

Autorização concedida a Biblioteca Central da Universidade de Brasília pelo Professor Daniel Richard Sant'Ana, em 24 de abril de 2021, para disponibilizar a obra, gratuitamente, de acordo com a licença conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra. A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

#### REFERÊNCIA

SANT'ANA, Daniel Richard (coord.). **Reúso-DF**: viabilidade técnica, ambiental e econômica do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais no Distrito Federal: relatório técnico 6/2019. Brasília: Universidade de Brasília, 2019. 311 p.

# Reúso-DF

Viabilidade técnica, ambiental e econômica do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais no Distrito Federal

## RELATÓRIO TÉCNICO 6/2019

Relatório técnico apresentado para a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal  
Convênio ADASA/UnB – DODF: 197.000.977/2015

Coordenador  
Daniel Richard Sant'Ana

Fevereiro 2019





# **Universidade de Brasília**

## **Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico**

---

**Coordenação:** Daniel Richard Sant'Ana  
Chenia Rocha Figueiredo

**Consultores:** Marco Antonio Almeida de Souza  
Pierre Mazzega Ciamp

**Pesquisadores:** Lídia Batista Pereira Medeiros  
Lívia Ferreira Santana  
Marcelo Albuquerque Lima  
Márcio Nascimento de Oliveira  
Miguel de Almeida Pereira  
Natália Totugui de Miranda  
Paula Maria Santana  
Susanna Almeida dos Santos

**Apoio Técnico:** Britoaldo Martins do Vale Júnior  
Diego Macedo Dantas  
Igor Rafael Alcantara  
Marcus Vinicius dos Santos Oliveira  
Valmor Cerqueira Pazos

**Iniciação Científica:** André Estevam Costa Oliveira  
Bruno Cabral dos Santos Bomfim  
Carlos Henrique de Oliveira Leite  
Leon Mortari  
Laís Priscila de Sousa Pinto  
Matheus Carvalho de Matos  
Samira Pinho Bezerra  
Sarah Gabrielle Lucena Silva

## **Autores**

Daniel Sant'Ana

Chenia Rocha Figueiredo

Lívia Ferreira Santana

Susanna Santos

Natália Totugui

Código

Reúso-DF: viabilidade técnica, ambiental e econômica do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais no Distrito Federal / Daniel Richard Sant'Ana (coordenador). Brasília, 2017. p.

Relatório Técnico 6/2019.

ISBN

1.Aproveitamento de águas pluviais. 2.Reúso de águas cinzas. 3.Conservação de água. 4.Saneamento Ambiental. 5.Recursos Hídricos. 6.Instalações Prediais. I. SANT'ANA, Daniel [et al.]

CDU



# Sumário

Apresentação .....	1
<b>1. Introdução .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Metodologia .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Composição de modelos representativos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Análise de viabilidade técnica .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3. Análise de viabilidade ambiental .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4. Análise de viabilidade econômica .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Composição de Modelos Representativos .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Edificações Hoteleiras .....</b>	<b>17</b>
3.1.1. Áreas .....	18
3.1.2. População .....	19
3.1.3. Consumo predial .....	19
3.1.4. Consumo <i>per capita</i> .....	20
3.1.5. Consumo <i>per area</i> .....	20
3.1.6. Usos-finais de água .....	21
<b>3.2. Edificações Comerciais .....</b>	<b>25</b>
3.2.1. Áreas .....	33
3.2.2. População .....	38
3.2.3. Consumo predial .....	41
3.2.4. Consumo <i>per capita</i> .....	43
3.2.5. Consumo <i>per area</i> .....	44
3.2.6. Usos-finais de água .....	46
<b>3.3. Edificações de Escritório .....</b>	<b>121</b>
3.3.1. Áreas .....	123
3.3.2. População .....	124
3.3.3. Consumo predial .....	124
3.3.4. Consumo <i>per capita</i> .....	125
3.3.5. Consumo <i>per area</i> .....	125
3.3.6. Usos-finais de água .....	126
<b>3.4. Edificações de Ensino .....</b>	<b>127</b>
3.4.1. Áreas .....	130
3.4.2. População .....	130
3.4.3. Consumo predial .....	131
3.4.4. Consumo <i>per capita</i> .....	132
3.4.5. Consumo <i>per area</i> .....	133
3.4.6. Usos-finais de água .....	134
<b>3.5. Edificações de Saúde .....</b>	<b>152</b>
3.5.1. Áreas .....	155
3.5.2. População .....	156
3.5.3. Consumo predial .....	158

