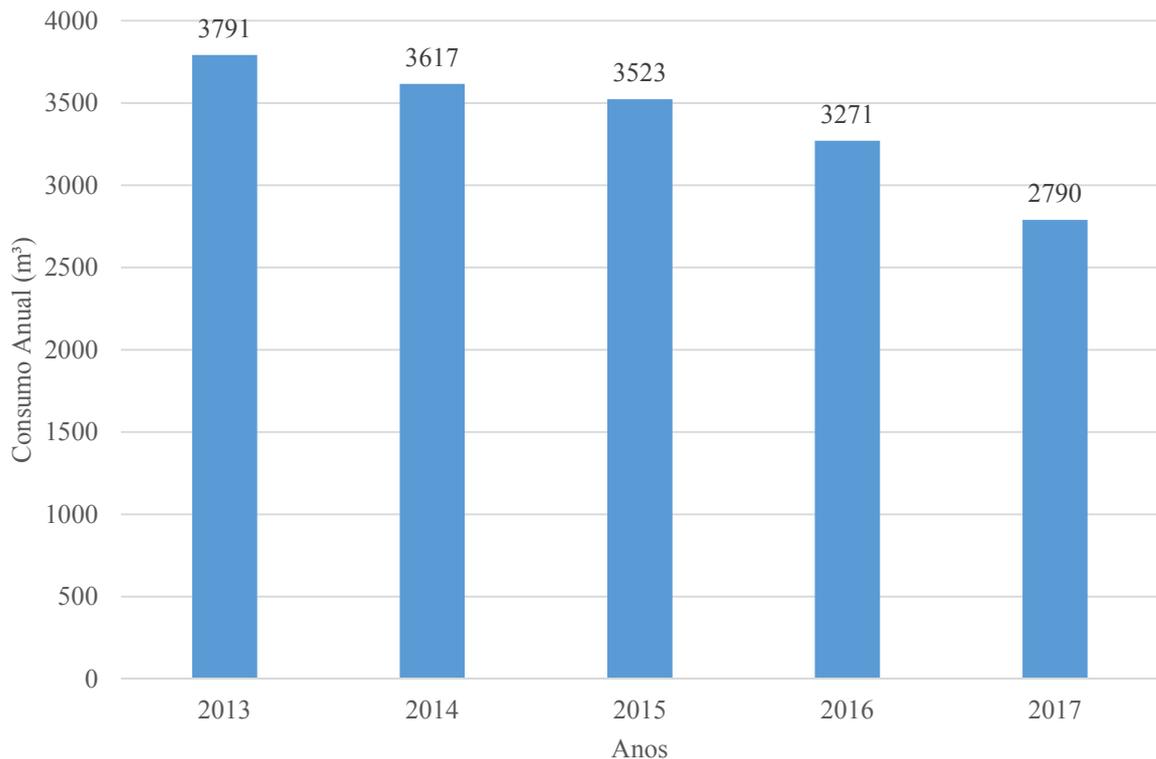
Figura 11 - Evolução do consumo do Bloco Comercial do Lago Norte



Análises Descritivas da Evolução do Consumo (2013-2017): Média= 283,16 m³/mês; Erro padrão da média= 5,66; Mediana= 287,5 m³/mês; Valores discrepantes (máx.= 447 e mín.= 180 m³/mês); Desvio padrão= 43,9 m³/mês; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 274,8 m³/mês e Limite superior= 297,5 m³/mês).

Além da crise hídrica que influencia diretamente nos hábitos de consumo dos usuários, bem como na redução da pressão, há outros fatores que podem influenciar o consumo, tais como crise econômica, por se tratar de comércios, fluxo de clientes, horário de funcionamento da loja, demissão e contratação de funcionários, entre outros. Logo, é normal que, a cada ano, haja variações no consumo (Figura 12). Entretanto, a diminuição da pressão da água na rede de distribuição e o racionamento por rodízio tornaram o ano de 2017 muito discrepante dos demais períodos, enviesando a média. Em vista disso, o referido ano foi desconsiderado nas análises das médias das médias de consumo mensal e anual, tanto do bloco comercial quanto em cada estabelecimento que compõe o edifício. Portanto, as análises descritivas das médias mensais foram feitas apenas dos anos de 2013 a 2016, como já exposto nos procedimentos metodológicos.

Figura 12 - Consumo predial dos anos de 2013 a 2017



É preciso analisar o consumo do bloco como todo antes de iniciar as análises por atividade comercial, a fim de verificar qual o ano de consumo que obtém a média mais confiável. Além disso, é indispensável definir o mesmo período de consumo a ser utilizado para estudar cada estabelecimento do comércio, uma vez que eles compõem o mesmo edifício. Posto isso, a Tabela 5 apresenta as análises descritivas do consumo mensal do bloco comercial de cada ano. O ano de 2016 apontou a média mais confiável de 272,5 m³/mês, apresentou o menor erro padrão da média (4,6) e menor dispersão dos dados com o desvio padrão de 15,8. A segunda melhor média foi do ano de 2014, com erro padrão e dispersão próximos do ano de 2016, de 6,52 e 22,6, respectivamente. Logo, o ano de 2014 apresentou erro padrão de apenas 1,92 e desvio padrão de 6,8 de diferença do ano de 2016.

Tabela 5 - Análises Descritivas do Consumo Mensal dos Anos de Cada Ano, Separadamente, (2013, 2014, 2015 e 2016) do Bloco Comercial

	Ano 2013 a 2016	Estatística	Erro Padrão	
Consumo 2013 a 2016	2013	Média	315,88	8,785
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 300,58 Limite superior 339,25	
		5% da média aparada	320,24	
		Mediana	321,00	
		Variância	926,083	
		Desvio Padrão	30,432	
		Mínimo	268	
		Máximo	366	
		2014	Média	301,3
	95% Intervalo de Confiança para Média		Limite inferior 290,80 Limite superior 319,54	
	5% da média aparada		304,85	
	Mediana		306,50	
	Variância		511,424	
	Desvio Padrão		22,615	
	Mínimo		272	
	Máximo		344	
	2015		Média	293,49
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 266,28 Limite superior 328,22	
		5% da média aparada	291,28	
		Mediana	289,50	
		Variância	2376,386	
		Desvio Padrão	48,748	
		Mínimo	255	
		Máximo	447	
		2016	Média	272,5
	95% Intervalo de Confiança para Média		Limite inferior 265,91 Limite superior 286,09	
	5% da média aparada		275,17	
	Mediana		274,00	
Variância	252,182			
Desvio Padrão	15,880			
Mínimo	256			
Máximo	311			

Como os anos de 2014 e 2016 obtiveram médias com erro padrão e dispersão aproximadas, foram analisados todos os consumos mensais de 2013 a 2016, Tabela 6, com o objetivo de averiguar a confiabilidade da média de todos os meses desses anos.

Analisando o consumo mensal dos anos de 2013 a 2016, Tabela 6, constatou-se que foram os melhores dados para gerar uma média mais confiável de 295,83 m³/mês no bloco comercial, posto ter sido o menor erro padrão da média (5,01) e com dispersão de 34,7. Em outras palavras, essa média obteve erro padrão baixo, o que aponta ser uma média com nível maior de confiabilidade. O intervalo de confiança de 95% para média pode variar de 289,49 m³/mês a 309,68. O desvio padrão foi um pouco maior do que o ano de 2014 e 2016, o que era previsível, uma vez que nessa análise a amostra é maior, podendo aumentar a dispersão. Portanto, os consumos mensais dos anos de 2013 a 2016 de cada estabelecimento comercial serão utilizados para gerar a média de consumo mensal das sete respectivas atividades comerciais que compõem o edifício.

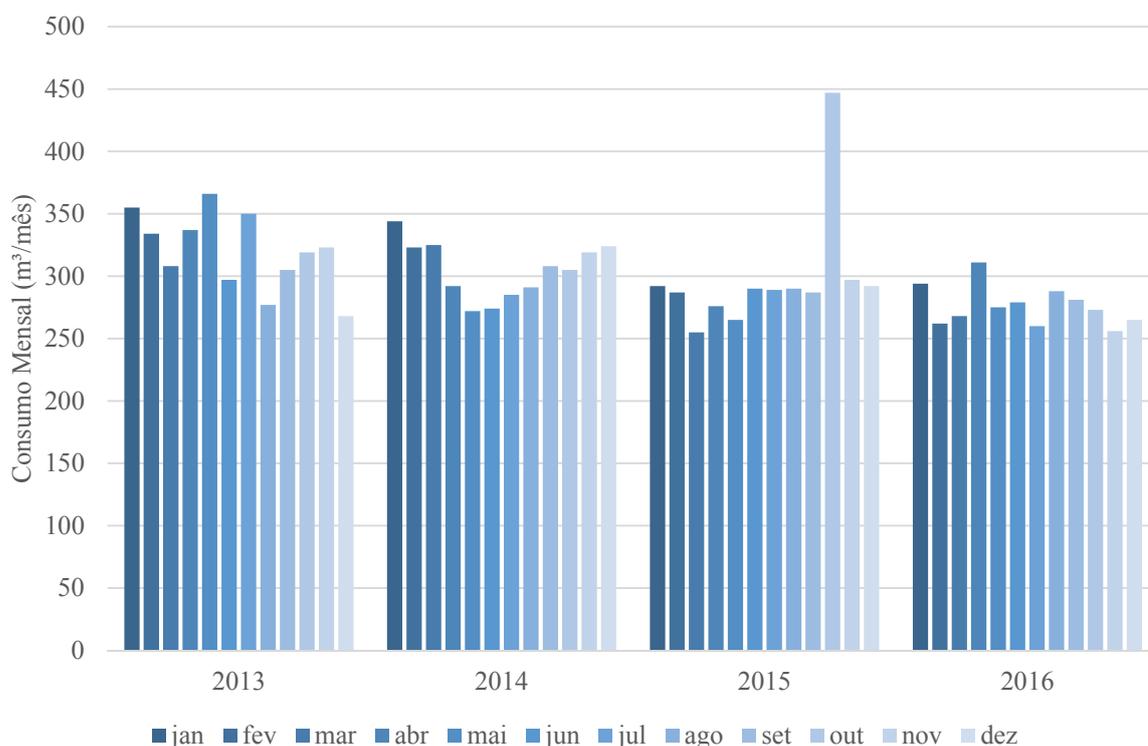
Tabela 6 - Análises Descritivas dos Consumos Mensais dos Anos de 2013 a 2016 do Bloco Comercial

		Estatística	Erro Padrão	
Consumo 2013 a 2016	Média	295,83	5,018	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	289,49	
		Limite superior	309,68	
	5% da média aparada	296,53		
	Mediana	291,50		
	Variância	1208,546		
	Desvio Padrão	34,764		
	Mínimo	255		
	Máximo	447		
	Amplitude	192		
	Amplitude interquartile	44		
	Assimetria	1,846	,343	
	Curtose	5,676	,674	

Entre os anos de 2013 a 2016, o edifício reduziu o consumo moderadamente, podendo ser observado na Figura 13. Constata-se que nos períodos entre dezembro a fevereiro, em todos os anos, o consumo aumenta bruscamente tendo o seu pico de consumo em fevereiro e cai subitamente de março a abril, em seguida tende a subir aos poucos novamente. Os demais meses variam muito, isto é, não mantém um padrão de consumo nesses meses do ano, podendo aumentar ou diminuir moderadamente.

A média do consumo mensal dos anos de 2013 a 2016 do bloco comercial é 295,83 m³/mês. O mês que apontou consumo mais elevado foi maio de 2015 (415,5 m³/mês) e o menor foi abril de 2015 (245 m³/mês). Os anos tiveram as seguintes médias mensais: 315,9 m³/mês, em 2013; 301,3 m³/mês, em 2014; 293,5 m³/mês, em 2015; e 272,5 m³/mês, em 2016. Portanto, o consumo vem reduzindo a cada ano, mesmo que moderado (Figura 13).

Figura 13 - Evolução do Consumo de Anual de 2013 a 2016 – Bloco Comercial



Existem diversas variáveis que podem influenciar o consumo de água em um edifício comercial. Há algumas hipóteses que podem acabar intervindo no consumo de atividades de comércio e serviços, como a elevação da tarifa de água no DF, que ajuda a reduzir o consumo, principalmente em estabelecimentos de menor poder aquisitivo e que tendem a economizar, sendo fatores que podem induzir o aumento e a redução do consumo.

Assim como o crescimento populacional de cada Região Administrativa, como em Águas Claras, uma RA do Distrito Federal, por exemplo, em plena expansão, pode influir de alguma forma. Outra possível influenciadora de consumo é a frequência de pessoas de outras RAs que consomem no local, que pode diversificar de mês para mês.

Entre os anos de 2013 a 2016, houve uma leve redução do consumo. Supõe-se que a crise hídrica no DF pode ter interferido, reduzindo o consumo de água em cada edificação. Isso pois a crise hídrica altera os hábitos de consumo da população, seja pela campanha de conscientização ou

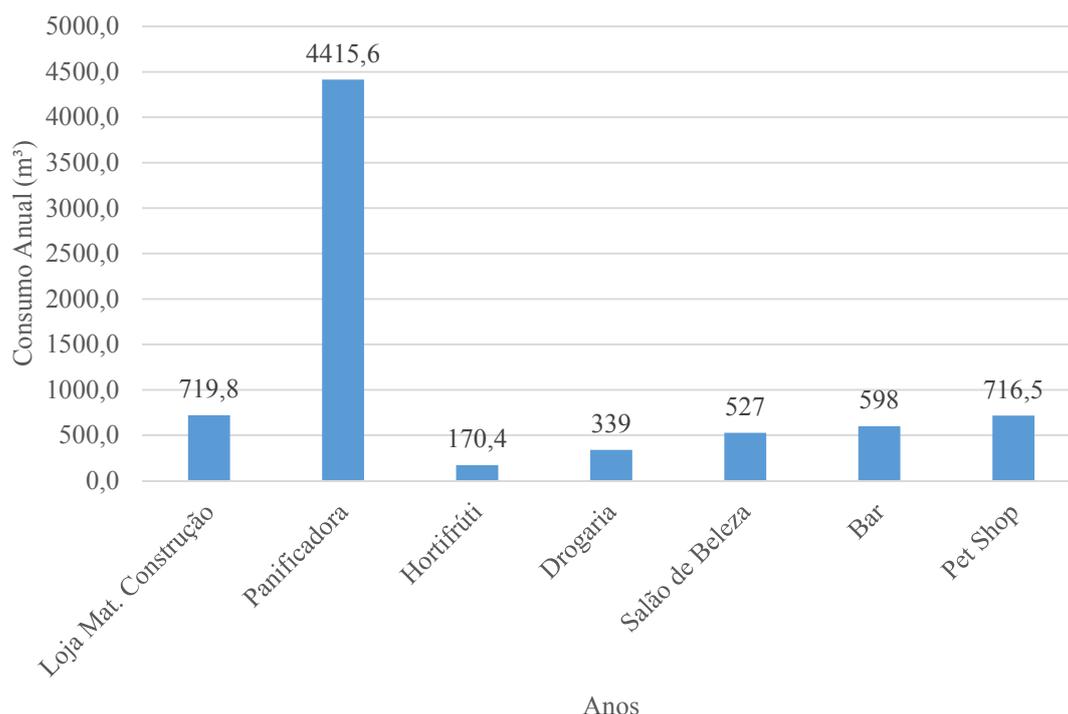
pelo desejo dos consumidores em reduzir a conta de água, o que espelha na variação do consumo.

O consumo nos edifícios comerciais pode ser afetado, ainda, por outra variável: a economia do país e da capital federal. O país vive importante crise econômica que gera inflações de produtos, aumento de taxas de juros, crescimento de impostos, com desestabilização da economia e, conseqüentemente, dos comércios e dos serviços. Além desses fatores, que agravam a economia do país, há a diminuição da renda dos consumidores e o desemprego. Podendo reduzir até o número de funcionários trabalhando em comércios e serviços. Segundo o site G1, as vendas do comércio varejista brasileiro despencaram em 2015 e o ano fechou em queda de 4,3% - a maior da série histórica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), iniciada em 2001. Outros setores tiveram taxas negativas, embora pesem menos no cálculo geral do varejo. Entre essas atividades, estão livros, jornais, revistas e papelaria (-10,9%); equipamentos e material de escritório, informática e comunicação (-1,7%) e outros artigos de uso pessoal e doméstico (-1,3%). Enfim, a crise econômica é importante fator de influência no fluxo dos comércios e serviços e, portanto, interfere, ainda que indiretamente, no consumo de água.

ii. Consumo Setorizado

Observa-se no gráfico abaixo que o maior consumo do bloco comercial provem do estabelecimento da padaria (4.415,6 *l/d*), seguido pela loja de material de construção (719,8 *l/d*), pet shop (716,5 *l/d*), bar (598 *l/d*), salão de beleza (527 *l/d*), drogaria (319 *l/d*) e, por último, hortifrúti (170,4 *l/d*).

Figura 14 - Consumo Médio Diário por Estabelecimento Comercial

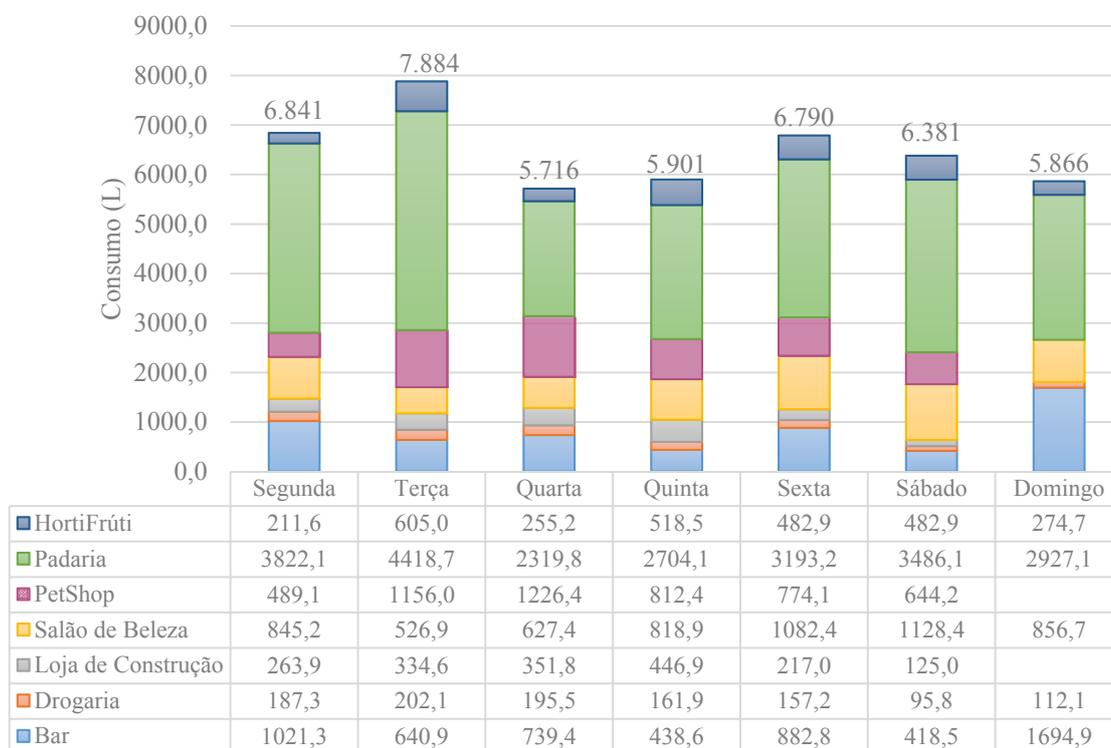


iii. Consumo Diário

Aqui será abordada a análise do consumo diário por usos-finais de água, com o consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário), e contrapondo a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

Constata-se que terça-feira é o dia da semana com o maior consumo (7.884 *l/d*) e o dia com o consumo inferior foi quarta-feira (5.716 *l/d*). No domingo não houve consumo do pet shop e loja de material de construção, uma vez que eles permanecem fechados nesse dia da semana.

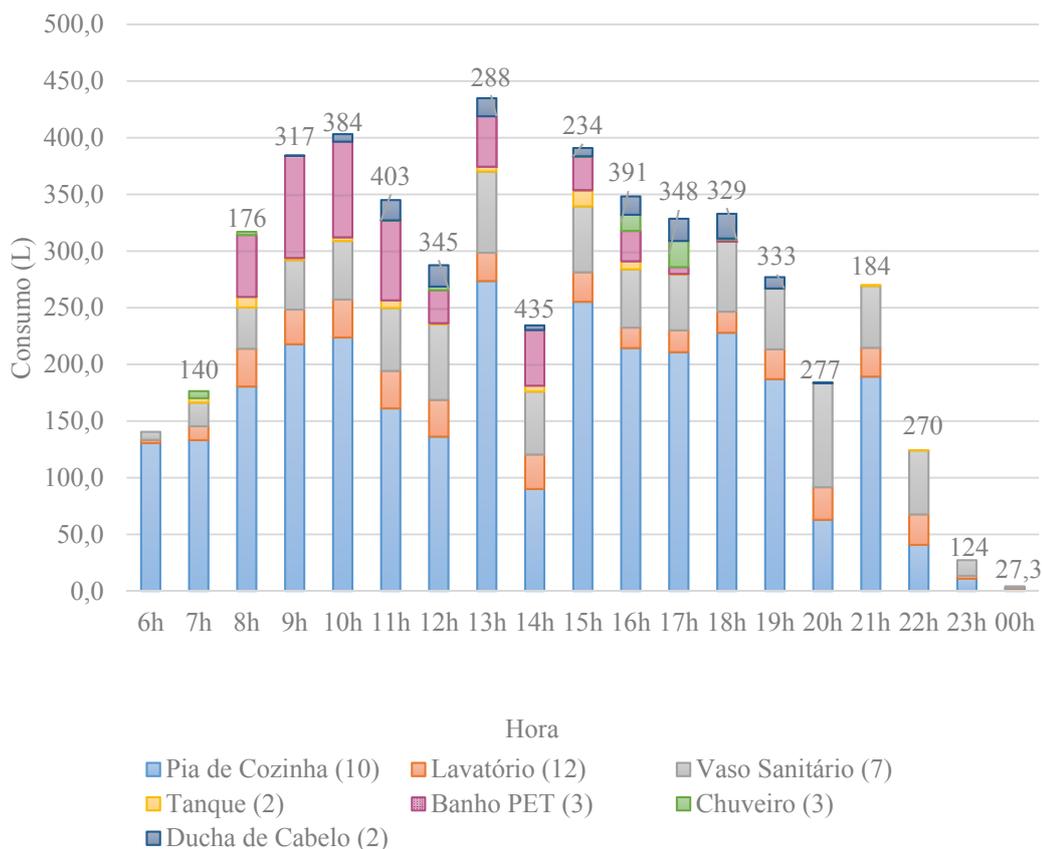
Figura 15 - Consumo Diário de Água por Estabelecimento Comercial – Bloco Comercial



Análises Descritivas do consumo nos usos-finais por dia: Média= 6.483 l/d; Erro padrão da média= 288,8; Mediana= 6.381 l/d; Valores discrepantes (mín.= 5.764 e máx.= 7.884 l/d); Desvio padrão= 764; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 5.776 l/d e Limite superior= 7.189 l/d).

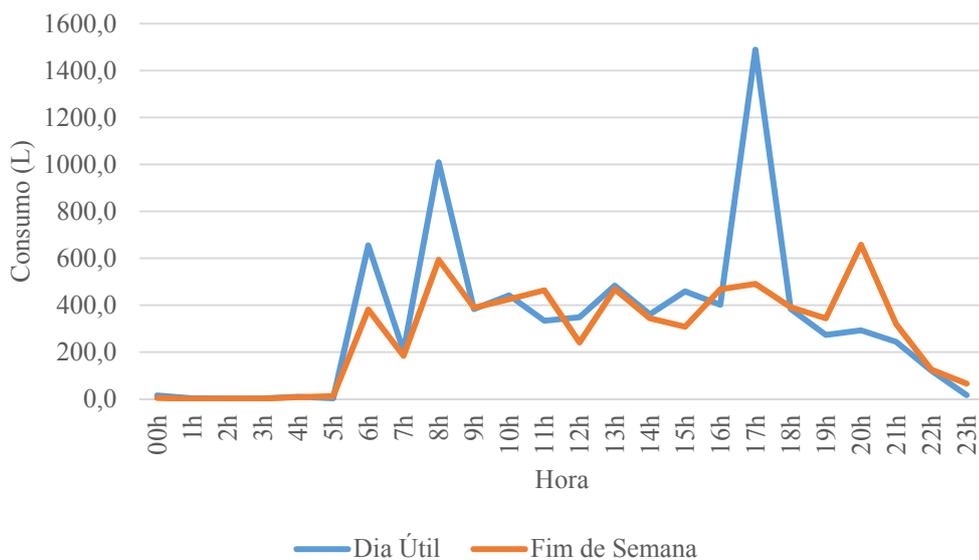
O gráfico do consumo por uso-final por hora do bloco comercial, Figura 16, exibe a evolução do consumo médio em cada equipamento hidráulico que compõe o edifício. Observa-se que o período do dia que o consumo aumenta é às 13h (288 l/hora), na qual o grande ponto de consumo nesse horário é o da pia de cozinha. Uma hipótese é de que esteja relacionado ao horário de almoço dos funcionários e prestação de serviço na panificadora. A análise descritiva do consumo dos usos-finais de cada estabelecimento será abordada no decorrer dos resultados.

Figura 16 - Consumo por Uso-Final por Hora - Bloco Comercial



Analisando o gráfico da Figura 17, infere-se que o consumo no início da manhã e no fim da noite são menores devido aos horários de funcionamento das lojas.

Figura 17 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Bloco Comercial



iv. Usos-Finais

A discrepância calculada para o bloco do Lago Norte foi de -30%, ou seja, apenas essa porcentagem do consumo não pôde ser explicada pelos usos-finais da edificação. Esse resultado é bastante positivo pois, ao longo do ano, pode ter havido intercorrências como as hipóteses levantadas anteriormente. A Tabela 7 mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do bloco do Lago Norte.

Tabela 7 - Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Bloco Comercial

Resumo dos dados de Consumo - Bloco Comercial	
Consumo Anual	3.548 m ³ /ano
Consumo Diário	9.719 l/d
Consumo Per Capita	88 l/p/d
Consumo Per Capita (Clientes)	27 l/p/d
Consumo Per Capita (Total)	20,38 l/p/d
Consumo Per Area	4,59 l/m ² /d
Consumo Estimado	7.487 l/d
Consumo Faturado	9.719 l/d
Discrepância	-30 %
Fator de Correção	1,30

Usos-Finais de Água	D _{est}	D _{est} (l/d)	D _{base} (l/d)	I _{est}	I _{cor}
Descarga Sanitária (12)	20,7%	1546	2007	13,9 l/p/d	18,1 l/p/d
Mictório (2)	0,1%	7	9	0,1 l/p/d	0,1 l/p/d
Lavatório (14)	8,7%	653	847	5,9 l/p/d	7,6 l/p/d
Chuveiro (4)	0,7%	52	68	0,5 l/p/d	0,6 l/p/d
Chuveiro Pet (3)	6,0%	448	581	4,0 l/p/d	5,2 l/p/d
Ducha de Cabelo (2)	2,7%	204	265	1,8 l/p/d	2,4 l/p/d
Filtro de Água (1)	0,2%	18	23	0,2 l/p/d	0,2 l/p/d
Pia de Cozinha (12)	43,3%	3242	4209	29,2 l/p/d	37,9 l/p/d
Pia Industrial (1)	4,9%	369	479	3,3 l/p/d	4,3 l/p/d
Máquina de Pão (1)	1,0%	75	97	0,7 l/p/d	0,9 l/p/d
Tanque (2)	10,7%	798	1036	0,4 l/m ² /d	0,5 l/m ² /d
Torneira de Uso Geral (4)	1,0%	75	97	0,0 l/m ² /d	0,05 l/m ² /d

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2. Estabelecimentos Comerciais

Neste tópico, serão apresentadas as análises do consumo predial e dos usos-finais por estabelecimento comercial. Primeiramente, uma breve descrição dos estabelecimentos

comerciais com informações relativas à tipologia, horário de funcionamento, atividade, consumo e à coleta de dados. Em seguida, se dividirá em quatro etapas: i) consumo anual – exibindo um diagnóstico do consumo anual; ii) consumo por setor – mostrando o consumo desagregado por setores do estabelecimento; iii) consumo diário – avaliando o consumo da semana e ao longo do dia por uso-final, descrevendo os usos-finais de água; e, por último, iv) usos-finais – expõe uma tabela resumo dos dados de consumos obtidos por meio das medições, apresentando indicadores de uso-final de água estimados e indicadores bases.

3.1.2.1. Loja de Materiais de Construção

A loja de materiais de construção em estudo é um estabelecimento comercial que atua no mercado de material de construção no Lago Norte há 27 anos, Figura 18. Essa loja abre diariamente de segunda a sexta de 8h às 17h50 e no sábado de 8h às 13h. O primeiro contato com o gerente da loja foi realizado em abril de 2018, que repassou informações básicas do estabelecimento, como por exemplo, área e número de funcionários. Ainda, no mesmo dia, o estudo foi autorizado para que a equipe de técnica fizesse a instalação dos equipamentos de medição nos pontos de uso-final de água de todo o estabelecimento. A Tabela 8 apresenta o resumo das informações básicas da loja.

Essa loja possui área de vendas de materiais em geral, recepção, caixa, balcão de atendimento e dois banheiros para clientes (feminino e masculino) no pavimento térreo. O subsolo é área de carga e descarga e de materiais de construção maiores e mais pesados, além de uma copa e um vestiário.

A instalação dos equipamentos de medição em todos os usos-finais se deu às 12h do dia 09 de maio de 2018, quarta-feira e a desinstalação às 09h30min do dia 18 de maio de 2018. Os dias e horários da mensuração dos usos-finais na loja de material de construção seguiu a disponibilidade dos funcionários no período de menos fluxo de clientes e foi realizada em 10 dias consecutivos.

Figura 18 - Loja de materiais de construção selecionada para estudo de caso.



Tabela 8 - Informações básicas

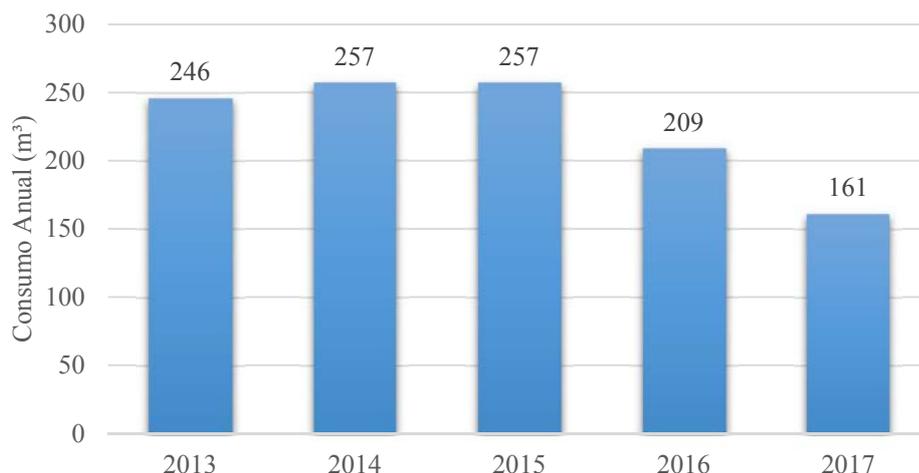
LOJA DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	
Área Construída	1.040 m ²
Área Verde	--- m ²
Área de Piso	1.040 m ²
Número de Funcionários	16
Consumo Anual	238 m ³ /ano
Consumo Diário	652 l/d
Consumo Per Capita	41 l/p/d
Consumo Per Area	0,63 l/m ² /dia

i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017 foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), cujas informações possibilitaram a análise descritiva do consumo ao longo dos anos.

Nota-se que, no consumo anual de 2013 a 2017 (Figura 19), o ano de 2017 sofreu importante redução no consumo devido, principalmente pela redução na pressão na rede de distribuição de água e pelo racionamento por rodízio ocasionado pela crise hídrica do período, como apresentado anteriormente. Dessa forma, o consumo mensal analisado será dos anos de 2013 a 2016, quando não havia racionamento na região do Lago Norte, apresentando um resultado com valores mais próximo à realidade.

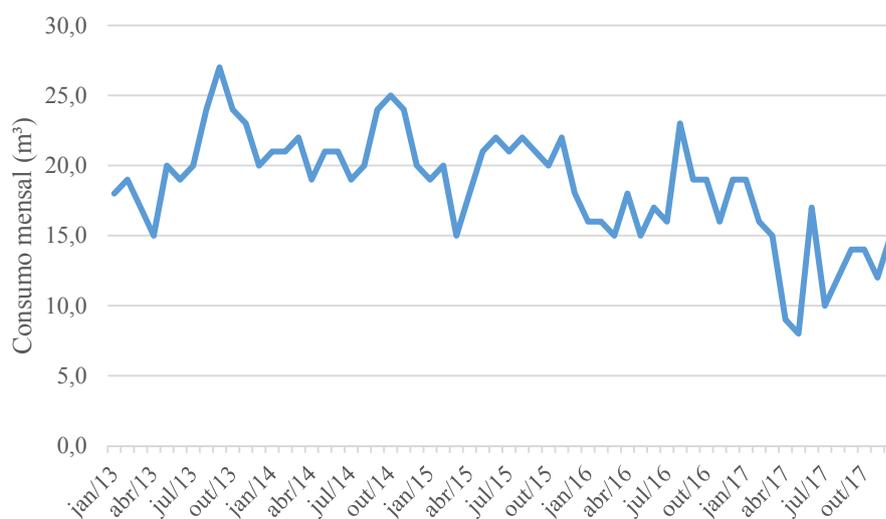
Figura 19 - Consumo Anual (2013-2017) – Loja de Materiais de Construção



Análises Descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 226 m³/ano; Erro padrão da média= 18,487; Mediana= 226 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 161 e máx.= 257 m³/ano); e Desvio padrão= 41,34 m³/ano.

Nos anos anteriores a 2016, algumas regiões do Brasil também viveram grave crise hídrica, a exemplo de São Paulo (SABESP, 2016). Essas crises no abastecimento e medidas emergenciais adotadas pelos governos de cada estado repercutiram muito em todo o país por meio da imprensa. Essas notícias e informações a respeito de medidas de economia de água acabam, muitas vezes involuntariamente, influenciando nos hábitos de consumo dos usuários. Em 2016, quando iniciou a crise hídrica no DF, houve muitas campanhas de conscientização, embora ainda tenha sido um ano em que as atividades não sofreram grandes modificações no cronograma de lavagem e logística para redução do consumo, com pouca redução no consumo.

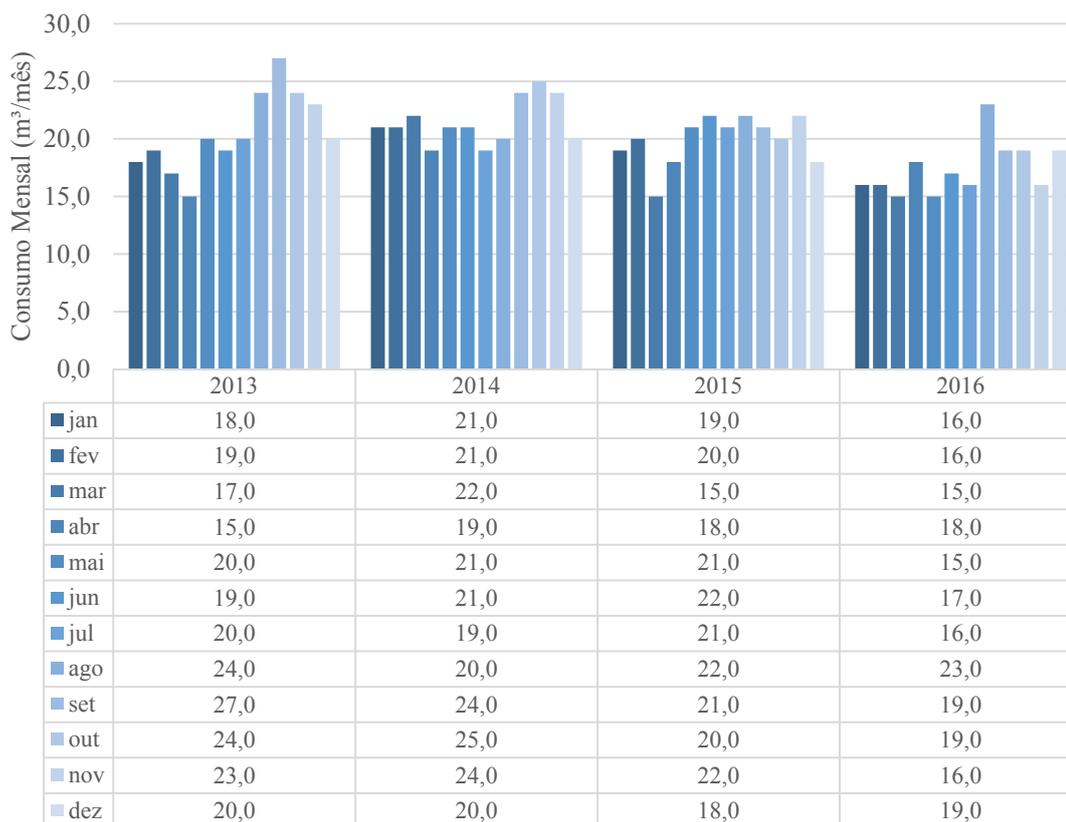
Figura 20 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Loja de Materiais de Construção



Análises Descritivas da Evolução do Consumo (2013-2017): Média= 20,5 m³/mês; Erro padrão da média= 0,98; Mediana= 20 m³/mês; Valores discrepantes (máx.= 27 e mín.= 15 m³/mês); Desvio padrão= 3,397 m³/mês; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 17,52 m³/mês e Limite superior= 19,54 m³/mês).

A Figura 21 mostra a variação do consumo ao longo dos anos de 2013 a 2016. A média mensal desses anos é de 19,81 m³ e o erro padrão da média de 0,41, consideravelmente baixo. Já no gráfico em que o ano de 2017 foi considerado (Figura 19), o erro padrão foi de 0,98, mais que o dobro da análise dos dados de 2013 a 2016. A média pode variar entre limite inferior de 19,98 m³/mês a superior de 20,64 m³/mês, com 95% de confiança para esse intervalo.

Figura 21 - Consumo Mensal dos anos de 2013 a 2016 – Loja de Material de Construção



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 19,8 m³/mês; Erro padrão da média= 0,41; Mediana= 20 m³/mês; Valores discrepantes (máx.= 27 e mín.= 15 m³/mês); Desvio padrão= 2,86; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 18,98 m³/mês e Limite superior= 20,64 m³/mês).

ii. Consumo por setor

O consumo de água nesse estabelecimento provém de cinco ambientes, a saber, banheiros de clientes (1 feminino e 1 masculino), um vestiário, copa e área de serviço. Segundo os funcionários, os clientes quase não utilizam os banheiros. Foi realizada uma vistoria hidráulica nas instalações hidráulicas da loja e não foi encontrado nenhum vazamento visível e, no mesmo dia da vistoria, foram instalados os equipamentos de medições.

Os principais consumos da loja são nos banheiros e vestiários, seguido da copa e da lavagem de pisos. Tendo em vista a atividade exercida de venda de material de construção esse resultado

já era esperado, uma vez que há 16 funcionários que permanecem regulamente no local e utilizam frequentemente os banheiros. Segundo os funcionários, eles não utilizam muito a cozinha, pois a maioria leva marmita para o trabalho e apenas a esquentam no local e lavam vasilhas e talheres. Ainda, de acordo com as entrevistas estruturadas realizadas com a gerente, o piso é limpo apenas duas vezes por semana e eles utilizam pano úmido para limpar, utilizando pouca água. Entretanto, os locais que são limpos diariamente são a copa e banheiros. Portanto, os principais consumos são em usos não potáveis. A Tabela 9 mostra esse consumo setorizado em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação.

Tabela 9 - Consumo setorizado – Loja de Materiais de Construção

Consumo Setorizado	Uso (l/d)
Banheiros	206
Vestiário	133
Cozinha	69
Lavagem de Piso	68
TOTAL	476

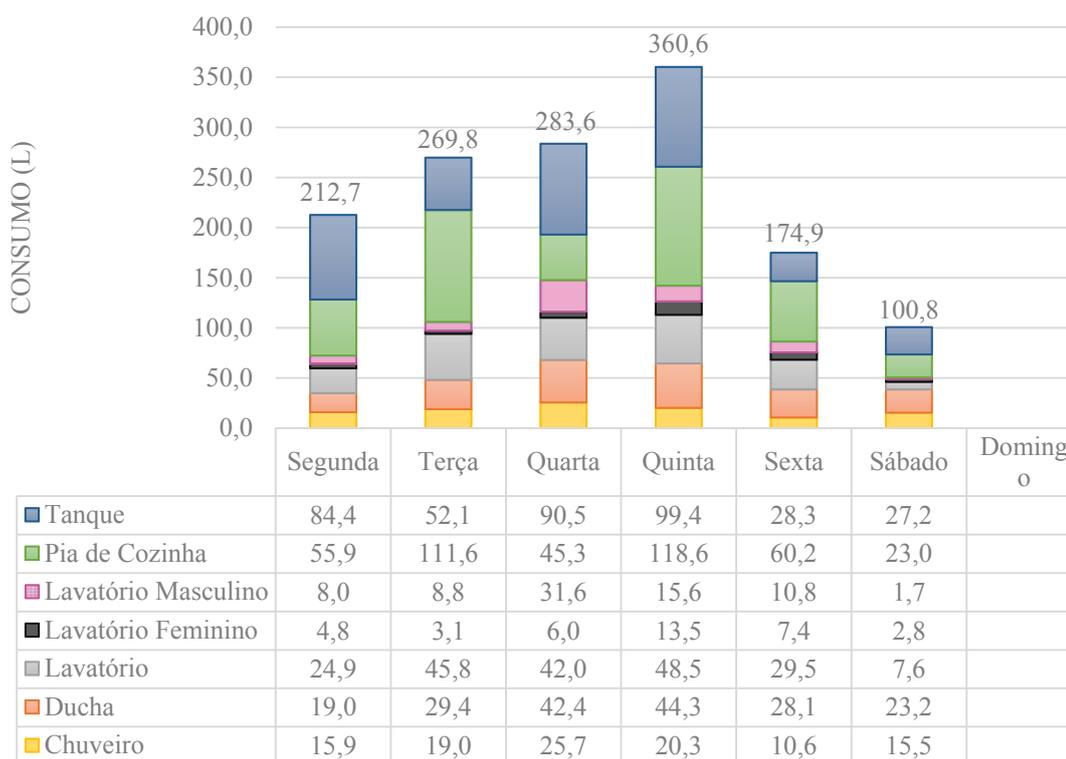
iii. Consumo Diário

Nesse ponto, foi abordada a análise do consumo diário por usos-finais de água, apresentando o consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário) e contrapondo a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

O gráfico da Figura 22 mostra o consumo de água ao longo do período de coleta de informações por meio dos equipamentos de medição. O gráfico aponta um pico de consumo de 360,6 l/d na quinta-feira, sendo que o proprietário não soube explicar tal comportamento. No domingo, a loja está fechada, sendo o consumo zero, o que reforça que as instalações estão em condições adequadas e sem vazamentos.

O consumo médio semanal foi de 233,68 l/d, podendo variar entre 138,21 a 329,15 l/d com 95% de confiança. O menor consumo foi 100,8 l/d, no sábado, e o maior de 360,3 l/d, durante a quinta-feira. Sábado obteve consumo inferior aos demais pois a loja abre apenas de 07h às 13h, diferente dos demais dias.

Figura 22 - Consumo Diário nos Usos-Finais de Água – Loja de Materiais de Construção



Análises Descritivas do consumo nos usos-finais por dia: Média= 233,68 *l/d*; Erro padrão da média= 37,14; Mediana= 241,25 *l/d*; Valores discrepantes (mín.= 100,8 e máx.= 360,3 *l/d*); Desvio padrão= 90,97; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 138,21 *l/d* e Limite superior= 329,15 *l/d*).

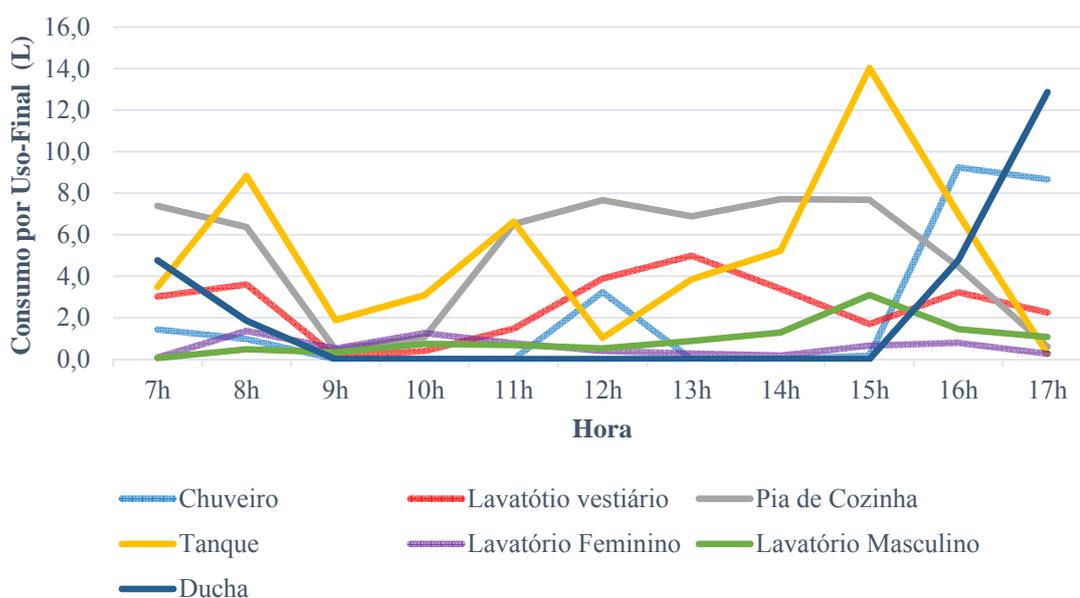
A Figura 23 apresenta o consumo estimado em cada uso-final de água por hora da loja material de construção. Esse gráfico foi gerado pela média de consumo horária de cada equipamento hidráulico durante os oito dias consecutivos em que foram mensurados. Não consta no gráfico o consumo de vasos sanitários e mictório, uma vez que não foi possível instalar os equipamentos de medição nesses usos-finais. Dessa forma, foram realizadas entrevistas estruturadas com 7 homens e 2 mulheres que trabalham no local, com o intuito de obter os hábitos de consumo relacionados a esses dois usos-finais. Com isso, foi possível estimar o consumo médio desses equipamentos por dia, como mostra a Tabela 11.