3.5.4.	Consumo <i>per capita</i> .....	161
3.5.5.	Consumo <i>per area</i> .....	163
3.5.6.	Usos-finais de água.....	164
<b>3.6.</b>	<b>Edificações de Transporte.....</b>	<b>185</b>
3.6.1.	Áreas.....	186
3.6.2.	População.....	188
3.6.3.	Consumo predial.....	192
3.6.4.	Consumo <i>per capita</i> e Consumo <i>per area</i> .....	200
3.6.5.	Usos-finais de água.....	202
<b>4.</b>	<b>Análise de Viabilidade Técnica .....</b>	<b>211</b>
4.1.	Sistemas de aproveitamento de águas pluviais .....	211
4.2.	Sistemas de reúso de águas cinzas.....	213
<b>5.</b>	<b>Análise de Viabilidade Ambiental.....</b>	<b>215</b>
<b>5.1.</b>	<b>Sistemas de aproveitamento de água de águas pluviais .....</b>	<b>215</b>
5.1.1.	Edificações Hoteleiras .....	215
5.1.2.	Edificações Comerciais .....	219
5.1.3.	Edificações de Escritórios .....	237
5.1.4.	Edificações de Ensino.....	239
5.1.5.	Edificações de Saúde .....	246
5.1.6.	Edificações de Transporte.....	251
<b>5.2.</b>	<b>Sistemas de reúso de águas cinzas.....</b>	<b>254</b>
5.2.1.	Edificações Hoteleiras .....	255
5.2.2.	Edificações Comerciais .....	256
5.2.3.	Edificações de Escritórios .....	261
5.2.4.	Edificações de Ensino.....	261
5.2.5.	Edificações de Saúde .....	264
5.2.6.	Edificações de Transporte.....	266
<b>6.</b>	<b>Análise de Viabilidade Econômica .....</b>	<b>268</b>
<b>6.1.</b>	<b>Sistemas de aproveitamento de água de águas pluviais .....</b>	<b>268</b>
6.1.1.	Edificações Hoteleiras .....	268
6.1.2.	Edificações Comerciais .....	269
6.1.3.	Edificações de Escritórios .....	283
6.1.4.	Edificações de Ensino.....	284
6.1.5.	Edificações de Saúde .....	290
6.1.6.	Edificações de Transporte.....	294
<b>6.2.</b>	<b>Sistemas de reúso de águas cinzas.....</b>	<b>297</b>
6.2.1.	Edificações Hoteleiras .....	297
6.2.2.	Edificações Comerciais .....	298
6.2.3.	Edificações de Escritórios .....	302
6.2.4.	Edificações de Ensino.....	303
6.2.5.	Edificações de Saúde .....	304
6.2.6.	Edificações de Transporte.....	305