Observa-se que a pia de cozinha teve alguns picos de consumo em certos períodos do dia, no início da manhã (7h às 8h) e em seguida não há consumo, às 9h. Ao meio dia, o consumo volta a subir, chegando a 7,7 *l/hora*, se mantendo até 15h, devido ao horário de almoço. A copeira prepara o almoço às 11 horas e, após todos os funcionários almoçarem, termina de lavar a louça às 15h.

Constata-se, ao observar a ducha e o chuveiro, que alguns funcionários tomam banho assim que chegam ao serviço e quando vão embora. O pico ao meio dia ocorre porque o expediente aos sábados encerra às 13h. Logo, antes de irem embora, certos funcionários, tomam banho.

Ainda, é possível concluir que o consumo de água nos lavatórios do banheiro masculino dos clientes é maior do que do feminino. Segundo os funcionários, os banheiros de clientes são muito utilizados pelos funcionários da parte da venda (vendedores), área localizada no térreo, onde também estão situados os sanitários de clientes. A loja possui mais funcionários homens, assim sendo, é previsível que o consumo do lavatório masculino consuma mais do que o feminino. Entretanto, nota-se que o lavatório do vestiário é muito mais utilizado, pois no subsolo permanecem a maioria de trabalhadores da loja, dado que os materiais de construção que permanecem lá necessitam de muitos funcionários para carregar a mercadoria grande e pesada.

Figura 23 - Consumo por Uso-Final por Hora - Loja de Material de Construção



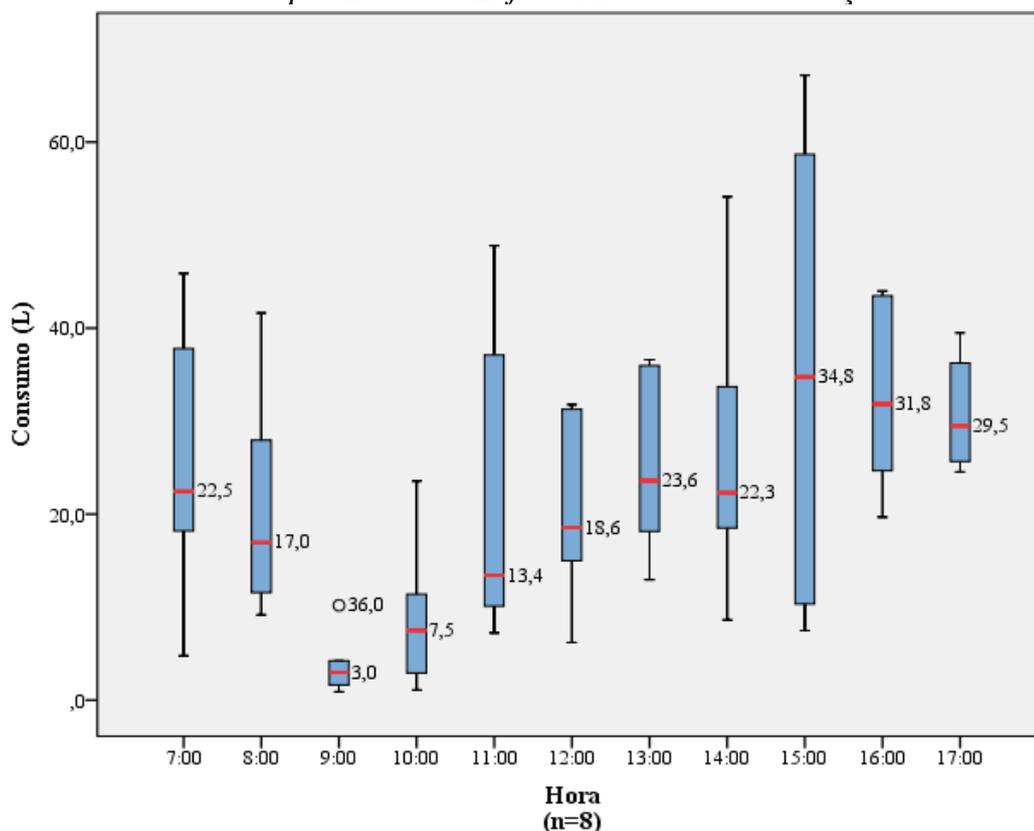
Os equipamentos de aferição do consumo permaneceram instalados por 10 dias consecutivos. Entretanto, como o dia da instalação e da desinstalação não mensurou todos os horários, foram desconsiderados nos cálculos da média de consumo por dia da semana e por hora do dia. Logo, foram aferidos o consumo nos usos-finais apenas no período de aproximadamente uma semana (8 dias). Com isso, foi feito um gráfico de Box Plot, para melhor compreender a evolução do consumo ao longo do dia, com os horários de consumo desses 8 dias que foram utilizados, geralmente, de 7h da manhã às 17h da tarde. Esse gráfico fornece informação sobre as seguintes características do conjunto de dados: localização, dispersão, assimetria, comprimento da cauda e *outliers* (medidas discrepantes). Assim, é possível analisar mais afundo o comportamento dos

dados de consumo por hora do dia e identificar *outliers* que, nesse caso, foi apenas em um uso às 9h da manhã.

A amplitude do gráfico da Figura 24 variou de 0,9 *l/hora* a 67,2 *l/hora*, que representa os valores mínimo e máximo. Dessa forma, não existe uma padronização de consumo por horários, visto que o consumo varia consideravelmente ao longo do dia. A maior mediana com valor de 34,8 *l/hora* foi no horário das 15 horas e a menor mediana foi de 3 *l/hora* no horário das 9 horas da manhã. Diante disso, conclui-se que 9h e 15h são os horários com menor e maior consumo, respectivamente.

A partir do gráfico, infere-se que no período da tarde o consumo tende a aumentar e tem pico de uso de água às 15 horas, reduzindo às 17h, horário em que os funcionários estão se preparando para encerrar o expediente, que acaba 17h30min. Já no período da manhã, a hora de maior consumo é às 7, horário em que os funcionários tendem a chegar para iniciar os trabalhos. Ainda na manhã, o consumo volta a subir às 11h e permanece mais elevado ao meio dia, durante a pausa para o almoço dos funcionários. Percebe-se que não houve nenhum consumo fora do período em que os funcionários estão na loja (7h às 18h), o que enfatiza que as instalações hidráulicas estão sem vazamentos. Ainda, quando se repara a discrepância entre o consumo estimado e o consumo médio faturado apontada na Tabela 10, não houve uma diferença muito grande entre ambos. Portanto, seguramente, não há vazamentos no sistema de instalação hidráulica.

Figura 24 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário - Loja de Material de Construção.

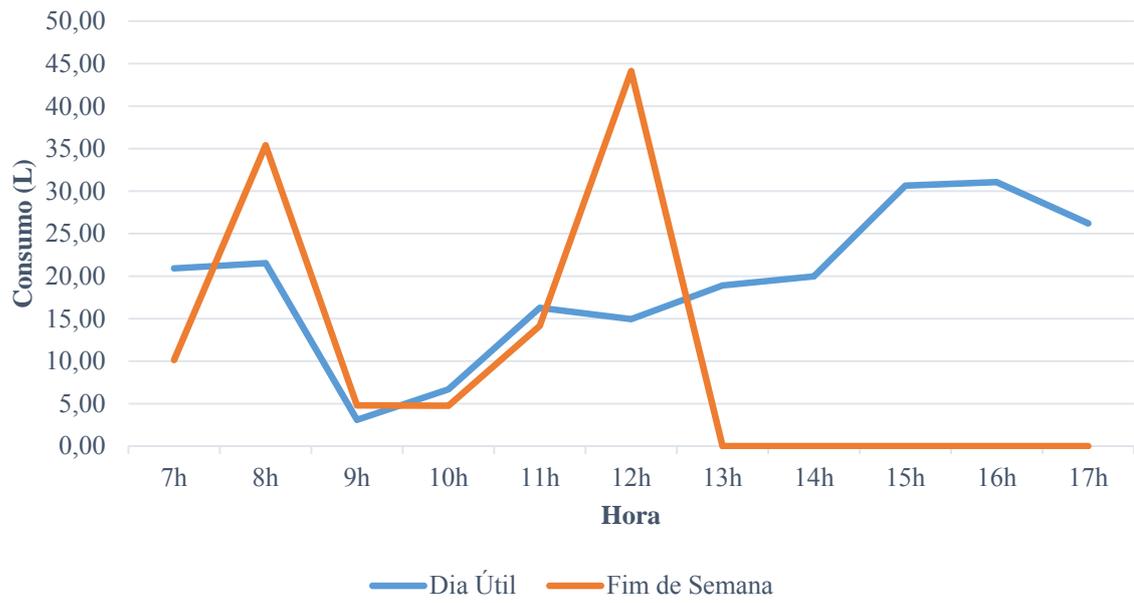


Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 23,05 *l/hora*; Erro padrão da média= 1,89; Mediana= 21,36 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0,9 e máx.= 67,2 *l/hora*); Desvio padrão= 15,25; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 19,26 *l/hora* e Limite superior= 26,82 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 22,4; e Amplitude= 66,3; Assimetria= 0,613.

O gráfico da Figura 25 aponta a evolução do consumo médio por hora no dia útil e no final de semana, para melhor entender a variação do consumo ao longo do dia útil e compará-lo com o final de semana. Isso é importante, dado que se trata de comércios que o fluxo de clientes varia ao longo da semana e que há mudança de turnos de funcionários no final de semana e em outros casos. Além disso, o horário de funcionamento tende a ser diferente nos dias úteis e no final de semana, a exemplo da loja de material de construção em estudo, que abre de segunda a sexta de 8h às 17h50, no sábado de 8h às 13h e permanece fechada aos domingos.

Com isso, nota-se que o consumo no final de semana (sábado) acaba às 13h, hora em que o estabelecimento fecha. Enquanto nos dias úteis o consumo tende a subir a partir das 12h. Observa-se que em ambos o consumo cai às 9h e só volta a subir às 11h. No final de semana, há um pico de consumo ao meio dia e em seguida encerra, pois muitos funcionários tomam banho antes de ir embora. Em média o final de semana consumo um pouco menos por hora do que a média dos dias úteis, 18,9 *l/hora* e 19,11 *l/hora*, respectivamente.

Figura 25 - *Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Loja de Material de Construção*



i. Usos-finais

A instalação dos equipamentos *data-loggers* na loja foi efetuada quarta-feira, dia 09 de maio de 2018, ao meio dia e desinstalado sexta-feira, dia 18 de maio de 2018, às 9h30min da manhã. Logo, os dias de instalação e desinstalação não foram contabilizados na análise dos usos-finais de água desse estabelecimento, uma vez que não contabilizou todos os horários de funcionamento do dia. Todavia, foram aferidos oito dias consecutivos.

A Tabela 10 apresenta os resultados das medições. As vazões foram conferidas com as vazões coletadas no local e estão com resultados muito próximos, validando os métodos utilizados para essa coleta. A partir dos dados do tempo, do uso, da vazão e da frequência foi possível identificar quanto de água cada ambiente consome por dia. Os indicadores de consumo apresentados foram calculados com base no número médio de clientes.

Tabela 10. Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água da loja de materiais de construção.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador
Banheiros					27,6 l/p/d
Vasos Sanitários (3)	6 lpf		47	282	17,6 l/p/d
Lavatório (4)	0,03 l/s	523	10	153	9,5 l/p/d
Mictório (2)	1 lpf		7	7	0,4 l/p/d
Vestiário					5 l/p/d
Chuveiro (1)	0,18 l/s	81	1	17,7	1,1 l/p/d
Chuveiro elétrico (1)	0,07 l/s	55	1	2,3	0,01 l/p/d
Ducha (1)	0,21 l/s	139	1	30,2	0,05 l/p/d
Lavatório (1)	0,06	170	4	36	0,9 l/p/d
Vasos Sanitários (2)	6 lpf		8	48	3 l/p/d
Cozinha					4,6 l/p/d
Pia de cozinha (1)	0,06 l/s	463,9	3	72,9	4,6 l/p/d
Lavagem de Piso					0,1 l/m²/d
Tanque (1)	0,19 l/s	248	2	71	0,1 l/m ² /d

Em parêntesis, o número de equipamentos

l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia

l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

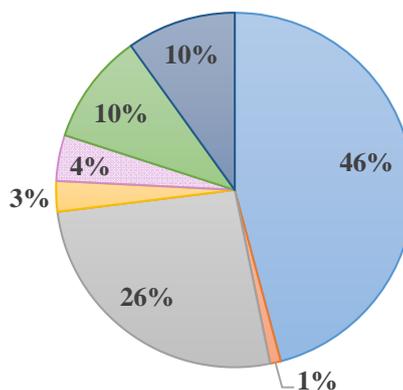
A partir dos resultados das medições em cada uso-final foi possível prever o consumo de água do estabelecimento comercial de material de construção. A Tabela 11 apresenta esses consumos diários para cada uso-final e o consumo diário médio extraído pela média dos consumos mensais dos anos de 2013 a 2016 das contas de água da CAESB. Aponta a proporção do consumo nos usos-finais analisados da loja de materiais de construção. O principal consumo foi em vasos sanitários (46%), seguido por lavatórios (26%). A discrepância relativa entre o consumo estimado e o faturado (CAESB) é de 10%, o que mostra boa confiabilidade nos

indicadores de consumo gerados. Essa discrepância baixa evidencia que o consumo estimado não foi tão diferente do consumo médio faturado. Foi utilizado o fator de correção de 0,91 para obtenção das demandas bases (D_{base}) e indicadores bases (I_{base}) em cada uso-final.

Tabela 11- *Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Loja de Materiais de Construção*

Resumo dos dados de Consumo - Loja de Materiais de Construção						
Consumo Anual	238	m^3/ano				
Consumo Diário	652	l/d				
Consumo Per Capita	41	$l/p/d$				
Consumo Per Area	0,63	$l/m^2/d$				
Consumo Estimado	720	l/d				
Consumo Faturado	652	l/d				
Discrepância Relativa	10,39	%				
Fator de Correção	0,91					

Usos-Finais de Água	D_{est}	D_{est} (l/d)	D_{base} (l/d)	I_{est}	I_{base}
Vasos Sanitários (5)	46%	330,0	298,9	20,6 $l/p/d$	18,7 $l/p/d$
Mictório (2)	1%	7,0	6,3	0,4 $l/p/d$	0,4 $l/p/d$
Lavatório (5)	26%	188,7	171,0	11,8 $l/p/d$	10,7 $l/p/d$
Chuveiros (2)	3%	20,0	18,1	1,2 $l/p/d$	1,1 $l/p/d$
Ducha (1)	4%	30,2	27,3	1,9 $l/p/d$	1,7 $l/p/d$
Pia de cozinha (1)	10%	72,9	66,0	4,6 $l/p/d$	4,1 $l/p/d$
Tanque (1)	10%	71,0	64,3	0,1 $l/m^2/d$	0,1 $l/m^2/d$



D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.2. Panificadora

A panificadora funciona todos os dias da semana de 6h às 22h. Esse estabelecimento confecciona pães (parte industrial de panificadora), produz salgados, tortas, bolos e doces, funcionando como confeitaria. Ainda, funciona como lanchonete, possui um amplo cardápio com opções para os clientes tomarem café da manhã e lanche da tarde, com produtos feitos na hora e, à noite, oferece caldos e outros alimentos. Por isso, dispõe de uma cozinha industrial e grande quantidade de funcionários, 65 ao todo, em média são contabilizados 33 funcionários por turno. Esse estabelecimento possui uma área construída de 294 m^2 e recebe cerca de 300 clientes por dia.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais no mesmo dia, às 11h30min do dia 16 de abril de 2018, segunda-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 10h da manhã do dia 25 de abril de 2018, quarta-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 10 dias consecutivos na panificadora.

Figura 26 - Panificadora selecionada para estudo de caso.



Fonte: Google Earth (2019)

Tabela 12 - Dados Gerais da Panificadora

PANIFICADORA	
Área Construída	294 m^2
Área Verde	--- m^2
Área de Piso	294 m^2
Número de Funcionários por Turno	33 <i>fun/turno</i>
Número Total de Funcionários	65 <i>fun/d</i>
Número de Clientes	300 <i>cli/d</i>
Número Total de pessoas	365 <i>pop tot./d</i>
Kg de massa de pão	30 <i>Kg/d</i>
Consumo Anual	2142 m^3/ano
Consumo Diário	5.868,5 <i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> (funcionários)	90 <i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> (Clientes)	19 <i>l/cli./d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> (funcionários e clientes)	16 <i>l/pop. tot./d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	20 $l/m^2/d$
Consumo por Kg de massa de pão	194,7 l/Kg pão/d

i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017 foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), possibilitando a análise descritiva do consumo ao longo dos anos.

Segundo Motta e Sanchez (2001), panificadoras se caracterizam por duas atividades distintas, a panificação e a confeitaria, com aspectos mais próximos de indústria e do serviço de lanchonete, café e refeições rápidas, ou seja, uma classificação essencialmente comercial. Quanto ao consumo de água, a parte comercial é predominante sobre a industrial, pois no

processo de panificação não há uso intensivo de água. Na parte de lanchonete, café e refeições o consumo de água está ligado, principalmente, a atividades de copa (lavagem de utensílios e preparação de refeições) e uso dos banheiros. Na panificação, o uso principal da água se concentra nos banheiros, utilizados pelos funcionários.

Conforme informações na Tabela 12, a panificadora em análise apresentou um consumo médio anual de $2.142 m^3$ (cerca de $176 m^3/mês$ e $5.868,5 l/d$). Considerando sua área e a população fixa (funcionários), o consumo *per area* é de cerca de $20 l/m^2/d$, e o consumo *per capita* (funcionários) é de cerca de $90 l/p/d$. Em média são produzidos 30 Kg de massa de pão francês por dia, o que gera em torno de 4 carrinhos cheio de pão com diversas prateleiras.

A panificadora em estudo possui dentro de um mesmo estabelecimento três atividades distintas: industrial, que envolve a panificação; comercial, venda dos produtos produzidos na panificação e na confeitaria; e serviço, setor da lanchonete que serve produtos feitos na hora para o consumo no local) o que, conseqüentemente, resulta em outras variáveis de consumo que outros estabelecimentos não têm, a exemplo da loja de material de construção. Isso posto, além dos indicadores *per área* e *per capita* (funcionários), foram gerados os seguintes indicadores de consumo: *per capita* – utilizando apenas o número médio de clientes diário que consomem no local, ou seja, utilizam o serviço de lanchonete que a panificadora oferece ($l/cli./d$); *per capita* – utilizando o somatório do número total de funcionários e o número médio de clientes diário que consomem no estabelecimento ($l/pop. tot./d$); e consumo por quilo de massa de pão média utilizada por dia ($l/Kg pão/d$).

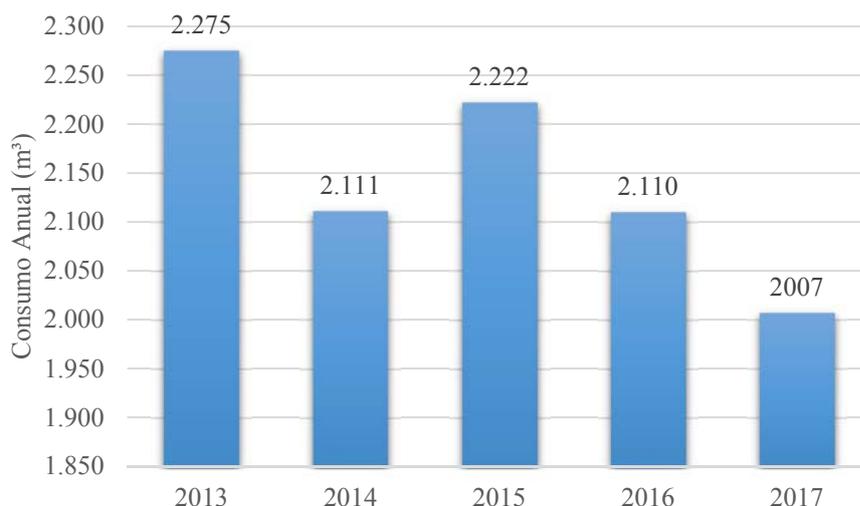
Esses parâmetros foram utilizados para melhor compreender os indicadores de consumo entre a panificadora e demais estabelecimentos comerciais, dado que o consumo por funcionário por dia na panificadora será muito maior do que o da loja de materiais de construção, hortifrúti e drogaria, por exemplo. Ainda, esses dados podem servir como base ou parâmetro para outros estudos futuros, em que é possível analisar quais são as variáveis que têm mais relação e que mais afetam o consumo. Esses indicadores não foram utilizados na caracterização dos usos-finais de água, pois os indicadores de uso-final foram utilizados para simular o potencial de redução do consumo por meio do uso racional da água. Portanto, não é possível utilizar diversos indicadores de consumo para aferir o potencial de redução do consumo, já que é necessário usar as mesmas medidas ou parâmetros de consumo. Dessa forma, em todos os estabelecimentos foram empregues apenas os indicadores *per capita* (número de funcionários) e *per area*. Na caracterização dos usos-finais no bloco comercial esses indicadores de consumo ajudarão a

facilitar a compreensão do consumo por setor. A Tabela 12 apresenta as informações gerais da panificadora com esses indicadores, variáveis e outros dados.

Após a obtenção dos dados básicos de população, área e consumo mensal, foi agendado a data da vistoria para verificar as vazões dos equipamentos sanitários e verificar se haviam vazamentos visíveis em suas instalações. No mesmo dia, foram instalados os equipamentos de medições (*data-loggers*) para medir o consumo em cada ponto de uso de água. No entanto, não houve viabilidade técnica para instalar o equipamento na máquina de pães, visto que o equipamento de medição instalado no ponto de entrada de água tem uma bitola de $\frac{1}{2}$ polegada e o da máquina de pão, é de $\frac{3}{4}$ de polegada, ainda, não havia espaço no equipamento para instalar o adaptador. Portanto, foi estimado o consumo diário da produção de pães com base na receita básica de pães franceses, da quantidade produzida e da especificação da máquina utilizada. Outro ponto em que não foi possível instalar o equipamento de medição foi um ponto de água, de cano PVC, de 25mm, fixo na parede. A estimativa do consumo desse ponto foi feita por meio do número de baldes cheios por dia e do volume. Esse ponto de água é utilizado para a lavagem dos pisos internos da loja e da varanda, além da limpeza pesada ao final do dia da cozinha e da manutenção dessa limpeza ao longo do dia. Ainda, os funcionários da limpeza as vezes reusam a água da câmara fria para lavar uma parte do piso. Os pisos da loja são lavados quatro vezes ao dia, e a cozinha 5 vezes.

A Figura 27 apresenta o consumo anual de 2013 a 2017, sendo o consumo maior no ano de 2013 e considerável redução em 2014. O proprietário e funcionários da panificadora não souberam explicar a queda na demanda desse ano. Já no ano seguinte (2015), o consumo subiu novamente e voltou a reduzir em 2016 e 2017, possivelmente devido à crise hídrica vivenciada no período. A média de 2013 a 2017 foi de 2.101,22 m³/ano, com erro padrão da média de 34,41 e desvio padrão de 76,95.

Figura 27 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Panificadora

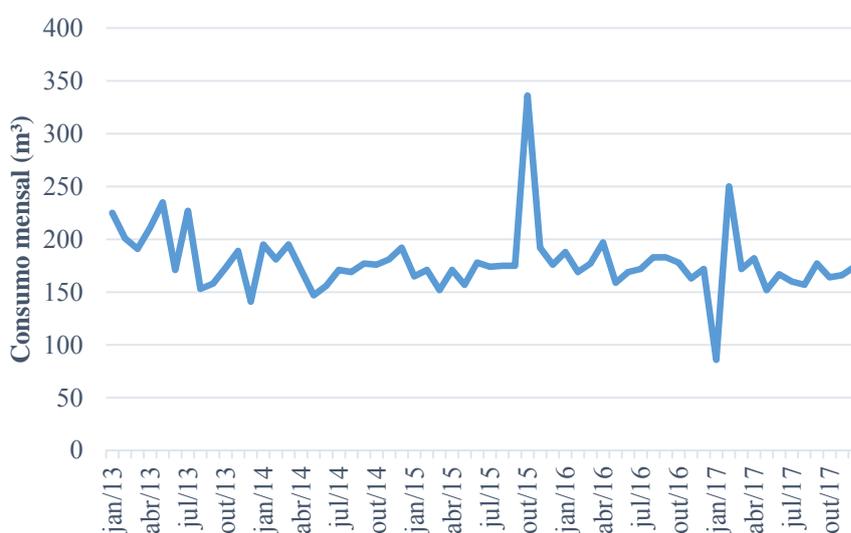


Análises Descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 2.101,22 m³/ano; Erro padrão da média= 34,41; Mediana= 2.110 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 2.007 e máx.= 2.222 m³/ano); e Desvio padrão= 76,95.

Ao analisar o gráfico da evolução do consumo de 2013 a 2017 na

Figura 28, constatam-se alguns picos no consumo, tanto na redução quanto no aumento, principalmente nos anos de 2015 e 2017. Os valores mais discrepantes foram o mínimo de 86 m³/mês e o máximo de 336 m³/mês, a média de consumo mensal dos anos foi 178,75 m³/mês, com erro padrão da média de 4,05 e dispersão da amostra de 31,39.

Figura 28 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Panificadora

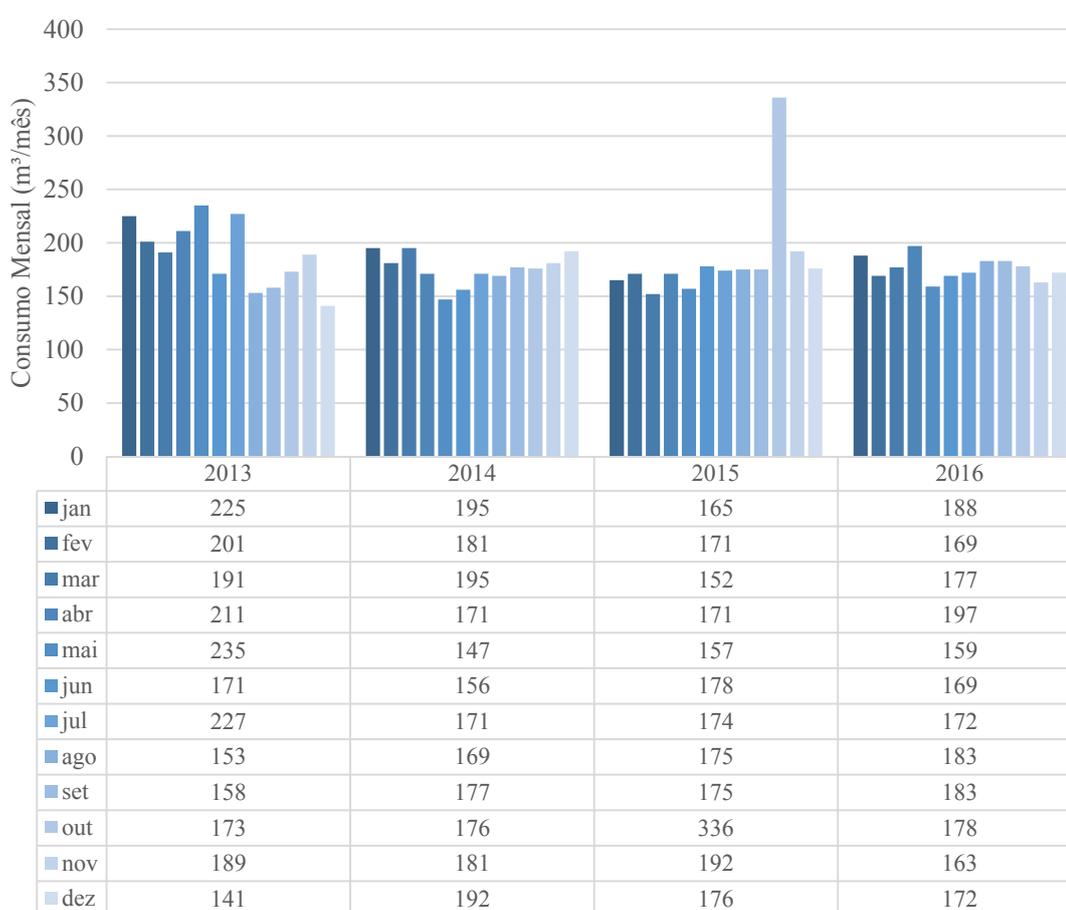


Análises Descritivas da Evolução do Consumo (2013-2017): Média= 178,75 m³/mês; Erro padrão da média= 4,05; Mediana= 174,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 86,00 e máx.= 336,00 m³/mês); e Desvio padrão= 31,39.

A Figura 29 mostra o consumo mensal dos anos de 2013 a 2016 da panificadora e verifica-se pouca variedade ao longo dos meses, sendo a maioria dos meses inferior a 200 m³/mês, exceto

em alguns meses de 2013 (janeiro, abril, maio e julho), com alcance do valor anual máximo em maio com 235 m³/mês. Já em outubro de 2015, houve um consumo muito discrepante dos demais meses, que faturou um consumo de 336 m³/mês. O proprietário da loja foi contatado para verificar o motivo da anomalia, mas ele não se lembrou de ter ocorrido vazamento no período e não soube justificar o motivo do pico de consumo nesse mês. Portanto, por considerar o mês de outubro de 2015 um *outlier*, ele foi desconsiderado da média mensal. Como explicado nos procedimentos metodológicos, todo *outlier* será retirado dos cálculos para não enviesar negativamente os resultados.

Figura 29 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Panificadora



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 178,57 m³/mês; Erro padrão da média= 2,58; Mediana= 175,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 86,00 e máx.= 336,00 m³/mês); Desvio padrão= 26,73; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 178,44 m³/mês e Limite superior= 183,69 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

A panificadora é dividida em três setores básicos: a produção, que é a parte industrial responsável pela produção de pães e alimentos; o setor de serviços, responsável pela lanchonete e atendimento aos clientes com alimentos rápidos produzidos na hora; e o setor de comércio,

com a oferta de pães e produtos. Com os resultados do consumo em cada uso-final, foi possível identificar quais os setores da panificadora têm maior consumo de água.

Nesse estabelecimento o maior consumo de água é no setor de serviço, responsável pela lanchonete, demandando 2.604 *l/d*. Seu consumo acentuado se deve ao fato de haver produção de alimentos e lavagem de louças constantemente ao longo de todo o dia. Em segundo lugar, a maior demanda de água é a lavagem de pisos (740 *l/d*), seguido do setor de produção com a cozinha industrial (444 *l/d*) e banheiros de clientes (332 *l/d*) e de funcionários (296 *l/d*). O banheiro de clientes obteve maior consumo do que o de funcionários, devido ao maior fluxo e frequência de uso clientes durante o dia, enquanto o segundo são sempre os mesmos funcionários que o utiliza. A Tabela 13 apresenta os valores de consumo diário do consumo setorizado e o consumo total médio em um dia na panificadora.

Tabela 13 - Consumo Setorizado da Panificadora.

Consumo Setorizado	Consumo (<i>l/d</i>)
Banheiro de Clientes	332
Banheiro de Funcionários	296
Cozinha	444
Lanchonete	2.604
Lavagem de Pisos	740
TOTAL	4.416

iii. Consumo Diário

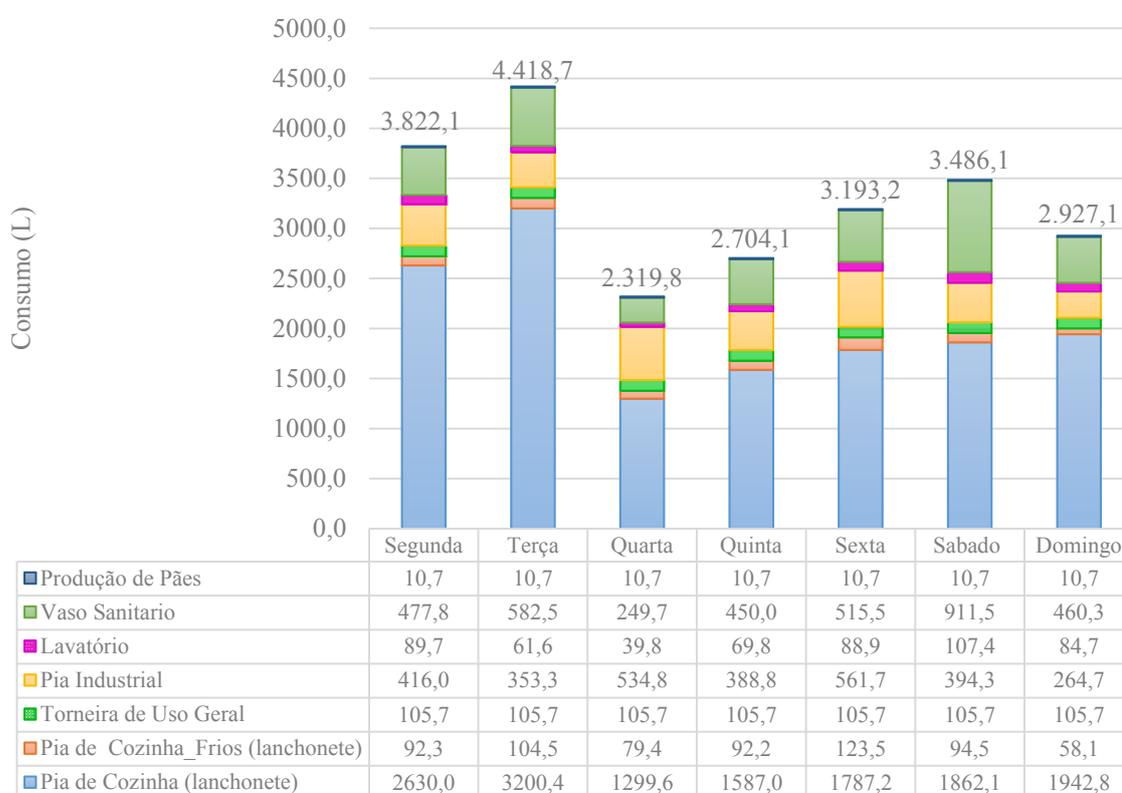
Aqui foi abordada a análise do consumo diário por usos-finais de água, com apresentação do consumo de cada ponto hidráulico durante os dias da semana e no decorrer do dia (horário), contrapondo a média dos dias úteis com a média do final de semana por horário. A auditoria hidráulica detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais possibilitou a obtenção desses dados.

A Figura 30 exibe a evolução do consumo de água ao longo da semana. São dados registrados diariamente pelos *data-loggers*, durante os sete dias consecutivos de medições. Tendo em vista que as atividades com uso de água estão diretamente relacionadas aos serviços prestados aos clientes, esse comportamento deve estar associado ao fluxo da panificadora em cada dia da semana, onde se observa que o volume do consumo de água por dia tende a aumentar de quarta-feira ao sábado. O consumo médio semanal foi de 3.267 *l/d*, podendo variar entre 2.611,42 a 3.193,20 *l/d* com 95% de confiança. O menor consumo foi 2.300 *l/d*, na quarta-feira, e o maior foi 4.419 *l/d*, na terça-feira.

O maior consumo de água é na pia de cozinha da lanchonete, com maior uso ao longo do dia, por serem serviços de constante produção de alimentos e bebidas para servir na hora. Ainda, é necessário lavar as louças e materiais eletrodomésticos utilizados. A pia de cozinha de frios na lanchonete não é preciso usar tanta água, pois os funcionários lavam os presuntos, salames, entre outros e utensílios manuseados para cortar em horas específicas do dia.

O segundo uso-final é o vaso sanitário, muito usado por funcionários e clientes. O terceiro é a pia de cozinha industrial, operada para confeitaria, que envolve produção de tortas, salgados, doces e diferentes tipos de pães, a exceção do pão francês que é produzido diretamente na máquina.

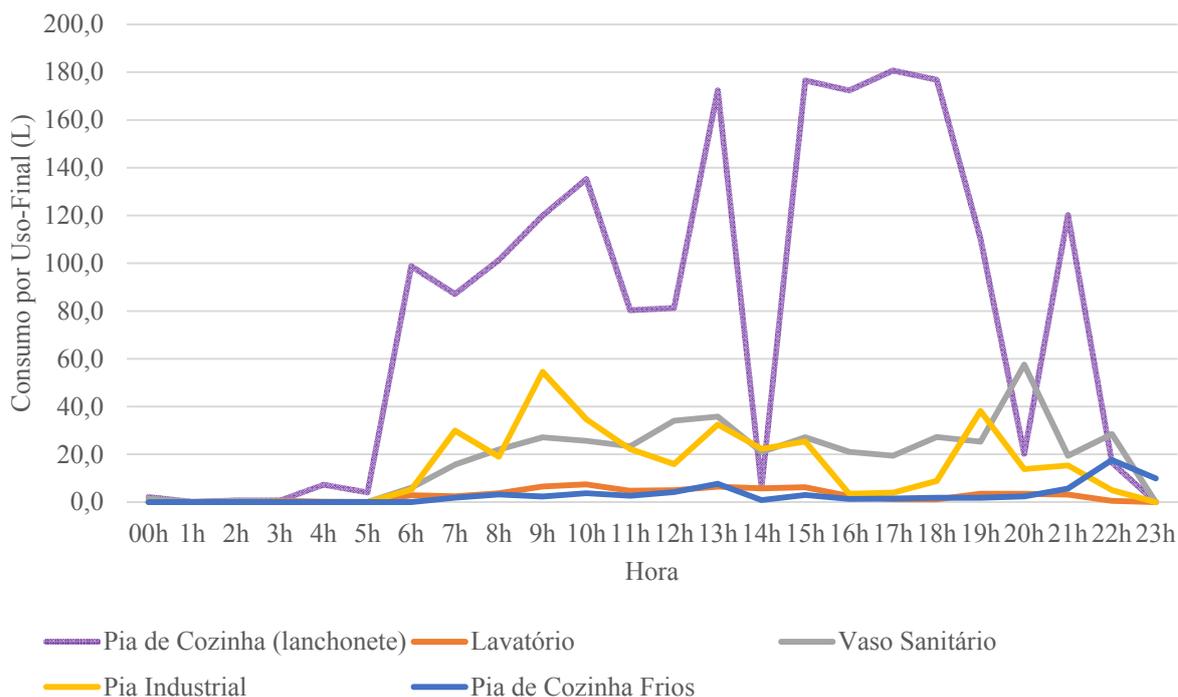
Figura 30 - Consumo Diário da Panificadora



Análises descritivas do consumo diário: Média= 3.267 l/d; Erro padrão da média= 268,03; Mediana= 3.193,2 l/d; Valores discrepantes (mín.= 2.320 e máx.= 4.419 l/d); Desvio padrão= 709,17; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 2.611,42 l/d e Limite superior= 3.193,20l/d).

O gráfico da Figura 31 aponta o consumo estimado em cada uso-final de água por hora da panificadora. Observa-se muita variação de consumo nos equipamentos hidráulicos, com destaque para pia de cozinha da lanchonete. Diante do exposto, o consumo da panificadora está diretamente relacionado às atividades que são exercidas nela, tenho maior consumo na lanchonete.

Figura 31 - Consumo por Uso-Final por Hora - Panificadora



Os equipamentos de aferição do consumo permaneceram instalados por 10 dias consecutivos. Entretanto, como o dia da instalação e da desinstalação não mensuraram todos os horários do dia, foram desconsiderados nos cálculos da média de consumo por dia da semana e por hora do dia. Logo, foram aferidos o consumo nos usos-finais apenas no período de aproximadamente uma semana (8 dias). Com isso, foi feito um gráfico de Box Plot, para melhor compreender a evolução do consumo ao longo do dia, com os horários de consumo desses 8 dias utilizados, geralmente, de 6h da manhã às 22h da noite. Assim, é possível analisar mais a fundo o comportamento dos dados de consumo por hora do dia e identificar *outliers* que, nesse caso, foram 3 com valores superiores e 4 com valores inferiores. Uma vez que houve consumo em horários que não havia expediente nem funcionário no local do estabelecimento, conclui-se ter ocorrido vazamento. Portanto, esse vazamento de água médio diário foi de 20,22 *l/d*.

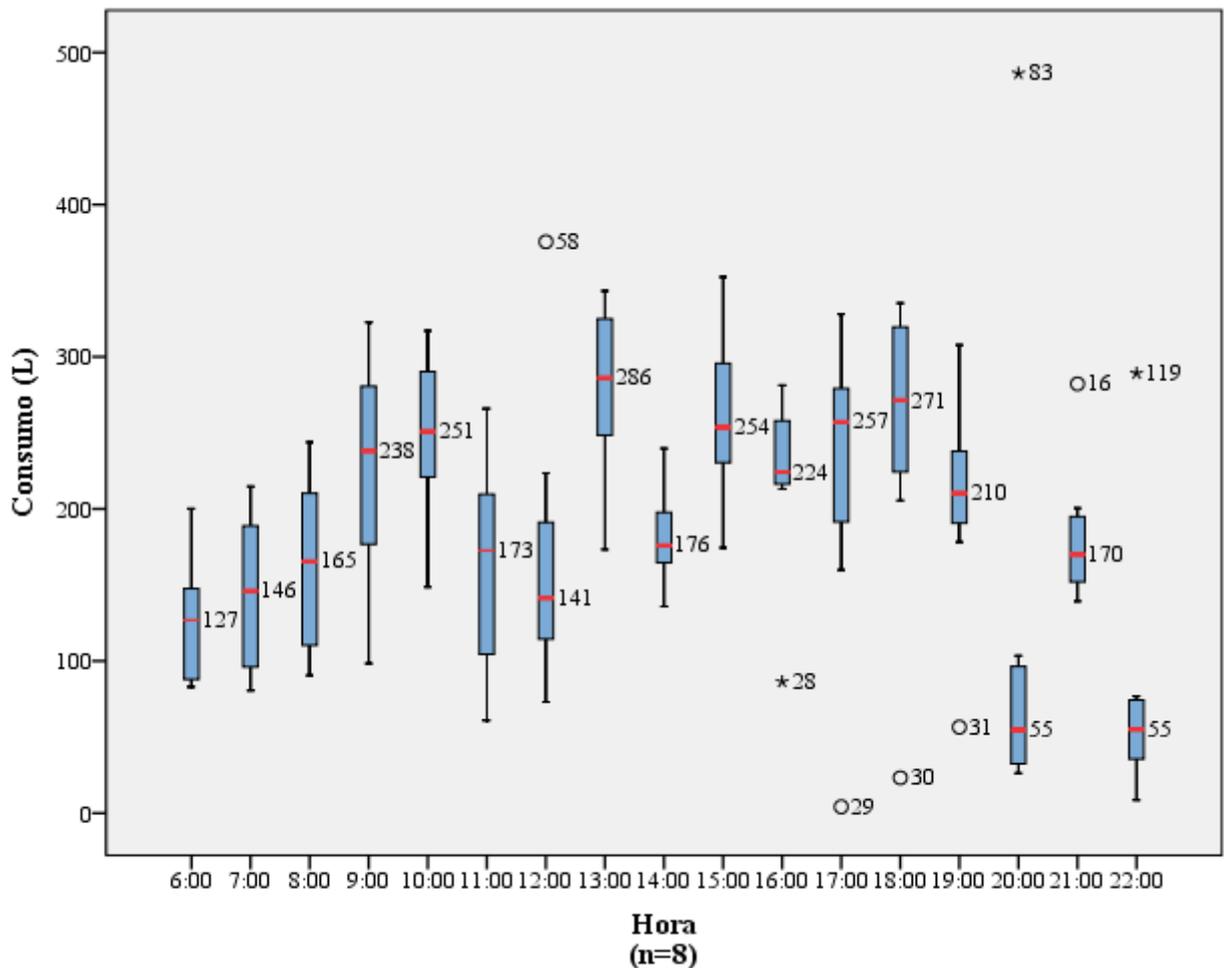
Os *outliers* foram retirados da amostra para as análises descritivas. A amplitude do gráfico da Figura 32 variou de 1 *l/hora* a 67 *l/hora*, que representa os valores mínimo e máximo. Dessa forma, não existe uma padronização de consumo por horários, visto que o consumo varia consideravelmente ao longo do dia. A maior mediana com valor de 35 *l/hora* foi no horário das 15 horas e a menor mediana foi de 3 *l/hora*, no horário das 9 horas da manhã. Posto isso, conclui-se que 9h e 15h são os horários com menor e maior consumo, respectivamente.

A partir do gráfico, infere-se que no período matutino o consumo tende a aumentar no meio da manhã com maior mediana de 251 *l/hora*, às 10h, reduzindo às 11h, diminuindo mais ainda ao

meio dia, horário de almoço e menor fluxo de clientes, segundo os funcionários. No período vespertino, o consumo não sofre variações muito discrepantes, a não ser às 14h com pouca redução (176 l/d), enquanto às 13h ocorre um pico de uso de água, com o consumo mediano mais elevado no dia de 286 l/hora. Entretanto, o consumo no horário noturno varia consideravelmente. No início da noite, às 18h é o ápice, em que a mediana foi de 271 l/hora, reduzindo um pouco às 19h, já às 20h e 22h foram os horários de menores consumos no dia (55 l/hora os dois).

Percebe-se que a maioria dos *outliers* concentram-se no período noturno, variando entre valores discrepantes inferiores e superiores. Então, esse é o turno que o uso de água mais oscila, podendo em um uso utilizar um consumo mais elevado e em outro bem inferior. A amplitude do gráfico da Figura 32 variou de 9 l/hora a 352 l/hora, que representam os valores mínimo e máximo. Dessa forma, não existe uma padronização de consumo por horários, visto que o consumo varia consideravelmente ao longo do dia. A maior mediana com valor de 286 l/hora foi no horário das 13 horas e as menores foram das medianas foram de 55 l/hora e 55 l/hora, no horário das 20h e 22h da noite. A média do consumo por hora é 189,32 l/hora, com erro padrão de 7,34 e limite inferior e superior de 174,78 l/hora e 203,85 l/hora, respectivamente, para o intervalo de 95% de confiança para média.

Figura 32 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Panificadora.