## Lista de Figuras

Figura 1. Equipamento de medição composto por medidor de fluxo (a) e módulo data-logger (b). ..	9
Figura 2. 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). .....	10
Figura 3. Discrepâncias entre consumo médio faturado e consumo estimado. ....	11
Figura 4. Distribuição espacial das regiões de coleta de dados primários. ....	17
Figura 5. Evolução do consumo mensal médio em edificações hoteleiras. ....	19
Figura 6. Consumo per capita em edificações hoteleiras. ....	20
Figura 7. Consumo per area em edificações hoteleiras. ....	20
Figura 8. Edificação hoteleira de baixa densidade selecionada para estudo de caso. ....	21
Figura 9. Consumo mensal da edificação hoteleira de baixa densidade. ....	22
Figura 10. Edificação hoteleira de alta densidade selecionada para estudo de caso. ....	23
Figura 11. Consumo mensal da edificação hoteleira de alta densidade. ....	23
Figura 12. Consumo diário da edificação de alta densidade. ....	24
Figura 13: Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados .....	25
Figura 14. Gráfico da área média por atividades de comércio e serviços .....	33
Figura 15. Gráfico da área construída de estabelecimentos comerciais .....	34
Figura 16: Gráfico da área construída (m <sup>2</sup> ) de blocos comerciais .....	34
Figura 17: Gráfico da área de cobertura (m <sup>2</sup> ) de blocos comerciais .....	35
Figura 18: Gráfico da área construída (m <sup>2</sup> ) de galpões comerciais .....	36
Figura 19: Gráfico da área de cobertura (m <sup>2</sup> ) de galpões comerciais .....	37
Figura 20: Gráfico da área construída por edificação (m <sup>2</sup> /centro comercial).....	37
Figura 21: Gráfico da área de cobertura por edificação (m <sup>2</sup> /centro comercial) .....	38
Figura 22: Gráfico da população flutuante e fixa média diária de atividade de comércio e serviços .....	38
Figura 23: Gráfico de população fixa (p/d) em estabelecimentos comerciais .....	39
Figura 24: Gráfico de população fixa (p/d) em blocos comerciais .....	40
Figura 25: Gráfico da evolução do consumo médio mensal (m <sup>3</sup> /mês) de blocos comerciais.....	41
Figura 26: Gráfico da evolução do consumo mensal médio de galpões comerciais (m <sup>3</sup> /mês).....	42
Figura 27: Gráfico da evolução do consumo mensal médio atividades de galpões comerciais (m <sup>3</sup> /mês) .....	42
Figura 28: Gráfico da evolução do consumo mensal médio de centros comerciais (m <sup>3</sup> /mês) .....	43
Figura 29: Gráfico do consumo per capita de blocos comerciais .....	44
Figura 30: Gráfico do consumo per capita de galpões comerciais (l/p/d) .....	44
Figura 31: Gráfico do consumo per area de blocos comerciais.....	45
Figura 32: Gráfico do consumo per area de galpões comerciais (l/m <sup>2</sup> /d).....	45
Figura 33: Gráfico do consumo per area de centros comerciais (l/m <sup>2</sup> /d) .....	45
Figura 34: Evolução do Consumo (Hortifruti) .....	47
Figura 35: Consumo Mensal (2016) - Hortifruti da Ilha.....	47