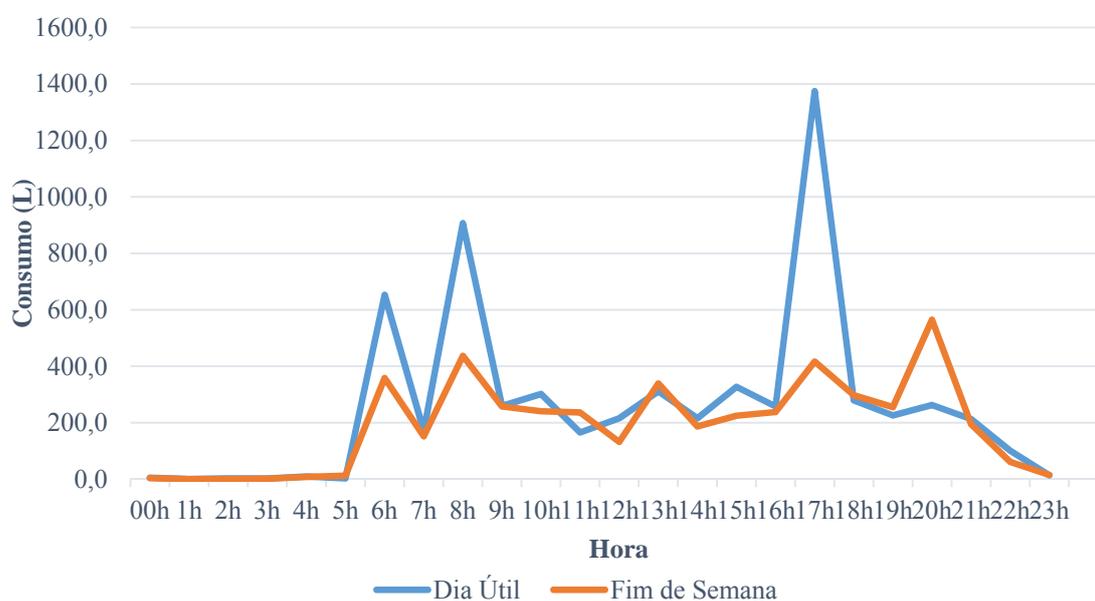
Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 189,32 *l/hora*; Erro padrão da média= 7,34; Mediana= 201,80 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 9 e máx.= 352 *l/hora*); Desvio padrão= 83,09; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 174,78 *l/hora* e Limite superior= 203,85 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 121; e Amplitude= 344; e Assimetria= -0,155.

O gráfico abaixo (Figura 33) indica a evolução do consumo médio por hora no dia útil e no final de semana, para melhor compreender a variação do consumo ao longo do dia útil e compará-lo com o final de semana. O fluxo de clientes varia ao longo da semana e há mudança de turnos de funcionários. Nota-se que os dias úteis têm picos de consumo em certos períodos do dia, como às 6 horas da manhã quando a panificadora é aberta e há grande fluxo de clientes. Segundo funcionários, é porque as pessoas passam o estabelecimento muitas vezes antes de trabalhar e utilizam o serviço da lanchonete, além de haver inúmeros moradores da região que compram pães frescos e outros produtos para levar de café da manhã para suas residências. Ainda, vê-se crescimento do consumo no fim da tarde (17h), por volta do horário que as pessoas estão saindo do trabalho e voltando para casa.

É possível observar que nos mesmos horários de alta do consumo nos dias úteis há aumento no final de semana, mesmo o segundo sendo menores do que o primeiro. Isso se deve ao fato de

haver mais clientes consumindo em dados momentos e nos mesmos períodos em que são produzidos alimentos para comercializar. Logo, reforça-se a conclusão de que o consumo utilizado no estabelecimento da panificadora esteja relacionado diretamente com o fluxo de clientes e com as atividades exercidas (industrial, serviço e comércio). Desse modo, conclui-se que o consumo médio dos dias úteis é maior que o consumo médio do final de semana, demandando 6.277 l/d e 4.636 l/d, respectivamente.

Figura 33 - *Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Panificadora*



iv. Usos-Finais

A es e da frequência de lavagem.

Tabela 14 apresenta os resultados obtidos das medições nos usos-finais apontando a vazão, tempo de uso, frequência de uso, consumo diário e indicadores de consumo para cada equipamento hidráulico que compõe o estabelecimento. Os volumes inseridos na lavagem dos pisos foram medidos com base no volume dos baldes e da frequência de lavagem.

Tabela 14 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água da panificadora.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador
Banheiro de Funcionários					4,5 l/p/d
Lavatório (1)	0,06 l/s	127	6	44	0,7 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		42	252	3,9 l/p/d
Banheiro de Clientes					5,1 l/p/d
Lavatório (1)	0,06 l/s	111	6	38	0,6 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6,00 lpf		49	294	4,5 l/p/d
Cozinha					5,7 l/p/d
Pia Industrial (1)	0,20 l/s	246	7	368,9	5,7 l/p/d
Produção de pães	15 l/u		5	75,0	1,2 l/p/d
Balcão					40,1 l/p/d
Lavatório (1)	0,07 l/s	124	4	32	0,5 l/p/d
Pia de cozinha (3)	0,07 l/s	1216	30	2572	39,6 l/p/d
Lavagem de Piso					2,5 l/m²/d
Pisos internos loja e varanda	150 l		4	600	2,0 l/m ² /d
Pisos cozinha	28 l		5	140	0,5 l/m ² /d

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos

l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso

l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição por dia; l/m²/d - litros por área por dia

A Tabela 15 mostra a proporção do consumo nos usos-finais analisados da panificadora. Apresenta os usos-finais de água em todos os pontos da panificadora e o consumo diário total estimado. Esse consumo estimado com a média do consumo diário faturado apresenta uma discrepância relativa de -24,76%, podendo haver intercorrências com maior consumo, mas com os resultados próximos da realidade vivenciada pelo estabelecimento. Essa discrepância não foi tão baixa a exemplo da loja de materiais de construção, mas também não é considerada alta. Foi empregado o fator de correção de 1,33 para obtenção das demandas bases (D_{base}) e indicadores bases (I_{base}) em cada uso-final, a serem usados na simulação do potencial de redução do consumo por meio do uso racional da água.

A discrepância relativa demonstra que a medição subestimou o consumo em -24,76%. Como já explicado, não foi possível a instalação em todos os equipamentos da panificadora, mas foram realizadas entrevistas estruturadas relativa aos hábitos de consumo na lavagem de piso, com a

contabilização do volume utilizado e a frequência de lavagem, bem como questões referentes à produção de pães, dados do manual da máquina de fazer pão e quantidade média de quilos de pães feitos por dia. Portanto, isso pode ter influenciado um pouco os resultados para valores inferiores ao real. Além disso, ao longo do mês e do ano, pode haver intercorrências por causa das variáveis de consumo, como a frequência de clientes pode ter reduzido em uma semana específica e aumentado na semana seguinte, induzindo à variação do consumo. Uma vez que o consumo foi mensurado apenas em uma semana, o que é um limitador desta pesquisa, não se sabe ao certo se houve uma redução da demanda durante a semana em que o consumo foi mensurado, não havendo outros dados semanais a serem comparados.

Grande parte do consumo de água deste tipo de estabelecimento é no uso-final de pia de cozinha (58%). O restante é composto pela descarga sanitária (12%), lavagem de piso (17%), pia industrial (8%), lavatório (3%) e produção de pães (2%). Para melhor compreender os usos de água da panificadora, é importante conhecer sua dinâmica representada pelos seguintes setores básicos como o de produção, que é a parte industrial responsável pela produção de pães e alimentos; o setor de serviços, responsável pela lanchonete e atendimento aos clientes com alimentos rápidos produzidos na hora; e o setor de comércio, com a oferta de pães e produtos.

Tabela 15 - Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Panificadora

Resumo dos dados de Consumo - Panificadora					
Consumo Anual	2.142	m^3/ano			
Consumo Diário	5.868	l/d			
Consumo Per Capita (Funcionários)	90	$l/p/d$			
Consumo Per Capita (Clientes)	20	$l/cli/d$			
Consumo Per Capita (Total)	16,08	$l/p/d$			
Consumo Per Area	19,96	$l/m^2/d$			
Consumo por Kg de massa de pão	195,62	l/Kg $pão/d$			
Consumo Estimado	4.416	l/d			
Consumo Faturado	5.868	l/d			
Discrepância	-25	%			
Fator de Correção	1,33				

Usos-Finais de Água	D_{est}	$D_{est} (l/d)$	$D_{base} (l/d)$	I_{est}	I_{base}
Lavatório (3)	3%	113,5	150,8	1,7 $l/p/d$	2,3 $l/p/d$
Descarga sanitária (2)	12%	546,0	725,7	8,4 $l/p/d$	11,2 $l/p/d$
Pia Industrial (1)	8%	368,9	490,2	5,7 $l/p/d$	7,5 $l/p/d$
Produção de pães	2%	75,0	99,7	1,2 $l/p/d$	1,5 $l/p/d$
Pia de cozinha (3)	58%	2572,2	3418,6	39,6 $l/p/d$	52,6 $l/p/d$
Torneira de uso geral (1)	17%	740,0	983,5	2,5 $l/m^2/d$	15,1 $l/m^2/d$

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.3. Hortifrúti

O hortifrúti é um estabelecimento comercial que oferece aos clientes produtos de hortaliças, legumes, frutas e uma pequena mercearia. Ele funciona todos os dias da semana de 6h às 22h, e possui área construída igual a $68 m^2$. O primeiro contato ocorreu em abril de 2018, quando foi autorizada a realização do estudo e da auditoria do consumo em suas instalações hidráulicas. Nessa oportunidade, foram contabilizados 6 funcionários no estabelecimento.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais no mesmo dia, às 11h do dia 17 de abril de 2018, terça-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes, para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 9h30min da manhã do dia 25 de abril de 2018, quarta-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 9 dias consecutivos no hortifrúti.

Figura 34 - Hortifrúti selecionado para estudo de caso.



A Tabela 16 apresenta os dados gerais relativo ao hortifrúti. Nos próximos parágrafos, constam a análise e a obtenção dos dados de consumo. Concluiu-se que a média do consumo anual do hortifrúti foi de $132,5 m^3$, ou seja, $363 l/d$, considerando a população fixa de 6 funcionários, o consumo *per capita* é em média $60,5 l/p/d$, e considerando o consumo *per area*, o consumo é de $5,3 l/m^2/d$.

Tabela 16 - Dados Gerais do Hortifrúti

HORTIFRÚTI	
Área Construída	68 m^2
Área Verde	--- m^2
Número de Funcionários	6
Consumo Anual	132,5 m^3/ano
Consumo Diário	363 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	60,5 $l/p/d$
Consumo <i>Per Area</i>	5,3 $l/m^2/dia$

i. Consumo Anual

Foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) o consumo anual faturado de 2013 a 2017, o que possibilitou a análise descritiva do consumo ao longo desses anos.

Verifica-se na Figura 35, que apresenta o consumo anual de 2013 a 2017, que 2014 foi o ano de maior consumo, sem uma variação muito considerável do ano anterior (2013) e para o ano seguinte (2015). Todavia, houve importante redução no consumo em 2016 e 2017, certamente devido à crise hídrica vivenciada no período. A média de 2013 a 2017 foi de 124,20 m³/ano, com erro padrão da média de 11,02 e desvio padrão de 26,65.

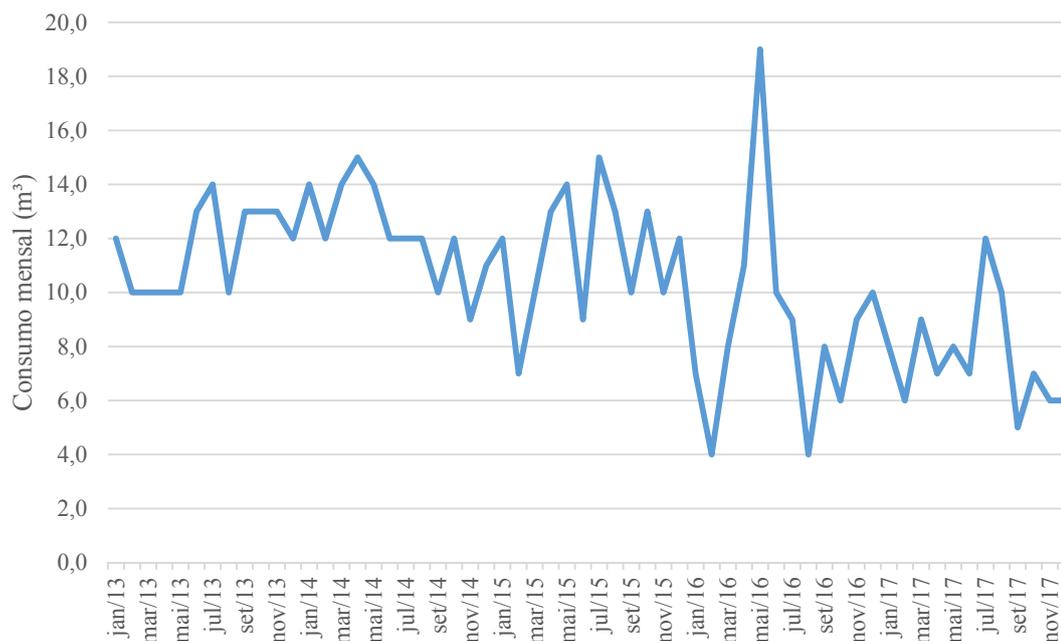
Figura 35 - Consumo Anual (2013-2017) – Hortifrúti



Análises Descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 124,20 m³/ano; Erro padrão da média= 11,02; Mediana= 138 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 91 e máx.= 147 m³/ano); e Desvio padrão= 24,65.

Ao examinar o gráfico da evolução do consumo de 2013 a 2017 na Figura 36, observa-se ao longo dos anos alguns picos no consumo tanto na redução quanto no aumento. O consumo mensal durante os meses de 2016 teve maior variação, o ano apresentou os valores mais discrepantes, sendo o mínimo em fevereiro (4 m³/mês) e o máximo em maio (19 m³/mês). Nota-se que o consumo vai reduzindo em 2017. A média de consumo mensal dos anos foi 10,35 m³/mês, com erro padrão da média de 0,38 e dispersão da amostra de 3,0.

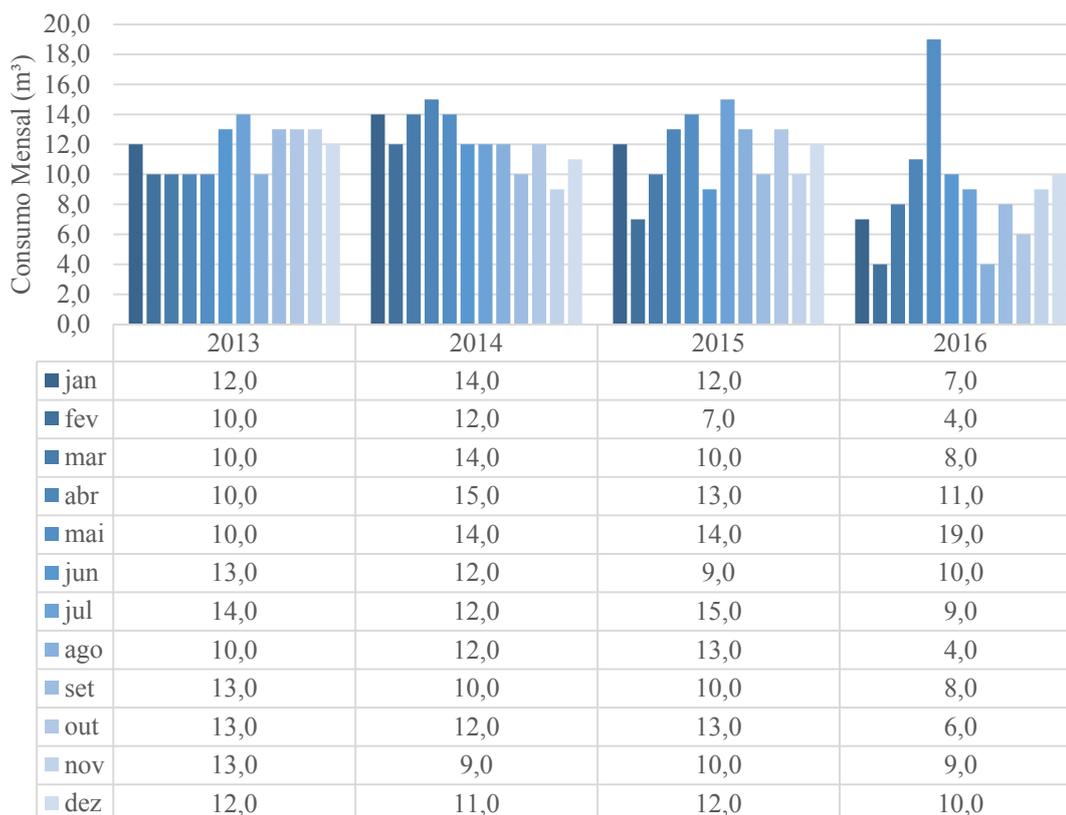
Figura 36 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Hortifrúti



Análises descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017: Média= 10,35 m³/mês; Erro padrão da média= 0,38; Mediana= 10,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 4 e máx.= 19 m³/mês); e Desvio padrão= 3,0.

No gráfico do consumo mensal dos anos de 2013 a 2016 da Figura 37, nota-se elevação no consumo acima de 15m³ apenas no mês de maio de 2016, com 19 m³/mês, o que destoa dos outros períodos. Os demais meses variam de 4 m³/mês a 15 m³/mês, o que significa que o dado de menor valor é inferior à taxa mínima cobrada pela CAESB de 10 m³/mês. O ano de 2013 teve os meses mais constantes, e o de 2016 o que mais variou. Conclui-se que a média do consumo mensal do hortifrúti é de 11,04 m³, com erro padrão da média de 0,41. A média pode variar de 10,02 a 11,86 m³/mês, com 95% de intervalo de confiança. Ao comparar as análises descritivas do gráfico anterior da Figura 36, com o seguinte, da Figura 37, observa-se que o desvio padrão do gráfico do consumo mensal dos anos de 2013 a 2016 foi menor do que o de 2013 a 2017, ou seja, uma menor dispersão da amostragem.

Figura 37 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Hortifrúti



Análises descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 11,04 m³/mês; Erro padrão da média= 0,41; Mediana= 11,50 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 4,00 e máx.= 19,00 m³/mês); Desvio padrão= 2,83; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 10,02 m³/mês e Limite superior= 11,86 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

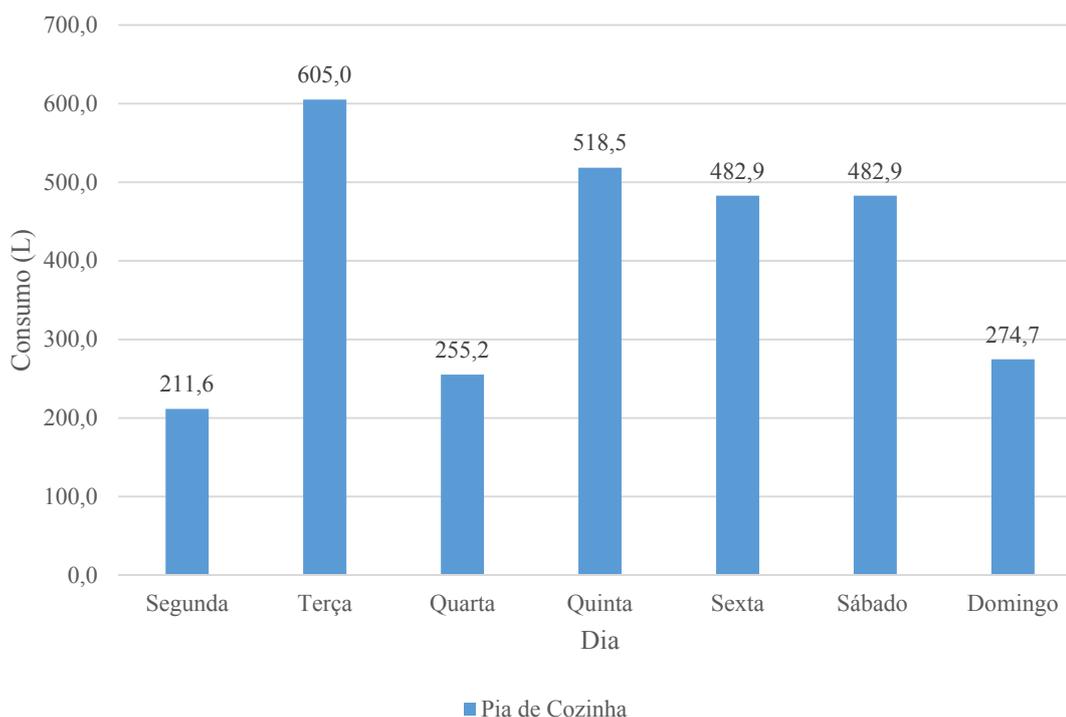
O estabelecimento hortifrúti possui apenas dois equipamentos hidráulicos (duas pias de cozinha). Esses pontos de consumo se localizam em apenas um ambiente (área de lavagem) e são usados para lavagem de verduras, frutas e hortaliças. Dessa forma, o consumo total da loja está situado exclusivamente na área de lavagem, totalizando em média 339,36 l/d.

iii. Consumo Diário

Nesse tópico será abordada a análise do consumo diário por usos-finais de água, com apresentação do consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário), além de se contrapor a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

O *data-logger* registrou o consumo ao longo da semana de maneira desagregada, como pode ser visto na Figura 38, que aponta os dias da semana com menor consumo de água: segunda-feira, quarta-feira, sexta-feira e domingo. Observa-se que o consumo nos dias da semana varia em dias alternados, o que pode estar relacionado ao dia das entregas das mercadorias lavadas para serem colocadas nas prateleiras.

Figura 38 - Consumo Diário - Hortifrúti



Os equipamentos de medição do consumo ficaram instalados por 9 dias consecutivos. Todavia como o dia da instalação e da desinstalação não mensuraram todos os horários do dia, foram desprezados nos cálculos da média de consumo por dia da semana e por hora do dia. Assim sendo, foram ponderados o consumo nos usos-finais somente no período de uma semana (7 dias). Dessa forma, foi gerado um gráfico de Box Plot, para melhor analisar a evolução do consumo ao longo do dia. Os horários de consumo desses 7 dias manuseados foram de 6h da manhã às 18h. Assim, é possível analisar mais a fundo o comportamento dos dados de consumo por hora do dia e identificar *outliers* que, nesse caso, foi apenas em um uso às 9h da manhã.

A amplitude do gráfico da Figura 39 variou de 0 *l/hora* a 58,54 *l/hora*, o que retrata os valores mínimo e máximo. Em certos dias da semana, houve três horários que não tiveram nenhum uso: dia 18 de abril, quarta-feira, às 16 h; dia 20 de abril, sexta-feira, às 13h; e dia 21 de abril, sábado, às 13 h. Logo, constata-se que dois horários sem uso de água se repetem (13h). Ao analisar o gráfico da Figura 39, repara-se que esse mesmo horário e o de meio dia são os que tem o menor

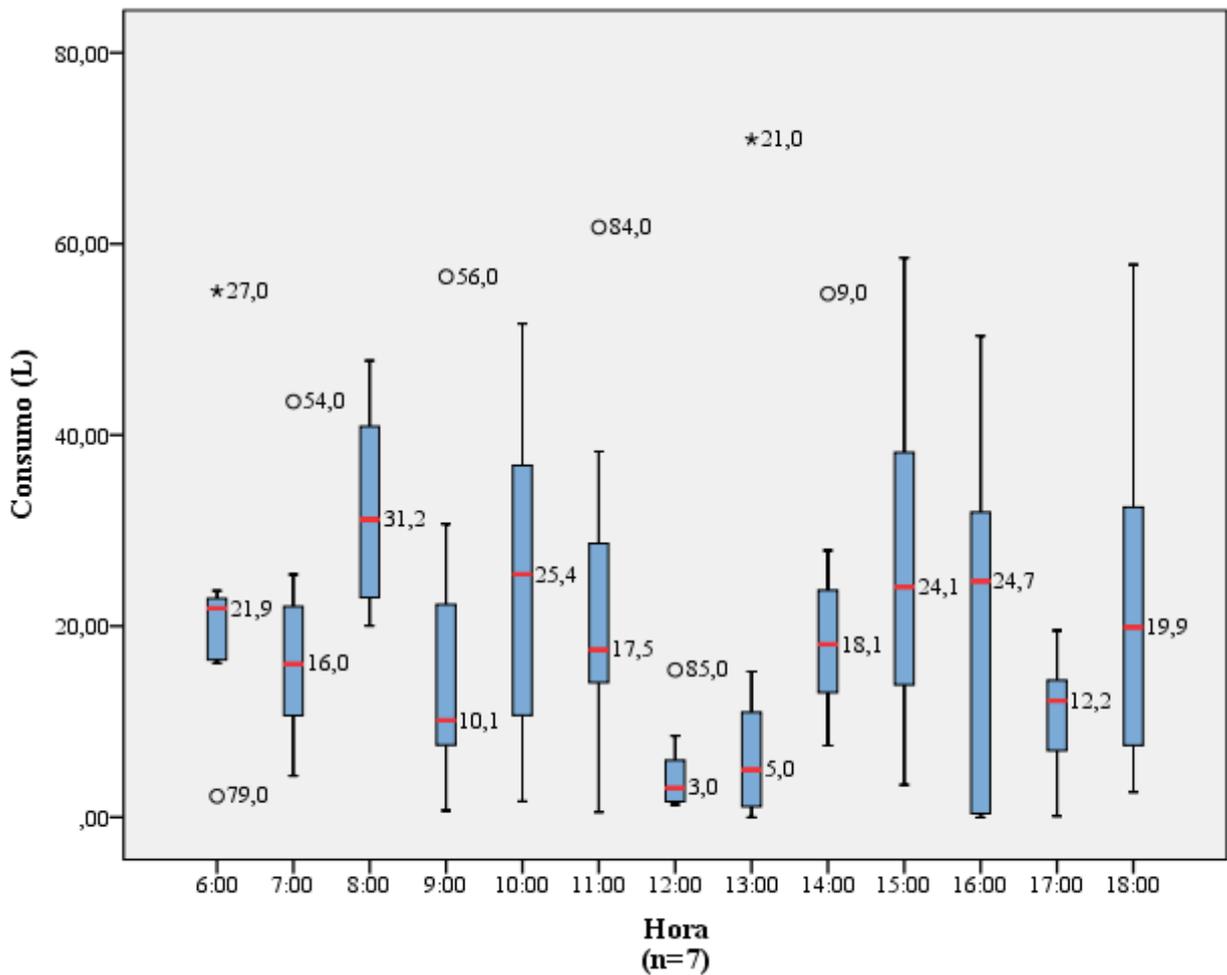
consumo do dia. Isso pode estar relacionado com o horário de almoço dos funcionários do estabelecimento e, segundo o gerente, com o fluxo inferior de clientes no período.

Diante do exposto, conclui-se haver uma regularização no consumo por horários, dada sua significativa variação ao longo do dia. A maior mediana com valor de 31,2 *l/hora* foi no horário das 8 horas e a menor mediana foi de 3 *l/hora* ao meio dia. Assim, conclui-se que 8h e 12h são os horários com maior e menor consumo, respectivamente. O período matutino demanda em média 23,3 *l/h* e o vespertino 16,5 *l/h*. Logo, a manhã tende a consumir mais do que de tarde.

Como nesse estabelecimento não há outros pontos hidráulicos além das duas pias de cozinha, a variação do consumo está unicamente relacionada com o trabalho dos funcionários da loja. Na entrevista estruturada, os funcionários relataram que eles utilizam muito as duas pias para lavar os produtos que chegam sujos, as frutas e verduras e usam água desses pontos hidráulicos para borrifar as frutas e verduras expostas para não murcharem. Esse trabalho varia muito ao longo do dia e da semana, principalmente quando chegam novas mercadorias. Ao comparar essas informações com o gráfico abaixo, infere-se que o consumo não é pouco regular.

Nota-se que não houve nenhum consumo fora do período em que os funcionários estão na loja (7h às 18h), o que enfatiza que as instalações hidráulicas estão sem vazamentos. Ainda, a discrepância entre o consumo estimado e o consumo médio faturado, na Tabela 10, aponta não haver diferença muito grande entre ambos. Portanto, seguramente, não há vazamentos no sistema de instalação hidráulica.

Figura 39 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Hortifrúti.



Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 17,68 *l/hora*; Erro padrão da média= 1,65; Mediana= 15,81 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0 e máx.= 58,54 *l/hora*); Desvio padrão= 15,00; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 14,38 *l/hora* e Limite superior= 20,98 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 20,38; e Amplitude= 58,54; Assimetria= 0,942.

iv. Usos-Finais

O agendamento para as medições dos usos-finais foi feito para uma segunda-feira, período da semana que, segundo o proprietário, possui menor fluxo de clientes. Os equipamentos foram retirados na quarta-feira de manhã da semana seguinte, totalizando 9 dias de instalação. Entretanto, o estudo desconsiderou os dados do dia que os *data-loggers* foram retirados, uma vez que o equipamento mensurou apenas o consumo utilizado no período da manhã. As medições do consumo de água foram contabilizadas pelos equipamentos de medições *data-loggers* durante sete dias consecutivos. No dia da instalação hidráulica foi medida a vazão dos equipamentos hidrossanitários com o auxílio de um cronômetro e um recipiente milimetrado de um litro, para conferir se as informações estavam em consonância com as vazões medidas pelos *data-loggers*. Na vistoria não foram detectados vazamentos aparentes em nenhum aparelho.

O único ambiente que utiliza água nesse estabelecimento é a cozinha, onde são realizadas a higienização das frutas e hortaliças. A Tabela 17, apresenta o resultado obtido com o *data-logger* para duas pias de cozinha, únicos aparelhos sanitários da loja. A primeira conferência realizada foi o da vazão, que obteve o mesmo resultado do equipamento com a técnica utilizada da vistoria anterior, o que aumenta a confiabilidade dos resultados. O consumo diário para o hortifrúti é de 344 litros por dia, e o indicador de consumo foi calculado pelo número de funcionários da loja, ou seja, o indicador de consumo diário é dado pela razão do consumo diário (344), pelo número de funcionários (6), totalizando 56,6 litros por pessoa por dia. O consumo de água setorizado no hortifrúti provém de um único ambiente, a cozinha.

Tabela 17 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do hortifrúti.

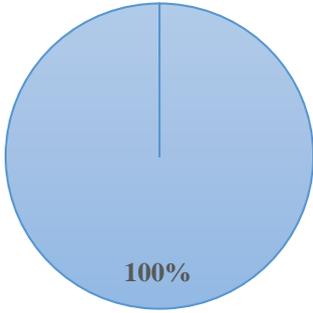
Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo	Indicador
Cozinha					56,6 l/p/d
Pia de cozinha (2)	0,07 l/s	379	13	339,36 l/p/d	56,6 l/p/d

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulico
l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso
l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição po dia; l/m2/d - litros por área por dia

A partir dos resultados das medições em cada uso-final foi possível prever o consumo de água desse estabelecimento comercial. A Tabela 18 aponta os consumos diários para cada uso-final e o consumo diário médio extraído pela média dos consumos mensais dos anos de 2013 a 2016 das contas de água da CAESB. Além disso, indica a proporção do consumo nos usos-finais analisados que, nesse estabelecimento, foi apenas no setor da cozinha. Os únicos equipamentos hidráulicos existentes no hortifrúti são duas pias de cozinha, com consumo de 100% da demanda do estabelecimento. A discrepância relativa entre o consumo estimado e o faturado (CAESB) foi de -6,52%, o que mostra boa confiabilidade nos indicadores de consumo gerados. Essa baixa discrepância evidencia que o consumo estimado não foi tão diferente do consumo médio faturado. Foi aplicado o fator de correção de 1,07 para a aquisição das demandas bases (D_{base}) e indicadores bases (I_{base}) em cada uso-final.

Não houve consumo de lavagem de piso, uma vez que o piso do estabelecimento é limpo a seco (sem água) e utiliza produtos específicos de limpeza.

Tabela 18- *Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Hortifrúti*

Resumo dos dados de Consumo -Hortifrúti					
Consumo Anual	133	m^3/ano			
Consumo Diário	363	l/d			
Consumo Per Capita	61	$l/p/d$			
Consumo Per Area	5,34	$l/m^2/d$			
Consumo Estimado	363	l/d			
Consumo Faturado	363	l/d			
Discrepância	-6,5	%			
Fator de Correção	1,07				
					
Usos-Finais de Água	D_{est}	$D_{est} (l/d)$	$D_{base} (l/d)$	I_{est}	I_{base}
Pia de Cozinha (2)	100%	339	363	56,6 $l/p/d$	60,5 $l/p/d$

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.4. Drogaria

A drogaria analisada faz parte de uma rede de drogarias com cerca de 27 estabelecimentos no DF, com horário de funcionamento das 7h às 22h, todos os dias da semana, 208 m^2 de área construída e um total de 12 funcionários.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais, no mesmo dia às 11h30min do dia 16 de abril de 2018, segunda-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 10h da manhã do dia 25 de abril de 2018, quarta-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 10 dias consecutivos na drogaria.

Figura 40 - Drogeria selecionada para estudo de caso



Fonte: Google Earth (2019)

No primeiro contato, em abril de 2018, foi possível obter os dados de consumo de todos os meses dos anos de 2013 a 2017 e constatar que a média do consumo de água desse estabelecimento é de cerca de $85 \text{ m}^3/\text{ano}$ (235 l/d). Portanto, o consumo *per area* é de aproximadamente $3,46 \text{ l/m}^2/\text{d}$ e o consumo *per capita*, de 20 l/p/d .

Tabela 19 - Dados Gerais da Drogeria

DROGARIA	
Área Construída	208 m^2
Área Verde	---
Área de Pisos	208 m^2
População Fixa (funcionários)	12
<hr/>	
Consumo Anual	$111 \text{ m}^3/\text{ano}$
Consumo Diário	304 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	25 l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	$1,46 \text{ l/m}^2/\text{dia}$

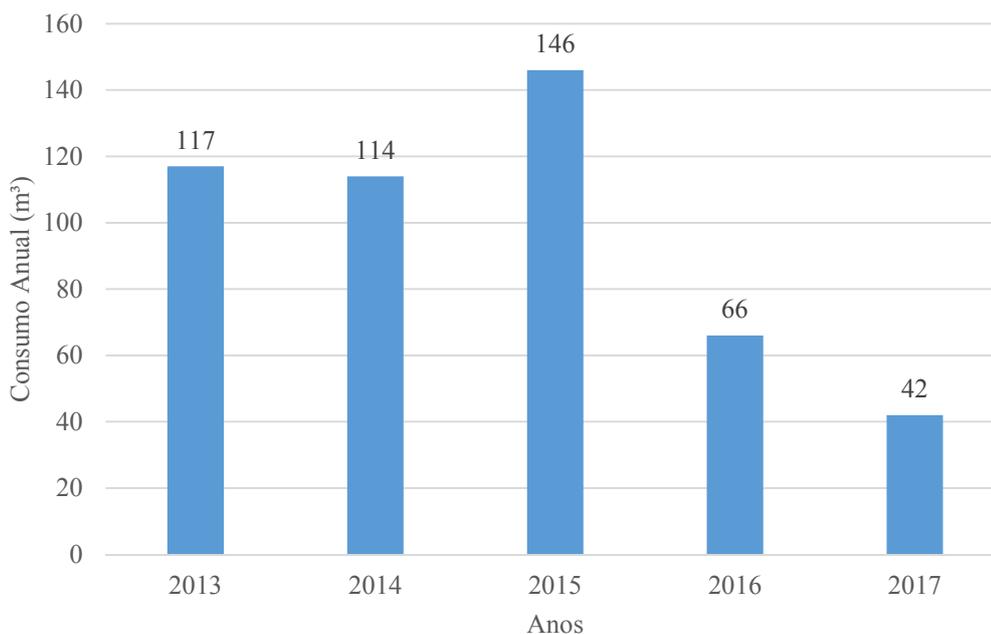
i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017, disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), possibilitou a análise descritiva do consumo ao longo desses anos.

É possível observar no gráfico do consumo anual de 2013 a 2017 da Figura 41 que, a partir do ano de 2016, houve uma brusca queda no consumo e redução de mais da metade da demanda do ano anterior. Quando se trata do ano seguinte (2017) é notável a importante atenuação no

consumo de aproximadamente 64% em relação a 2016, em consequência, especialmente, da redução na pressão na rede de distribuição de água e do racionamento por rodízio, originado pela crise hídrica vivenciada na época. O consumo anual médio dos anos de 2013 a 2017 foi de 97 m³/ano, o erro padrão da média foi de 18,80 e a dispersão da amostragem foi de 42,05. Essa dispersão é considerada alta e decorrência da variação dos anos, considerando o ano de 2017 causado pela crise hídrica já exposta.

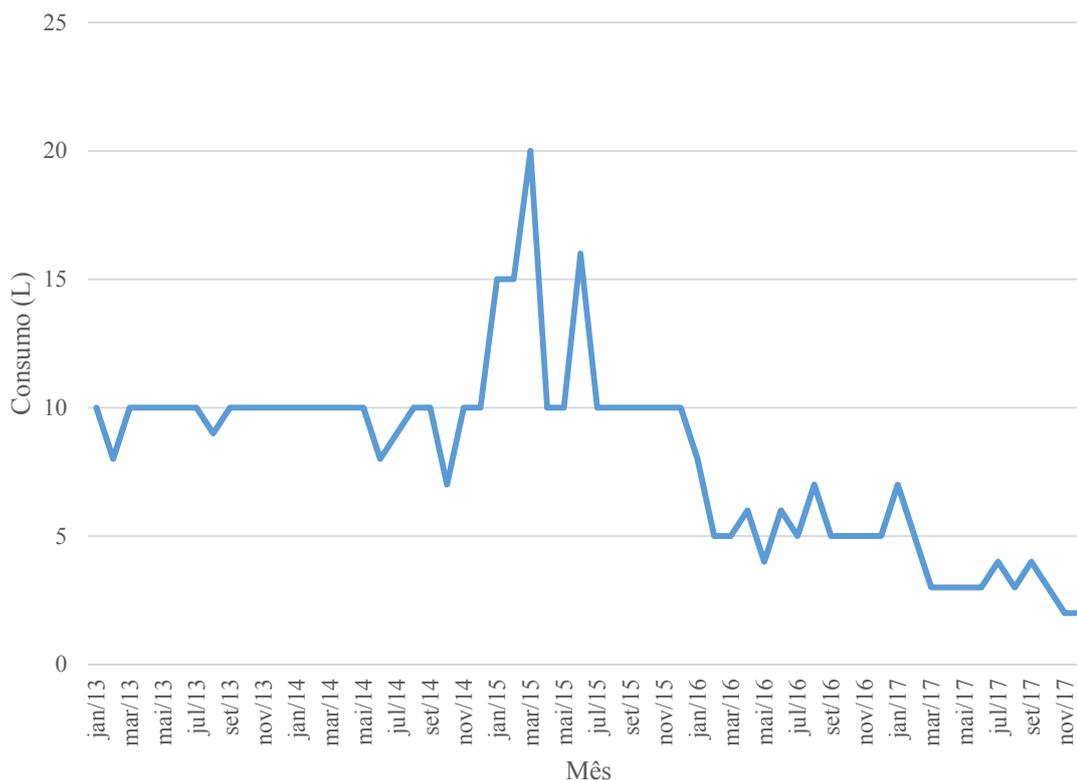
Figura 41 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Drogaria



Análises descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 97,00 m³/ano; Erro padrão da média= 18,80; Mediana= 114 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 42 e máx.= 146 m³/ano); e Desvio padrão= 42,05.

Ao examinar o gráfico da evolução do consumo de 2013 a 2017, Figura 42, compreende-se que o consumo de água nos meses de 2013 a 2014 tendem a seguir um padrão, com algumas leves reduções em certos meses. Entretanto, em 2015 houve alguns picos de consumo e foi o ano com o consumo mais elevado. Já em 2016 e 2017 o consumo cai notavelmente. Os dados mais discrepantes foram o mínimo de 2 m³/mês e o máximo de 30 m³/mês, a média de consumo mensal dos anos de 2013 a 2017 foi 8,43 m³/mês, com erro padrão da média de 0,62 e dispersão da amostra de 30,00.

Figura 42 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Drogaria

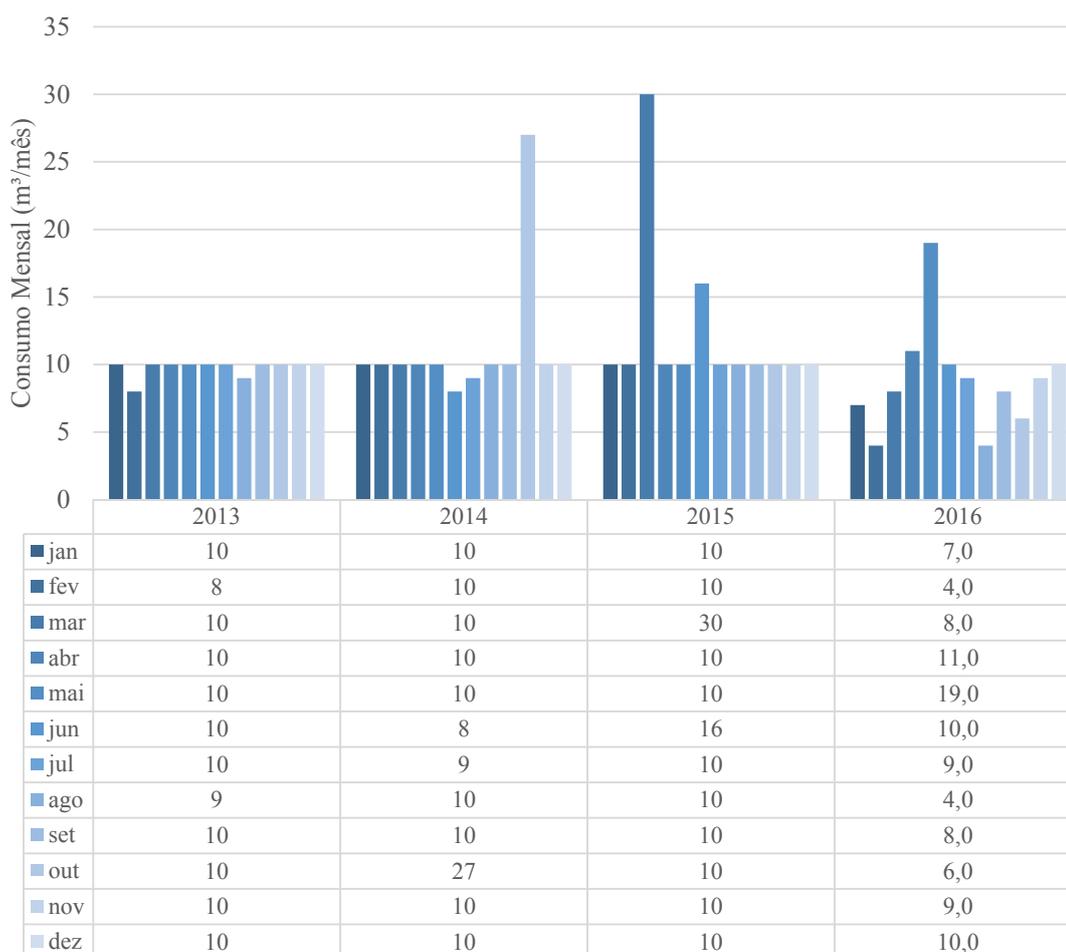


Análises descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017: Média= 8,43 m³/mês; Erro padrão da média= 0,62; Mediana= 10,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 2 e máx.= 30 m³/mês); e Desvio padrão= 30,00.

A Figura 43 apresenta a variação do consumo mensal no decorrer dos anos de 2013 a 2016. A média mensal desses anos é de 9,66 m³ e o erro padrão da média de 0,66, ou seja, um erro padrão consideravelmente baixo. Constata-se que a média mensal desses anos (9,66 m³) é inferior à taxa mínima embolsada pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) que é de 10 m³/mês. Em outras palavras, mesmo que o consumidor consuma valor inferior a 10m³/mês, ele irá pagar o valor referente à 10m³.

Ao comparar as dispersões das amostragens da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017, Figura 42, com o consumo mensal dos anos de 2016 a 2016, Figura 43, conclui-se que o desvio padrão do segundo (4,57) é muito inferior ao primeiro (30,00). Esse fato ratifica que os anos de 2013 a 2016 são os melhores anos para obter uma média mais próxima a real, a desconsiderar o ano de 2017. Essa média pode variar entre limite inferior de 8,34 m³/mês a superior de 10,99 m³/mês, com 95% de confiança para esse intervalo e o erro padrão da média é de 0,66, visto como pequeno.

Figura 43 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Drogaria



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 9,66 m³/mês; Erro padrão da média= 0,66; Mediana= 10,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 4,00 e máx.= 30,00 m³/mês); Desvio padrão= 4,577; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 8,34 m³/mês e Limite superior= 10,99 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

No caso da drogaria, a análise do consumo setorizado, Tabela 20, identifica que o maior consumo é no banheiro (124 l/d), seguido da copa (43 l/d) e da área de serviço (3,6 l/d). Esse resultado já era esperado, visto que, as atividades comerciais da drogaria não demandam água para serem exercidas e o banheiro é o ambiente com água mais utilizado pelos funcionários, e eventualmente por algum cliente.

Tabela 20 - Consumo Setorizado da Drogaria.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro	124
Copa	43
Área de serviço	3,6
TOTAL	170

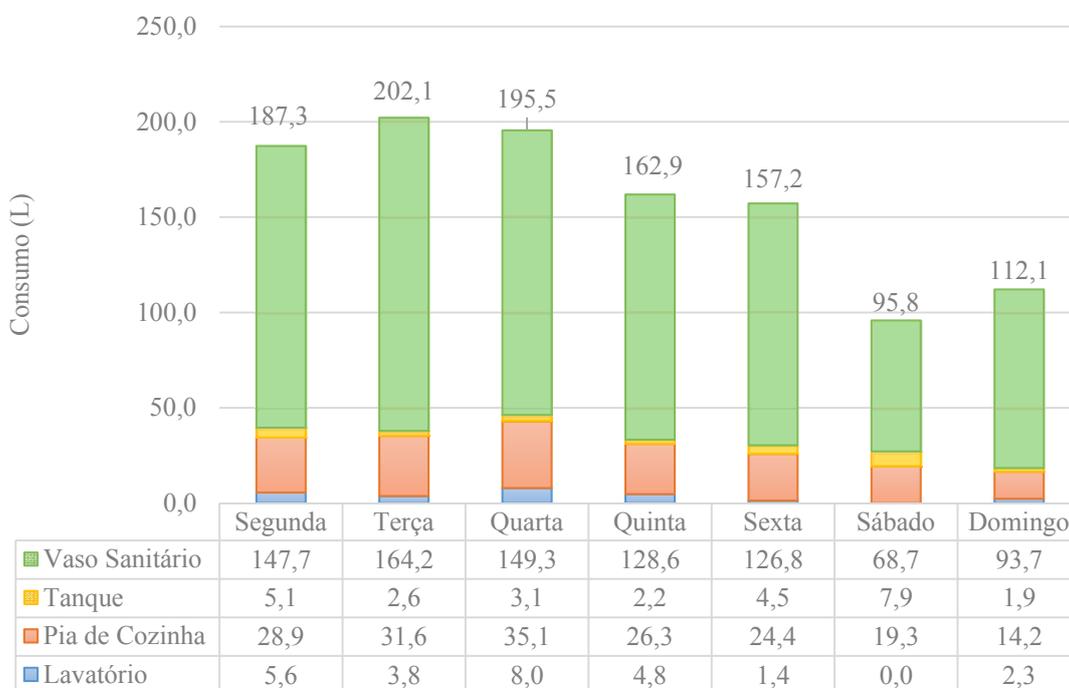
iii. Consumo Diário

Aqui será abordada a análise do consumo diário por usos-finais de água, com apresentação do consumo em cada ponto hidráulico no decorrer do dia (horário) dos dias da semana, contrapondo a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

A Figura 44 exibe como o consumo de água nos usos-finais evolui ao longo da semana. Esses dados foram registrados diariamente pelos *data-loggers*, durante os sete dias consecutivos de medições. Observa-se que o consumo nos dias úteis é maior do que o consumo no final de semana. O consumo no final de semana diminui, pois, conforme os funcionários, devido ao revezamento dos turnos, há menos trabalhadores no local. Além disso, a demanda de água começa a reduzir após terça-feira. O consumo médio diário foi de 148 *l/d*, com a possibilidade de variar entre 116,89 a 179,67 *l/d* com 95% de confiança e erro padrão da média de 12,82. O menor consumo foi sábado 95,8 *l/d*, e o maior, 202,2 *l/d*, na terça-feira.

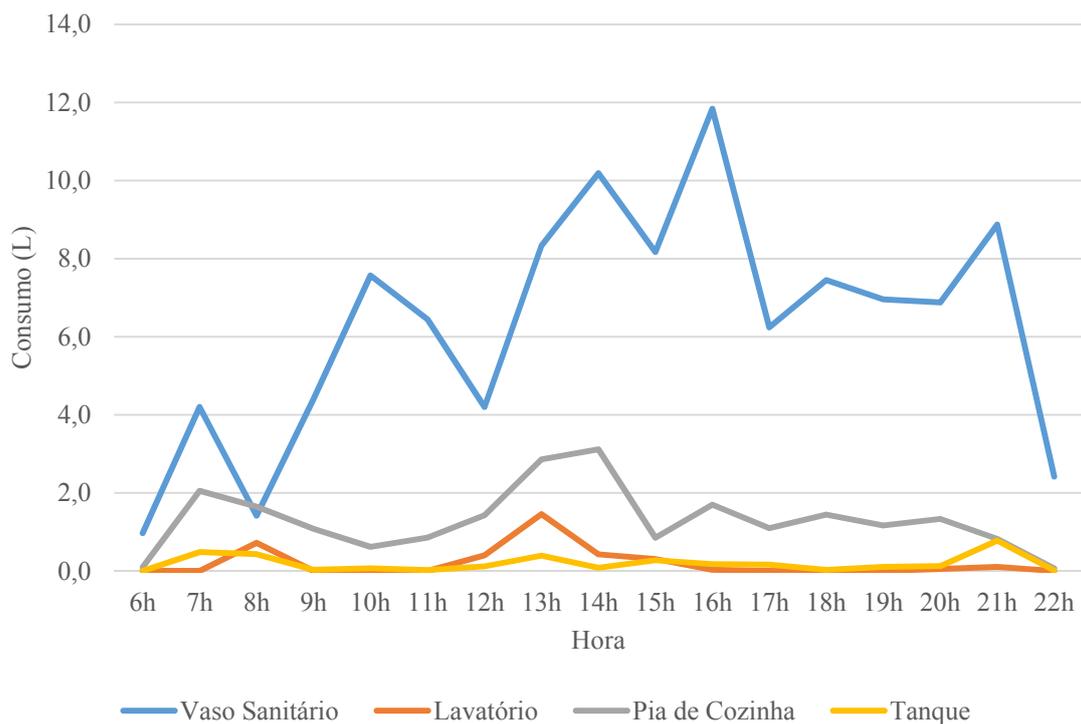
É possível visualizar a má utilização do lavatório na sexta-feira e no sábado. Claramente o maior consumo é da descarga sanitária, seguido pela pia de cozinha.

Figura 44 - Consumo diário – Drogaria.



Análises descritivas do consumo diário: Média= 148,28 *l/d*; Erro padrão da média= 12,82; Mediana= 157,00 *l/d*; Valores discrepantes (mín.= 96,00 e máx.= 187,00 *l/d*); Desvio padrão= 33,93; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 116,89 *l/d* e Limite superior= 179,67 *l/d*).

Figura 45 - Consumo por Uso-Final por Hora - Drogaria



Os equipamentos *data-loggers* permaneceram instalados por 10 dias seguidos. Todavia, foram desprezados nos resultados da média de consumo por dia da semana e por hora do dia, em função dos dias de instalação e desinstalação não mensurarem todos os horários que compõem o dia. Dessa forma, foram calculados o consumo nos usos-finais somente por uma semana completa. Assim, foi gerado um gráfico de Box Plot, para melhor entendimento da evolução do consumo ao longo do dia. Houve o consumo nesses 7 dias, em geral, no período de 6h da manhã às 22:00.

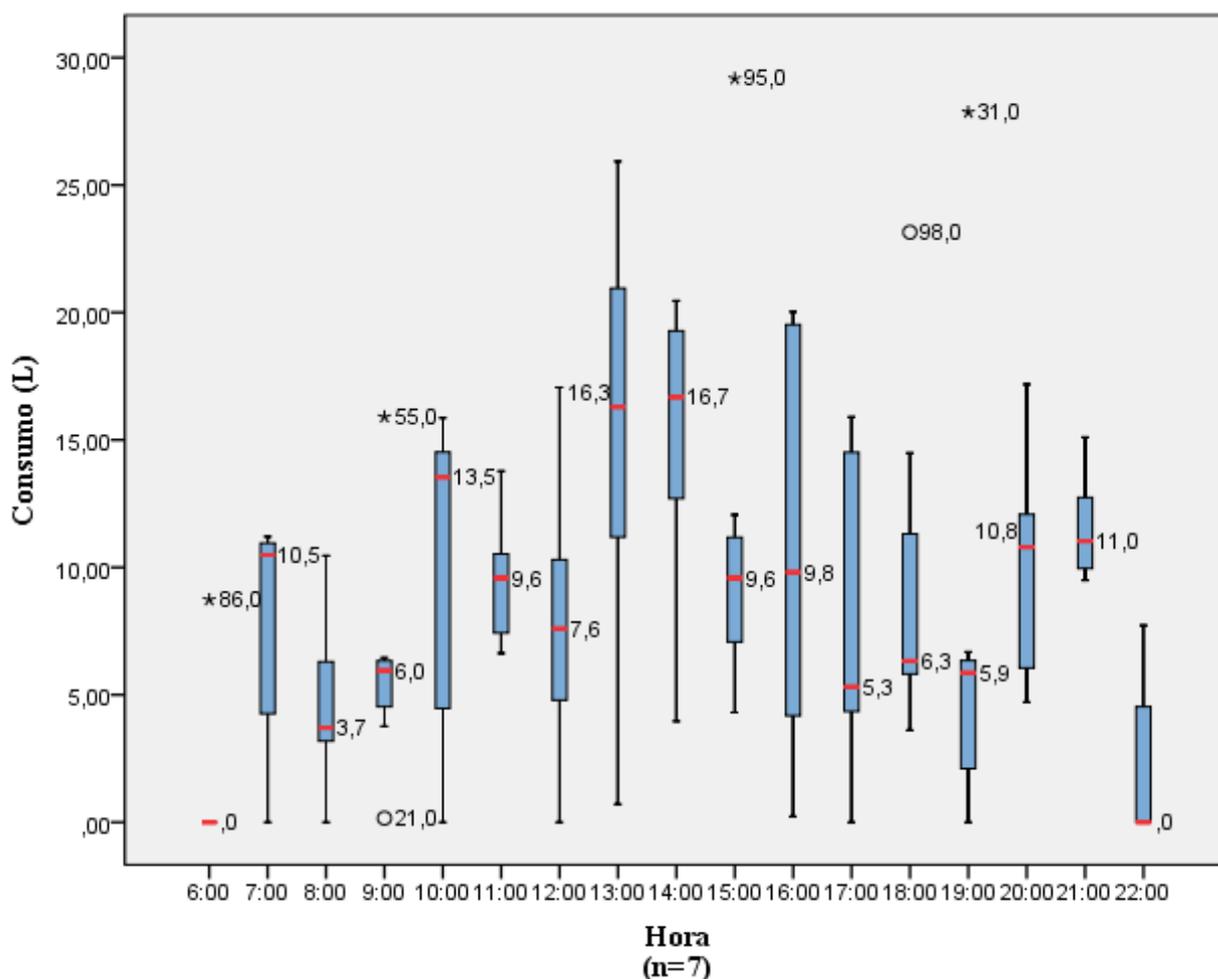
A amplitude do gráfico da Figura 46 variou de 0,00 *l/hora* a 26 *l/hora*, o que retrata os valores mínimo e máximo. Não há uma constância de consumo no decorrer do dia, visto que o consumo varia consideravelmente ao longo do dia. A maior mediana foi de 16,7 *l/hora* foi no horário das 14 horas e a menor mediana foi 0,00 *l/hora* às 22 horas. Por esse motivo, constata-se que 14h e 22h são os horários com maior e menor consumo, respectivamente. Com esse tipo de gráfico e informações pode-se investigar mais minuciosamente o comportamento dos dados de consumo por hora do dia e apontar *outliers* que, no caso da drogaria, foram três com o consumo mais elevado do que a maior mediana (16,3 *l/hora*).

O consumo médio por hora, no período matutino, foi 6,45 *l/hora*, enquanto no vespertino foi 11,51 *l/hora*, e no noturno foi 8,13 *l/hora*. Portanto, o período de maior consumo é o da tarde, seguido pelo da noite. A análise do gráfico aponta que às 6h da manhã houve consumo quase

nulo, por ser um período em que alguns trabalhadores estão para abrir a loja. Já no horário de 22h, houve consumo que variou consideravelmente e mesmo assim sua mediana foi zero, já que a maioria dos dias não houve consumo no período e é o horário em que os funcionários vão embora e fecham o estabelecimento.

Conclui-se que não há vazamento nos pontos hidráulicos da loja, dado que não houve nenhum consumo fora do período em que os funcionários estão na loja (6h às 22h), o que reforça que as instalações hidráulicas estão sem vazamentos.

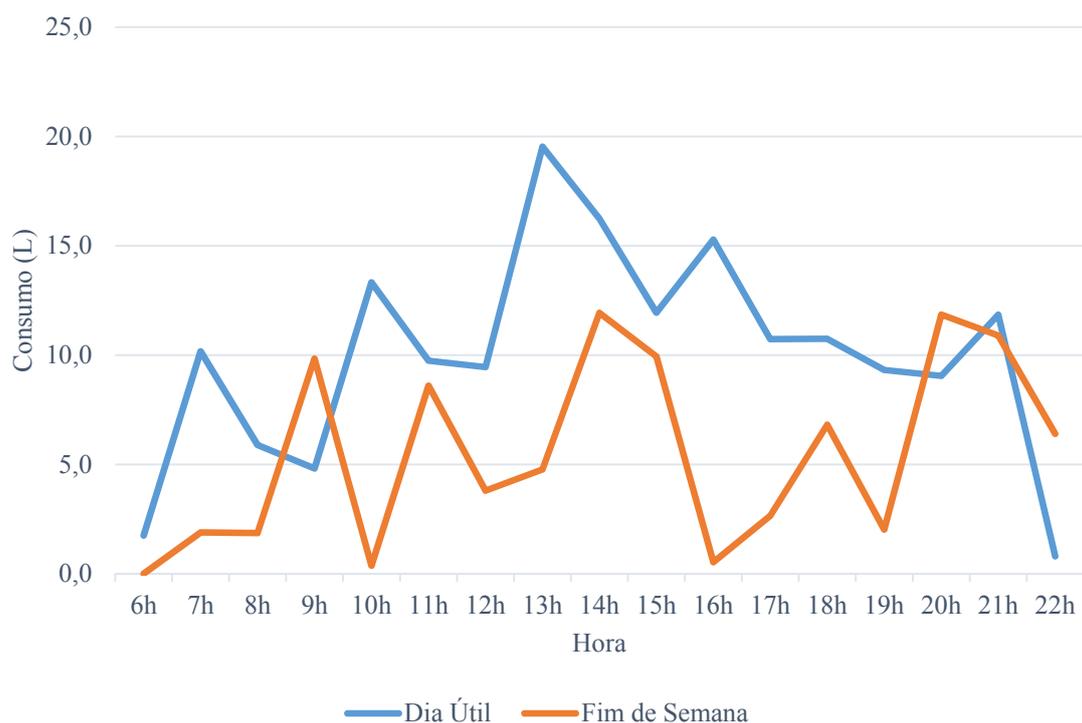
Figura 46 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Drogaria.



Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 8,26 *l/hora*; Erro padrão da média= 0,58; Mediana= 7,52 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0 e máx.= 26,00 *l/hora*); Desvio padrão= 6,13; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 7,12 *l/hora* e Limite superior= 9,41 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 8; e Amplitude= 58,54; Assimetria= 0,49.

A Figura 47 mostra que a evolução do consumo médio por hora do dia útil e no final de semana é muito semelhante no que diz respeito aos horários de picos de consumo, com exceção de alguns horários como às 9h, 16h e 20h. Entretanto, os dias úteis demandam mais água do que o fim de semana.

Figura 47 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Drogeria



iv. Usos-Finais

A instalação dos equipamentos de medição em todos os usos-finais foi efetuada em um dia, às 13h do dia 17 de abril de 2018, terça-feira. A desinstalação foi feita às 10h30min da manhã do dia 25 de abril de 2018, quarta-feira. Tanto a instalação quanto a desinstalação foram executadas no período de menor movimento da loja para não interferir nas recepções aos clientes e trabalho dos funcionários. Logo, na drogaria os usos-finais foram mensurados 9 dias consecutivos.

Esse estabelecimento possui três ambientes com consumo de água, um banheiro para funcionários, uma copa e uma área de serviço. A Tabela 21, apresenta os resultados obtidos para cada uso-final de água da drogaria, com a vazão média, o tempo de uso médio, a frequência média e o consumo diário.

Tabela 21 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água na drogaria

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Uso (l/d)	Consumo	Indicador
Banheiro						10,3 l/p/d
Lavatório (1)	0,05 l/s	39	3	5	5	0,4 l/p/d
Descarga Sanitária (1)	6 lpf		20	119	119	9,9 l/p/d
Copa						3,6 l/p/d
Pia de Cozinha (1)	0,13 l/s	50,53	4	21	25,1	2,1 l/p/d
Filtro de Água (1)	0,4 l		45	18	18,0	1,5 l/p/d
Área de Serviço						0,02 l/m²/d
Tanque (1)	0,10 l/s	68	1	2	3,6	0,02 l/m ² /d

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos

l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso; l - litros

l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição por dia; l/m²/d - litros por área por dia

A

Tabela 22 apresenta os usos-finais de água aferidos da drogaria e o seu consumo diário, confrontados com o consumo faturado da CAESB, em que a discrepância relativa foi de -43,98%. A discrepância relativa não foi baixa nesse estabelecimento, uma vez que pode haver intercorrências com relação à variação do consumo ao longo do mês. E, ao se comparar a média de consumo do ano de 2016, de 66 m³/ano, aproximadamente 180,82 l/d, o consumo estimado foi muito próximo do faturado nesse ano, com discrepância relativa de apenas -5,79%. Isto posto, essas informações apontam que o consumo estimado pela medição dos usos-finais é confiável, uma vez que a discrepância relativa entre ele e o consumo médio faturado do por dia do ano de 2016, ano mais próximo sem racionamento de água, é significativamente baixa. Todavia, a média do consumo diário de 2016 não foi utilizada, mesmo com discrepância baixa, pois os resultados obtidos de todos estabelecimentos devem usar a média dos mesmos anos para simular o potencial de redução do consumo, como já foi exposto anteriormente. Foi aplicado o fator de correção de 1,79 para a aquisição das demandas bases (D_{base}) e indicadores bases (I_{base}) em cada uso-final.

Nota-se que grande parte do consumo de água desse estabelecimento está no uso-final de vaso sanitário (70%). O restante é composto pela pia de cozinha (15%), filtro de água (11%), lavatório (3%) e tanque (2%). Na área de serviço, o tanque é utilizado apenas para a limpeza dos pisos da loja, por isso seu indicador é em litro por área por dia ($l/m^2/d$).

Tabela 22 - Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Drogeria

Resumo dos dados de Consumo - Drogeria					
Consumo Anual	111	m^3/ano			
Consumo Diário	304	l/d			
Consumo Per Capita	25	$l/p/d$			
Consumo Per Area	1,46	$l/m^2/d$			
Consumo Estimado	170	l/d			
Consumo Faturado	304	l/d			
Discrepância Relativa	-43,98	%			
Fator de Correção	1,79				

Usos-Finais de Água					
	D_{est}	D_{est} (l/d)	D_{base} (l/d)	I_{est}	I_{base}
Lavatório (1)	3%	4,9	8,8	0,4 l/pd	0,7 l/pd
Descarga Sanitária (1)	70%	118,8	17,7	9,9 l/pd	17,7 l/pd
Pia de Cozinha (1)	15%	25,1	3,7	2,1 l/pd	3,7 l/pd
Filtro de Água	11%	18,0	2,7	1,5 l/pd	2,7 l/pd
Tanque (1)	2%	3,6	6,4	0,02 $l/m^2/d$	0,5 $l/m^2/d$

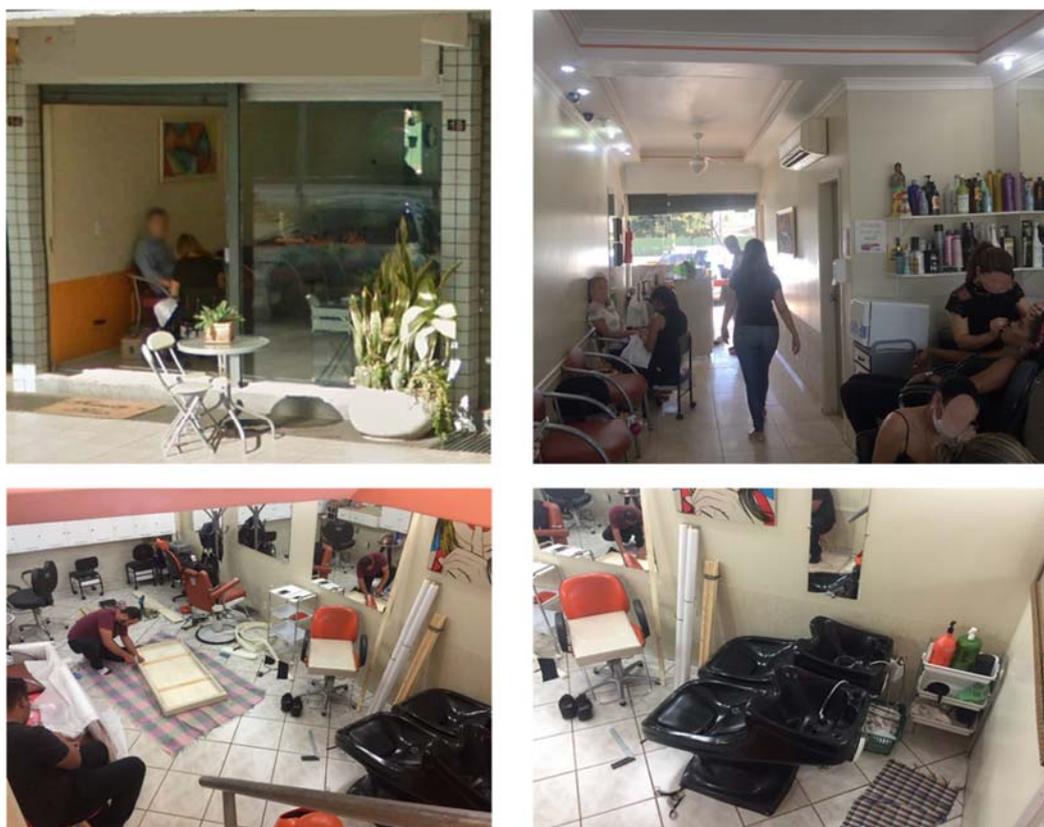
D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.5. Salão de Beleza

O salão de beleza analisado é considerado um salão tradicional, com uma clientela cativa bem antiga. Funciona de segunda a sábado de 8h às 19h. O contato a proprietária foi logo na primeira visita e, após conversar sobre a pesquisa, ela autorizou a entrada da equipe para fazer a vistoria e instalar os equipamentos de medição para estimar o uso-final de água. Foram disponibilizadas algumas contas de água para a pesquisa, complementada com as informações do consumo fornecido pela CAESB. As principais informações requeridas à proprietária no primeiro contato foi o número de funcionários, a média de clientes diários e, com o auxílio de uma trena eletrônica, foi calculada a área. Esse salão de beleza tem $68 m^2$ de área construída, 12 funcionários e em média 18 clientes (que lavam o cabelo) por dia. O consumo de água médio é de $168 m^3/ano$ ($427 l/d$), ou seja, o consumo *per área* é de $6,3 l/m^2/d$ e o consumo *per capita*, de $36 l/p/d$.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais, no mesmo dia, às 11h30min do dia 26 de abril de 2018, quinta-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes para que não prejudicasse os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 19h do dia 07 de maio de 2018, segunda-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 12 dias consecutivos no salão de beleza.

Figura 48 - *Salão de beleza selecionado para estudo de caso*



Fonte: Google Earth (2019)

O salão de beleza em análise se distingue de outros estabelecimentos comerciais que compõem o bloco, pois os clientes de outras lojas, usualmente, não consomem água no local. No salão de beleza os clientes geralmente consomem, pois cortam cabelo ou fazem algum procedimento no cabelo (escova, penteado, pintura, hidratação ou química). Segundo a gerente, não é muito habitual que os demais clientes utilizem o banheiro e, os que tendem a usá-lo, são justamente os que pagam por algum serviço no cabelo, cujo processo é mais demorado e, conseqüentemente, as pessoas às vezes vão ao banheiro. O resultado disso é a existência de outras variáveis de consumo que não tem outros estabelecimentos, a exemplo do hortifrúti e loja de material de construção. Assim, além dos indicadores *per área* e *per capita* (funcionários), foi gerado o seguinte indicador de consumo: litro por cliente médio diário (*l/cli./d*) – gerado pelo número de cabelos lavados por dia. Foi calculado o indicador litro pelo

número total de pessoas por dia, considerando o número de clientes e o número de funcionários (*l/p/d*). A Tabela 23 apresenta essas informações e demais dados sobre o salão de beleza.

Tabela 23 - Dados Gerais do Salão de Beleza

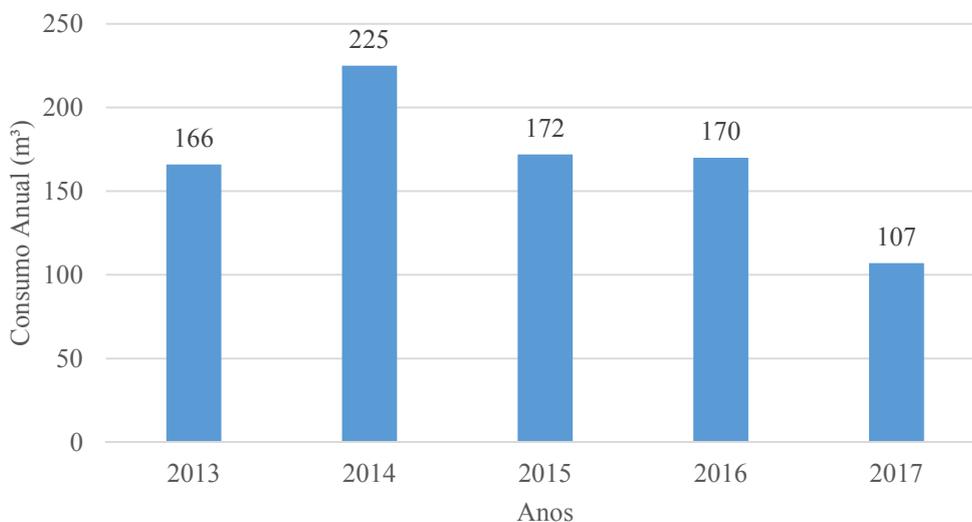
SALÃO DE BELEZA	
Área Construída	68,00 <i>m</i> ²
Área de Piso	68,00 <i>m</i> ²
Número de Clientes	16,0 <i>cli./d</i>
Número de Funcionários	12,0
Consumo Anual	183,0 <i>m</i> ³ / <i>ano</i>
Consumo Diário	501,4 <i>l/d</i>
Consumo Per Capita (cliente)	31,3 <i>l/cli./d</i>
Consumo Per Capita (funcionários)	41,8 <i>l/p/d</i>
Consumo Per Capita Total (funcionários e Clientes)	17,9 <i>l/p/d</i>
Consumo Per Area	7,4 <i>l/m</i> ² / <i>dia</i>

i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017 disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), possibilitou a análise descritiva do consumo ao longo desses anos.

Verifica-se na Figura 49, que mostra o consumo anual de 2013 a 2017, que 2014 foi o ano com o maior consumo (225 m³/mês) e o menor foi de 2017 (107 m³/mês). Os anos 2013, 2015 e 2016 tiveram o consumo relativamente semelhantes. A média de 2013 a 2017 foi de 168 m³/ano, com erro padrão da média de 18,7 e desvio padrão de 41,81.

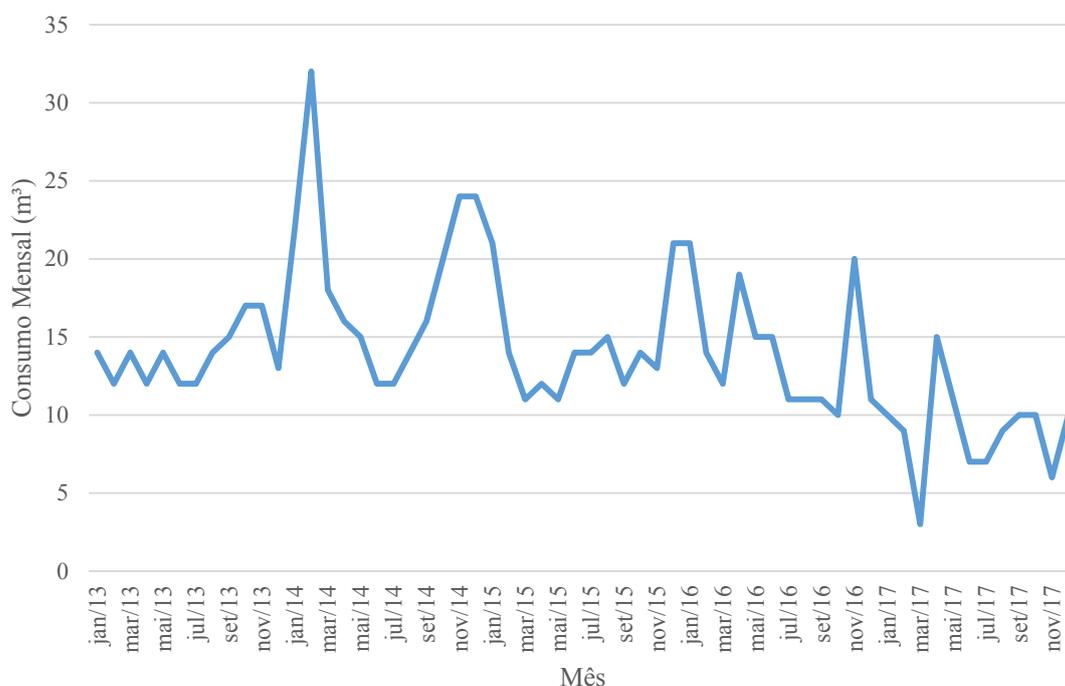
Figura 49 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Salão de Beleza



Análises Descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 168 m³/ano; Erro padrão da média= 18,7; Mediana= 170 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 107 e máx.= 225 m³/ano); e Desvio padrão= 41,81.

Ao analisar o gráfico da evolução do consumo de 2013 a 2017, Figura 50, depreende-se que a demanda de água em fevereiro de 2014 foi a mais discrepante superior (32 m³/mês) e a mais discrepante inferior foi em março de 2017. No decorrer dos meses dos anos houve alguns picos de consumo tanto para mais quanto para menos, sendo a dispersão desses dados 4,86. A média de consumo mensal dos anos de 2013 a 2017 foi 14 m³/mês, com erro padrão da média de 0,63.

Figura 50 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Salão de Beleza



Análises descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017: Média= 14 m³/mês; Erro padrão da média= 0,63; Mediana= 14 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 3 e máx.= 32 m³/mês); e Desvio padrão= 4,86.

A Figura 51 apresenta o consumo mensal do salão de beleza ao longo dos anos de 2013 a 2016. A média mensal desses anos é de 15,27 m³ e o erro padrão da média de 0,63. A média pode variar entre limite inferior de 13,99 m³/mês a superior de 16,54 m³/mês, com 95% de confiança para esse intervalo. O desvio padrão foi 4,39, enquanto nos meses de 2013 a 2017, gráfico da Figura 50, é 4,86. Com isso, ratifica-se que a amostragem que despreza o ano de 2017 é melhor para calcular a média amostral, dado que o desvio padrão da amostragem que considera o ano de 2017 é bem superior à que despreza.

Figura 51 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Salão de Beleza



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 15,27 m³/mês; Erro padrão da média= 0,63; Mediana= 14 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 10 e máx.= 32 m³/mês); Desvio padrão= 4,39; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 13,99 m³/mês e Limite superior= 16,54 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

Os ambientes do salão de beleza foram divididos em: salão, com as atividades que envolvem a lavagem dos cabelos dos clientes; banheiro, copa e lavagem de pisos. A Tabela 24 apresenta os ambientes que requerem maior consumo de água e exibe esse consumo setorizado em litros por dia. Conclui-se que o local que demanda mais água é o salão, pois envolve duas duchas de cabelo e um lavatório, que é utilizado para limpar materiais com produtos químicos que foram aplicados nos cabelos.

Tabela 24 - Consumo Setorizado – Salão de Beleza

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Salão	483
Banheiro	40
Lavagem de pisos	2
Copa	3
TOTAL	528

iii. Consumo Diário

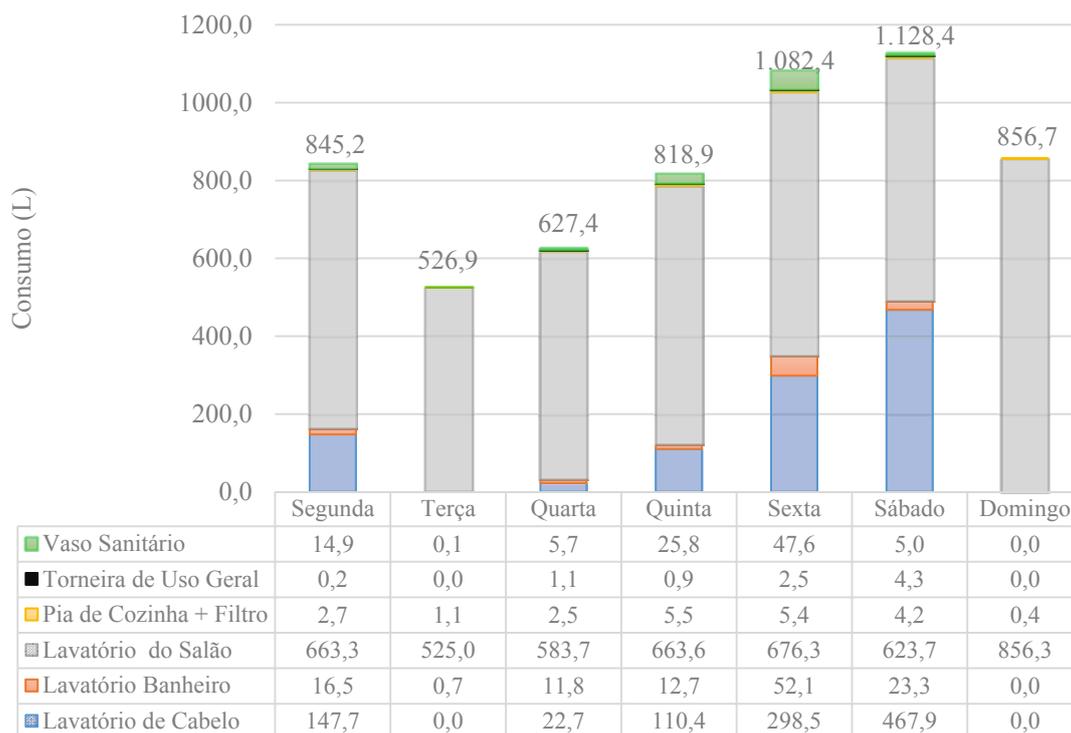
Nesse ponto será apresentada a análise do consumo diário por usos-finais de água, com o consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário) e será debatida a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

O gráfico da Figura 52 mostra o consumo de água desagregado nos usos-finais em cada dia da semana. Fica evidente que os maiores consumos ocorrem mais do meio da semana para o final, de quinta-feira a domingo, sendo esses os dias de maior fluxo de pessoas. Segunda-feira obteve um consumo mais elevado, muito semelhante ao domingo. Já terça-feira e quarta-feira foram os dias que tiveram os menores consumo na semana, 526,9 e 627,4, respectivamente. Pressupõe-se que os dias de menor fluxo é terça e quarta, uma vez que os consumos foram inferiores aos demais. Entretanto, isso pode ter ocorrido apenas naquela semana analisada, sendo um caso a ser observado com mais cautela.

Pode-se observar que o piso da loja tende a ser lavado mais na quinta-feira e no sábado, mesmo com pouca utilização de água. Conclui-se que nem todos os dias da semana o salão de beleza presta serviços relacionados ao cabelo (penteado, química, hidratação, entre outros), dado que, terça-feira e domingo não houve nenhum consumo nos lavatórios de cabelo. Ainda, vê-se que o número de clientes que lavam o cabelo realmente está relacionado com o consumo total da loja. Sábado foi o dia da semana de maior consumo (sábado), inclusive nos lavatórios de cabelo, ainda que o dia de menor consumo (terça-feira) não tenha ocorrido consumo nesses mesmos lavatórios. A hipótese é de que os clientes que permanecem mais tempo no salão (que fazem procedimentos no cabelo), são os que tendem a utilizar mais o banheiros.

O consumo médio semanal foi 840,84 *l/d*, com variação entre 638,96 a 1.042,73 *l/d*, com 95% de confiança. O menor consumo foi 526,9 *l/d*, na terça-feira, já o maior, 1.082,4 *l/d*, ocorreu no sábado.

Figura 52 - Consumo Diário nos Usos-Finais de Água – Salão de Beleza



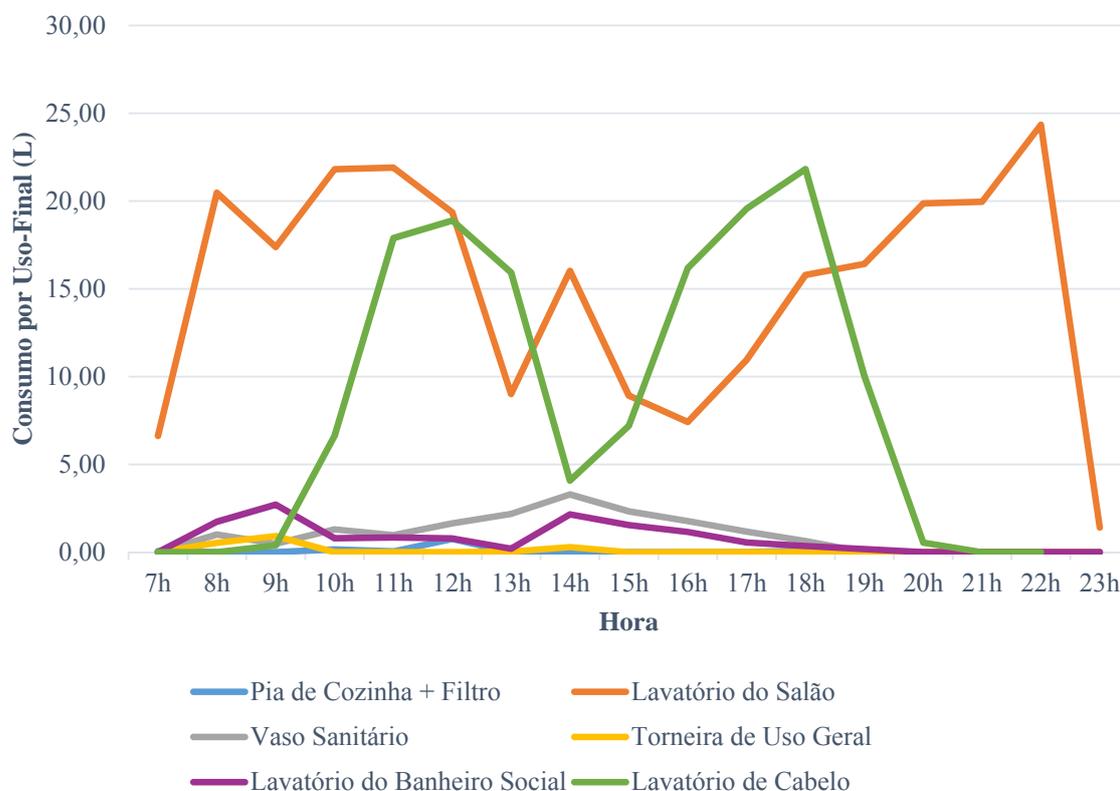
Análises descritivas do consumo nos usos-finais por dia: Média= 840,84 *l/d*; Erro padrão da média= 82,50; Mediana= 845,20 *l/d*; Valores discrepantes (mín.= 527 e máx.= 1.128 *l/d*); Desvio padrão= 218,29; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 638,96 *l/d* e Limite superior= 1.042,73 *l/d*).

O gráfico da Figura 53 aponta o consumo estimado em cada uso-final de água por hora do salão de beleza. Consta-se que o lavatório do salão foi o uso-final com o maior consumo, utilizado para lavar instrumentos usados para aplicar produtos químicos nos cabelos. O segundo equipamento hidráulico que mais demanda água é o lavatório de cabelo. É possível observar que os horários de consumo dos lavatórios do salão tendem a intercalar os do lavatório de cabelo, isto é, nos horários em que há alta de consumo no primeiro (14h às 15h), o segundo reduz o consumo (7h às 10h; 14h às 15; e 19h às 21h) e vice-versa. Dessa forma, há relação no consumo dos dois equipamentos, pois, assim que o cabelereiro encerra o serviço no cabelo de um cliente, é necessário lavar os equipamentos utilizados no trabalho.

O mesmo ocorre com o consumo no vaso sanitário e no lavatório do banheiro social com relação ao lavatório de cabelo. Houve um aumento do consumo nos mesmos horários em que reduz o consumo no lavatório de cabelo (7h às 9h e 13h às 16h). Isso pois, o momento em que o lavatório de cabelo está sendo utilizado, tanto o cliente (que está sentado no lavatório de cabelo) quanto o funcionário (que está lavando o cabelo do cliente) não usam o banheiro. A Tabela 25 mostra que, em média, lava-se 3 cabelos ao dia e cada serviço tende a durar, com a ducha ligada, em média 10,32 min (619 segundos) para cada cabelo lavado. Portanto, depreende-se que o consumo do salão está diretamente relacionado número média de clientes que lavam o cabelo no dia. Já os demais usos-finais, pia de cozinha, filtro e torneira de uso geral, são utilizados

apenas pela população fixa, que permanece constantemente no local, mantendo seus hábitos de consumo.

Figura 53 - Consumo por Uso-Final por Hora - Salão de Beleza



Os equipamentos medidores de fluxo e *data-loggers* ficaram instalados por 10 dias consecutivos. Contudo, já que nos dias que ocorreram as instalação e desinstalação não foram mensurados todos os períodos do dia, esses dias foram desconsiderados na aferição da média de consumo por dia da semana por uso-final e por hora do dia. Portanto, os consumos nos usos-finais foram estimados apenas no período de aproximadamente uma semana (8 dias). Dessa forma, foi gerado um gráfico de Box Plot, para melhor entender a evolução do consumo ao longo do dia. Durante esses 8 dias foi consumido água, geralmente, de 8h da manhã às 18h da noite.

Logo, é possível analisar mais a fundo o comportamento dos dados de consumo por hora do dia e identificar *outliers* que, nesse caso, foram apenas 4 com valores superiores. Ainda, pode-se verificar que nos horários que não havia mais nenhum funcionário no estabelecimento, não houve consumo, ou seja, não há vazamento nos equipamentos hidráulicos.

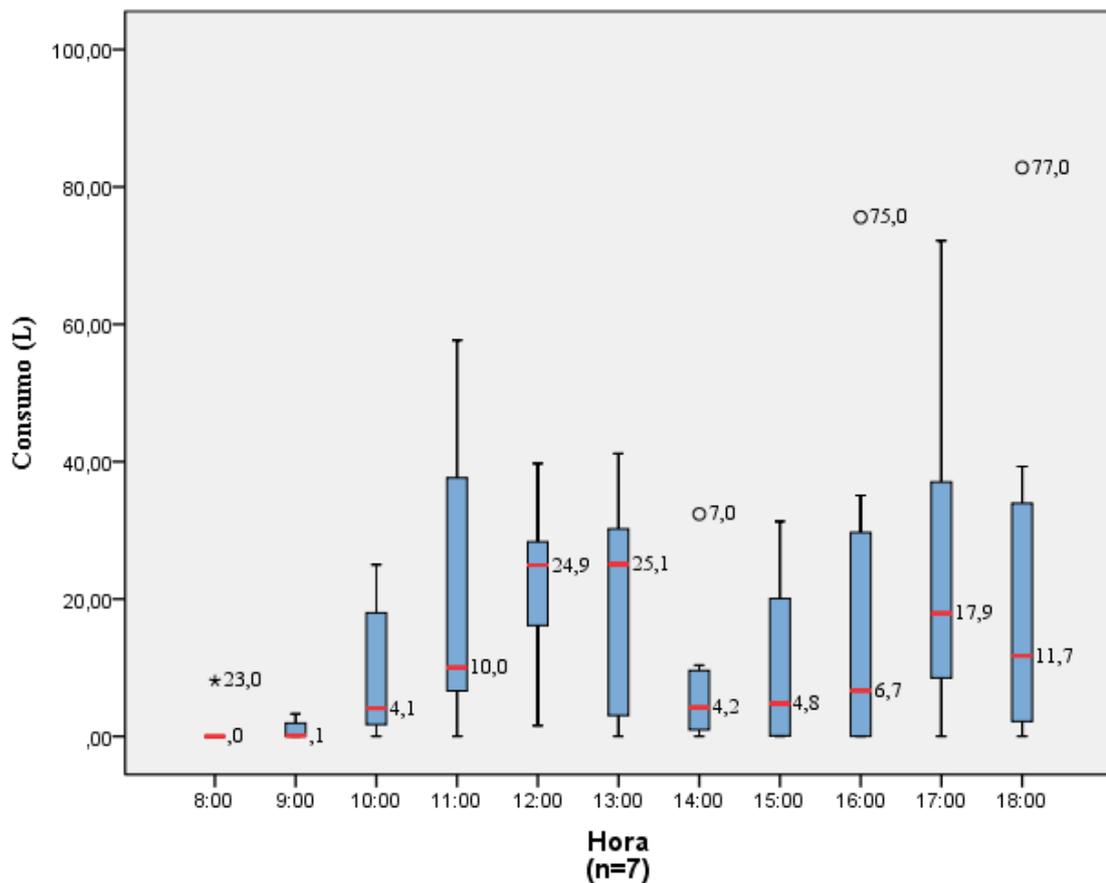
Os *outliers* foram retirados da amostra para efetuar as análises descritivas. A amplitude do gráfico da Figura 54 variou de 0 *l/hora* a 72,15 *l/hora*, que representam os valores mínimo e

máximo. Isto posto, não há uma padronização de consumo por horários, dado que existe uma importante variação do consumo ao longo do dia. A maior mediana foi 25,1 *l/hora* no horário das 13 horas e a menor foi 0 *l/hora*, no horário das 8 horas da manhã. Diante disso, conclui-se que 13h e 8h são os horários com maior e menor consumo, respectivamente.

Ao verificar o gráfico, constata-se que, no período da matutino, o consumo tende a aumentar a partir das 11h da manhã com mediana de 10 *l/hora*, com evolução ao meio dia (24,9 *l/d*). O consumo volta a reduzir às 14h (4,2 *l/hora*) e sobe drasticamente às 17h (17,9 *l/hora*), período em que o número de clientes aumenta.

Nota-se que a maioria dos *outliers* concentram-se no período vespertino, variando apenas entre valores discrepantes superiores. Então, esse é o turno que o uso de água mais oscila, podendo em um uso utilizar consumos mais elevados em certos horários. Constata-se que às 17h é a hora que há amplitude de dados maior apresentando maior dispersão, isto é, consumos mais variados (baixos, altos e médios). A amplitude do gráfico da Figura 54 variou de 0 *l/hora* a 72,15 *l/hora*, que representam os valores mínimo e máximo. Dessa forma, não existe uma padronização de consumo por horários, visto que o consumo varia consideravelmente ao longo do dia. A média do consumo por hora é 12,58 *l/hora*, com erro padrão da média de 1,74 e limite inferior e superior de 9,12 *l/hora* e 16,05 *l/hora*, respectivamente, para o intervalo de 95% de confiança para média.