Figura 36: <i>Consumo Diário - Hortifruti da Ilha</i> .....	48
Figura 37: <i>Consumo Mensal – Ilhas do Pães</i> .....	50
Figura 38: <i>Uso final</i> .....	51
Figura 39: <i>Consumo Setorizado -Ilha dos Pães</i> .....	52
Figura 40: <i>Consumo Diário – Ilha dos Pães</i> .....	53
Figura 41: <i>Consumo Mensal - Cítrica</i> .....	54
Figura 42: <i>Consumo nos usos finais – Cítrica</i> .....	55
Figura 43: <i>Consumo Setorizado – Cítrica</i> .....	55
Figura 44: <i>Consumo mensal (2016) – Drogafuji</i> .....	57
Figura 45: <i>Consumo nos usos finais – Drogafuji</i> .....	58
Figura 46: <i>Consumo setorizado – Drogafuji</i> .....	59
Figura 47: <i>Consumo diário – Drogafuji</i> .....	59
Figura 48: <i>Consumo Mensal (2017) – No Grão</i> .....	61
Figura 49: <i>Consumo no uso Final – No Grão</i> .....	62
Figura 50: <i>Consumo Setorizado – No Grão</i> .....	62
Figura 51. <i>Consumo nos usos finais – No Grão</i> .....	63
Figura 52. <i>Uso final – No Grão</i> .....	63
Figura 53. <i>Consumo mensal (2016) – Versão Brasileira</i> .....	64
Figura 54. <i>Consumo nos usos finais – Versão Brasileira</i> .....	66
Figura 55. <i>Consumo setorizado – Versão Brasileira</i> .....	66
Figura 56. <i>Consumo diário – Versão Brasileira</i> .....	67
Figura 57. <i>Consumo mensal (2016) – Ki Sabor</i> .....	68
Figura 58. <i>Consumo nos usos finais – Ki Sabor</i> .....	69
Figura 59. <i>Consumo setorizado – Ki Sabor</i> .....	70
Figura 60. <i>Consumo diário – Ki Sabor</i> .....	70
Figura 61. <i>Consumo mensal (2016) – Giraffas</i> .....	73
Figura 62. <i>Consumo nos usos finais – Giraffas</i> .....	74
Figura 63. <i>Consumo setorizado – Giraffas</i> .....	75
Figura 64. <i>Consumo diário – Giraffas</i> .....	75
Figura 65. <i>Consumo nos usos finais – Biral</i> .....	77
Figura 66. <i>Consumo setorizado – Biral</i> .....	77
Figura 67. <i>Consumo diário – Biral</i> .....	78
Figura 68. <i>Consumo nos usos finais – Subway</i> .....	80
Figura 69. <i>Consumo setorizado – Subway</i> .....	80
Figura 70. <i>Consumo mensal (2017) – Cafezinho</i> .....	82
Figura 71. <i>Consumo nos usos finais – Cafezinho</i> .....	83
Figura 72. <i>Consumo setorizado – Cafezinho</i> .....	83
Figura 73. <i>Consumo diário – Cafezinho</i> .....	84
Figura 74. <i>Consumo mensal (2018) – Yogoberry</i> .....	85
Figura 75. <i>Consumo nos usos finais – Yogoberry</i> .....	86
Figura 76. <i>Consumo setorizado – Yogoberry</i> .....	86
Figura 77. <i>Consumo mensal (2016) – Cia da Terra</i> .....	88
Figura 78. <i>Consumo nos usos finais – Cia da Terra</i> .....	89

Figura 79. <i>Consumo setorizado – Cia da Terra.</i> .....	89
Figura 80. <i>Consumo mensal (2016) – Laundry.</i> .....	90
Figura 81. <i>Consumo nos usos finais – Laundry.</i> .....	91
Figura 82. <i>Consumo setorizado – Laundry</i> .....	92
Figura 83. <i>Consumo diário – Laundry.</i> .....	92
Figura 84. <i>Consumo mensal (2016) – Family's Hair.</i> .....	94
Figura 85. <i>Consumo nos usos finais – Family's Hair.</i> .....	95
Figura 86. <i>Consumo setorizado – Family's Hair.</i> .....	95
Figura 87. <i>Consumo diário – Family's Hair.</i> .....	96
Figura 88. <i>Consumo mensal (2017) – SmartFit.</i> .....	97
Figura 89. <i>Consumo nos usos finais – SmartFit.</i> .....	98
Figura 90. <i>Consumo setorizado – SmartFit</i> .....	99
Figura 91. <i>Consumo diário – SmartFit.</i> .....	100
Figura 92. <i>Consumo mensal (2017) – Pier 21.</i> .....	108
Figura 93. <i>Consumo mensal (2016) – Concessionária.</i> .....	112
Figura 94. <i>Consumo nos usos finais – Concessionárias</i> .....	114
Figura 95. <i>Consumo diário – Concessionárias.</i> .....	115
Figura 96. <i>Consumo mensal (2016) – Construshopping</i> .....	116
Figura 97. <i>Consumo nos usos finais – Construshopping.</i> .....	117
Figura 98. <i>Consumo diário – Construshopping</i> .....	118
Figura 99. <i>Consumo mensal (2016) – Supermercado Fagundes.</i> .....	119
Figura 100. <i>Consumo nos usos finais – Supermercado Fagundes</i> .....	120
Figura 101. <i>Consumo diário – Supermercado Fagundes</i> .....	121
Figura 102. <i>Distribuição espacial das regiões de coleta de dados primários.</i> .....	122
Figura 103. <i>Área construída das edificações de escritórios.</i> .....	123
Figura 104. <i>População total das edificações de escritórios.</i> .....	124
Figura 105. <i>Evolução do consumo mensal médio em edificações de escritórios.</i> .....	124
Figura 106. <i>Consumo per capita em edificações de escritórios.</i> .....	125
Figura 107. <i>Consumo per area em edificações de escritório.</i> .....	125
Figura 108. <i>Edificação de escritórios selecionada para estudo de caso.</i> .....	126
Figura 109. <i>Consumo mensal da edificação hoteleira de alta densidade.</i> .....	127
Figura 110. <i>Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados</i> .....	128
Figura 111. <i>Evolução do consumo mensal médio em edificações escolares.</i> .....	131
Figura 112. <i>Evolução do consumo mensal médio em edificações de ensino superior.</i> .....	131
Figura 113. <i>Consumo per capita em edificações escolares.</i> .....	132
Figura 114. <i>Consumo per capita em edificações de ensino superior.</i> .....	133
Figura 115. <i>Consumo per area em edificações escolares.</i> .....	134
Figura 116. <i>Consumo per area em edificações de ensino superior.</i> .....	134
Figura 117. <i>Edificação de Ensino Infantil selecionada para estudo de caso (CEI 01).</i> .....	135
Figura 118. <i>Consumo mensal do Centro de Ensino Infantil 01.</i> .....	135
Figura 119. <i>Consumo diário do Centro de Ensino Infantil 01.</i> .....	136
Figura 120. <i>Edificação de Ensino Fundamental I selecionada para estudo de caso (EC 415N).</i> ..	138