Figura 54 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Salão de Beleza



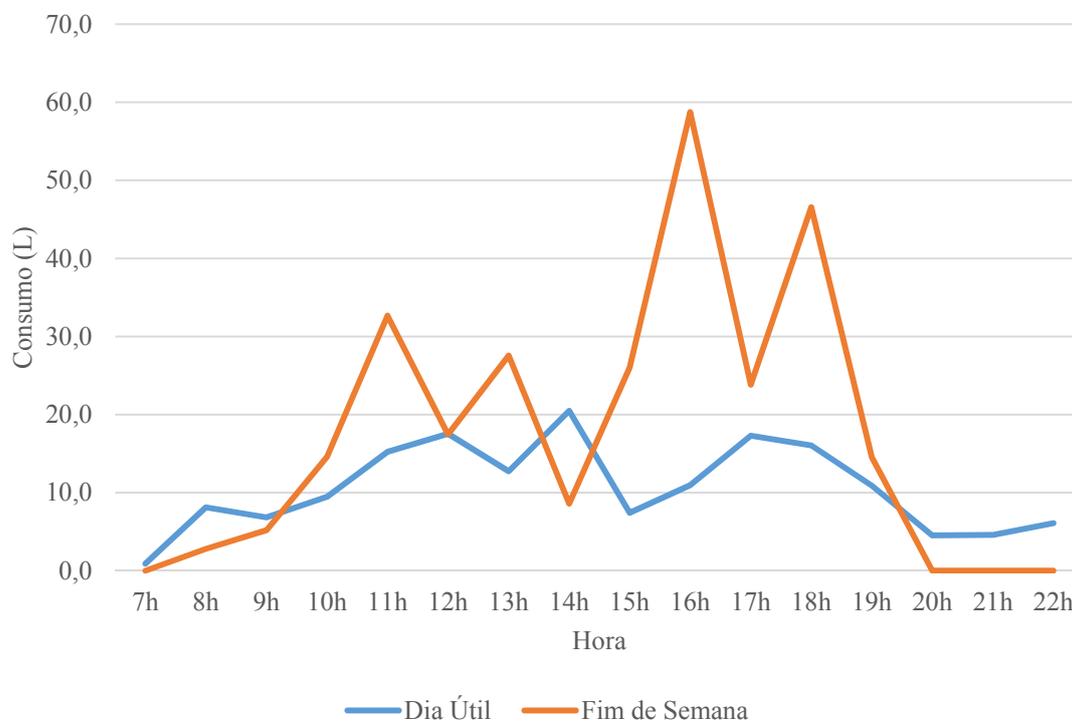
Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 12,58 *l/hora*; Erro padrão da média= 1,74; Mediana= 4,45 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0 e máx.= 72,15 *l/hora*); Desvio padrão= 15,86; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 9,12 *l/hora* e Limite superior= 16,05 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 23,48; e Amplitude= 72,15; Assimetria= 1,49.

O gráfico da Figura 55 indica a evolução do consumo médio por hora no dia útil e no final de semana, para melhor entender a variação do consumo ao longo do dia útil e compará-lo com o final de semana. O fluxo de clientes varia ao longo da semana e há mudança de turnos de funcionários. Segundo a proprietária do estabelecimento, aos sábados, há mais funcionários trabalhando no salão devido ao aumento no fluxo de clientes, e aos domingos o salão permanece fechado.

Dessa maneira, é possível observar que o consumo no final de semana é maior que o consumo médio dos dias úteis, demandando 279 *l/d* e 169 *l/d*, respectivamente. O consumo do final de semana tem alguns picos de consumo, próximo ao meio dia (11h), às 12h reduz (horário de almoço) e às 13h volta a aumentar. A demanda de água, aos finais de semana, no período vespertino é maior do que o matutino e o horário que mais há mais consumo é às 16h. Nos dias úteis o consumo sobe às 12h e há pico de uso às 14h. Nota-se que no consumo do final de

semana acaba às 20h enquanto nos dias úteis a população da loja continua utilizando água até as 22h.

Figura 55 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Salão de Beleza



iv. Usos-Finais

Para realizar a estimativa do consumo no salão foram instalados equipamentos de medição em todos os pontos hidráulicos do estabelecimento. Os resultados dos consumos e dos indicadores de consumo em cada uso final estão expostos na Tabela 25.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais no mesmo dia, às 11h30min do dia 26 de abril de 2018, quinta-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 19h do dia 07 de maio de 2018, segunda-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 12 dias consecutivos no salão de beleza.

Nota-se que não há consumo desagregado na copa, dado que a torneira de pia contém filtro de água. Dessa forma, foram mensurados no mesmo medidor de fluxo, gravando as informações em apenas uma entrada no *data-logger*. Entretanto, foi mensurado que, em média, a pia de cozinha e o filtro de água obtiveram as seguintes vazões: 0,07 l/s e 0,01, respectivamente. Ainda, segundo os funcionários e confirmação, após analisar os dados registrados pelo *data-*

logger, constatou-se que a pia de cozinha é muito pouco utilizada pelos trabalhadores. A gerente afirmou que a pia de cozinha é usada apenas para lavar recipientes de café e, raramente, vasilhas de marmita. Portanto, o filtro de água é utilizado com maior frequência para encher jarras de água para gelarem, fazer café, e consumir.

Tabela 25 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do salão de beleza.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo	Indicador
Salão					40,2 l/p/d
Lavatório de cabelo (2)	0,04 l/s	1857	3	204	17,00 l/p/d
Lavatório do Salão (1)	0,04 l/s	2134	3	279	23,24 l/p/d
Banheiro					3,35 l/p/d
Lavatório (1)	0,04 l/s	166	3	20	1,68 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		3	20	1,68 l/p/d
Lavagem de pisos					0,03 l/m²/d
Torneira de uso Geral	0,09 l/s	33	1	2	0,03 l/m ² /d
Copa					0,23 l/p/d
Pia de cozinha +	0,07 l/s	197	2	3	0,23 l/p/d
Filtro (1)	0,01				

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos

l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso

l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição por dia; l/m²/d - litros por área por dia

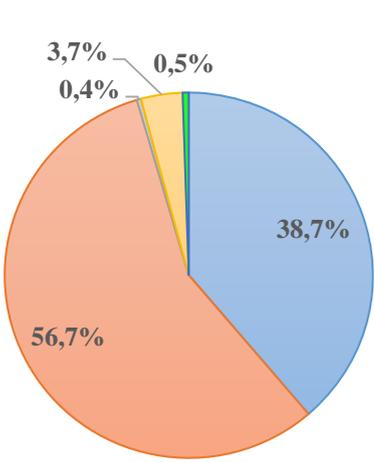
A Tabela 26 mostra o resumo dos dados de consumo nos usos-finais de água do salão de beleza em estudo. Constata-se que grande parte do consumo de água deste tipo de estabelecimento é no uso-final de lavatório (56,7%), seguido por ducha de cabelo (38,7%). O lavatório acaba consumindo mais do que ducha de cabelo, pois os cabelereiros utilizam, constantemente, um dos lavatórios para lavar materiais que contêm produtos químicos fortes, mais difíceis de serem lavados. Isso aponta que o consumo de água está diretamente relacionado a atividade que é realizada no estabelecimento. Os demais usos-finais de água são de descarga sanitária (3,7%), pia de cozinha com filtro de água no mesmo ponto hidráulico (0,5%) e torneira de uso geral o consumo é muito baixo (0,4%).

A torneira de uso geral, usada para lavagem de piso, é pouco utilizada pois, segundo os funcionários, o piso do salão é lavado com água apenas uma vez por semana e eles gastam apenas dois baldes de aproximadamente 5 litros cada em todo o estabelecimento. Para manter os ambientes limpos, os trabalhadores varrem frequentemente e usam um balde com metade de água (2,5 litros) para passar pano úmido durante o dia.

O consumo diário estimado por meio dos usos-finais de água, foram comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Esse cálculo do consumo faturado é dado pelo somatório

do consumo de todos os meses do ano divididos por 365 dias. A partir desses resultados foi calculada a discrepância entre esses valores, e foi identificado um resultado de 5% (ver Tabela 26). O resultado é positivo pois ao longo do ano podem haver intercorrências, mas, mesmo assim, os resultados obtidos dos *data loggers* estão bastante próximos da realidade. Foi aplicado o fator de correção de 0,95 para a demanda e indicadores bases, segundo o consumo faturado.

Tabela 26 - Resumo dos dados de Consumo nos Usos-Finais de Água - Salão de Beleza

Resumo dos dados de Consumo - Salão de Beleza								
Consumo Anual	183	m^3/ano						
Consumo Diário	501	l/d						
Consumo <i>Per Capita</i> (Funcionários)	42	$l/p/d$						
Consumo <i>Per Capita</i> (Clientes)	18	$l/cli/d$						
Consumo <i>Per Capita</i> (Total)	16,71	$l/p/d$						
Consumo <i>Per Area</i>	7,37	$l/m^2/d$						
Consumo Estimado	482	l/d						
Consumo Faturado	501	l/d						
Discrepância	5,2	%						
Fator de Correção	0,95							
Usos-Finais de Água								
	D_{est}	D_{est} (l/d)				D_{base} (l/d)	I_{est}	I_{base}
Lavatório de cabelo (2)	38,7%	204	194,2	17,0 $l/p/d$	16,2 $l/p/d$			
Lavatório (2)	56,7%	299	284,3	1,6 $l/p/d$	23,7 $l/p/d$			
Torneira de uso Geral (1)	0,4%	2	1,8	0,03 $l/p/d$	0,03 $l/m^2/d$			
Descarga sanitária (1)	3,7%	19	18,4	1,1 $l/p/d$	1,5 $l/p/d$			
Pia de cozinha + Filtro (1)	0,5%	3	2,7	0,07 $l/p/d$	2,7 $l/p/d$			

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.6. Bar

Localizado no bloco comercial do Lago Norte, o bar funciona de 11h às 21h, de segunda a sexta e, no sábado e domingo o horário de funcionamento estende até às 1h30min da madrugada. Atende em geral um público acima de 30 anos e, nos finais de semana, ele é popular por ter música ao vivo de samba e chorinho. O primeiro contato com a proprietária foi em abril de 2018, no qual permitiu a entrada da equipe para verificar as instalações, medir as áreas e informou o número médio de clientes diários.

Nesse estabelecimento, o térreo é o local onde os clientes permanecem e consomem. Nesse mesmo pavimento, há um banheiro unissex para clientes, um balcão no qual prepara-se bebidas e um caixa para efetuar pagamentos. Enquanto o subsolo, possui cozinha para preparo das

refeições e aperitivos a serem servidos aos clientes, um banheiro unissex para funcionários e uma área de serviços.

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais no mesmo dia, a zero hora do dia 9 de maio de 2018, quarta-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes, para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 7h30min da manhã do dia 5 de junho de 2018, terça-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 27 dias consecutivos no bar.

Figura 56 - Botequim selecionado para estudo de caso.



Fonte: Google Earth (2019)

Esse estabelecimento tem 68 m^2 de área construída, 3 funcionários e atende cerca de 50 clientes por dia. O consumo de água médio é de $312 \text{ m}^3/\text{ano}$ (855 l/d), ou seja, o consumo *per area* é de $12,60 \text{ l/m}^2/\text{d}$ e o consumo *per capita* (funcionários), de 285 l/p/d , e demais informações gerais na Tabela 27.

O bar em análise se distingue de outros estabelecimentos comerciais que compõem o edifício, dado que, os clientes de algumas lojas geralmente não consomem água no local, diferente do bar, onde os clientes permanecem mais tempo no local, consumindo bebidas e refeições preparadas na hora. Há o consumo constante de bebidas alcoólicas pelos clientes, em sua maioria a cerveja, o que influencia no intervalo de uso dos banheiros. Isso, conseqüentemente, resulta em outras variáveis de consumo de outras lojas, a exemplo da drogaria e loja de material de construção, que não possuem. Logo, além dos indicadores *per area* e *per capita* (funcionários), foram feitos os seguintes indicadores de consumo: litro por número médio de

clientes por dia ($l/cli./d$) e litro por número total de pessoas por dia ($l/p/d$), considerando a soma de clientes médios diários e o número de funcionário.

Esses parâmetros foram utilizados para analisar com maior precisão os indicadores de consumo do bar com relação aos demais estabelecimentos comerciais, quando se trata do consumo do edifício, já que o consumo por funcionário por dia do bar ser mais discrepante do que o da loja de materiais de construção, hortifrúti e drogaria, a título de exemplo.

Tabela 27 - Dados Gerais do Bar

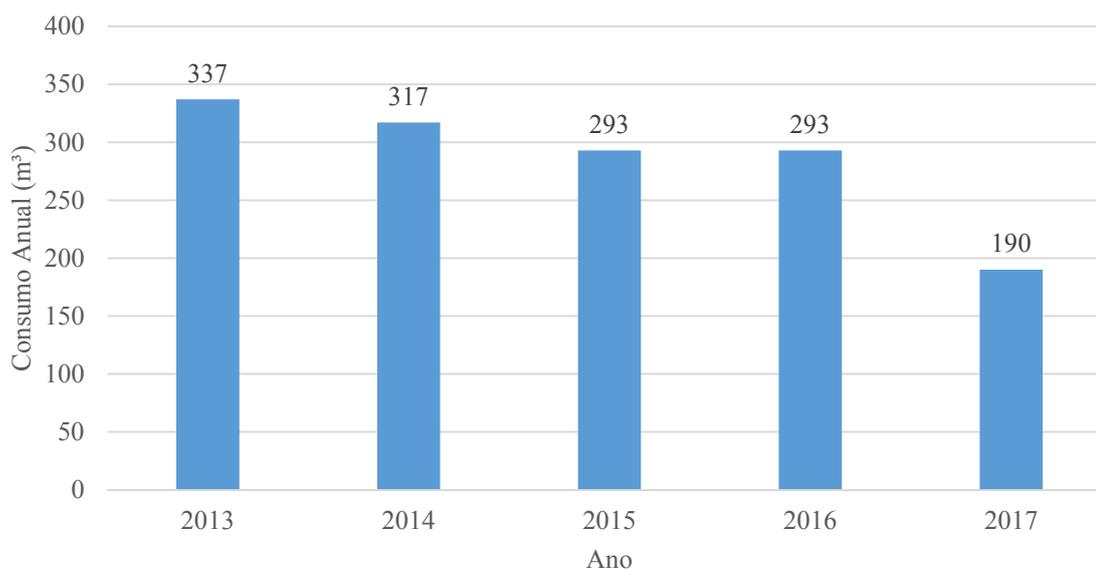
Bar	
Área Construída	68,00 m^2
Área Verde	--- m^2
Área de Piso	68,00 m^2
Número de Funcionários por Turno	3 <i>fun/turno</i>
Número Total de Funcionários	3 <i>fun/d</i>
Número de Clientes	50 <i>cli/d</i>
Número População Total	53 <i>p/d</i>
Consumo Anual	312 m^3/ano
Consumo Diário	855 <i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> (Funcionário)	285 <i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> (Cliente)	17 <i>l/cli./d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> Total (Cliente e Funcionários)	16 <i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	12,6 $l/m^2/dia$

i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017 foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), cujas informações possibilitaram a análise descritiva do consumo ao longo dos anos.

Vê-se na Figura 57 o consumo anual de 2013 a 2017, onde 2013 foi o de consumo maior, com redução gradual nos anos que o sucedem. Todavia, houve importante redução no consumo de 2017, seguramente devido à crise hídrica presenciada no período. A média de 2013 a 2017 foi de 124,20 m^3/ano , com erro padrão da média de 11,02 e desvio padrão de 26,65.

Figura 57 - Consumo Anual (2013-2017) – Bar

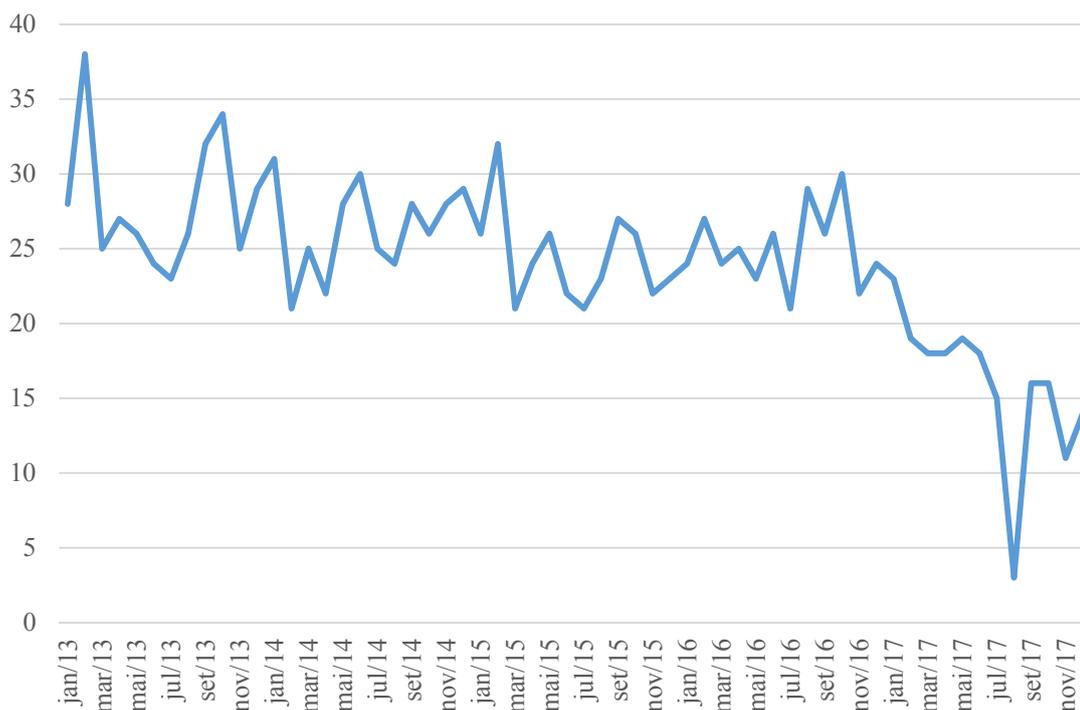


Análises descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 286 m³/ano; Erro padrão da média= 25,37; Mediana= 293 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 190 e máx.= 337 m³/ano); e Desvio padrão= 56,73.

Verifica-se, na Figura 58, uma tendência ao longo do ano 2017 de redução do consumo de água. Esse comportamento pode ser explicado pela ação da CAESB, nesse período, para reduzir o consumo de água nas regiões abastecidas pelo reservatório de Santa Maria, que atende o Lago Norte. Em fevereiro de 2017, a CAESB começa a reduzir a pressão da rede de distribuição no Lago Norte e inicia uma campanha mais forte para que houvesse uma redução no consumo de água no decorrer dos meses. Em agosto de 2017, houve uma queda importante do consumo (3m³/mês), valor discrepante inferior, com aumento do consumo no ano seguinte, mas menor do que os meses anteriores à agosto.

É perceptível uma tímida redução do consumo no decurso dos anos de 2013 a 2016. Há variações na demanda de água durante os anos de 2013 a 2016, com picos superiores e inferiores, com valores mínimo igual a 3 m³/mês e máximo de 38 m³/mês. A média de consumo mensal do ano dos anos de 2013 a 2017 foi 23,89 m³/mês, com erro padrão da média de 0,74 e desvio padrão de 5,67.

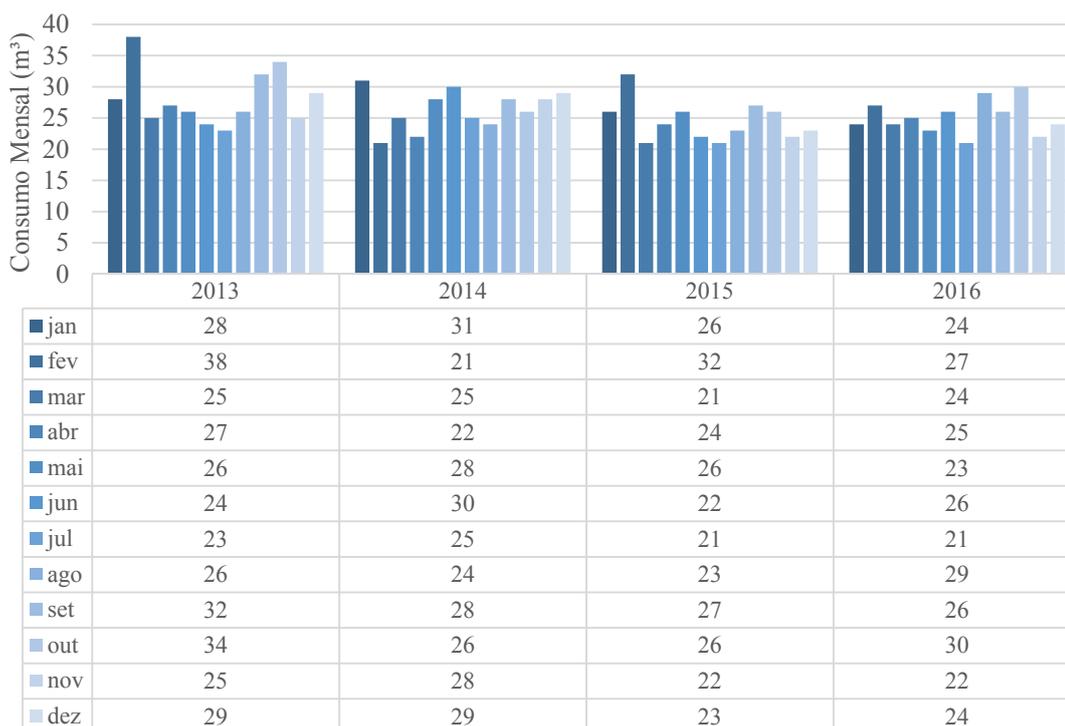
Figura 58 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Bar



Análises descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017: Média= 23,89 m³/mês; Erro padrão da média= 0,74; Mediana= 24 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 3 e máx.= 38 m³/mês); e Desvio padrão= 5,67.

A Figura 59 exibe como o consumo é volúvel no decorrer dos anos de 2013 a 2016. A média mensal desses anos é 26 m³ e o erro padrão da média de 0,52, ou seja, um erro padrão significativamente baixo. Ao se comparar o gráfico em que o ano de 2017 foi considerado (Figura 58) e o que foi desconsiderado (Figura 59), os desvios padrões foram 5,67 e 3,60, respectivamente. Portanto, essas informações reforçam que a amostragem sem o ano de 2017 é melhor para ser analisada e gerar a média amostral, dado ter sido um ano afetado pela crise hídrica, o que enviesava negativamente o resultado. A média pode variar entre limite inferior de 21 m³/mês a superior de 38 m³/mês, com 95% de confiança para esse intervalo.

Figura 59 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Bar



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 26 m³/mês; Erro padrão da média= 0,52; Mediana= 26 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 21 e máx.= 38 m³/mês); Desvio padrão= 3,60; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 21 m³/mês e Limite superior= 38 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

Esse estabelecimento possui cinco ambientes com pontos de água, um banheiro unissex para clientes e outro para funcionários, uma cozinha, balcão e uma área de serviço.

A Tabela 28 exibe o consumo setorizado do bar, onde o maior consumo é no banheiro dos clientes (235 *l/d*), seguido da cozinha (131 *l/d*), banheiro de funcionários (125 *l/d*), balcão (62 *l/d*) e da área de serviço (45 *l/d*). Esse resultado já era esperado visto que as atividades comerciais do bar necessitam de água para atender os clientes. Nele, os clientes permanecem muito tempo, com muita utilização do banheiro. Tanto a cozinha quanto o balcão são usados para prestação de serviço, o primeiro com demanda da produção de refeições e o segundo lavagem constante de copos e preparação de drinks.

Tabela 28 - Consumo Setorizado - Bar

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro Térreo (clientes)	235
Banheiro Subsolo (Funcionário)	125
Cozinha	131
Balcão	62
Área de Serviço	45
TOTAL	598

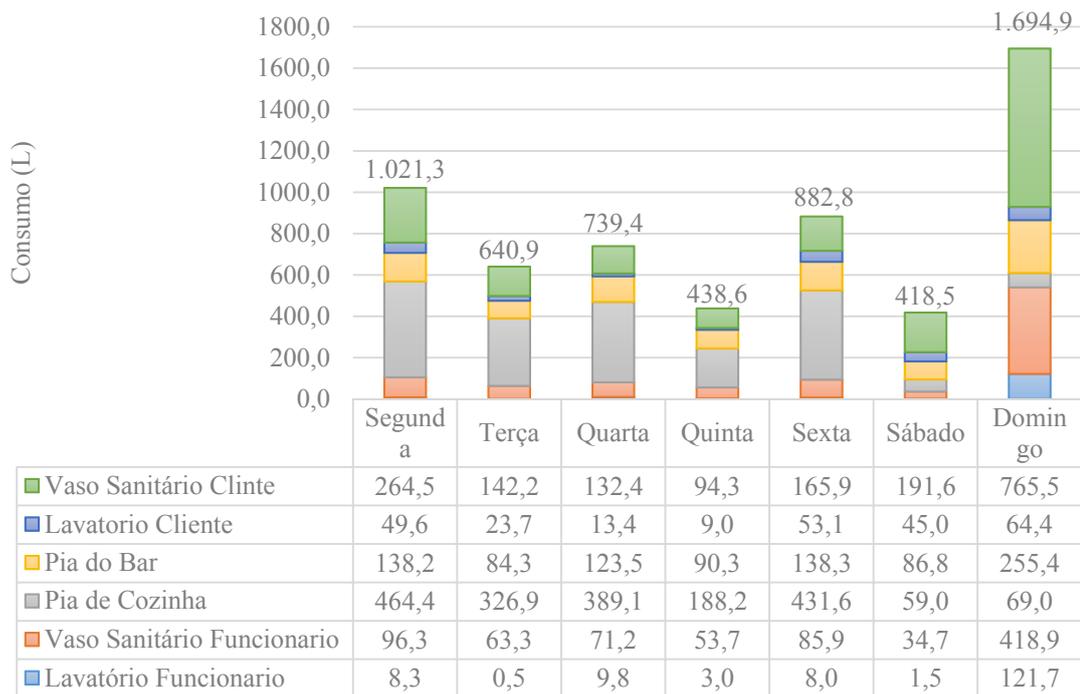
iii. Consumo Diário

Será abordada neste tópico a análise do consumo diário por usos-finais de água, com o consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário) e contrapondo a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

O gráfico da Figura 60 mostra o consumo de água ao longo do período de coleta de informações por meio dos equipamentos de medição. O consumo médio diário é 833,77 l/d, com variação entre 428,20 a 1.239,34 l/d com 95% de confiança. O menor consumo foi sábado 418,5 l/d, já o maior 202,2 l/d, ocorreu no domingo.

Fica evidente que o maior consumo é no domingo, seguido da segunda e da sexta-feira. Entretanto, o domingo tende a ter um consumo maior, pois aos sábados o funcionamento do bar vira para a madrugada de domingo. Portanto, aos sábados o consumo não é tão alto, dado que os clientes chegam um pouco mais tarde e permanecem até a madrugada. Segundo a gerente, os domingos também há um diferencial, que é a atração de samba ao vivo no fim da tarde, o que atrai muita clientela. Observa-se que o consumo no vaso sanitário de cliente acompanha a variação de consumo ao longo da semana. Com isso, pode-se concluir que essa informação corrobora com o prognóstico de que o consumo está relacionado diretamente com o fluxo de clientes.

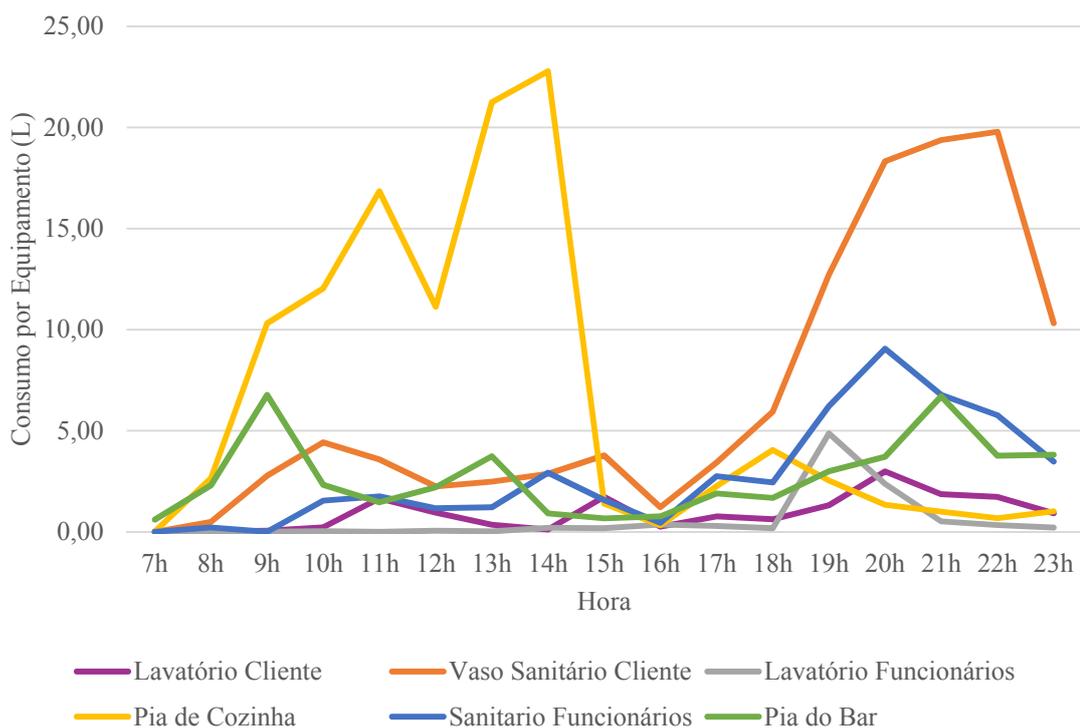
Figura 60 - Consumo nos usos finais – Bar



Análises descritivas do consumo nos usos-finais por dia: Média= 833,77 l/d; Erro padrão da média= 165,74; Mediana= 739,40 l/d; Valores discrepantes (mín.= 418,5 e máx.= 1.694,9 l/d); Desvio padrão= 438,52; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 428,20 l/d e Limite superior= 1.239,34 l/d).

O gráfico da Figura 61 aponta o consumo estimado em cada uso-final de água por hora do bar. Observa-se que há muita variação de consumo nos equipamentos hidráulicos, com destaque para pia de cozinha e vaso sanitário do cliente. Vê-se que o consumo da pia de cozinha é maior no período matutino, com redução apenas no meio do vespertino. O consumo do vaso sanitário de cliente aumenta no final tarde e significativamente de noite. Assim sendo, é possível afirmar que as refeições e petiscos são pré-preparados de dia e são servidos a noite, para um número mais elevado de clientes que acabam utilizando o banheiro. Dessa forma, o consumo do bar está diretamente relacionado às atividades que são exercidas nela, tendo maior consumo no banheiro de cliente seguido pela cozinha.

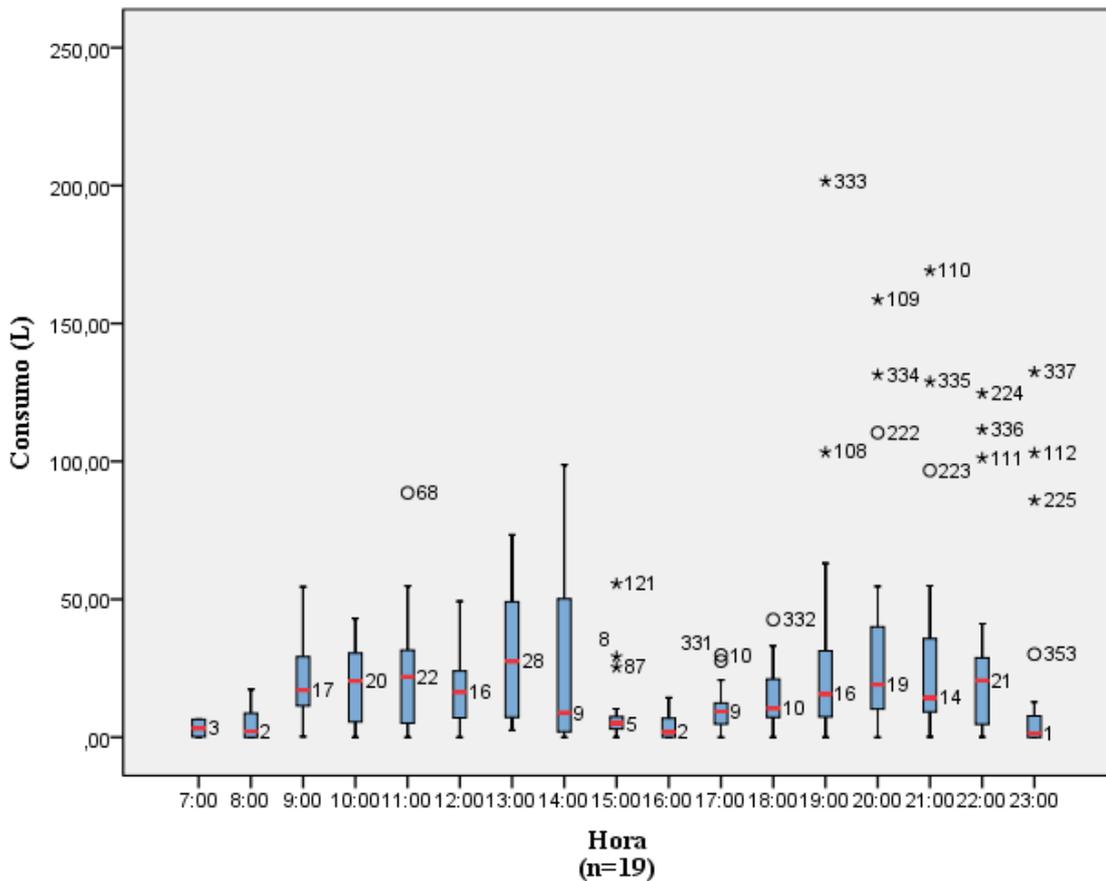
Figura 61 - Consumo por Uso-Final por Hora - Bar



Os equipamentos de aferição do consumo permaneceram instalados por 27 dias consecutivos, embora, em alguns dias, o bar permaneceu fechado e não teve consumo. Além disso, como o dia da instalação e da desinstalação não mensuraram todos os horários do dia, foram desconsiderados nos cálculos da média de consumo por dia da semana e por hora do dia. Portanto, foram aferidos o consumo nos usos-finais no período de 19 dias. A aferição do consumo durou mais dias no estabelecimento do bar devido a disponibilidade da gerente.

Com essas informações coletadas, foi gerado um gráfico de Box Plot, para melhor compreender a evolução do consumo no decorrer do dia, com os horários de consumo desses 19 dias que utilizados, geralmente, de 7h da manhã às 23h da noite. A amplitude do gráfico da Figura 62 variou de 0 *l/hora* a 201,57 *l/hora*, que representa os valores mínimo e máximo. Isso posto, não existe uma padronização de consumo por horários, visto que o consumo varia significativamente durante o dia. A maior mediana com valor de 28 *l/hora* foi no horário das 13 horas e a menor mediana foi de 1 *l/hora*, no horário das 23 horas. Todavia, há muitos *outliers* com valores discrepantes superiores às 23h, pois, geralmente durante a semana, o bar não tem um consumo muito elevado nesse horário e no final de semana já demanda muita água nesse período.

Figura 62 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Bar



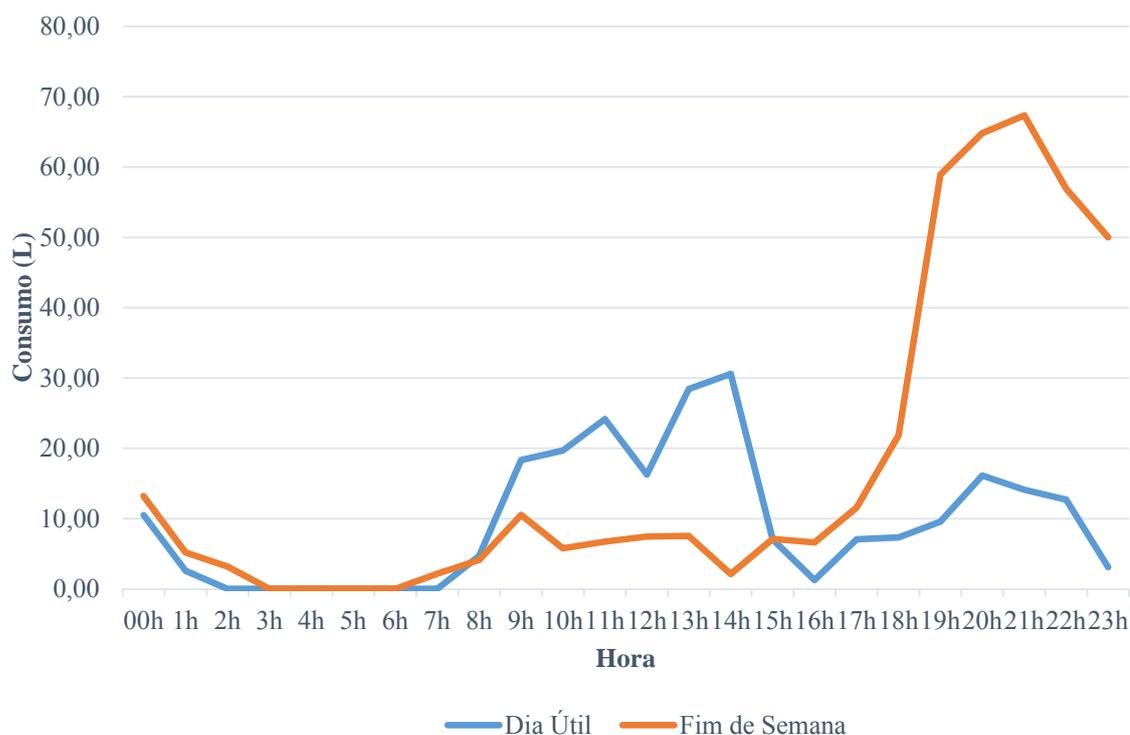
Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 20,11 *l/hora*; Erro padrão da média= 1,49; Mediana= 10,77 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0 e máx.= 201,57 *l/hora*); Desvio padrão= 28,02; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 17,18 *l/hora* e Limite superior= 23,04 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 22,80; e Amplitude= 201,57; Assimetria= 2,97.

O gráfico abaixo (Figura 63) aponta a evolução do consumo médio por hora no dia útil e no final de semana, para melhor compreender a variação do consumo ao longo do dia útil e compará-lo com o final de semana. Isso é importante, por se tratar de comércios em que o fluxo de clientes varia ao longo da semana. Além disso, o horário de funcionamento tende a ser diferente nos dias úteis e no final de semana, o bar em estudo abre de 11h às 21h, de segunda a sexta, sábado e domingo, e o horário de funcionamento estende até às 1h30min da madrugada

Nota-se que o consumo no final de semana, aumenta consideravelmente das 17h às 21h, reduzindo um pouco a partir das 22h. Vê-se que há consumo na madrugada tanto no fim de semana quando nos dias úteis, no primeiro o bar permanece aberto até 1h30min da manhã e para poder fechar o estabelecimento os funcionários precisam lavar o estabelecimento. Entretanto, observou-se vazamentos durante a madrugada, somando o consumo de 11 *l/d*.

Nos dias úteis, o consumo tende a subir a partir das 8h e só reduz às 15h. Contudo, o consumo volta a aumentar um pouco às 16h e só cai às 23h, horário que o estabelecimento fecha. Em média o bar no final de semana necessita de 413 l/d para funcionar e de 234 l/d nos dias úteis.

Figura 63 - *Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Bar*



iv. Usos-Finais

Os equipamentos de medição foram instalados em todos os usos-finais no mesmo dia, à meia noite do dia 9 de maio de 2018, quarta-feira, horário e dia de menor fluxo de clientes para não prejudicar os atendimentos e a rotina dos funcionários. A desinstalação aconteceu às 7h30min da manhã do dia 5 de junho de 2018, terça-feira, horário e dia de menor movimento. Portanto, os usos-finais foram mensurados 27 dias consecutivos no bar.

A Tabela 29 apresenta informações coletadas para cada uso-final de água dos equipamentos hidráulicos. As vazões foram conferidas com as vazões coletadas no local e estão com resultados muito próximos, validando os métodos utilizados para essa coleta.

Os dados médios de tempo de uso, da vazão e da frequência possibilitaram identificar quanto de água cada ambiente consome por dia. Os indicadores de consumo apresentados foram calculados com base no número de funcionários.

Tabela 29 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do bar.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador
Banheiro Térreo (clientes)					78,4 l/p/d
Lavatório (1)	0,04 l/s	59	8	19	6,4 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		36	216,0	72,0 l/p/d
Banheiro Subsolo (Funcionário)					41,58 l/p/d
Lavatório (1)	0,04 l/s	60	5	11	3,58 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		19	114	38,0 l/p/d
Cozinha					43,7 l/p/d
Pia de Cozinha (1)	0,06 l/s	383	6	131,1	43,7 l/p/d
Balcão					20,8 l/p/d
Pia de Cozinha + Filtro de água (1)	0,04 l/s	599	3	62,3	20,8 l/p/d
Área de Serviço					0,7 l/m²/d
Torneira de uso geral (1)	10,00 l		5	45	0,7 l/m ² /d

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos
l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso
l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição por dia; l/m²/d - litros por área por dia

Conforme pode ser observado, a maior parte do consumo de água deste tipo de estabelecimento é no uso final no vaso sanitário (55%) e, em segundo, na pia de cozinha (32%). O restante é composto por torneira de uso geral (7,5%) e por lavatórios (5%). A torneira de uso geral é utilizada apenas para lavagem dos pisos, por isso seu indicador é em litro por área por dia (l/m²/d).

Por fim, com os resultados obtidos do consumo em cada uso-final, o consumo diário dado por todos esses usos foi comparado com a média do consumo anual em litros, do volume de água informado pela CAESB, dividido por 365 dias, a fim de obter a média faturada em um dia. Ao fazer o cálculo de discrepância entre esses valores, verificou-se que aproximadamente -30% do consumo não pôde ser explicado pelos usos-finais. Esse resultado não foi tão baixo; porém, ao se comparar a discrepância com o ano mais próximo (2017) ao analisado é bastante positivo, uma vez que a média diária do ano de 2017 é 521 l e o estimado foi 598 l. Dessa forma, a discrepância entre elas seria de 14,8%. Ainda assim, não é surpreendente que o consumo estimado seja 14,8% maior que o faturado, uma vez que em 2017 havia racionamento de água. À vista disso, conclui-se que o consumo do bar pode ter reduzido, uma vez que a pressão de água no sistema provavelmente caiu, pois instalaram caixa d'água após o racionamento. Além disso, pode ter havido intercorrências ao longo do ano.

Tabela 30 - Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Bar

Resumo dos dados de Consumo - Bar					
Consumo Anual	312	m^3/ano			
Consumo Diário	855	l/d			
Consumo <i>Per Capita</i> (Funcionários)	285	$l/p/d$			
Consumo <i>Per Capita</i> (Clientes)	17	$l/cli/d$			
Consumo <i>Per Capita</i> (Total)	16,13	$l/p/d$			
Consumo <i>Per Area</i>	12,57	$l/m^2/d$			
Consumo Estimado	598	l/d			
Consumo Faturado	855	l/d			
Discrepância	-30,0	%			
Fator de Correção	1,43				

Usos-Finais de Água					
	D_{est}	$D_{est} (l/d)$	$D_{base} (l/d)$	I_{est}	I_{base}
Lavatório (2)	5,0%	30	42,7	10,0 $l/p/d$	14,2 $l/p/d$
Descarga sanitária (2)	55,2%	330	157,2	110,0 $l/p/d$	157,2 $l/p/d$
Pia de cozinha (3)	32,3%	193	92,1	64,47 $l/p/d$	92,10 $l/m^2/d$
Torneira uso geral (1)	7,5%	45	64,3	0,7 $l/m^2/d$	0,9 $l/p/d$

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.2.7. Pet Shop

Esse estabelecimento é uma rede de *pet shops* de Brasília, com sete lojas distribuídas pelo DF. A loja analisada oferece serviços de banho e tosa, boutique, farmácia e loja de conveniência, e seu funcionamento é de segunda à sexta feira de 8h às 19h e no sábado de 8h às 18h. O primeiro contato foi realizado em abril de 2018, com o gerente do estabelecimento, que aceitou participar do estudo. No mesmo dia foi feito o questionário e levantada a área do estabelecimento, o tipo e números de equipamentos hidráulicos e a quantidade de funcionários. O dia da instalação foi 09horas da manhã do dia 16 de abril de 2018, segunda-feira. A desinstalação foi às 17h30 do dia 25 de abril de 2018, quarta-feira.

No pavimento térreo, o pet shop é composto por um banheiro para funcionários, balcão de atendimento, caixa, área de loja, onde ficam expostos diversos produtos e materiais para animais de estimação. No subsolo, está a área restrita à funcionários, um depósito para estoque de rações e demais materiais mais pesados, copa, área de serviço e local de banho e tosa.

Figura 64 - Pet Shop selecionado para estudo de caso.



Fonte: Google Earth (2019)

O pet shop tem 294 m^2 de área construída, 9 funcionários e banha cerca de 25 animais de estimação por dia, como pode ser observado na Tabela 31. O consumo de água médio é de 439 m^3 /ano (1.203 l/d), ou seja, o consumo *per área* é de 4,09 $l/m^2/d$ e o consumo *per capita*, de 134 $l/p/d$.

Tabela 31 - Dados Gerais da Pet Shop.