Figura 121. <i>Consumo mensal da Escola Classe 415N.</i> .....	138
Figura 122. <i>Consumo diário da Escola Classe 415N.</i> .....	139
Figura 123. <i>Centro Educacional 04 do Guará.</i> .....	140
Figura 124. <i>Consumo mensal do Centro Educacional 04.</i> .....	141
Figura 125. <i>Consumo diário do Centro Educacional 04.</i> .....	141
Figura 126. <i>Consumo mensal médio do ICC.</i> .....	143
Figura 127. <i>Consumo mensal médio do BSAS, FD, FE5, FT, IB, SG1, IPOL/IREL e PJC.</i> .....	144
Figura 128. <i>Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados.</i> .....	152
Figura 129. <i>Diagrama de dispersão da área – UBS.</i> .....	155
Figura 130. <i>Diagrama de dispersão da área – UPA.</i> .....	155
Figura 131. <i>Diagrama de dispersão da área – Hospital.</i> .....	156
Figura 132. <i>Diagrama de dispersão total das áreas construídas dos Estabelecimentos de Saúde – UBS, UPA e Hospitais.</i> .....	156
Figura 133. <i>Diagrama de dispersão da população - UBS.</i> .....	157
Figura 134. <i>Diagrama de dispersão da população - UPA.</i> .....	157
Figura 135. <i>Diagrama de dispersão da população - Hospital.</i> .....	158
Figura 136. <i>Diagrama de dispersão total da população dos Estabelecimentos de Saúde – UBS, UPA e Hospitais.</i> .....	158
Figura 137. <i>Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UBS.</i> .....	159
Figura 138. <i>Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UPA.</i> .....	159
Figura 139. <i>Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – Hospital.</i> .....	160
Figura 140. <i>Consumo predial médio de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UBS, UPA e Hospitais.</i> .....	160
Figura 141. <i>Diagrama de dispersão do consumo per capita (l/p/d) – UBS.</i> .....	161
Figura 142. <i>Diagrama de dispersão do consumo per capita (l/p/d) – UPA.</i> .....	161
Figura 143. <i>Diagrama de dispersão do consumo per capita (l/p/d) – Hospitais.</i> .....	162
Figura 144. <i>Diagrama de dispersão do consumo per capita (l/p/d) – UBS, UPA e Hospitais.</i> .....	162
Figura 145. <i>Diagrama de dispersão do consumo per area (l/m<sup>2</sup>/d) – UBS.</i> .....	163
Figura 146. <i>Diagrama de dispersão do consumo per area (l/m<sup>2</sup>/d) – UPA.</i> .....	163
Figura 147. <i>Diagrama de dispersão do consumo per area (l/m<sup>2</sup>/d) – Hospital.</i> .....	164
Figura 148. <i>Diagrama de dispersão do consumo per area (l/m<sup>2</sup>/d) – UBS, UPA e Hospitais.</i> .....	164
Figura 149. <i>Evolução do consumo de água dos anos de 2015 e 2016 (m<sup>3</sup>/mês).</i> .....	166
Figura 150. <i>Consumo mensal médio dos anos de 2015 e 2016.</i> .....	166
Figura 151. <i>Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.</i> .....	167
Figura 152. <i>Medidor de fluxo instalado na torneira do lavatório do banheiro (a), medidor de fluxo instalado no chuveiro (b), módulo data-logger fixado na parede do banheiro (c).</i> .....	169
Figura 153. <i>Evolução do consumo de água dos anos de 2015 e 2016 (m<sup>3</sup>/mês).</i> .....	171
Figura 154. <i>Consumo mensal médio dos anos de 2015 e 2016.</i> .....	172
Figura 155. <i>Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.</i> .....	172
Figura 156. <i>Medidor de fluxo instalado na torneira dos lavatórios do banheiro/vestiário masculino (a), módulo data-logger fixado na parede do banheiro (b), medidor de fluxo instalado no vaso sanitário (c).</i> .....	173