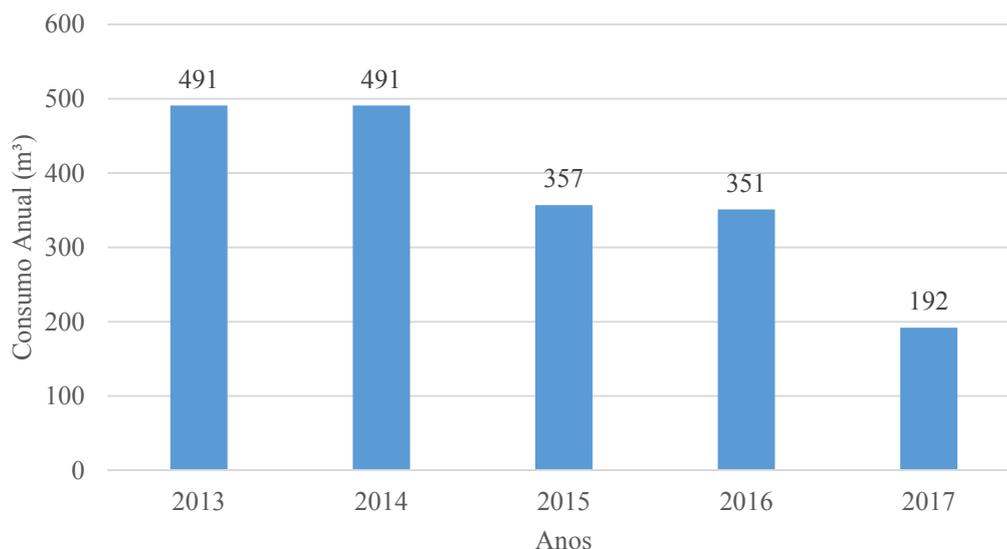
Pet Shop	
Área Construída	294 m^2
Área Verde	--- m^2
Área de Piso	294 m^2
Nº de Funcionários	9 p/d
Nº de Banhos Pets por dia	25 $ban/pet/d$
Consumo Anual Médio	439 m^3/ano
Consumo Diário Médio	1.203 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	134 $l/p/d$
Consumo por Nº de Banhos de Pet	48 $l/ban. pet/d$
Consumo <i>Per Area</i>	4,09 $l/m^2/d$

i. Consumo Anual

O consumo anual faturado de 2013 a 2017 foi disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), informações que possibilitaram a análise descritiva do consumo ao longo dos anos.

Verifica-se na Figura 65, que exibe o consumo anual de 2013 a 2017, nos anos de 2013 e 2014 tiveram basicamente o mesmo consumo. Entretanto, a partir de 2015, o consumo anual reduziu gradativamente e, em 2017, diminuiu consideravelmente devido ao racionamento de água e a redução na pressão na rede de distribuição de água em consequência da crise hídrica. A média de 2013 a 2017 foi de 376,40 m^3 /ano, com erro padrão da média de 55,35 e desvio padrão de 123,78.

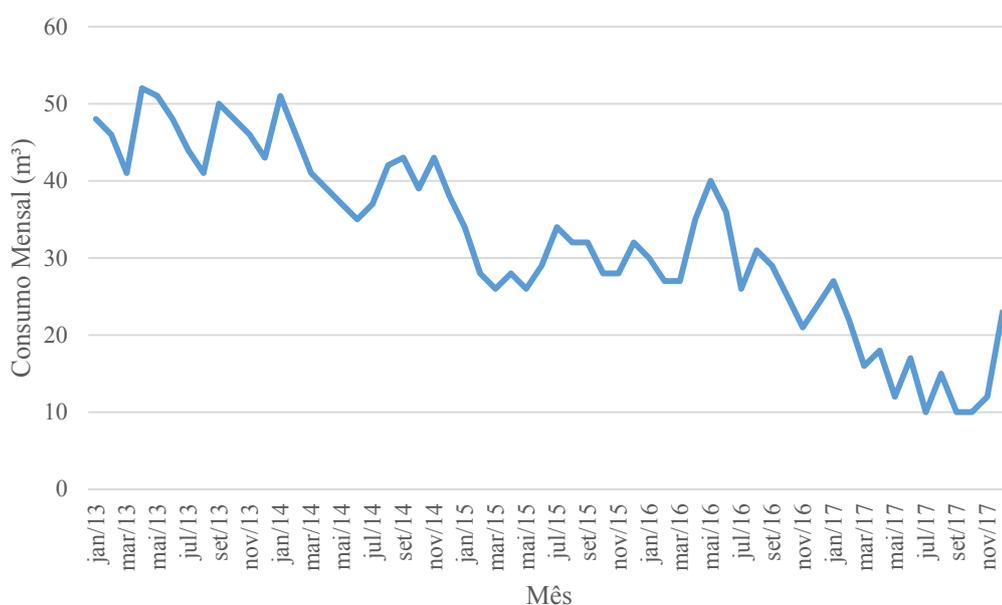
Figura 65 - Consumo Anual de 2013 a 2017- Pet Shop



Análises Descritivas do consumo anual (2013-2017): Média= 376,40 m³/ano; Erro padrão da média= 55,35; Mediana= 357,00 m³/ano; Valores discrepantes (mín.= 192 e máx.= 491 m³/ano); e Desvio padrão= 123,78.

O gráfico da Figura 66 aponta a evolução do consumo de 2013 a 2017 do pet shop. É possível observar a redução gradual do consumo no decorrer dos anos, mesmo com picos de consumo em certos meses. Os valores mínimo e máximo foram 10 m³/mês e 52 m³/mês, respectivamente. A média de 2013 a 2017 foi 32,48 m³/mês, com erro padrão da média de 1,48 e dispersão da amostra de 8,5.

Figura 66 - Evolução do Consumo (2013-2017) - Pet Shop

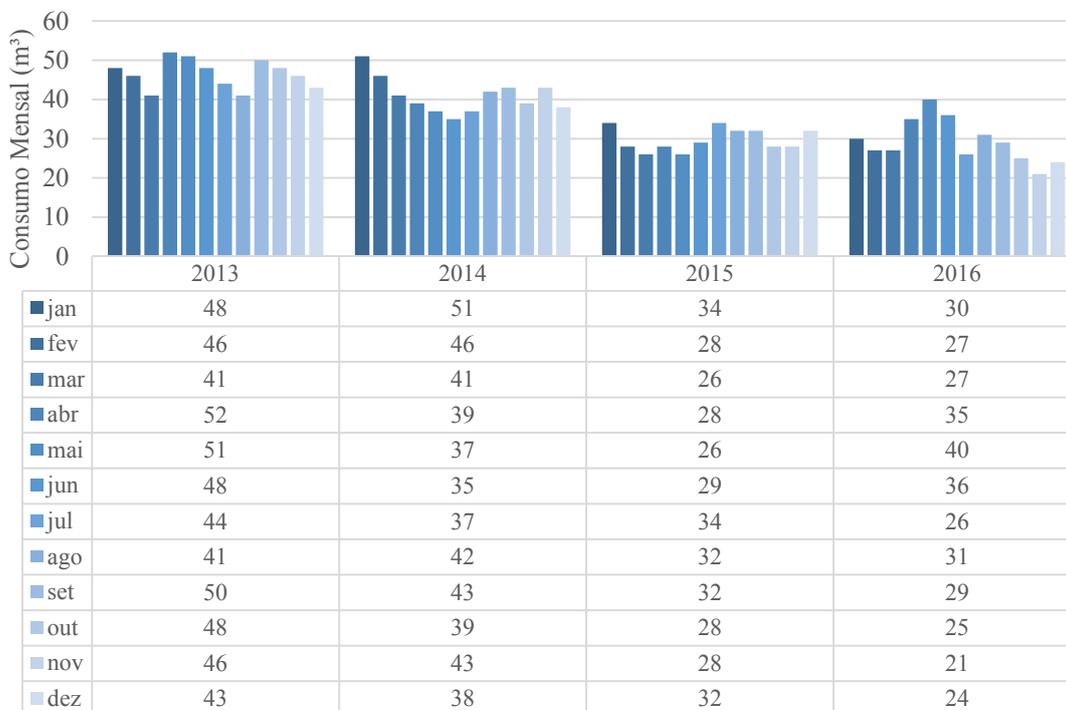


Análises descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017: Média= 32,48 m³/mês; Erro padrão da média= 1,48; Mediana= 32,00 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 10,00 e máx.= 52,00 m³/mês); e Desvio padrão= 11,52.

A Figura 67 aponta como o consumo varia ao longo dos anos de 2013 a 2016, com a média mensal desses anos de 36,60 m³ e o erro padrão da média de 1,22. A média pode variar entre

limite inferior de 34,13 m³/mês a superior de 39,54 m³/mês, com 95% de confiança para esse intervalo. O desvio padrão foi de 8,50, enquanto dos meses de 2013 a 2017 do gráfico da Figura 66, foi de 11,52. Portanto, reafirma que a amostragem que desprezando o ano de 2017 é melhor para gerar a média amostral.

Figura 67 - Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Pet Shop



Análises Descritivas do consumo mensal de 2013 a 2016: Média= 36,60 m³/mês; Erro padrão da média= 1,22; Mediana= 36,50 m³/mês; Valores discrepantes (mín.= 21,00 e máx.= 52,00 m³/mês); Desvio padrão= 8,50; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 34,13 m³/mês e Limite superior= 39,54 m³/mês).

ii. Consumo Setorizado

O pet shop possui quatro ambientes com uso de água, a saber, o banheiro no pavimento térreo utilizado pelos funcionários e, no subsolo, a copa, área de serviço e o local de dar banho nos animais de estimação. A Tabela 32 apresenta quais são os ambientes que requerem maior consumo de água. Em primeiro lugar o banho dos *pets*, seguido do banheiro, copa e, por fim, a área de serviço que envolve a lavagem de piso.

Tabela 32 - Consumo Setorizado da Pet Shop.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Copa	37
Banho Pets	448
Banheiro	221
Área de Serviço	11
TOTAL	717

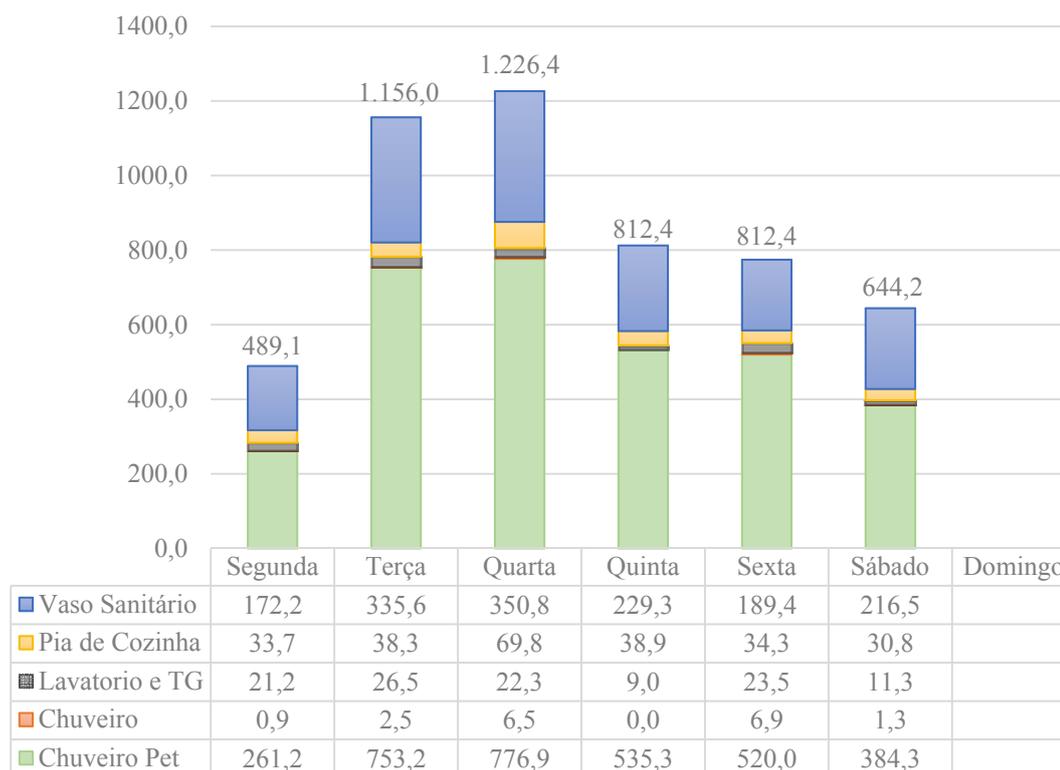
iii. Consumo Diário

Nesse ponto, será feita a análise do consumo diário por usos-finais de água, com apresentação do consumo em cada ponto hidráulico nos dias da semana, no decorrer do dia (horário) e contrapondo a média dos dias úteis com a do final de semana por horário. Esses dados foram obtidos por meio da auditoria hidráulica, detalhada na metodologia, para estimar os usos-finais.

O *data-logger* registrou o consumo ao longo da semana de forma desagregada, como pode ser observado na Figura 68, cujo gráfico mostra que o dia da semana com menor consumo de água foi a segunda-feira (489,1 *l/d*), por ser, segundo os funcionários, o dia da semana que há menos animais de estimação a serem banhados. No domingo não há consumo, já que o estabelecimento permanece fechado. Dessa forma, a ausência de consumo nos pontos hidráulicos é mais um indício de não ter vazamento nos equipamentos hidráulicos, o que não exclui a possibilidade de haver no sistema hidráulico. Segundo informações coletadas, constatou-se que os dias de maior fluxo de clientes para banhos em pets são terça-feira e quarta-feira e, como indica o gráfico, foram os dias de consumo mais elevado. Portanto, conclui-se que a atividade de banho e tosa está diretamente relacionada ao consumo da loja, em consequência de que o serviço necessita de água para ser prestado.

Observa-se que o chuveiro usado para dar banho nos animais de estimação foi o que obteve o consumo mais elevado ao longo da semana e, mesmo esteja diretamente relacionado a variação de consumo de cada dia, acompanha o aumento e a queda do consumo. O segundo equipamento que teve o consumo mais alto durante a semana foi o vaso sanitário, utilizado pelos funcionários. O consumo médio semanal foi 850,36 *l/d*, podendo variar entre 547,99 a 1.152,73 *l/d* com 95% de confiança. O menor consumo foi 489,10 *l/d*, na segunda-feira, já o maior, 1.226,40 *l/d*, ocorreu na quarta-feira.

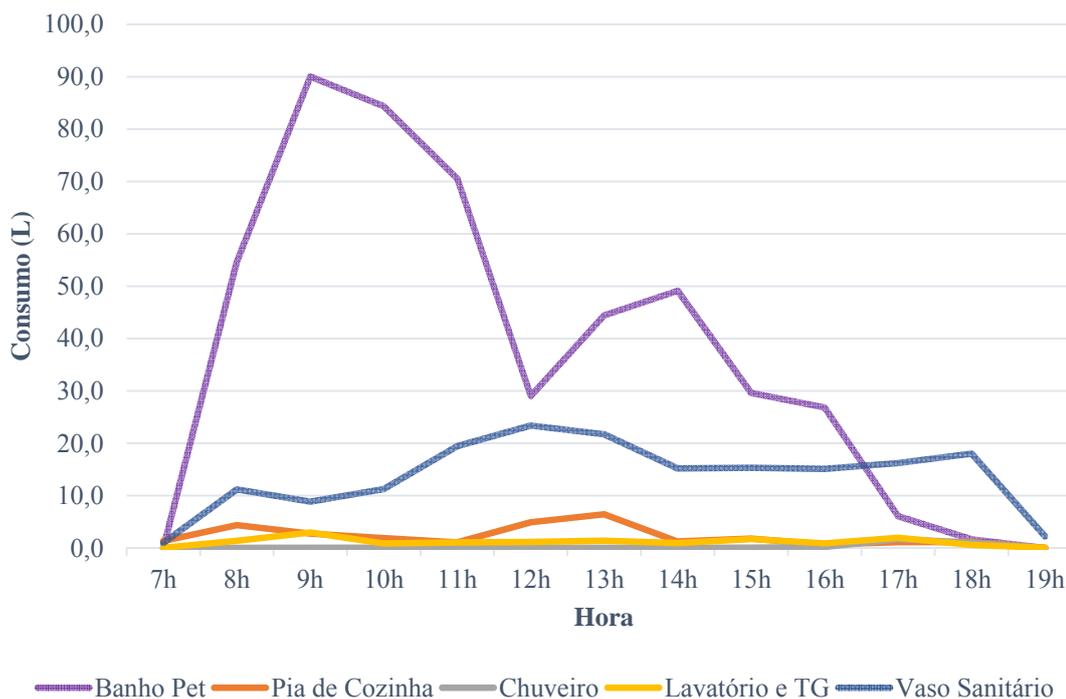
Figura 68 - Consumo Diário no Usos-Finais de Água - Pet Shop



Análises descritivas do consumo nos usos-finais por dia: Média= 850,36 l/d; Erro padrão da média= 117,62; Mediana= 793,25 l/d; Valores discrepantes (min.= 489,10 e máx.= 1.226,40 l/d); Desvio padrão= 288,12; e 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 547,99 l/d e Limite superior= 1.152,73 l/d).

O gráfico da Figura 69 exibe o consumo estimado em cada uso-final de água por hora do pet shop. Constata-se que o chuveiro de pet foi o uso-final com o maior consumo e ele é mais utilizado no período matutino, com gradual redução no período vespertino. O segundo uso-final que mais demanda água é o vaso sanitário, que possui consumo um pouco mais constante no decorrer do dia, pois os funcionários acabam utilizando ao longo no turno deles.

Figura 69 - Consumo por Uso-Final por Hora - Pet Shop



Os equipamentos de medição, *data loggers*, permaneceram instalados por 10 dias consecutivos. Contudo, como o dia da desinstalação não mensurou todos os horários do dia, ele foi desprezado dos cálculos da média de consumo por dia da semana e por hora do dia. O dia da instalação foi considerado na análise descritiva por ter iniciado antes da abertura da loja. Assim sendo, foram mensurados os consumos nos usos-finais apenas no período de nove dias decorrentes.

Com esses dados, foi gerado um gráfico de Box Plot, Figura 70, para melhor interpretar a evolução do consumo por horário no decorrer de um dia. Os horários de consumo desses 9 dias que foram, comumente, de 7h da manhã às 19h da noite. Assim, é possível investigar mais precisamente a conduta dos dados de consumo por hora do dia e apontar os possíveis *outliers*. A maior parte dos *outliers*, no pet shop, apresentou valores discrepantes superiores, em sua maioria maior do que a mediana mais alta (103 *l/hora*). Todavia, houve três dados discrepantes, próximos de do consumo zero, às 7h, 10h e 12h.

Também foi possível averiguar que os períodos em que a loja estava fechada não houve consumo, o que fortalece a constatação de que não há vazamentos nos usos-finais de água do estabelecimento pet shop.

A amplitude do gráfico da Figura 70 variou entre 0 *l/hora* a 145 *l/hora*, que representa os valores mínimo e máximo de todos os horários. Isto posto, entende-se que não há regularidade do consumo por horários, pois ele tende a variar significativamente no durante o dia. A mediana

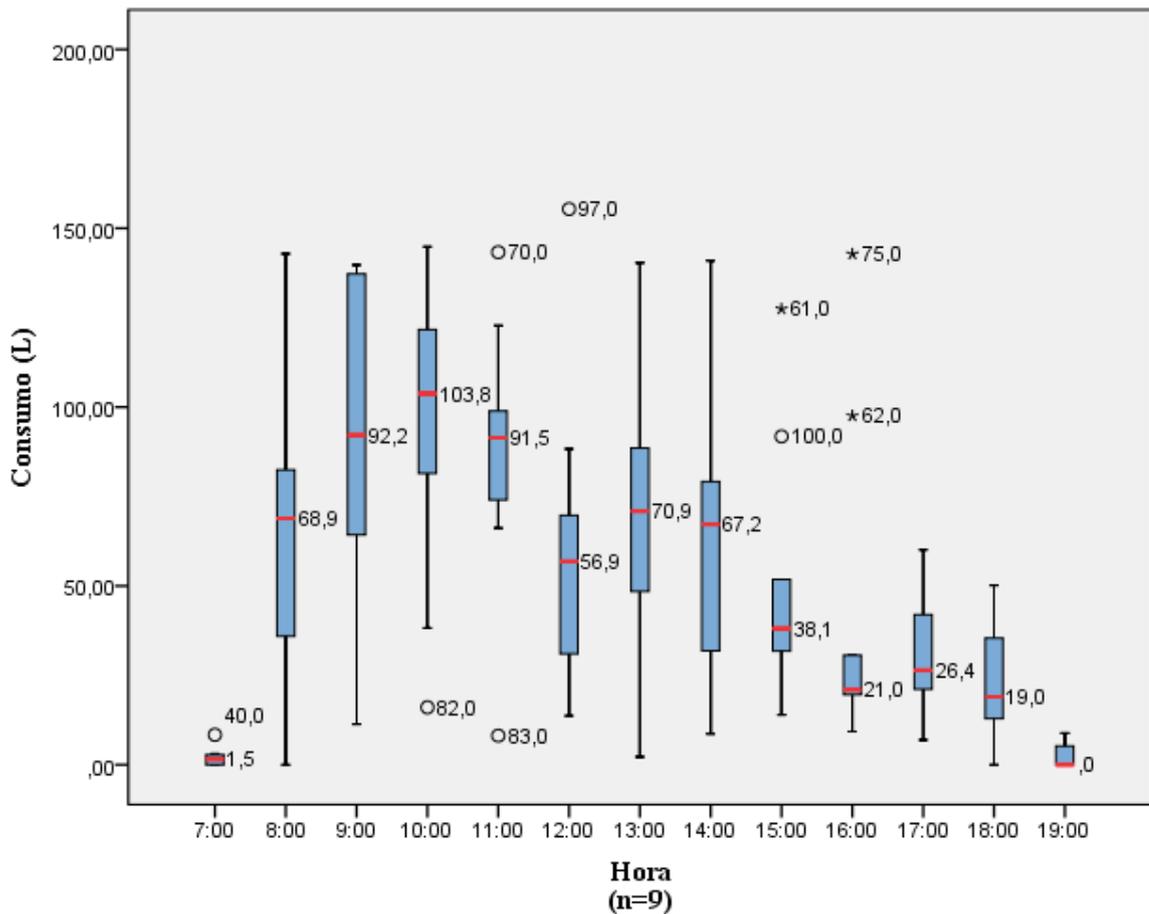
com maior valor foi às 10h da manhã (103,80 *l/hora*) e a menor mediana ocorreu às 15h (38,10 *l/hora*). Assim sendo, depreende-se que 10h e 15h são os horários com maior e menor consumo, respectivamente. A média do consumo por hora foi 49,66 *l/hora*, podendo variar para mais ou para menos entre 57,82 *l/hora* e 41,50 *l/hora*, para o intervalo de 95% de confiança para média e com erro padrão da média de 4,11.

O consumo médio por hora, no período matutino, foi 76,18 *l/hora*, enquanto o do vespertino foi 52,79 *l/hora*, já o noturno foi 23,47 *l/hora*. Isto posto, o período de maior consumo foi o da manhã seguido pelo da tarde e depois a noite. É possível que, em geral, o período de maior consumo, que no caso é o matutino, é o que há mais fluxo de animais de estimação para serem dado banhos no dia, já que a atividade de banho e tosa está diretamente relacionada com o consumo.

Ao examinar o gráfico, infere-se que às 7h da manhã houve consumo quase zero, e que a mediana foi 1,5 *l/hora*. Isso ocorre, pois é o horário em que os funcionários estão chegando para abrir a loja, já que esse estabelecimento abre às 8h. O mesmo ocorre às 19h, que a mediana foi 0 *l/hora*, período do dia que os trabalhadores encerram seu turno de trabalho e fecham o estabelecimento, por isso o consumo é pequeno.

Ao averiguar a Figura 70, percebe-se que o consumo tende a aumentar no meio da manhã e reduz significativamente ao meio dia, com mediana de 56,90 *l/hora*, isto é, período de intervalo de almoço dos funcionários. Foi necessário voltar nesse estabelecimento para coletar algumas informações complementares, como tempo de banho médio de um cachorro, entre outras informações. Nesse momento foi observado que os funcionários de banho e tosa estavam descansando em um canto mais isolado da loja e isso ocorreu ao meio dia. Portanto, justificase que o consumo tenha reduzido nesse horário. Após às 12h, o consumo volta a aumentar com mediana de 70,90 *l/hora*, às 13h, não variando muito às 14h (67,20 *l/hora*). Entretanto, após às 14h a demanda cai gradativamente, o que pode ser justificado pela diminuição do número de animais de estimação a ser dado banho reduzir no período da tarde.

Figura 70 - Gráfico Box Plot do Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário – Pet Shop

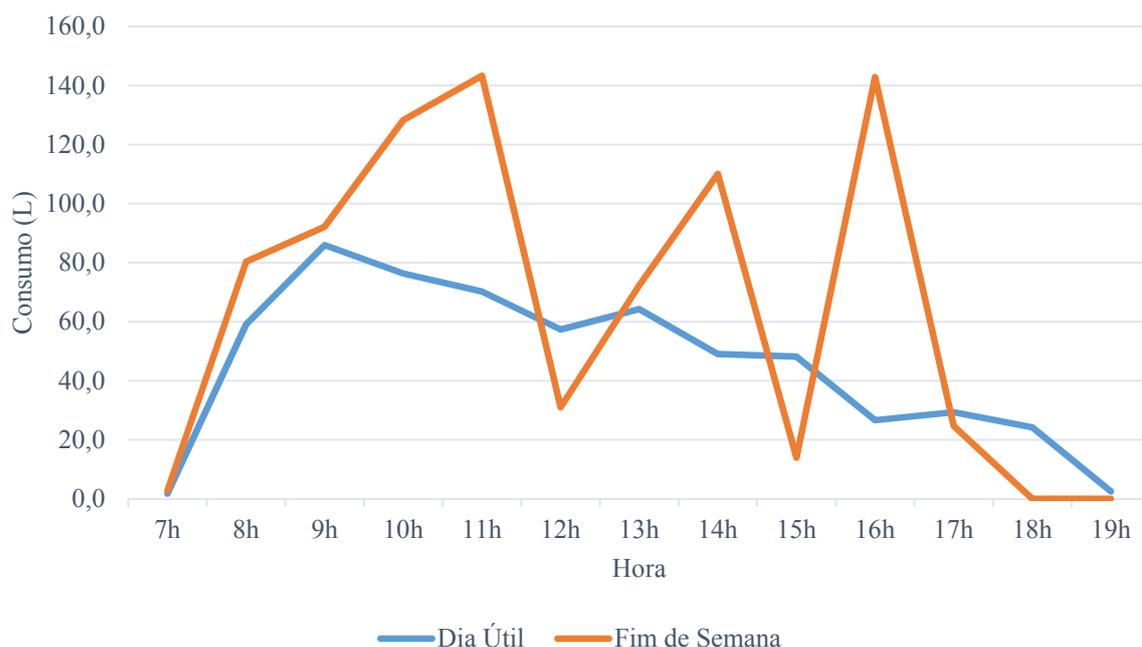


Análises descritivas da evolução consumo por hora: Média= 49,66 *l/hora*; Erro padrão da média= 4,11; Mediana= 38,17 *l/hora*; Valores discrepantes (mín.= 0 e máx.= 145 *l/hora*); Desvio padrão= 42,77; 95% Intervalo de confiança para a Média (Limite inferior= 41,50 *l/hora* e Limite superior= 57,82 *l/hora*); Amplitude Interquartil= 66,00; e Amplitude= 145,00; Assimetria= 0,685.

O gráfico abaixo (Figura 71) mostra a evolução do consumo médio por hora no dia útil e no final de semana. Depreende-se que, em média, o final de semana tem maior consumo do que os dias úteis com os valores de 842 *l/d* e 595 *l/d*, respectivamente.

Nos dias úteis, o consumo tende a subir a partir das 8h, com pico de uso às 9h e, em seguida, reduz gradualmente até às 19h. Enquanto no final de semana, há três altas no consumo às 11h, 14h e às 16h.

Figura 71 - Evolução do Consumo Médio por Hora no Dia Útil e Final de Semana - Pet Shop



iv. Usos-Finais

O principal uso-final do pet shop é o chuveiro destinado ao banho dos animais domésticos, com uma média de 25 banhos por dia. O tempo médio com o chuveiro ligado é de 15 minutos, independente do porte do animal. De maneira mais precisa foi verificado que cachorros de pequeno porte demoram em média 10 minutos, de médio porte 15 minutos e de grande porte 20 minutos. No dia da instalação dos equipamentos de medição, também, foi realizado a vistoria hidráulica em todos os usos finais e não foi constatado nenhum vazamento aparente. A Tabela 33 mostra os resultados as medições realizadas com os equipamentos de medições em cada uso-final, como as médias da vazão, frequência e o tempo de abertura e a soma do consumo de água. A partir desses dados foram gerados os indicadores de consumo *per capita* e *per area*, no caso de limpeza de piso, a partir das variáveis de número de funcionários e da área do estabelecimento.

Tabela 33 - Médias da vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água do pet shop.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador
Copa					<i>l/p/d</i>
Pia de cozinha (1)	0,23 l/s	107	2	36,6	4,1 l/p/d
Banheiro					24,6 l/p/d
Chuveiro (1)	0,07 l/s	66	1	2,31	0,3 l/p/d
Lavatório (1)	0,09 l/s	50	4	16,6	1,8 l/p/d
Vaso Sanitário (1)	6,00 lpf		34	202,3	22,5 l/p/d
Banho Pets					<i>l/p/d</i>
Chuveiro (3)	0,05 l/s	624	14	447,7	49,7 l/p/d
Lavagem de Piso					<i>l/p/d</i>
Torneira de Uso Geral (1)	0,08	120	1	11,0	0,04 l/m ² /d

Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos
l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por us
l/p/d - litros por pessoa por dia; l/r/d - litros por refeição po dia; l/m²/d - litros por área por dia

Pode-se observar na Tabela 34 que grande parte do consumo de água deste tipo de estabelecimento é no uso-final de chuveiro de animais de estimação (62,5%). Isso aponta que o consumo de água está diretamente relacionado a atividade que é realizada no estabelecimento. Os demais usos-finais de água são de descarga sanitária (28,2%), pia de cozinha (5,1%) e de chuveiro comum (0,3%).

A pet shop em estudo, possui dentro de um mesmo estabelecimento duas atividades distintas: serviço (banho e tosa) e comércio (boutique, drogaria e loja de conveniência) o que, consequentemente, resulta em outras variáveis de consumo que outros estabelecimentos como, por exemplo, a drogaria e loja de material de construção não têm. Assim, foram gerados, além dos indicadores *per área* e *per capita* (funcionários), o seguinte indicador de consumo: consumo por número de banhos de pets por dia– utilizando apenas o número médio diário de banhos dados em animais de estimação diário.

Esse parâmetro foi usado para melhor compreender os indicadores de consumo entre o pet shop e demais estabelecimentos comerciais, já que o consumo por funcionário por dia do pet shop mostra-se muito maior do que o da loja de materiais de construção, hortifrúti e drogaria, por exemplo. Tais dados podem servir como base ou utilizados para outros estudos futuros, que possibilitem analisar quais variáveis têm mais relação e que mais afetam o consumo.

Esses indicadores não foram utilizados na caracterização dos usos-finais de água, pois os indicadores de uso-final foram usados para simular o potencial de redução do consumo pelo uso racional da água. Portanto, não é possível utilizar diversos indicadores de consumo para aferir o potencial de redução do consumo, já que é necessário usar as mesmas medidas ou

parâmetros de consumo. Dessa forma, em todos os estabelecimentos foram empregues apenas os indicadores *per capita* (número de funcionários) e *per area*. Na caracterização dos usos-finais no bloco comercial esses indicadores de consumo ajudarão a facilitar a compreensão do consumo por setor. A Tabela 34 apresenta as informações gerais da panificadora com esses indicadores, variáveis e outros dados

Tabela 34 - Resumo dos dados de Consumo e Consumo nos Usos-Finais de Água - Pet Shop

Resumo dos dados de Consumo - Pet Shop	
Consumo Anual	439 m^3/ano
Consumo Diário	1.203 l/d
Consumo <i>Per Capita</i> (Funcionários)	134 $l/p/d$
Consumo por Nº de Banhos de Pet	48 $l/cli/d$
Consumo <i>Per Area</i>	4,09 $l/m^2/d$
Consumo Estimado	717 l/d
Consumo Faturado	1.203 l/d
Discrepância	-40,4%
Fator de Correção	1,68

Usos-Finais de Água	D_{est}	D_{est} (l/d)	D_{base} (l/d)	I_{base}	I_{cor}
Descarga Sanitária (1)	28,2%	202,3	339,6	22,5 $l/p/d$	37,7 $l/p/d$
Lavatório (1)	2,3%	16,6	27,9	1,8 $l/p/d$	3,1 $l/p/d$
Chuveiro (1)	0,3%	2,3	3,9	0,3 $l/p/d$	0,4 $l/p/d$
Chuveiro de Pet (3)	62,5%	447,7	751,7	49,7 $l/p/d$	83,5 $l/p/d$
Pia de Cozinha (1)	5,1%	36,6	61,5	4,1 $l/p/d$	6,8 $l/p/d$
Torneira de Uso Geral (1)	1,5%	11,0	18,5	0,04 $l/m^2/d$	0,06 $l/m^2/d$

D_{est} – Demanda Estimada; D_{base} – Demanda Base; I_{est} – Indicador Estimado; I_{base} – Indicador Base

3.1.3. Síntese dos Resultados

Diante das análises dos resultados do consumo predial, conclui-se que:

- O consumo médio mensal do bloco comercial é $116,6 \text{ m}^3$ (9.727 l/d), o indicador de consumo predial *per area* é de $4,6 \text{ l/m}^2/\text{d}$ e o *per capita* de $88,6 \text{ l/p/d}$;
- Os quatro estabelecimentos mais consumidores foram: panificadora (5.868,5 l/d), pet shop (1.203 l/d), bar (855 l/d) e loja de material de construção (652 l/d);
- Os equipamentos que têm mais uso de água no bloco comercial são as pias de cozinha que representam 43% do consumo predial, utilizando em média 3.249 l/d, seguido por descargas sanitárias (20,7% e 1.546 l/d);
- Os estabelecimentos comerciais que têm consumo mais elevado são justamente os que possuem prestação de serviço e, dentre eles, os que são relacionados ao preparo de alimentos, demandam mais água. Dessa forma, salienta-se que as atividades comerciais têm relação direta com o consumo;
- Os resultados das estimativas dos usos-finais de água foram bastantes positivos, já que as discrepâncias entre os valores mensurados pelos *data-loggers* e o valor médio diário faturado pela CAESB foram consideravelmente baixos; e
- A metodologia adotada neste estudo se mostrou muito eficaz para a coleta de dados sobre análise do uso da água em edificações com características semelhantes ao objeto de estudo.

A Tabela 35 apresenta o resumo dos dados de consumo predial e indicadores *per capita* e *per area* por estabelecimento e do bloco comercial.

Tabela 35 - Resumo dos dados de consumo predial por estabelecimento e do bloco comercial

Estabelecimento	D _{base}	Indicadores	
		<i>per capita</i> (l/p/d)	<i>per area</i> (l/m ² /d)
Mat. Construção	652	41	0,63
Panificadora	5869	90	20
Hortifrúti	363	60,5	5,3
Drogaria	304	25	1,46
Salão de Beleza	502	41,8	7,4
Bar	855	285	12,6
Pet Shop	1203	134	4,09
Bloco comercial	9748	88	4,59

A Tabela 36 exibe o resumo dos dados do consumo por uso-final de todos os equipamentos hidráulicos que compõem a edificação.

Tabela 36 - Resumo do consumo por uso-final no bloco comercial

Uso-final	Demanda	D_{base} (l/d)	Indicador
Descarga Sanitária (12)	20,7%	2007	18,1 l/p/d
Mictório (2)	0,1%	9	0,1 l/p/d
Lavatório (14)	8,7%	847	7,6 l/p/d
Chuveiro (4)	0,7%	68	0,6 l/p/d
Chuveiro Pet (3)	6,0%	581	5,2 l/p/d
Ducha de Cabelo (2)	2,7%	265	2,4 l/p/d
Filtro de Água (1)	0,2%	23	0,2 l/p/d
Pia de Cozinha (12)	43,3%	4209	37,9 l/p/d
Pia Industrial (1)	4,9%	479	4,3 l/p/d
Máquina de Pão (1)	1,0%	97	0,9 l/p/d
Tanque (2)	10,7%	1036	0,5 l/m ² /d
Torneira de Uso Geral (4)	1,0%	97	0,05 l/m ² /d

D_{base} – Demanda Base

3.2. Uso Racional

O resultado do uso racional de água, isto é, uso eficiente da água, será exibido, primeiramente, em cada estabelecimento comercial para, em seguida, apresenta o potencial de redução do consumo no bloco comercial por meio da implementação dessa tecnologia voltada a conservação da água.

Para tanto, foi feito um levantamento de equipamentos economizadores de água de algumas marcas conhecidas no mercado brasileiro (Tabela 37), a serem aplicados em cada uso-final de água de acordo com a atividade exercida no equipamento. Foram selecionados alguns produtos economizadores de cada marca com valores mais acessíveis do que os demais.

Deve-se ponderar o tipo de tarefa que é efetuada em cada uso-final para não prejudicar o uso de quem utiliza os equipamentos hidráulicos. Por exemplo, se a torneira da pia industrial na panificadora tiver a vazão muito reduzida, leva muito tempo para os funcionários encerrarem suas tarefas, uma vez que nesse tipo de atividade é preciso uma vazão maior para encher mais rápido uma panela industrial. Na hortifrúti, a pia de cozinha precisa de uma vazão menor e com arejador para não danificar as verduras e não consuma muita água. Portanto, para avaliar a troca de equipamentos hidráulicos por equipamentos mais economizadores ou a instalação de redutores de vazão, antes de mais nada, é preciso considerar a tarefa que os trabalhadores exercem e o relato dos funcionários.

Antes de tudo, foram avaliadas as perdas de água causadas por vazamentos nos usos-finais, nos estabelecimentos que tiveram ocorrência. Posteriormente, as informações disponíveis na Tabela 37 serão aplicadas para a implementação do uso racional da água em cada estabelecimento comercial, em conformidade com as atividades exercidas em cada um. Em seguida, foi analisada a economia de água prevista para os estabelecimentos e, depois, para o bloco.

Tabela 37 - Diferentes tipos de Equipamentos Economizadores de Água disponíveis no Mercado Brasileiro

Equipamento Hidráulico	Marca	Modelo	Foto	Vazão (l/s)
Torneira de Cozinha	Draco	Torneira manual parede modelo pré - Rinse		0,133
	Docol	Misturador monocomando para cozinha de mesa		0,025 a 0,01
	Deca	Torneira cozinha de mesa móvel dn15		0,066 a 0,233
Torneira de Lavatório	Lorenzetti	Torneira de fechamento automático		0,667
	Draco	Torneira eletrônica sensor bancada eco		0,07
Chuveiro	Deca	Chuveiro Acqua Plus		0,217 a 0,833
	Lorenzetti	Blinducha		0,066 a 0,183
	Draco	Chuveiro antivandálico		0,1
Descarga	Lorenzetti	Saída duo flow universal		3 e 6 lpf
	Hydra	Hydra Duo		3 e 6 lpf
	Draco	Válvula de descarga sensorizada eco		Embutir
	Arejador	Kit completo dual flush para descarga de caixa acoplada		3 e 6 lpf
Ducha Higiênica (PetShop e Salão de Beleza)	Lorenzetti	Ducha higiênica 3T		0,05 a 0,108
Redutor de Vazão e Arejador	Arejador	Regulador/restritor de vazão de 4 l/min		0,0667
	Arejador	Arejador de 1,8 l/min de 1,65cm		0,03
Mictório	Deca	Mictório sem agua com sifão integrado save		Não consome água
	Lorenzetti	Válvula para mictório		0,0667
	Draco	Válvula de mictório sensorizado inox		0,4 a 1 litro por descarga
Lava-Louça (Lanchonete)	Electrolux	LV14X - 14 Serviços		12 L por ciclo
	Brastemp	Lava louças 14 serviços com ciclo pesado - 220V		1,04 L por ciclo
Lava-Louça (Industrial)	Ebone	Lavadora EB50		2,8 L por ciclo

3.2.1. Estabelecimentos Comerciais

3.2.1.1. Loja de Materiais de Construção

A partir da auditoria do consumo foram obtidos os seguintes dados bases (*baseline*) de todos os usos-finais de água: vazão, tempo, frequência, consumo e indicadores de consumo por uso-final em cada estabelecimento comercial. Com essas informações e a seleção de equipamentos economizadores de água disponíveis no mercado brasileiro, foi possível estimar o potencial de redução em cada estabelecimento comercial e, por conseguinte, no bloco como um todo.

Dessa forma, viável conceber a Tabela 38 que apresenta os resultados do uso racional da loja de material de construção, com exibição da vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, a descrição do equipamento economizador e a porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos para cada uso-final.

Tabela 38 - Uso Racional da Loja de Material de Construção

Uso-Final	Q _{base}	Descrição	Q _{red}	Potencial de Redução	D _{base} (l/d)	D _{red} (l/d)	Economia (l/d)
Banheiros							
Vasos Sanitários (3)	6,00 lpf	Dual Flush	3/6 lpf	50%	255,5	127,7	127,7
Mictório (2)	1,00 lpf	Válvula de mictório sensorizado	0,4 lpf	60%	6,3	2,5	3,8
Vestiário							
Chuveiro (1)	0,18 l/s	Chuveiro antivandálico	0,1 l/s	44%	16	9	7
Ducha(1)	0,21 l/s	Chuveiro antivandálico	0,1 l/s	52%	27,35	13	14,2
Vasos Sanitários (2)	6,00 lpf	Dual Flush	3//6 lpf	50%	43,5	21,7	21,7
Cozinha							
Pia de cozinha (1)	0,06 l/s	Arejador	0,01 l/s	58%	66	27,7	38,3
Lavagem de Piso							
Tanque (1)	0,19 l/s	Torneira com arejador	0,1 l/s	47%	64,3	34	30

Em parêntesis, o número de equipamentos

D_{base}= Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida

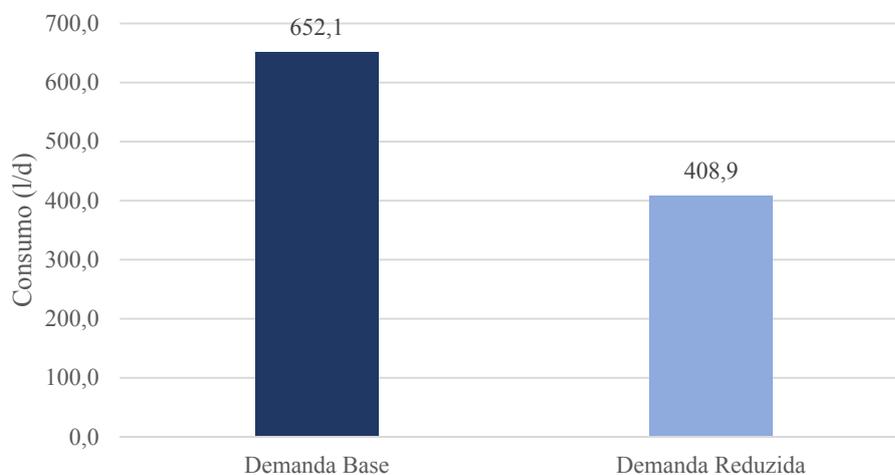
l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia

l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

Os valores do uso racional da loja de materiais de construção apresentados indicam a redução de 37,3% do consumo. Em um período anterior, o consumo base, isto é, o consumo faturado da loja, era de 652 l/d (19,6 m³/mês) e o consumo reduzido, por meio da troca dos equipamentos

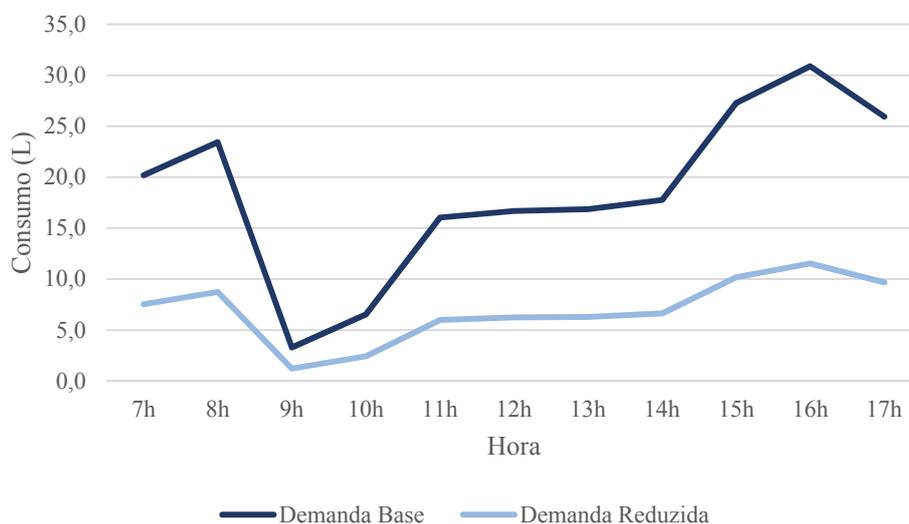
existentes pelos equipamentos economizadores selecionados neste estudo, de 408,9 *l/d* (12,3 *m³/mês*), possibilitando economia de 243 *l/d* (7,29 *m³/mês*).

Figura 72 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Material de Construção



O gráfico da Figura 73 contrapõem a evolução do consumo base e do consumo reduzido da loja de material de construção ao longo do dia.

Figura 73 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Material de Construção



3.2.1.2. Panificadora

Por meio da análise dos usos-finais e do uso racional, foi possível prever economias geradas em cada ponto hidráulico que compõem a loja e, conseqüentemente, quantificar a redução do consumo no estabelecimento. Isto posto, a Tabela 39 exibe os resultados do uso racional da panificadora, apresentando a vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos para cada uso-final.