Figura 157: <i>Planta baixa do Hospital de apoio de Brasília com setorização das áreas de serviço e atendimento.</i> .....	176
Figura 158: <i>Evolução do consumo de água dos últimos anos (m<sup>3</sup>/mês).</i> .....	177
Figura 159: <i>Consumo mensal médio dos últimos seis anos.</i> .....	178
Figura 160: <i>Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.</i> .....	179
Figura 161: <i>Hidrômetro instalado na lavanderia (a) e instalação do hidrômetro na tubulação que alimenta o laboratório de unidade genética, Ala de internação A (b).</i> .....	180
Figura 162: <i>Medidor de fluxo instalado na torneira da pia da cozinha (a), módulo data-logger fixado na parede, (b) processo de instalação do equipamento dentro do forro de gesso do banheiro (c).</i> .....	182
Figura 163: <i>Instalação de mini contadores (a) junto a válvula de descarga (b).</i> .....	182
Figura 164. <i>Mapa aéreo do aeroporto com destaque para o TP1</i> .....	186
Figura 165. <i>Perspectiva destacando cada pavimento da Rodoviária do Plano Piloto</i> .....	187
Figura 166: <i>Diagrama de dispersão da área</i> .....	188
Figura 167: <i>Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) nacional.</i> .....	189
Figura 168: <i>Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) internacional.</i> .....	189
Figura 169: <i>Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) total.</i> .....	189
Figura 170: <i>Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros).</i> .....	191
Figura 171: <i>Evolução do consumo de água dos últimos 6 anos (m<sup>3</sup>/mês)</i> .....	193
Figura 172: <i>Evolução do consumo de água dos últimos 4 anos (m<sup>3</sup>/mês)</i> .....	194
Figura 173: <i>Média de consumo 2010-2018 de todas as estações</i> .....	195
Figura 174: <i>Média de consumo de 2010, 2016, 2017, 2018 de todas as estações</i> .....	196
Figura 175: <i>Consumo Estação Central (2010-2018)</i> .....	197
Figura 176: <i>Consumo Estação Galeria (2010-2018)</i> .....	197
Figura 177: <i>Consumo Estação Galeria (2010-2018) sem outliers</i> .....	198
Figura 178: <i>Consumo Estação 114 Sul (2010-2018)</i> .....	198
Figura 179: <i>Consumo Estação Centro Metropolitano (2010-2018)</i> .....	199
Figura 180: <i>Consumo Estação Centro Metropolitano (2010-2018) sem outliers</i> .....	199
Figura 181. <i>Consumo Setorizado Usos-Finais AIB</i> .....	204
Figura 182. <i>Consumo mensal (2016) – Rodoviária</i> .....	205
Figura 183. <i>Consumo nos usos finais – Rodoviária</i> .....	207
Figura 184. <i>Consumo mensal (2016-2018) – Estação 114 Sul</i> .....	208
Figura 185. <i>Consumo nos usos finais – Estação 114 Sul</i> .....	209
Figura 186: <i>Coluna de água independente (a) que permite fácil adaptação predial; e coluna de água ramificada (b) que necessita de reforma predial para o uso não potável de água.</i> .....	212
Figura 187: <i>Possíveis adaptações prediais para a coleta de águas cinzas</i> .....	213
Figura 188. <i>Economia de água por volume de reservatório – hotel baixa densidade: Irrigação e Lavagem de Pisos.</i> .....	216
Figura 189. <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em edificações hoteleiras de baixa densidade.</i> .....	216
Figura 190. <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em irrigação, lavagem de pisos e descarga santária.</i> .....	217