Tabela 39 - Uso Racional da Panificadora

Uso-Final	Q _{base}	Descrição	Q _{red}	Potencial de redução	D _{base} (l/d)	D _{red} (l/d)	Economia (l/d)
Banheiros Funcionários							
Descarga sanitária (1)	6,00 lpf	Dual Flush	3/6 lpf	50%	335	167	167
Lavatório (1)	0,06 l/s	Arejador embutido	0,03 l/s	50%	58	29	29
Banheiro de Clientes							
Lavatório (1)	0,06 l/s	Torneira Automática	0,055 l/s	8%	50,4	46,2	4,2
Descarga sanitária (1)	6,00 l/s	Dual Flush	3/6 lpf	50%	391	195	195
Balcão							
Lavatório (1)	0,07 l/s	Torneira Automática	0,055 l/s	21%	43	33	9
Pia de Cozinha - Alimentos (1)	0,07 l/s	Arejador	0,01 l/s	64%	1111,9	397,1	715
Pia de Cozinha + Filtro - Louças (1)	0,09 l/s	Lavadora	2,8 l/ciclo	86%	2185,1	302,4	1883

Em parêntesis, o número de equipamentos

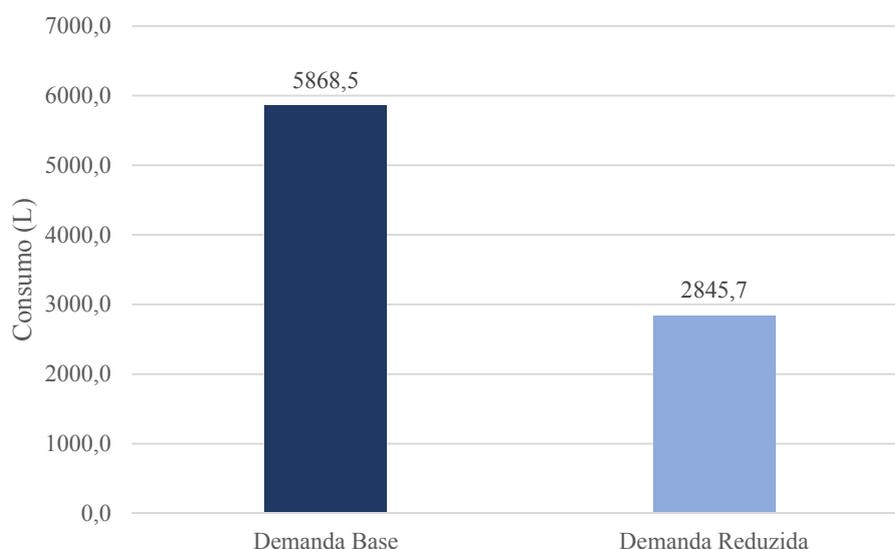
D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida

l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia

l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

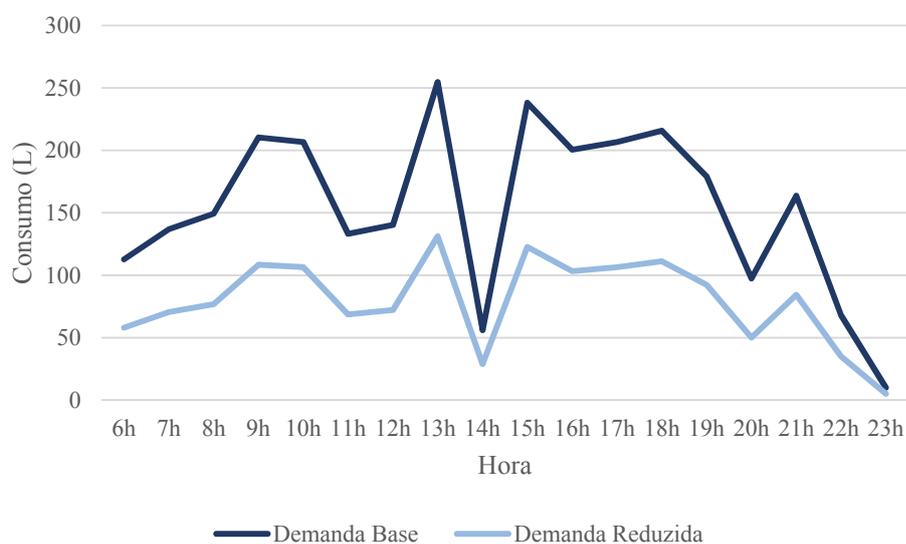
Considerando que foram sanados todos os pontos de vazamentos que geram a perda total média diária de 20,22 l/d (0,6 m³/mês) e a demanda base, referente ao consumo faturado, que era de 5.868,5 l/d (176 m³/mês), houve uma economia de 52%, equivalente a 3.023 l/d (90,6 m³/mês). Com isso obteve-se a demanda reduzida de 2.845,7 l/d (85 m³/mês).

Figura 74 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Panificadora



O gráfico da Figura 75 contrapõem a evolução do consumo base e do consumo reduzido da panificadora ao longo do dia.

Figura 75 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Panificadora



3.2.1.3. Hortifrúti

A Tabela 40 apresenta os resultados do uso racional do hortifrúti, com exibição da vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos, além da marca e modelo dos equipamentos economizadores selecionados para cada uso-final.

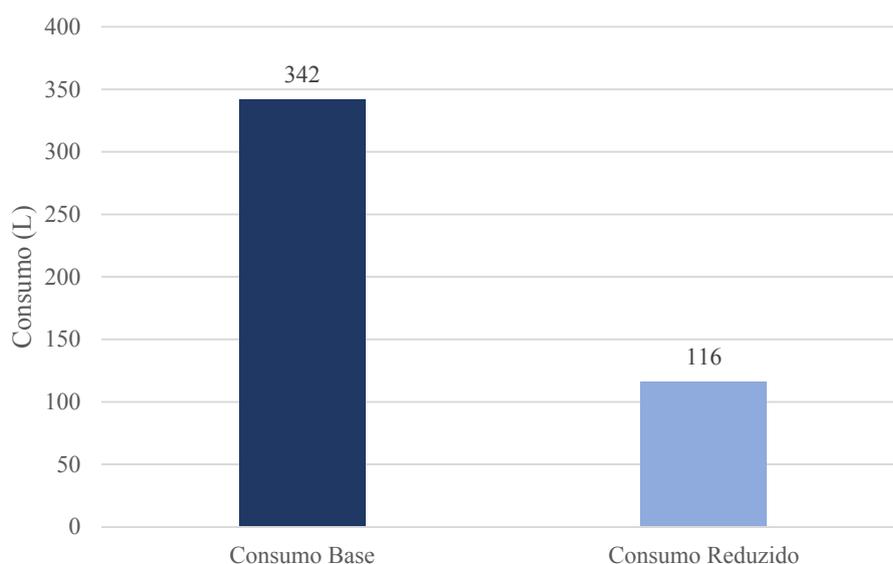
Tabela 40 - Uso Racional do Hortifrúti

Uso-Final	Q_{base}	Descrição	Q_{red}	Potencial de Redução	D_{base} (l/d)	D_{red} (l/d)	Economia (l/d)
Pia de cozinha (2)	0,07 l/s	Arejador	0,01 l/s	64%	363	129,6	233,4

Em parêntesis, o número de equipamentos
 D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida
l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia
l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

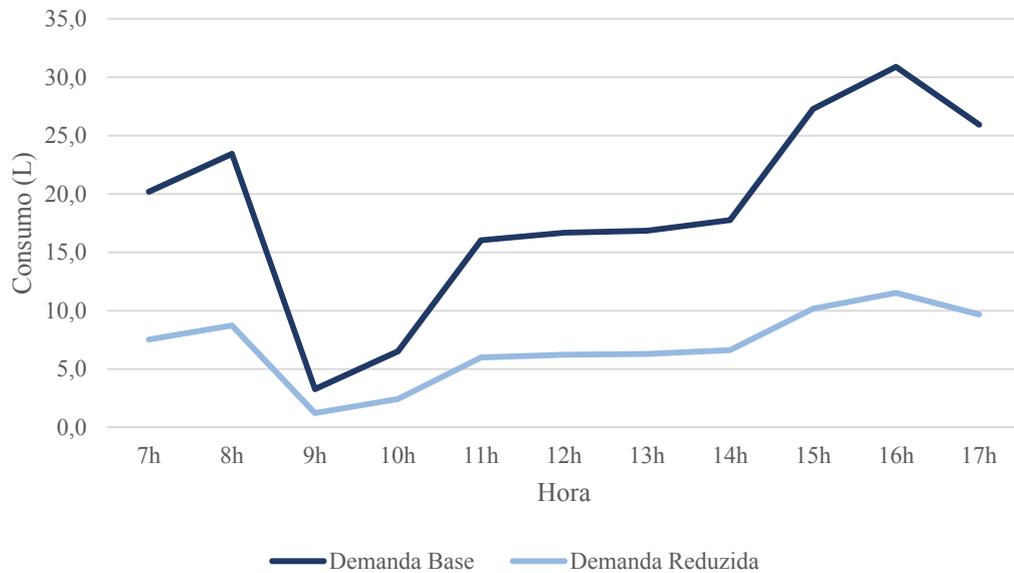
Como o estabelecimento hortifrúti possui apenas dois pontos hidráulicos (duas pias de cozinha), ressalta-se que a redução do consumo total da loja é a redução da demanda base desses dois pontos pela troca dos equipamentos por outros mais economizadores, essa comparação é exposta no gráfico da Figura 76 abaixo. Na qual, a demanda base era de 363 l/d (10,89 m³/mês) e a reduzida de 129,6 l/d (3,8 m³/mês).

Figura 76 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Hortifrúti



A Figura 77 contrapõe a evolução do consumo base com o reduzido ao longo do dia. O potencial de redução do consumo de água com a implementação dos equipamentos economizadores do estabelecimento da hortifrúti foi 64%, economizando diariamente em média 233,4 l/d (7 m³/mês).

Figura 77 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Hortifrúti



3.2.1.4. Drogaria

A Tabela 41 retrata os resultados do uso racional da drogaria, mostrando a vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos, além da marca e modelo dos equipamentos economizadores selecionados para cada uso-final.

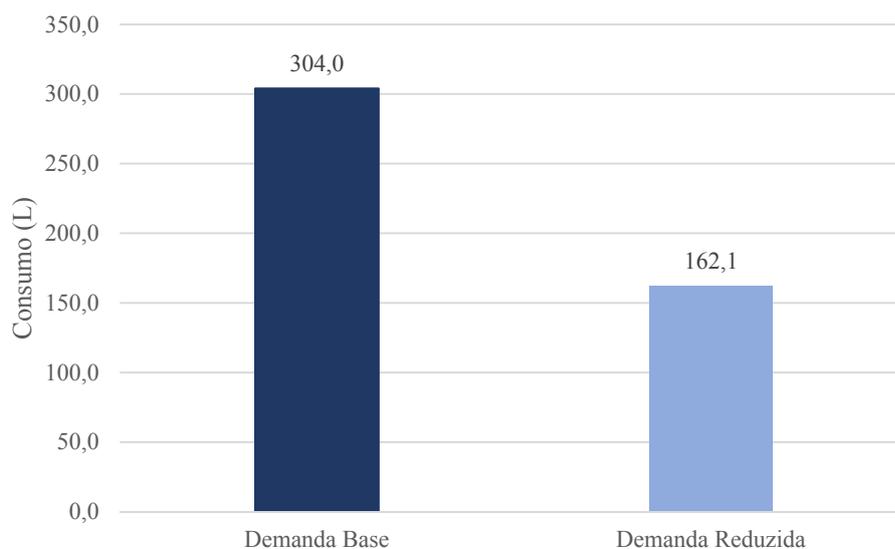
Tabela 41 - Uso Racional da Drogaria

Uso-Final	q_{base}	Descrição	q_{red}	Potencial de Redução	D_{base} (l/d)	D_{red} (l/d)	Economia (l/d)
Banheiros							
Descarga Sanitária (1)	6,00 lpf	Dual Flush	3/6 lpf	50%	211,9	106	106
Copa							
Pia de Cozinha (1)	0,13 l/s	Arejador	0,01 l/s	80%	44,8	8,8	36

Em parêntesis, o número de equipamentos
 D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida
 l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia
 l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

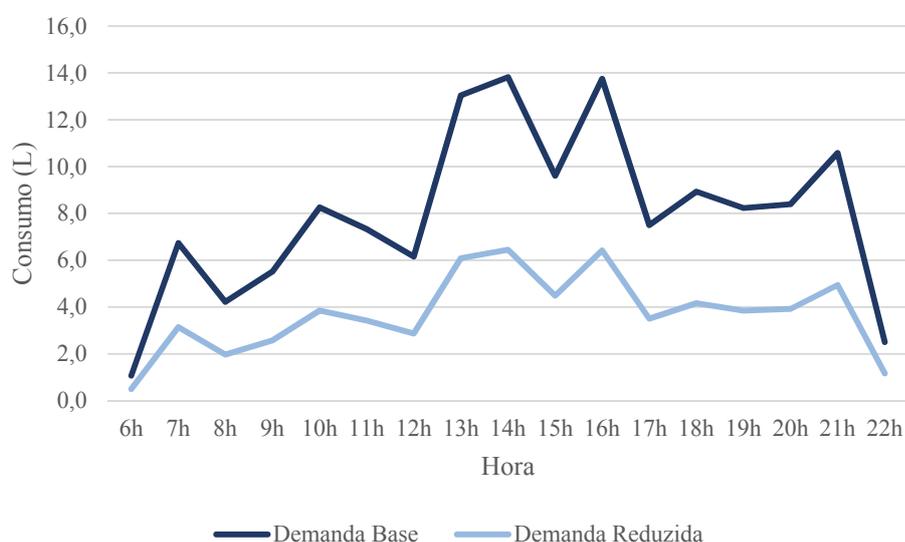
Pode ser observado que houve uma economia de 47% do consumo. Antes o consumo base médio é 304 l/d (9,1 m³/mês) e reduziu para 162 l/d (4,86 m³/mês), economizando em média 142 l/d (4,26 m³/mês). O gráfico da Figura 78 contrapõe a demanda base com a demanda reduzida.

Figura 78 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Drogaria



O gráfico da Figura 79 contrapõem a evolução do consumo base e do consumo reduzido da drogaria ao longo do dia.

Figura 79 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Drogaria



3.2.1.5. Salão de Beleza

A Tabela 42 aponta os resultados do uso racional do salão de beleza, apresentando a vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos, além da marca e modelo dos equipamentos economizadores selecionados para cada uso-final.

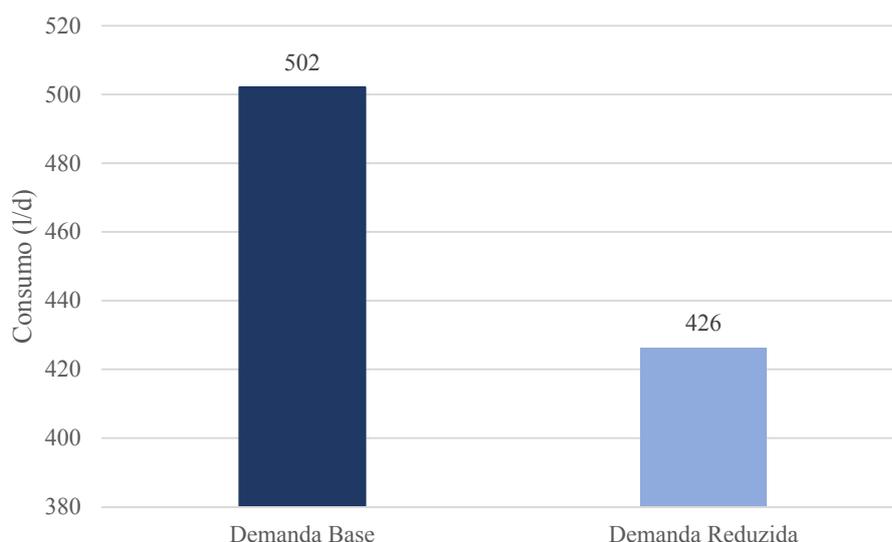
Tabela 42 - Uso Racional do Salão de Beleza

Uso-Final	q_{base}	Descrição	q_{red}	Potencial de Redução	D_{base} (l/d)	D_{red} (l/d)	Economia (l/d)
Salão							
Lavatório (1)	0,04 l/s	Arejador	0,03 l/s	25%	265,2	199	66
Banheiro							
Descarga sanitária (1)	6,00 l/s	Dual flush	3/6 lpf	50%	19,1	10	10

Em parêntesis, o número de equipamentos
 D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida
l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia
l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

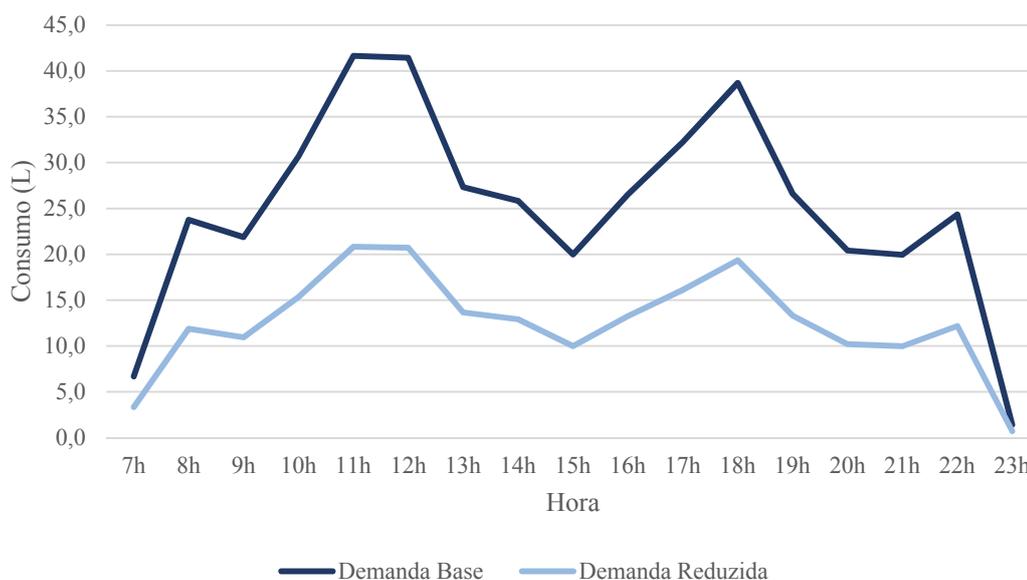
O gráfico abaixo apresenta os consumos base e reduzido médios diários totais. O primeiro apontou em média 502 l/d (15 m³/mês), enquanto o segundo, com a redução, indicou 426,2 l/d (12,7 m³/mês). Economizando em média 76 l/d (2,3 m³/mês)

Figura 80 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia - Salão de Beleza



No gráfico da Figura 81 se contrapõe a evolução do consumo base com o reduzido ao longo do dia. O potencial de redução do consumo de água com a implementação dos equipamentos economizadores do estabelecimento do salão de beleza foi 15%.

Figura 81 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Salão de Beleza



3.2.1.6. Bar

A Tabela 43 exibe os resultados do uso racional do bar. Na qual, apresenta a vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos, além da marca e modelo dos equipamentos economizadores selecionados para cada uso-final.

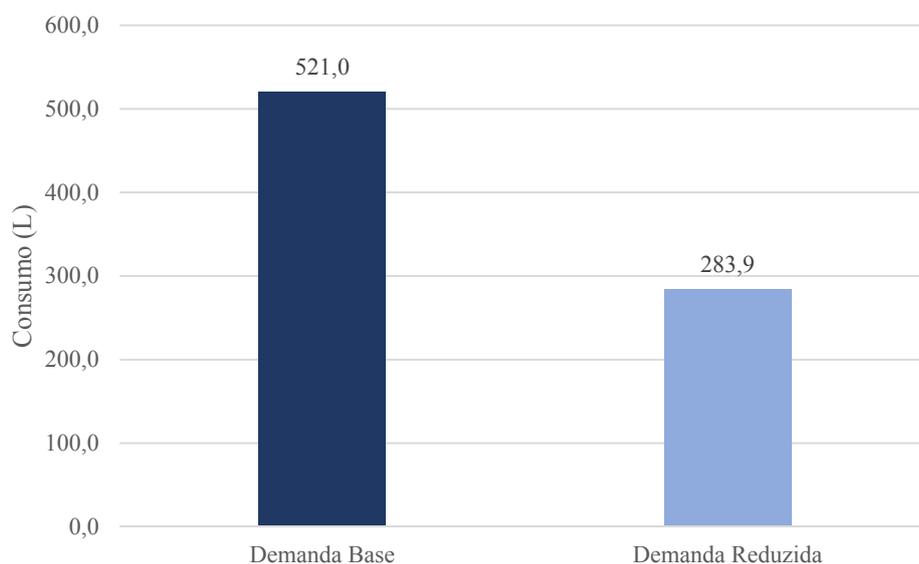
Tabela 43 - Uso Racional do Bar

Uso-Final	Q _{base}	Descrição	Q _{red}	Potencial de Redução	D _{base} (l/d)	D _{red} (l/d)	Economia (l/d)
Banheiro Térreo (clientes)							
Descarga sanitária (1)	6,00 lpf	Dual Flush	3/6 lpf	50%	308,7	154,3	154,3
Lavatório (1)	0,04 l/s	Torneira automática	0,03 l/s	25%	27,4	20,5	6,8
Banheiro Subsolo (Funcionário)							
Lavatório (1)	0,04 l/s	Torneira automática	0,03 l/s	25%	15,3	11,5	3,8
Descarga sanitária (1)	6,00 lpf	Dual Flush	3/6 lpf	50%	162,9	81,5	81,5
Cozinha							
Pia de cozinha (1)	0,06 l/s	Arejador	0,01 l/s	58%	187,3	78,1	109,3
Balcão							
Pia de Cozinha + Filtro de água (1)	0,04 l/s	Arejador	0,01 l/s	38%	89	55,6	33,4

Em parêntesis, o número de equipamentos
D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida
l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia
l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

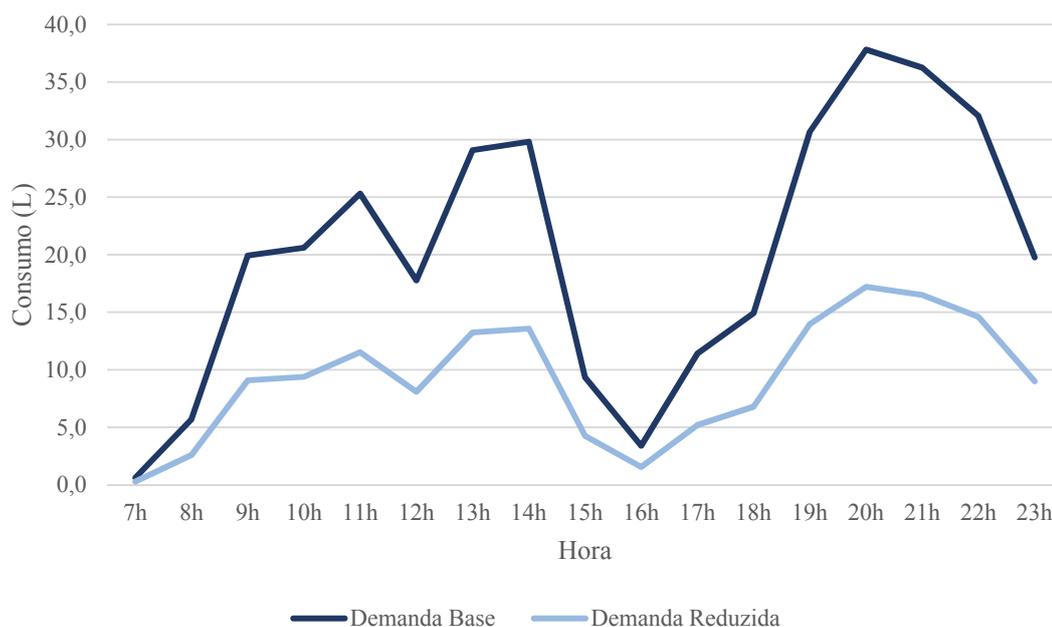
Abaixo, no gráfico, apresenta os consumos base e reduzido médios diário totais. O primeiro apontou em média 855 l/d (25,7 m³/mês), enquanto o segundo, com a redução, indicou 465,9 l/d (14 m³/mês). Economizando em média 389 l/d (11,7 m³/mês).

Figura 82 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia - Bar



O gráfico da Figura 83 contrapõe a evolução do consumo base com o reduzido ao longo do dia do bar. O potencial de redução do consumo de água com a implementação dos equipamentos economizadores do estabelecimento do bar foi 46%.

Figura 83 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia - Bar



3.2.1.7. Pet Shop

A Tabela 44 apresenta os resultados do uso racional do pet shop. Em que, aponta a vazão base, vazão reduzida, demanda base, demanda reduzida, porcentagem da redução do consumo com a troca de equipamentos hidráulicos, além da marca e modelo dos equipamentos economizadores selecionados para cada uso-final.

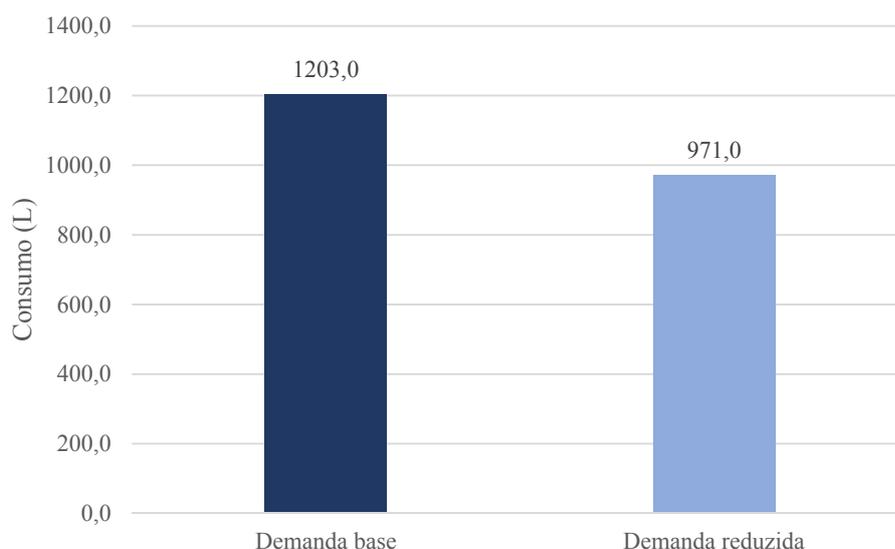
Tabela 44 - Uso Racional do Pet Shop

Uso-Final	q_{base}	Descrição	q_{red}	Potencial de Redução	D_{base} (l/d)	D_{red} (l/d)	Economia (l/d)
Copa							
Pia de cozinha (1)	0,23 l/s	Arejador	0,01 l/s	89%	61,5	6,7	54,7
Banheiro							
Lavatório (1)	0,09 l/s	Torneira automática	0,066 l/s	27%	27,9	20,5	7,44
Vaso Sanitário (1)	6,00 lpf	Dual flush	3/6 lpf	50%	340	170	170

Em parêntesis, o número de equipamentos
 D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida
 l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia
 l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia

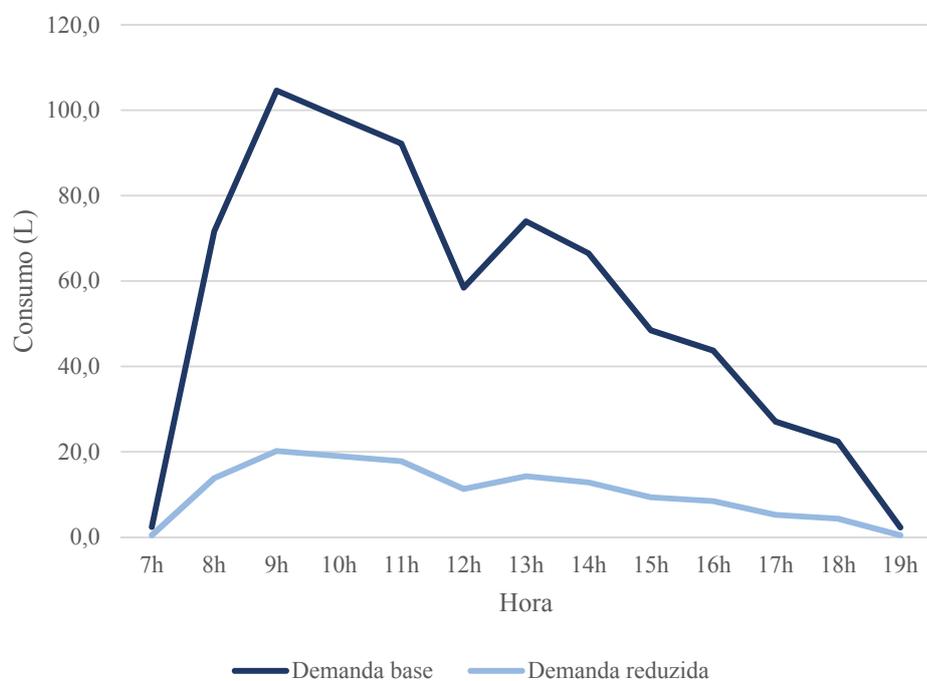
O gráfico apresenta os consumos base e reduzido médios diário totais. O primeiro apontou em média 1.203 l/d (36 m³/mês), enquanto o segundo, com a redução, indicou 971 l/d (29 m³/mês). Houve uma economia média de 232 l/d (7 m³/mês).

Figura 84 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Pet Shop



O gráfico da Figura 85 contrapõe a evolução do consumo base com o reduzido ao longo do dia do estabelecimento do pet shop. O potencial de redução do consumo de água com a implementação dos equipamentos economizadores desse estabelecimento foi 19%.

Figura 85 - Evolução do Consumo Base e Consumo Reduzido ao Longo do Dia – Pet Shop



3.2.2. Bloco Comercial

O uso racional do bloco comercial é, simplificando, a soma dos resultados das simulações do potencial de redução do consumo pelo uso racional dos sete estabelecimentos comerciais que compõem a edificação. Isto posto, a Tabela 45 apresenta o resumo dos resultados do uso racional dos sete estabelecimentos e do bloco comercial como um todo. Na qual, aponta a porcentagem do consumo que cada estabelecimento comercial representa para o bloco, a porcentagem da economia de água prevista em cada estabelecimento, demanda base e a demanda reduzida total de cada loja pela troca de equipamentos hidráulicos e a porcentagem do potencial de redução de consumo de cada estabelecimento em relação ao edifício. Exibe, também, o total da redução do bloco comercial.

Tabela 45 - Resumo do Potencial de Redução do Bloco Comercial por Estabelecimento

Resumo dos Dados Uso Racional - Bloco Comercial							
Demanda base	9.748	<i>l/d</i>					
Demanda reduzida	5.409	<i>l/d</i>					
Potencial de Redução	45%						
Economia média diária	4.338	<i>l/d</i>					
Usos-Finais de Água	Consumo	Potencial de Redução no Estabelecimento	D_{base} (<i>l/d</i>)	D_{red} (<i>l/d</i>)	Economia (<i>l/d</i>)	Potencial de Redução no Consumo do Bloco	
Mat. Construção	7%	37%	652	409	243	2,5%	
Panificadora	60%	52%	5869	2846	3023	31,0%	
Hortifrúti	4%	64%	363	130	233	2,4%	
Drogeria	3%	47%	304	162	142	1,5%	
Salão Beleza	5%	15%	502	426	76	0,8%	
Bar	9%	46%	855	466	389	4,0%	
Pet Shop	12%	19%	1203	971	232	2,4%	
Total (Bloco Comercial)	100%	---	9748	5409	4338	44,5%	

Em parêntesis, o número de equipamentos

D_{base} = Demanda Base; D_{red} = Demanda Reduzida; q_{base} = Vazão Base; q_{red} = Vazão Reduzida

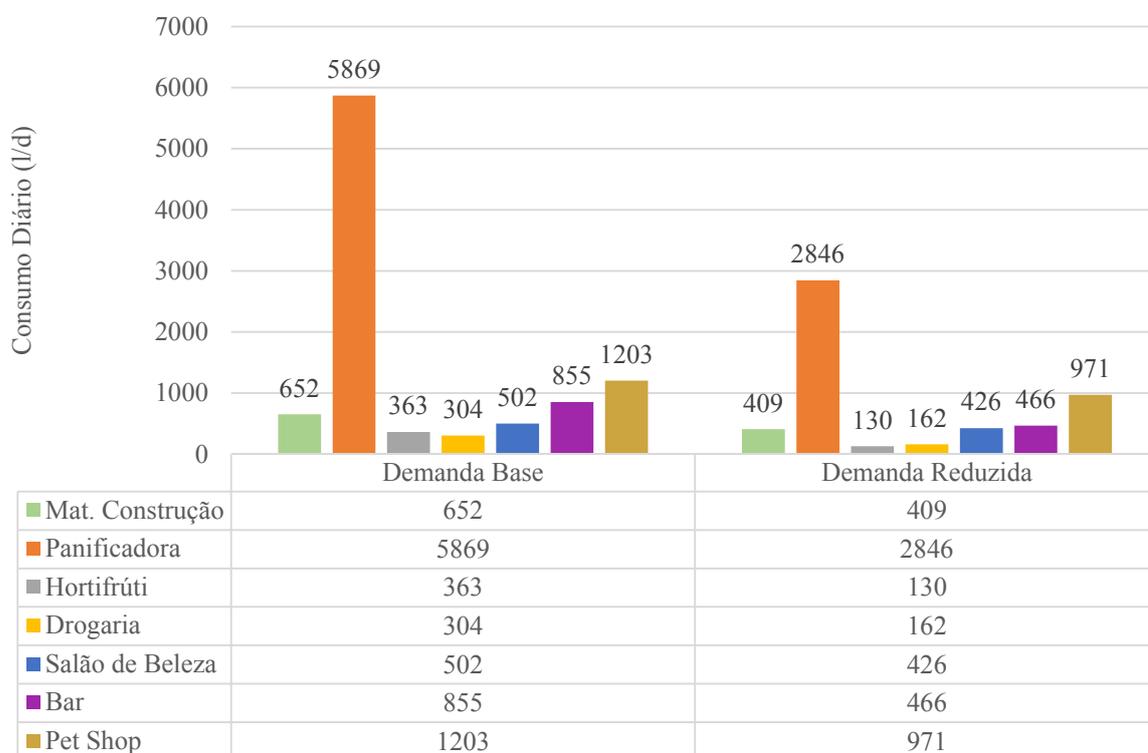
l/s = litro por segundo; *lpf* = litro por fluxo; *l/u* = litro por uso; *n/d* = número por dia; *l/d* = litro por dia

l/p/d = litro por pessoa por dia; *l/m²/d* = litro por metro quadrado dia; *l/r/d* = litro por refeição por dia

Observando a Tabela 45, contata-se que o estabelecimento que é capaz de gerar maior redução no consumo é a panificadora, economizando em média 3.023 *l/d*, representando 31,0% da redução do consumo predial. Seguido do bar, que concebe uma economia média de 389 *l/d*, diminuindo 4% no consumo total do bloco. Por seguinte, a loja de material de construção poupando em média 243 *l/d*, apresentando 2,5% de redução na demanda do edifício. No estabelecimento do pet shop economiza-se 232 *l/d*, o que equivale a 2,4% de contenção do consumo predial. Já no hortifrúti reproduz, em média, redução de 233 *l/d* correspondendo a 2,4% na queda do consumo total do prédio. Enquanto na drogaria, apontou média de 142 *l/d* na economia diária de água, exprimindo o total de 1,5% na demanda da edificação. Por último, o salão de beleza, foi o que apontou a menor redução do consumo, dado que as vazões bases dos equipamentos nesse estabelecimento já eram baixas. Dessa forma, o salão de beleza indicou uma economia média de 76 *l/d*, isto é, 0,8% na demanda do bloco comercial.

Abaixo, o gráfico, contrapõe os consumos bases e reduzidos médios diário totais de cada estabelecimento comercial que constitui o bloco.

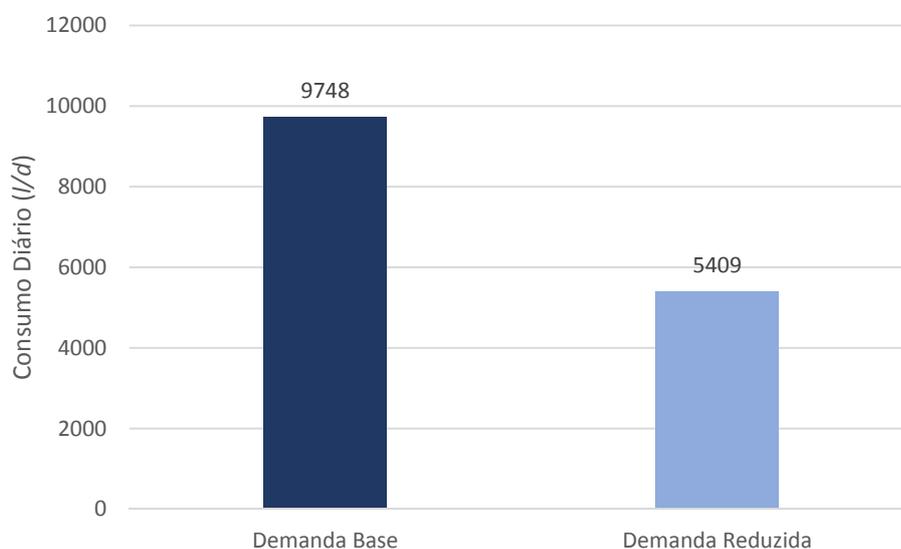
Figura 86 - Demanda base e Reduzida de Cada Estabelecimento Comercial



Com o uso racional no bloco comercial como um todo previu uma economia de 44,5% do consumo com a implementação do uso racional da água. Observa-se na Figura 87, abaixo que

a demanda base era de 9.748 *l/d* (292 *m³/mês*) e a reduzida é 5.409 *l/d* (162 *m³/mês*), totalizando redução média diária de 4.339 *l/d* (130 *m³/mês*).

Figura 87 - Consumo Base e Consumo Reduzido Médio por Dia – Bloco Comercial



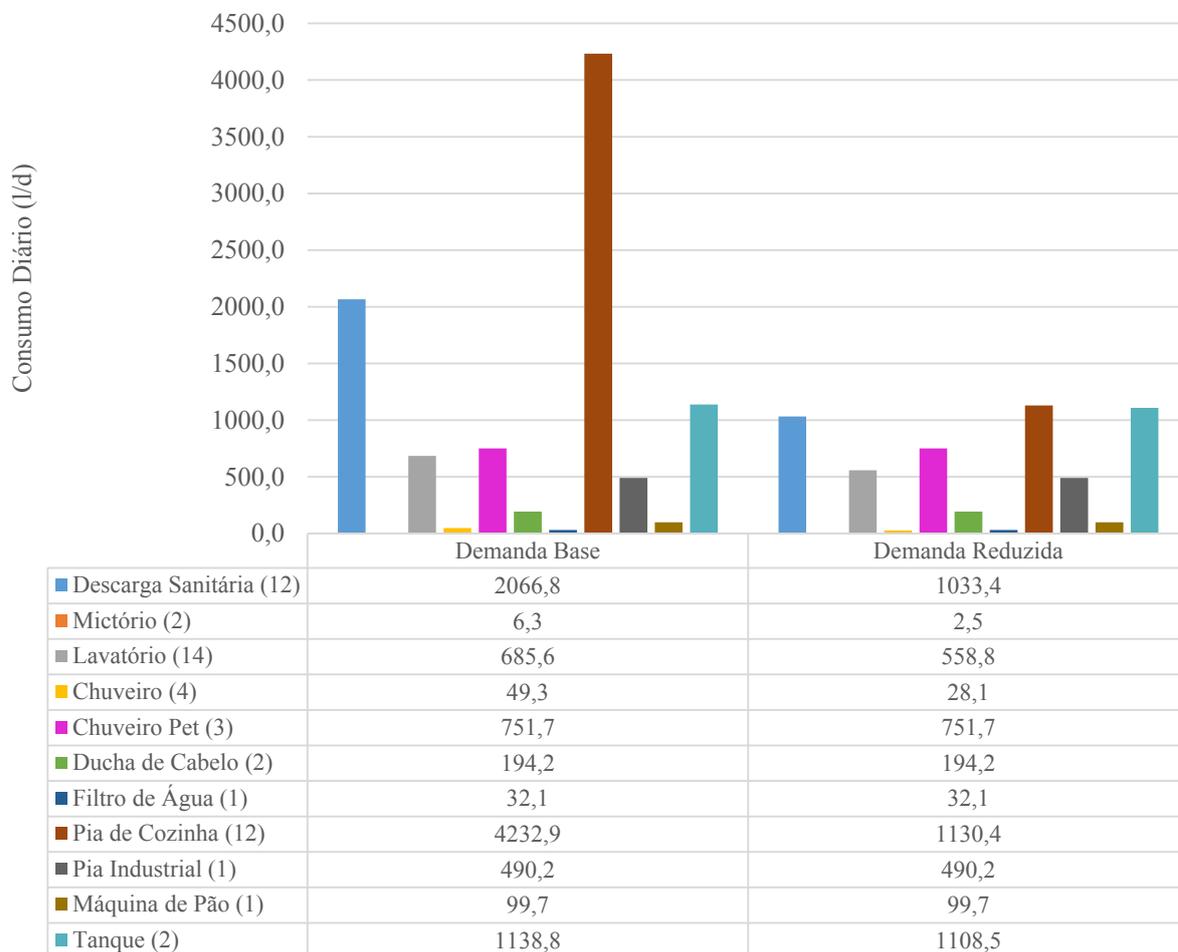
Observa-se na Tabela 46 a maior redução no consumo foi no uso-final da pia de cozinha (3.102,5 *l/d*), seguido pela descarga sanitária (1033,4 *l/d*), lavatório (126,7 *l/d*), tanque (30,28 *l/d*), chuveiro (21,3 *l/d*) e mictório (3,8 *l/d*)

Tabela 46 - Resumo Uso Racional do Bloco Comercial

Usos-finais	Consumo	Demanda base	Demanda reduzida	Economia (l/d)
Descarga Sanitária (12)	21%	2067	1033,4	1033,4
Mictório (2)	0,1%	6	2,5	3,8
Lavatório (14)	7%	686	558,8	126,7
Chuveiro (4)	1%	49	28,1	21,3
Chuveiro Pet (3)	8%	752	752	0
Ducha de Cabelo (2)	2%	194	194,2	0
Filtro de Água (1)	0%	32	32	0
Pia de Cozinha (12)	43%	4233	1130,4	3102,5
Pia Industrial (1)	5%	490	490	0
Máquina de Pão (1)	1%	100	100	0
Tanque (2)	12%	1139	1108,48	30,28

O gráfico da Figura 88 contrapõe a demanda base e a demanda reduzida dos usos-finais que constituem o edifício comercial em estudo. É possível notar que a maior redução no consumo foi em pias de cozinha.

Figura 88 - Demanda Base e Demanda Reduzida dos Usos-Finais que compõem o Bloco



3.2.3. Síntese dos Resultados

Diante das análises dos resultados do uso racional da água, conclui-se que:

- Com a suposta implementação do uso racional da água estimou-se uma economia de 45% do consumo predial, tendo uma redução média diária de 4.038 l/d (130 m³/mês);
- A panificadora é o estabelecimento capaz de gerar a maior redução no consumo, economizando em média 3.023 l/d, representando 31% da redução do consumo predial;
- Os resultados demonstraram que a maior redução no consumo do bloco foi no uso-final da pia de cozinha (3.102,5 l/d), seguido pela descarga sanitária (1.033,4 l/d);

A Tabela 47 apresenta o resumo dos resultados do potencial de redução do consumo pela troca dos equipamentos hidráulicos por outros equipamentos economizadores de água por estabelecimento comercial e no bloco comercial como um todo.

Tabela 47 - Resumo dos Resultados Gerais do Uso Racional

Estabelecimento Comercial	Consumo	Potencial de Redução no Estabelecimento	D _{base} (l/d)	D _{red} (l/d)	Economia (l/d)	Potencial de Redução no Consumo do Bloco
Mat. Construção	7%	37%	652	409	243	2,5%
Panificadora	60%	52%	5869	2846	3023	31,0%
Hortifrúti	4%	64%	363	130	233	2,4%
Drogaria	3%	47%	304	162	142	1,5%
Salão de Beleza	5%	15%	502	426	76	0,8%
Bar	9%	46%	855	466	389	4,0%
Pet Shop	12%	19%	1203	971	232	2,4%
Bloco Comercial	100%	---	9748	5409	4338	45%

A Tabela 48 exibe o resumo dos resultados do potencial de redução do consumo por usos-finais que compõem a edificação.

Tabela 48 - Resumo do Uso Racional por Usos-Finais no Bloco Comercial

Usos-finais	Consumo	Demanda base	Demanda reduzida	Economia (l/d)	Potencial de Redução
Descarga Sanitária (12)	21%	2067	1033,4	1033,4	11%
Mictório (2)	0,10%	6	2,5	3,8	0,04%
Lavatório (14)	7%	686	558,8	126,7	1%
Chuveiro (4)	1%	49	28,1	21,3	0,2%
Chuveiro Pet (3)	8%	752	752	0	0%
Ducha de Cabelo (2)	2%	194	194,2	0	0%
Filtro de Água (1)	0%	32	32	0	0%
Pia de Cozinha (12)	43%	4233	1130,4	3102,5	32%
Pia Industrial (1)	5%	490	490	0	0%
Máquina de Pão (1)	1%	100	100	0	0%
Tanque (2)	12%	1139	1108,48	30,28	0,3%

4. Conclusão

Esta pesquisa surgiu da escassez de dados de usos-finais em edificações da tipologia comercial, que possibilitam compreender o uso de água de bloco comercial com o intuito de promover economias de água por meio distintas tecnologias direcionadas a conservação de água. Com isso, é possível simular o potencial de redução do consumo para cada uso-final, propiciando a comparação do desempenho hidráulico do edifício na hipótese de um *retrofit* hidráulico. Dessa forma, é capaz de impulsionar a propagação dessas tecnologias, que propiciam a redução da demanda de água nas bacias de abastecimento. O objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico do consumo de água em um bloco comercial, para simular o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de diferentes tipos de equipamentos economizadores de água em um bloco comercial existente, localizado no Lago Norte, Distrito Federal.

Para tanto, foi realizado o levantamento de dados, utilizando as contas de água dos sete estabelecimentos comerciais, fornecidas pela CAESB, com o intuito de identificar o perfil do uso de água e verificar prováveis fatores que afetam o consumo de cada estabelecimento comercial e do bloco como um todo. O resultado dessa análise apontou que ao longo dos anos o consumo pode oscilar bastante de um ano para outro, devido a diversas variáveis de consumo como a crise hídrica, crise econômica, variação no fluxo de clientes, contratação e demissão de funcionários, entre outros. Para obtenção da média de consumo mensal dos estabelecimentos e do bloco, o ano de 2017 foi desconsiderado, uma vez que por ter sido um ano atípico de racionamento de água e redução da pressão de água na rede de distribuição o que enviesaria os resultados. Dessa forma, para o cálculo dos indicadores de consumo total e médias de consumo mensal foram utilizados os anos de 2013 a 2016, dado que mostrou ser uma média mais confiável, em outras palavras, que condiz mais próxima a realidade.

Foram efetuadas entrevistas estruturadas direcionadas à funcionários ou gerentes para obter as seguintes informações: soma da população de cada estabelecimento que contabiliza 111 funcionários ao todo e a média diária de 366 clientes por dia no bloco comercial. Ainda, foi efetuado por meio levantamento *in loco*, de ferramentas computacionais e dados geoespaciais a área construída da edificação ($2.116 m^2$), área de cobertura ($1.296 m^2$), área de piso externo ($142,8 m^2$) e as áreas de pisos internos são as áreas de piso das lojas especificadas no estudo de caso de cada uma. O edifício não possui área de jardim.

Constatou-se que o consumo médio mensal do bloco comercial é $116,6 \text{ m}^3$ (9.727 l/d). Com essas informações foi possível gerar indicadores de consumo por estabelecimento comercial e do bloco. O consumo predial *per área* é de $4,6 \text{ l/m}^2/\text{d}$ e o consumo *per capita* da edificação, de $88,6 \text{ l/p/d}$.

O consumo de água dos estabelecimentos comerciais está diretamente relacionado com suas atividades exercidas, tendo como os maiores consumidores nessa seguinte ordem decrescente: panificadora ($5.868,5 \text{ l/d}$; consumo *per capita* de 90 l/p/d ; e consumo *per area* de $20 \text{ l/m}^2/\text{d}$), pet shop (1.203 l/d ; consumo *per capita* de 134 l/p/d ; e consumo *per area* de $4,09 \text{ l/m}^2/\text{d}$), bar (855 l/d ; consumo *per capita* de 285 l/p/d ; e consumo *per area* de $12,6 \text{ l/m}^2/\text{d}$), loja de material de construção (652 l/d ; consumo *per capita* de 41 l/p/d ; e consumo *per area* de $0,63 \text{ l/m}^2/\text{d}$), salão de beleza (502 l/d ; consumo *per capita* de $41,8 \text{ l/p/d}$; e *per area* de $7,4 \text{ l/m}^2/\text{d}$), hortifrúti (342 l/d ; consumo *per capita* de $60,5 \text{ l/p/d}$; e consumo *per area* de $5,3 \text{ l/m}^2/\text{d}$) e, por último, drogaria (304 l/d ; consumo *per capita* de 25 l/p/d ; e consumo *per area* de $1,46 \text{ l/m}^2/\text{d}$).

Na etapa da auditoria do consumo de água, houve uma vistoria hidráulica em todo o edifício, para verificar o estado das instalações e documentar se havia vazamentos visíveis. O resultado da vistoria apontou que não havia nenhum vazamento visível. Entretanto, após a análise dos dados aferidos pelos equipamentos *data-loggers* verificou-se que havia vazamento na panificadora e no bar obtendo o total de $20,22 \text{ l/d}$ e 11 l/d de água desperdiçada, respectivamente.

Com as técnicas de auditoria hidráulica e com as instalações dos equipamentos de medição *data-loggers* foi possível estimar os usos-finais de água de cada estabelecimento comercial e do edifício. Concluiu-se que o equipamento que tem mais uso de água no bloco comercial como um todo são as pias de cozinha que representa 43% do consumo predial, utilizando em média 3.249 l/d , seguido por descargas sanitárias (20,7% e 1.546 l/d), tanques (10,7% e 798 l/d), lavatórios (8,7% e 653 l/d), chuveiros de pets (6% e 448 l/d), pia industrial (4,9% e 369 l/d), ducha de cabelo (2,7% e 204 l/d), máquina de pão e torneiras de uso geral (ambos representam 1% e demandam 75 l/d), filtro de água (0,2% e 18 l/d) e mictório (0,1% e 7 l/d).

Quando se trata dos usos-finais dos estabelecimentos comerciais, constatou-se que os estabelecimentos em que a população flutuante (cliente) tende a não consumir água no local, o maior consumo foi em descargas sanitárias. As descargas sanitárias da loja de material de construção apontaram 46% do consumo do estabelecimento (330 l/d) e na drogaria 70% da demanda da loja ($118,8 \text{ l/d}$). O hortifrúti é um estabelecimento comercial que não há consumo

de água de clientes, contudo ele tem apenas duas pias de cozinha de pontos hidráulicos, não possuindo descargas sanitárias.

Ratificou que os demais estabelecimentos comerciais que tem consumo mais elevado são, justamente os que possuem as principais tarefas da loja direcionadas à prestação de serviços e produção de alimentos. Isso pode ser observado na panificadora na qual teve consumo mais elevado nas pias de cozinha, 58% do consumo da loja, demandando em média 2.572,2 *l/d*. Já no pet shop, demanda muita água para dar banhos nos animais de estimação, em que os chuveiros de pet necessitam em média 447,7 *l/d*, retratando 62,5% do consumo do estabelecimento. Enquanto no salão de beleza, o maior consumo está correlacionado a lavagem e procedimentos de cabelos, na qual o lavatório, muito utilizado para lavagem de recipientes usados para aplicação de químicas nos cabelos foi o equipamento que demanda mais água apontando 56,7% do consumo (299 *l/d*), seguido pelos lavatórios de cabelo (38,7% e 204 *l/d*). Por fim o bar, que obteve grande demanda de água para descargas sanitárias (55,2% e 330 *l/d*), dado que os clientes permanecem muito tempo no local consumindo bebidas e, com isso, utilizam constantemente os banheiros. Ainda, o bar oferece refeições para os clientes, dessa forma, também há consumo elevado nas pias de cozinha (32,3% e 193 *l/d*). Portanto, enfatiza-se que as atividades comerciais têm relação direta com o consumo.

Nota-se que o estabelecimento que mais demanda água no edifício é a panificadora, mesmo quando comparada com outros estabelecimentos, como o pet shop, que utiliza água para a prestação de serviço (banho de animais de estimação). Isso pois, a produção e fornecimento de alimentos exige demanda elevada de água. Foi visto que o setor da panificadora que mais demanda água é o da lanchonete, onde há necessidade de preparar e servir as refeições na hora, o que gera muitas louças sujas e a exigência da higienização dos alimentos na hora do preparo, sendo preciso utilizar constantemente as pias de cozinha.

Conclui-se terem sido bastante positivos os resultados das estimativas dos usos-finais de água, já que as discrepâncias entre os valores mensurados pelos *data-loggers* e o valor médio diário faturado pela CAESB foram consideravelmente baixos.

Ao observar o consumo ao longo do dia em cada estabelecimento comercial, constatou-se que não há uma padronização do consumo por horário nessas atividades comerciais. Ainda que o consumo varia de acordo com a demanda que cada atividade exige e com a necessidade da prestação de serviços variar ao longo do dia dependendo da variável fluxo de clientes.

A partir da auditoria do consumo foram obtidos os seguintes dados bases (*baseline*) de todos os usos-finais de água: vazão, tempo, frequência, consumo e indicadores de consumo por uso-final. Com essas informações e mais a seleção de equipamentos economizadores de água disponíveis no mercado brasileiro, foi possível estimar o potencial de redução em cada estabelecimento comercial e, por seguinte, no bloco como um todo.

Dessa forma, com base nesses dados, os resultados apontaram que foi prevista economia de 45% do consumo predial, por meio da implementação do uso racional da água, tendo uma redução média diária de 4.038 *l/d* (130 *m³/mês*). Para o uso racional foram previstas, em cada estabelecimento comercial, a troca de equipamentos hidráulicos convencionais existentes por equipamentos economizadores como torneiras com arejadores, torneiras automáticas, descargas dual flush, máquinas de lavar louça, entre outros. Isto posto, constatou-se que o estabelecimento que é capaz de gerar maior redução no consumo é a panificadora, economizando em média 3.023 *l/d*, representando 31,0% da redução do consumo predial. Seguido do bar, que concebe uma economia média de 389 *l/d*, diminuindo 4% no consumo total do bloco. Por seguinte, a loja de material de construção poupando em média 243 *l/d*, apresentando 2,5% de redução na demanda do edifício. No estabelecimento do pet shop economizaria 232 *l/d*, o que equivale a 2,4% de contenção do consumo predial. Já no hortifrúti reproduz, em média, redução de 232 *l/d* correspondendo a 2,4% na queda do consumo total do prédio. Enquanto na drogaria, apontou média de 142 *l/d* na economia diária de água, exprimindo o total de 1,5% na demanda da edificação. Por último, o salão de beleza, foi o que apontou a menor redução do consumo, dado que as vazões bases dos equipamentos nesse estabelecimento já eram baixas. Desse modo, o salão de beleza indicou uma economia média de 76 *l/d*, isto é, 0,8% na demanda do bloco comercial.

Observou-se que o salão de beleza e o pet shop não obtiveram economia de água elevada, pois os principais pontos de consumo já possuíam baixa vazão. Logo, não foi possível prever a troca desses equipamentos, uma vez que os equipamentos hidráulicos economizadores, disponíveis no mercado, apontavam a mesma vazão ou vazão superior com relação aos pontos existentes.

Os resultados demonstraram que a maior redução no consumo do bloco foram nos usos-finais das pias de cozinha de 32% (3.102,5 *l/d*), seguido pelas descargas sanitária representando economia no consumo predial de 11% (1033,4 *l/d*), lavatórios de 1% (126,7 *l/d*), tanques de 0,3% (30,28 *l/d*), chuveiros de 0,2% (21,3 *l/d*) e mictórios de 0,04%(3,8 *l/d*). Portanto, os principais pontos hidráulicos que compensam investir no uso racional, já que retratam alta redução na demanda predial, são as pias de cozinha seguido em seguida as descargas sanitárias.

Os resultados das simulações do potencial de redução do consumo de água pelo uso racional só não foram mais altos, porque a maioria dos equipamentos hidráulicos existentes já possuíam vazões reduzidas. Ainda, também não foi possível reduzir mais, em alguns pontos hidráulicos, pois a vazão já estava adequada para o tipo de tarefa que era efetuada no uso-final. Por fim, considerando o impacto ambiental dessas medidas, o uso racional da água, a redução média no consumo predial é consideravelmente expressiva.

O tipo de metodologia utilizada se mostrou muito eficaz para a coleta de dados sobre análise do consumo de água em edificações com características semelhantes da edificação estudada. Dessa forma, essa metodologia pode ser reaplicada em outras pesquisas com o mesmo seguimento em diversas regiões do Brasil e, de repente, em outros países, por não ser complexa. Isso significa que é possível abranger a pesquisa e obter estudos mais aprofundados a respeito do assunto.

Ademais, os resultados gerados neste estudo podem ser tomados como base, em blocos comerciais do DF, para ter um embasamento para dimensionar sistemas prediais de água, já que não há outros estudos estatísticos de previsão de demanda urbana para esse tipo de edificação. Além disso, os resultados expostos neste estudo podem servir como alicerce para avaliar diferentes tipos de tecnologias que promovam a conservação da água (reúso de água e aproveitamento de água pluvial), verificar dimensionamentos de sistemas públicos de água e para comparar com outros estudos do mesmo tipo edilício. Entretanto, é importante ressaltar que os resultados obtidos no presente estudo são de um estudo de caso de um bloco comercial, em outras palavras, esses dados não representam todas as edificações da mesma tipologia comercial.

4.1. Limitações e Recomendações para Futuros Estudos

Apesar do estudo apresentar informações relevantes voltadas a compreensão do uso de água em diferentes tipos de estabelecimentos comerciais e no bloco comercial e apresentar e simular o potencial de redução do consumo pelo uso racional da água, ressalta-se que a principal limitação deste estudo encontra-se no fato de que não foi avaliado a implementação de diferentes tecnologias conservadoras de água para fins não potáveis, como o aproveitamento de água pluvial e o reúso de água, com o intuito de estimar o potencial de redução do consumo com a inserção dessas tecnologias e suas viabilidades para executá-las.

Outro ponto limitante é que não houve um levantamento quantitativo para esse tipo de edificação comercial para todas as Regiões Administrativas do Distrito Federal, podendo com

análises quantitativas e qualitativas compor modelos representativos de blocos comerciais do DF, baseados em características tipológicas. Por seguinte, com esses modelos, averiguar a viabilidade do emprego de diferentes tecnologias voltadas à conservação de água, em termos de: adaptação predial; potencial de redução do consumo de água, custos e benefícios financeiros. Ao identificar as melhores tecnologias, para o modelo representativo de blocos comerciais, é possível gerar um modelo de previsão de demanda de água urbana e, em seguida, com todos esses resultados, extrapolar os resultados (reduções no consumo de água) à escala urbana, considerando todo o estoque edificado do DF.

Além disso, seria muito interessante comparar o consumo de água de cada atividade comercial em regiões distintas. Consequentemente, tornaria viável aferir as diferenças de cada região e comparar informações como os hábitos de consumo, instalações hidráulicas, fluxo de pessoas, entre diversas outras variáveis que interferem no consumo.

A previsão da demanda urbana de água aparelha a gestão de recursos e a elaboração de planejamento estratégico de conservação hídrico (BILLINGS e JONES, 2008). Modelos representativos e indicadores de consumo auxiliam no dimensionamento de sistemas de abastecimento de água e de instalações prediais (TOMAZ, 2000; TSUTIYA, 2006). Dessa forma, este estudo abre o caminho para futuros estudos que possam contribuir ainda mais para a preservação dos recursos hídricos.

5. Referências Bibliográficas

- ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico no Distrito Federal. **NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS 11/2017**. 07 nov. 2017 e 25 nov. 2017. Disponível em: < <http://www.adasa.df.gov.br/monitoramento/niveis-dos-reservatorios>> Acesso em: 05 maio 2018.
- ALMEIDA, R. G. **Aspectos legais para a água de reúso**. VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 2. 2011. p. 31-43.
- ALVARES, K.; SANT'ANA, D. **Reduções na exploração de recursos hídricos pelo emprego de tecnologias conservadoras de água: uma análise piloto em regiões residenciais do Distrito Federal**. ENTAC 2016: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. São Paulo: ANTAC, p. 4372-4385. 2016.
- ANA. **Dados de operação dos reservatórios: SIN 2014**. Sistema Interligado Nacional, Sistema de Acompanhamento de Reservatórios, Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2018.
- _____. **Dados de operação dos reservatórios: SIN 2017**. Sistema Interligado Nacional, Sistema de Acompanhamento de Reservatórios, Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2018.
- _____. **Dados de operação dos reservatórios: SIN 2015**. Sistema Interligado Nacional, Sistema de Acompanhamento de Reservatórios, Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2018.
- ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.
- ANDRÉ, Daniela Severo; MACEDO, Daniela de; ESTENDER, Antonio Carlos. **Conservação e Uso Racional da Água: Novos hábitos para evitar a escassez dos recursos hídricos e para a continuidade do bem finito**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 12., 2015, Resende -rj. **XII SEGeT Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Resende: AEDB, 2015. p. 152 - 165. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/152213.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2018.
- BARBOSA, G. G ; BEZERRA, S. P. ; SANT'ANA, D. . **Indicadores de consumo de água e análise comparativa entre o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações de ensino do Campus Darcy Ribeiro - UnB. Paranoá (UnB)**, p. 1-15, 2018.
- BEVINGTON Philip R, ROBINSON D. Keith, and BUNCE Gerry. **Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences**. *American Journal of Physics*. Nova York, p. 766-767. 04 jul. 1998. Disponível em: <<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.17439>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

- BILLINGS, R.B.; JONES, C.V. **Forecasting urban water demand**. 2ª ed. Denver: AWWA, 2008. 350p.
- BRASIL. João Gilberto Lotufo Conejo. Agência Nacional das Águas (ANA) (Org.). **Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul**. 2016. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/saladesituacao/BoletinsMensais/ParaibaDoSul/Boletim_Monitoramento_Reservatorios_PB_Sul_2015_03.pdf>. Acesso em: 05 maio 2018.
- CAESB, Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. SECA 2016/2017: Rodízio de Água. 2017. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br>>. Acesso em: 06 maio 2018.
- CHILTON, J.c. et al. Case study of a rainwater recovery system in a commercial building with a large roof. **Urban Water**. Reino Unido, p. 345-354. dez. 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462075800000327>>. Acesso em: 03 dez. 2019.
- CODEPLAN, Brasília. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - Região Administrativa Lago Norte (RA XVIII) - PDAD** 2016. Brasília-DF, 2016, p.53. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Sudoeste-Octogonal.pdf> Acesso em: 10 maio 2018.
- DEOREO, W.B., HEANEY, J.P., MAYER, P.W. Flow trace analysis to assess water use. **Journal of American Water Works Association**, V.88, nº 1, p. 79-90, jan., 1996.
- DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A. Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination. **Water Science and Technology**, v.39 n.5, p.25-32, 1999.
- DZIEGIELEWSKI, B. *et al.* **Commercial and institutional end uses of water**. Denver: AWWA Research Foundation, 2000. 264p.
- FARINA, M.; MAGLIONICO, M.; POLLASTRI, M.; STOJKOV, I. Water consumption in public schools. **Procedia Engineering**, v.21, p.929-938, 2011.
- FASOLA, B. G.; GHISI, E.; MARANOSKI, K. A.; BORINELLI, B. J. **Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 65-78, out./dez. 2011.
- GHISI, E., TAVARES, D. F., ROCHA, V. L. Rainwater harvesting in petrol stations in Brasília: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.2, p.79-85, 2009.

- GOMEZ, J.; ALVES, W. Final water consumption in building installations using the flow-rate trace. **Proceedings 26th International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings**. Rio de Janeiro: USP, 2000.
- GRIGGS, J. C.; SHOULER, M. C.; HALL, J. Water conservation and the built environment. In: **21 AD: Water**. Oxford: Oxford University Press. 1998.
- HERRINGTON, P.R. The economics of water demand management. In: D. BUTLER e F.A. MEMON (Ed.). **Water demand management**. London: IWA, 2006. The economics of water demand management, p.236-279.
- ILHA, M. S. O.; NUNES, S. S.; SALERMO, L. S. Programa de conservação de água em hospitais: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.1, p. 91-97, 2006.
- KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.75-90, 2006.
- KIM, J.R. McCUEN, R.H. Factors for predicting commercial water use. **Journal of the American Water Resources Association**, v.15, n.14, p. 1073-1080, 1979.
- LEÃO, Dorival; WATANABE, Alexandre Hiroshi. **Intervalo de Confiança**. 2019. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/intervalo-de-confianca>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- LEÃO, Dorival; WATANABE, Alexandre Hiroshi. **Medidas de Posição**. 2019. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- LUDWIG, A. **Create an Oasis with Greywater**. Integrated Design for Water Conservation. 6. ed. Santa Barbara, CA.: Editora Oasis Design, 2015. 154 p.
- LUNET, Nuno; SEVERO, Milton; BARROS, Henrique. Desvio Padrão ou Erro Padrão. **Arquimed**, Porto, v. 20, n. 2, p.55-59, jun. 2006. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/20871237-Desvio-padrão-ou-erro-padrão.html>>. Acesso em: 03 dez. 2019.
- LYNNE, G.; W. LUPPOLD; C. KIKER. Water Price Responsiveness of Commercial Establishments. **Water Resources Bulletin** v.14 n.3 p.719-729, 1978.
- MADDAUS, W.O.; MADDAUS, M. L. Evaluating water conservation cost-effectiveness with an end-use model. **Proceedings Water Sources Conference**, Austin Texas: AWWA, 2004.
- MARINOSKI, K. A.; GHISI, E. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008.

- MATOS, C. et al. Rainwater storage tank sizing: Case study of a commercial building. **International Journal Of Sustainable Built Environment**. Portugal, p. 109-118. 22 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609014000181>>. Acesso em: 03 dez. 2019.
- MAZZEGA, P.; THEROND, O.; DEBRIL, T.; MARCH, H.; SIBERTIN-BLANC, C.; LARDY, R.; SANT'ANA, A. **Critical multi-level governance issues of integrated modelling: An example of low-water management in the Adour-Garonne basin (France)**. Journal of Hydrology. 2014. p.2515-2526.
- MEDEIROS, Gerson Araujo de; CARVALHO JUNIOR, Osvaldo Oliveira de; VACCARI, Gabrielly Boer. **Potencialidades do reúso da água: estudos de caso no setor sucroalcooleiro e universitário**. Unipinhal, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p.03-16, mar. 2012.
- MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na Indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 144 p.
- MINAS GERAIS. Osias Ribeiro Neves. Ministério da Cultura. **Museu Virtual Brasília**. 2012. Disponível em: <http://www.museuvirtualbrasil.com.br/museu_brasilia/>. Acesso em: 10 maio 2018.
- MORALES, M.A.; HEANEY, J. Classification, benchmarking, and hydroeconomic modeling of nonresidential water users. **Journal AWWA**, v.106, n. 12, p.550-560, 2014.
- MORALES, M.A.; HEANEY, J.P.; FRIEDMAN, K.R.; MARTIN, J.M. Estimating commercial, industrial and institutional water use on the basis of heated building area. **Journal AWWA**, v.103, n. 6, p.84-96, 2011.
- MOTTA, Sandro de Almeida; SANCHEZ, Jorge Gomez. Diagnóstico e parametrização do consumo de água em padarias da RMSP. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 21., 2001, Rio de Janeiro. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: Abas, 2001. p. 1 - 13. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/16084659-I-036-diagnostico-e-parametrizacao-do-consumode-agua-em-padarias-da-rmsp.html>>. Acesso em: 20 maio 2018.
- NUNES, Riane Torres Santiago. Conservação da água em edifícios comerciais: **Potencial de uso racional e reúso em Shopping Center**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- PAHL-WOSTL, C.; TÀBARA, D.; BOUWEN, R.; CRAPS, M.; DEWULF, A.; MOSTERT, E.; RIDDER, D.; TAILLIEU, T. **The importance of social learning and culture for sustainable water management**. **Ecological Economics** 64. 2008. pp.484-495.

- PASCHKE, P.; VAN GELDER, R. E.; SIEGELBAUM, H. **Hotel water conservation: A Seattle demonstration**. Seattle: Seattle Public Utilities, 2002. 127p.
- PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Water end-uses in Brazilian Office buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.8, p.489-500, 2010.
- REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 64 p. Disponível em: <<http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/rts/rte0202.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.
- SABESP, São Paulo. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Site da SABESP**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- _____. São Paulo. Jerson Kelman. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-Sabesp (Org.). **Crise Hídrica, estratégias e soluções da SABESP**. 2015.
- SANT'ANA, D.; AMORIM, C.N.D. Reúso de água em edificações: premissas e perspectivas para o contexto brasileiro. **Sistemas Prediais, Arquitetura Sustentável, Tecnologias Emergentes: SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO URBANO DE METRÓPOLES BRASILEIRAS**, Brasília-df, p.32-37, 18 set. 2007.
- SANT'ANA, Daniel Richard. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA. **Princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade ambiental e econômica para o aproveitamento de água pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações residenciais do Distrito Federal: RELATÓRIO TÉCNICO 3/2017**. Brasília: Universidade de Brasília, 2017. 74 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. 2019.
- SANT'ANA, Daniel; BOEGER, Louise; MONTEIRO, Lilian. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 1: reduções no consumo de água. **Paranoá: Água & Sociedade**, Brasília, n. 10, p.77-84, 2013.
- SANT'ANA, DANIEL; MAZZEGA, PIERRE . Socioeconomic analysis of domestic water end-use consumption in the Federal District, Brazil. **Sustainable Water Resources Management**, v. 4, p. 921-936, 2018.
- SANT'ANA, D. *et al.* **Reúso-DF: viabilidade técnica e operacional do aproveitamento de água pluvial e do reúso de água cinza em edificações não-residenciais**. Relatório Técnico 5/2017. Brasília: Universidade de Brasília, 2017. 77p.
- SANT'ANA, D.. Domestic water end-uses and water conservation in multi-storey buildings in the Federal District, Brazil. In: **28th International PLEA Conference: Opportunities, Limits & Needs**, 2012, Lima. 28th International PLEA Conference: Opportunities, Limits & Needs, 2012.

- SANT'ANA, D.; NASCIMENTO, E.A. Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura da Imed**, Passo Fundo Rs, v. 3, n. 2, p.156-167, nov. 2014.
- SANT'ANA, Daniel Richard in ROMERO, Marta Adriana Bustos; FERNANDES, Júlia Teixeira (Org.). **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística: Uso e Conservação de Água em Edificações**. 2. ed. Brasília-DF: Universidade de Brasília Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2015. 25 p.
- SANT'ANA, Daniel; NASCIMENTO, Eduarda Aun de Azevedo. Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura da Imed**, Passo Fundo Rs, v. 3, n. 2, p.156-167, nov. 2014. Semestral.
- SANTANA, P. M. ; SANT'ANA, D. . **Water use and conservation in educational centres of the Federal District, Brazil**. In: PLEA 2017, 2017, Edinburgh. Design to Thrive, 2017. v. 3. p. 5173-5180.
- SANT'ANNA, R. ; MIRANDA, R. ; CÉSAR, L. ; SANT'ANA, D. . **Análise do consumo de água em escola pública do Distrito Federal**. In: Giovanni Seabra. (Org.). Terra: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades. 1ed.João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, v. 3, p. 1231-1243.
- SANTOS, S. A. (2018). **Análise comparativa do uso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas na Rodoviária do Plano Piloto, 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, 114p.
- SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6. n.1, p.49-61, 2006.
- SURRENDRAN, S.; WHEATLEY, A.D. Grey-water reclamation for non-potable re-use. **Water and Environment Journal**. v. 12, n.6, p.406-413. 1998.
- TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com serviços públicos**. São Paulo: Navegar Ed., 2000.
- TOTUGUI, N. **Indicadores de consumo predial em edifícios comerciais do Setor Sudoeste, Distrito Federal**. 2017. 80 f. Monografia. Pós-Graduação (REABILITA). UnB, Brasília, 2017.
- TOTUGUI, N.; SANT'ANA, D.; SANTOS, S.; SANTANA, L. Caracterização dos usos-finais de água de edifícios comerciais: estudo de caso de um café em Brasília-DF. In: XIII SISPREL, 13., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EP da USP, 2019.
- TOTUGUI, N.; VALVERDE, B.; SANT'ANA, D. 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, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2018. 4186.
- TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. 3ª ed. São Paulo: Deptº Eng. Hidráulica e Sanitária da EP da Universidade de São Paulo, 2006.
- UN. **The United Nations World Water Development Report**. 2015. UNESCO, World Water Assesment Programme. 12 p.
- UN-WATER. **Coping with water scarcity: A strategic issue and priority for system-wide action**. New York: UN Water, 2006.
- VALLADARES NETO, José et al. Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil Central**, Goiânia, v. 76, n. 26, p.1-6, 03 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1132>>. Acesso em: 03 dez. 2019.
- VICKERS, A. **Handbook of water use and conservation**. Amherst: Water Plow Press, 2001. 426p.
- WAGGETT, R.; AROTSKY, C. **Water key performance indicators and benchmarks for offices and hotels**. London: CIRIA, 2006. 56p.
- White S.B.; Fane S.A. Designing cost effective water demand management programs in Australia. **Water Science and Technology**, v. 46, n. 6-7, p. 225-232. 2002.
- YANG, H.; ABBASPOUR, K. C. Analysis of wastewater reuse potential in Beijing. **Desalination**, v.212, n.1-3, p.238-250, 2007.

6. Anexos

6.1. Questionários Estruturados

7. QUESTIONÁRIO LOJA				
TIPOLOGIA:	<input type="checkbox"/> ESTABELECIMENTO	<input type="checkbox"/> BLOCO	<input type="checkbox"/> CENTRO COMERCIAL	
NOME LOJA:	ATIVIDADE:			
END.:	Nº loja:			
Nome Contato:	Telefone/E-mail:			
Nº de funcionários:	Nº de clientes em média/dia:	Máx.(dias de grande movimento):	Mín.(dias de pouco movimento):	
Nº pavimentos:	<input type="checkbox"/> SUBSOLO	<input type="checkbox"/> TÉRREO	<input type="checkbox"/> PAV.SUP. ou <input type="checkbox"/> MEZANINO	
ÁREA TOTAL:	SUBSOLO:	TÉRREO:	PAV.SUP. ou MEZANINO:	PISO EM FRENTE A LOJA:

Conta de água	<input type="checkbox"/> Individual			<input type="checkbox"/> Coletiva	
Nº equipamentos hidráulicos	Vaso sanit.:	Mictório:	Lavatório:	Pia de cozinha:	Chuveiro:
	Ducha:	Filtro:	Ar Condicionado:	Outros (especifique):	
Vaso sanitário é com?	<input type="checkbox"/> Caixa acoplada			<input type="checkbox"/> Válvula de parede	

CONSUMO DE ÁGUA NA LAVAGEM DE PISOS				
	Frequência de lavagem*	Equipamentos utilizados para lavagem*	Nº de Baldes (ou) Tempo de uso torneira*	Volume Balde (ou) Vazão Torneira*
<i>SUBSOLO</i>				
<i>TÉRREO</i>				
<i>PAV.SUPERIOR ou MEZANINO</i>				
<i>PISO EM FRENTE A LOJA</i>				

*Frequência de lavagem: 1/2/3/4 ou mais vezes ao dia/semana/mês.

*Equipamentos utilizados para lavagem: Pano úmido; Vassoura; Balde de água e rodo; Esfregão; Mangueira sem esguicho tipo "pistola"; Mangueira com esguicho tipo "pistola"; Lavadora de alta pressão; Outro (especifique).

*Volume Balde: 2,5 L; 5L; 8L; 10L; 12L; 15L; 20L; 30L ou 50L.

QUESTIONÁRIO BLOCO COMERCIAL

QUADRA:	BLOCO:
Nome do edifício	
Área Total	
Área de Piso Externo BLOCO	
Área de Piso Interno BLOCO	

Em relação ao consumo de água na lavagem de piso externo

Frequência de lavagem	Dia: ()1x ()2x ()+2x quantas:	Semana: ()1x ()2x ()+2x quantas:	Mês: ()1x ()2x ()+2x quantas:
-----------------------	-------------------------------------	--	-------------------------------------

Equipamentos utilizados para lavagem	<input type="checkbox"/> Vassoura	<input type="checkbox"/> Balde de água e rodo	<input type="checkbox"/> Esfregão	<input type="checkbox"/> Mangueira sem esguicho tipo "pistola"
	<input type="checkbox"/> Mangueira com esguicho tipo "pistola"	<input type="checkbox"/> Lavadora de alta pressão	<input type="checkbox"/> Outro (especifique):	

Nº de Baldes:	e/ou	Tempo de uso torneira:
---------------	------	------------------------

Volume Balde (ou) Vazão Torneira	5 L ()	6L ()	8L ()	10 ou + L ()
----------------------------------	---------	--------	--------	---------------

Nº da Loja	Nome da Loja	Atividade

*Frequência de lavagem: 1/2/3/ 4 ou mais vezes ao dia/semana/mês.

*Equipamentos utilizados para lavagem: Pano úmido; Vassoura; Balde de água e rodo; Esfregão; Mangueira sem esguicho tipo "pistola"; Mangueira com esguicho tipo "pistola"; Lavadora de alta pressão; Outro (especifique).

*Volume Balde: 2,5 L; 5L; 8L; 10L; 12L; 15L; 20L; 30L ou 50L.

6.2. Tabelas das Análises Descritivas

6.2.1. Tabelas Descritivas da Loja de Material de Construção

Estatísticas Descritivas – Loja Mat. De Construção	
Gráfico Consumo anual (2013-2017)	
	Estatística
Média	226,0000
Erro Padrão da Média	18,48783
Mediana	246,0000
Moda	257,00
Desvio Padrão	41,34005
Variância	1709,000
Mínimo	161,00
Máximo	257,00
Soma	1130,00

Estatísticas Descritivas – Loja Mat. De Construção Gráfico Evolução do Consumo (2013-2017)

		Estatística	Erro Padrão	
Evolução do consumo	Média	18,5333	,50336	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	17,5261	
		Limite superior	19,5406	
	5% da média aparada	18,6852		
	Mediana	19,0000		
	Variância	15,202		
	Desvio Padrão	3,89901		
	Mínimo	8,00		
	Máximo	27,00		

Análise Descritivas Consumo Mensal de 2013-16

		Estatística	Erro Padrão	
Consumo	Média	19,813	,4122	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	18,983	
		Limite superior	20,642	
	5% da média aparada	19,755		
	Mediana	20,000		

Variância	8,156
Desvio Padrão	2,8558
Mínimo	15,0
Máximo	27,0

Análises Descritivas do Consumo nos Usos-Finais por dia - Loja de Mat. De Construção

		Estatística	Erro Padrão
consumoporsemana	Média	233,683	37,1401
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	138,212	
	Limite superior	329,155	
5% da média aparada		234,031	
Mediana		241,250	
Variância		8276,326	
Desvio Padrão		90,9743	
Mínimo		100,8	
Máximo		360,3	

Análises Descritivas do Consumo por Uso-Final por Hora – Loja de Mat. De Construção

		Estatística	Erro Padrão
horaporusofinal	Média	3,155	,4036
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	2,348	
	Limite superior	3,961	
5% da média aparada		2,846	
Mediana		1,700	
Variância		10,590	
Desvio Padrão		3,2543	
Mínimo		,1	
Máximo		14,0	

Análises Descritivas Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário - Loja de Material de Construção

		Estatística	Erro Padrão
consumohorasemoutlier	Média	23,047	1,8916
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	19,268	
	Limite superior	26,826	
5% da média aparada		22,250	
Mediana		21,360	
Variância		232,588	
Desvio Padrão		15,2508	
Mínimo		,9	

Máximo	67,2	
Amplitude	66,3	
Amplitude interquartil	22,4	
Assimetria	,613	,297

6.2.2. Tabelas Descritivas da Panificadora

Análises Descritivas Consumo Anual 2013 a 2017 - Panificadora

		Estatística	Erro Padrão	
Consumo dos anos 2013 a 2017	Média	2107,2000	34,41715	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	2011,6427	
		Limite superior	2202,7573	
	5% da média aparada	2106,3889		
	Mediana	2110,0000		
	Variância	5922,700		
	Desvio Padrão	76,95908		
	Mínimo	2007,00		
	Máximo	2222,00		

Análises Descritivas da Evolução do Consumo (2013-2017)

		Estatística	Erro Padrão	
Evolução do consumo 2013 a 2017	Média	178,7500	4,05315	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	170,6397	
		Limite superior	186,8603	
	5% da média aparada	176,4815		
	Mediana	174,0000		
	Variância	985,682		
	Desvio Padrão	31,39558		
	Mínimo	86,00		
	Máximo	336,00		

Análises Descritivas do Consumo Mensal dos Anos de 2013 a 2016 - Panificadora

		Estatística	Erro Padrão	
Consumo mensal 2013 a 2016	Média	178,5701	2,58450	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	173,4461	
		Limite superior	183,6941	
	5% da média aparada	176,8364		
	Mediana	175,0000		
	Variância	714,719		
	Desvio Padrão	26,73423		

	Mínimo	86,00	
	Máximo	336,00	

Análises Descritivas do Consumo Diário - Panificadora

		Estatística	Erro Padrão
consumodiasemana	Média	3267,30	268,043
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	2611,42	
	Limite superior	3923,18	
5% da média aparada		3255,97	
Mediana		3193,20	
Variância		502929,297	
Desvio Padrão		709,175	
Mínimo		2320	
Máximo		4419	

Análises Descritivas Consumo Evolução do Consumo do Estabelecimento Comercial por Horário - Panificadora

		Estatística	Erro Padrão
consumoporhorasemoutlier	Média	189,32	7,344
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	174,78	
	Limite superior	203,85	
5% da média aparada		190,00	
Mediana		201,80	
Variância		6904,352	
Desvio Padrão		83,092	
Mínimo		9	
Máximo		352	
Amplitude		344	
Amplitude interquartil		121	
Assimetria		-,155	,214

6.2.3. Tabelas Descritivas da Hortifrúti

Análises Descritivas do Consumo Anual (2013-2017)

		Estatística	Erro Padrão
consumoanostotal	Média	124,2000	11,02452
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	93,5910	
	Limite superior	154,8090	
5% da média aparada		124,7778	

Mediana	138,0000	
Variância	607,700	
Desvio Padrão	24,65157	
Mínimo	91,00	
Máximo	147,00	

Análises Descritivas da evolução do consumo mensal de 2013 a 2017 - Hortifrúti

		Estatística	Erro Padrão	
Consumoanual2013a17	Média	10,3500	,38899	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	9,5716	
		Limite superior	11,1284	
	5% da média aparada	10,3519		
	Mediana	10,0000		
	Variância	9,079		
	Desvio Padrão	3,01311		
	Mínimo	4,00		
	Máximo	19,00		

Análises Descritivas do Consumo Mensal de 2013 a 2016

		Estatística	Erro Padrão	
Consumoanual2013a16	Média	11,0417	,40929	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	10,2183	
		Limite superior	11,8650	
	5% da média aparada	11,1019		
	Mediana	11,5000		
	Variância	8,041		
	Desvio Padrão	2,83563		
	Mínimo	4,00		
	Máximo	19,00		
	Amplitude	15,00		
	Amplitude interquartil	3,00		
	Assimetria	-,237	,343	
	Curtose	1,041	,674	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo Por hora- Hortifrúti

		Estatística	Erro Padrão	
consumoporhorasemoutliers	Média	17,6876	1,65752	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	14,3896	
		Limite superior	20,9855	
	5% da média aparada	16,6251		

Mediana	15,8150	
Variância	225,286	
Desvio Padrão	15,00952	
Mínimo	,00	
Máximo	58,54	
Amplitude	58,54	
Amplitude interquartil	20,38	
Assimetria	,942	,266

6.2.4. Tabelas Descritivas da Drogeria

Análises Descritivas do Consumo Anual (2013-2017) - Drogeria

		Estatística	Erro Padrão	
Consumodosanos2013a17	Média	97,0000	18,80957	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	44,7763	
		Limite superior	149,2237	
	5% da média aparada	97,3333		
	Mediana	114,0000		
	Variância	1769,000		
	Desvio Padrão	42,05948		
	Mínimo	42,00		
	Máximo	146,00		

Análises Descritivas da Evolução do Consumo Mensal de 2013 a 2017 - Drogeria

		Estatística	Erro Padrão	
Evoluçãoodoconsumo2013a17	Média	8,4333	,62226	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	7,1882	
		Limite superior	9,6785	
	5% da média aparada	7,8889		
	Mediana	10,0000		
	Variância	23,233		
	Desvio Padrão	4,82004		
	Mínimo	2,00		
	Máximo	30,00		

Análises Descritivas do Consumo Mensal (2013-2016) - Drogeria

		Estatística	Erro Padrão	
Consumomensal2013a16	Média	9,6667	,66066	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	8,3376	
		Limite superior	10,9957	
	5% da média aparada	9,0185		

Mediana	10,0000	
Variância	20,950	
Desvio Padrão	4,57716	
Mínimo	4,00	
Máximo	30,00	

Análises Descritivas do Consumo Diário - Drogeria

		Estatística	Erro Padrão
consumodiasemana	Média	148,2857	12,82801
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	116,8967	
	Limite superior	179,6747	
5% da média aparada		149,0397	
Mediana		157,0000	
Variância		1151,905	
Desvio Padrão		33,93972	
Mínimo		96,00	
Máximo		187,00	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo por Hora - Drogeria

		Estatística	Erro Padrão
consumoporhorasemoutlier	Média	8,26	,577
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	7,12	
	Limite superior	9,41	
5% da média aparada		7,97	
Mediana		7,52	
Variância		37,580	
Desvio Padrão		6,130	
Mínimo		0	
Máximo		26	
Amplitude		26	
Amplitude interquartil		8	
Assimetria		,493	,227

6.2.5. Tabelas Descritivas do Bar

Análises Descritivas do Consumo anual (2013-2017) - Bar

		Estatística	Erro Padrão
Consumodosanos2013a17	Média	286,0000	25,37321
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	215,5527	
	Limite superior	356,4473	
5% da média aparada		288,5000	

Mediana	293,0000	
Variância	3219,000	
Desvio Padrão	56,73623	
Mínimo	190,00	
Máximo	337,00	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo (2013-2017) - Bar

		Estatística	Erro Padrão
Evolução do consumo 2013 a 17	Média	23,8983	,73832
7	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 22,4204	
		Limite superior 25,3762	
	5% da média aparada	24,1111	
	Mediana	24,0000	
	Variância	32,162	
	Desvio Padrão	5,67115	
	Mínimo	3,00	
	Máximo	38,00	

Análises Descritivas do Consumo Mensal de 2013 a 2016 - Bar

		Estatística	Erro Padrão
Consumo mensal 2013 a 16	Média	26,0000	,52084
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 24,9522	
		Limite superior 27,0478	
	5% da média aparada	25,7593	
	Mediana	26,0000	
	Variância	13,021	
	Desvio Padrão	3,60850	
	Mínimo	21,00	
	Máximo	38,00	
	Amplitude	17,00	
	Amplitude interquartil	4,75	
	Assimetria	1,004	,343
	Curtose	1,478	,674

Análises Descritivas do Consumo Nos Usos-Finais - Bar

		Estatística	Erro Padrão
consumo dias semana	Média	833,7714	165,74718
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior 428,2027	
		Limite superior 1239,3402	
	5% da média aparada	809,0016	

Mediana	739,4000	
Variância	192304,892	
Desvio Padrão	438,52582	
Mínimo	418,50	
Máximo	1694,90	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo por Hora

		Estatística	Erro Padrão	
consumoporhora	Média	20,1159	1,49154	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	17,1824	
		Limite superior	23,0493	
	5% da média aparada	15,7399		
	Mediana	10,7700		
	Variância	785,314		
	Desvio Padrão	28,02346		
	Mínimo	,00		
	Máximo	201,57		
	Amplitude	201,57		
	Amplitude interquartil	22,80		
	Assimetria	2,968	,130	

6.2.6. Tabelas Descritivas do Pet Shop

Análises Descritivas do Consumo Anual (2013-2017) – Pet Shop

		Estatística	Erro Padrão	
Evolução do consumo 2013 a 2017	Média	376,4000	55,35847	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	222,7003	
		Limite superior	530,0997	
	5% da média aparada	380,2778		
	Mediana	357,0000		
	Variância	15322,800		
	Desvio Padrão	123,78530		
	Mínimo	192,00		
	Máximo	491,00		

Análises Descritivas da Evolução do Consumo Mensal de 2013 a 2017 – Pet Shop

		Estatística	Erro Padrão	
Consumo dos anos 2013 a 2017	Média	32,4833	1,48733	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	29,5072	
		Limite superior	35,4595	
	5% da média aparada	32,6852		

Mediana	32,0000	
Variância	132,729	
Desvio Padrão	11,52079	
Mínimo	10,00	
Máximo	52,00	

Análises Descritivas do Consumo Mensal de 2013 a 2016 – Pet Shop

		Estatística	Erro Padrão
Consumomensal2013a16	Média	36,6042	1,22826
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	34,1332	
	Limite superior	39,0751	
5% da média aparada		36,5417	
Mediana		36,5000	
Variância		72,414	
Desvio Padrão		8,50967	
Mínimo		21,00	
Máximo		52,00	
Amplitude		31,00	
Amplitude interquartil		14,75	
Assimetria		,132	,343
Curtose		-1,131	,674

Análises Descritivas do Consumo Diário nos Usos-Finais de Águas – Pet Shop

		Estatística	Erro Padrão
consumodiasemana	Média	850,3667	117,62783
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	547,9947	
	Limite superior	1152,7386	
5% da média aparada		849,5463	
Mediana		793,2500	
Variância		83017,835	
Desvio Padrão		288,12816	
Mínimo		489,10	
Máximo		1226,40	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo por Hora –Pet Shop

		Estatística	Erro Padrão
consumoporhorasemoutlier	Média	49,66	4,116
95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	41,50	
	Limite superior	57,82	

5% da média aparada	47,32	
Mediana	38,17	
Variância	1829,273	
Desvio Padrão	42,770	
Mínimo	0	
Máximo	145	
Amplitude	145	
Amplitude interquartil	66	
Assimetria	,685	,233

6.2.7. Tabelas Descritivas do Salão de Beleza

Análises Descritivas do Consumo Anual (2013-2017) – Salão de Beleza

		Estatística	Erro Padrão	
Consumodosanos2013a17	Média	168,0000	18,70027	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	116,0797	
		Limite superior	219,9203	
	5% da média aparada	168,2222		
	Mediana	170,0000		
	Variância	1748,500		
	Desvio Padrão	41,81507		
	Mínimo	107,00		
	Máximo	225,00		

Análises Descritivas da Evolução do Consumo Mensal (2013 a 2017) – Salão de Beleza

		Estatística	Erro Padrão	
Evoluçãoodoconsumo2013a17	Média	14,0000	,62752	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	12,7443	
		Limite superior	15,2557	
	5% da média aparada	13,7778		
	Mediana	14,0000		
	Variância	23,627		
	Desvio Padrão	4,86077		
	Mínimo	3,00		
	Máximo	32,00		

Análises Descritivas do Consumo Mensal de 2013 a 2016 – Salão de Beleza

		Estatística	Erro Padrão	
Consumomensal2013a16	Média	15,2708	,63493	
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	13,9935	
		Limite superior	16,5482	

	5% da média aparada	14,8611	
	Mediana	14,0000	
	Variância	19,351	
	Desvio Padrão	4,39893	
	Mínimo	10,00	
	Máximo	32,00	

Análises Descritivas do Consumo nos Usos-Finais por Dia – Salão de Beleza

		Estatística	Erro Padrão
consumodiasemana	Média	840,84	82,507
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior Limite superior	
		638,96 1042,73	
	5% da média aparada	842,31	
	Mediana	845,20	
	Variância	47651,476	
	Desvio Padrão	218,292	
	Mínimo	527	
	Máximo	1128	

Análises Descritivas da Evolução do Consumo por Hora – Salão de Beleza

		Estatística	Erro Padrão
consumoporhorasemoutlier	Média	12,5871	1,74133
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior Limite superior	
		9,1230 16,0512	
	5% da média aparada	10,8203	
	Mediana	4,4500	
	Variância	251,676	
	Desvio Padrão	15,86429	
	Mínimo	,00	
	Máximo	72,15	
	Amplitude	72,15	
	Amplitude interquartil	23,48	
	Assimetria	1,492	,264

Análises Descritivas Evolução do consumo Bloco

		Estatística	Erro Padrão
Consumo2013a2017	Média	286,167	5,6688
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior Limite superior	
		274,823 297,510	

5% da média aparada	285,185	
Mediana	287,500	
Variância	1928,141	
Desvio Padrão	43,9106	
Mínimo	180,0	
Máximo	447,0	
Amplitude	267,0	
Amplitude interquartil	47,5	
Assimetria	,519	,309
Curtose	2,223	,608