Figura 191. <i>Economia de água por volume de reservatório – hotel alta densidade: Irrigação e Lavagem de Pisos.</i> .....	217
Figura 192. <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em edificações hoteleiras de alta densidade.</i> .....	218
Figura 193. <i>Economia de água por volume de reservatório – hotel alta densidade: Lavagem de Roupa.</i> .....	218
Figura 194: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos.</i> .....	220
Figura 195: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Norte: Descarga Sanitária.</i> .....	221
Figura 196: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	221
Figura 197: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos.</i> .....	222
Figura 198: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Sul: Descarga Sanitária.</i> .....	222
Figura 199: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	223
Figura 200: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos.</i> .....	223
Figura 201: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Norte: Descarga Sanitária.</i> .....	224
Figura 202: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	224
Figura 203: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos.</i> .....	225
Figura 204: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Sul: Descarga Sanitária.</i> .....	225
Figura 205: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	226
Figura 206: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos.</i> .....	226
Figura 207: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária.</i> .....	227
Figura 208: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	228
Figura 209: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos &amp; Máq. Lavar Roupa.</i> .....	228
Figura 210: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos.</i> .....	229
Figura 211: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária.</i> .....	229

Figura 212: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária</i> .....	230
Figura 213: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos &amp; Máq. Lavar Roupa</i> . ....	230
Figura 214: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Pisos</i> . ....	231
Figura 215: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Descarga Sanitária</i> . ....	231
Figura 216: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos</i> . ....	232
Figura 217: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos; Descarga Sanitária &amp; Lavagem de piso</i> . ....	232
Figura 218: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Materiais de Construção: Lavagem de Pisos</i> . ....	233
Figura 219: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Materiais de Construção: Descarga Sanitária</i> . ....	233
Figura 220: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Materiais de Construção: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária</i> . ....	234
Figura 221: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos</i> . ....	234
Figura 222: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Supermercado: Descarga Sanitária</i> . ....	235
Figura 223: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária</i> .....	235
Figura 224: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Centro Comercial: Lavagem de Pisos</i> .....	236
Figura 225: <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em Centros Comerciais</i> . ....	236
Figura 226: <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em lavagem de pisos e descarga sanitária em Centros Comerciais</i> . ....	237
Figura 227. <i>Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação e Lavagem de Pisos</i> . ....	238
Figura 228: <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em Edificações de Escritórios</i> . ....	238
Figura 229. <i>Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação, Lavagem de Pisos e Ar Condicionado</i> . ....	239
Figura 230. <i>Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação, Lavagem de Pisos e Ar Condicionado</i> . ....	239
Figura 231: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação e lavagem de pisos</i> . ....	240
Figura 232: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária</i> . ....	240

Figura 233: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para descarga sanitária.</i> .....	241
Figura 234: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação, lavagem de pisos, lavagem de roupa e descarga sanitária.</i> .....	241
Figura 235: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para irrigação e lavagem de pisos.</i> .....	242
Figura 236: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.</i> .....	242
Figura 237: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para descarga sanitária.</i> .....	242
Figura 238: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para irrigação e lavagem de pisos.</i> .....	243
Figura 239: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.</i> .....	243
Figura 240: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para descarga sanitária.</i> .....	244
Figura 241: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para irrigação e lavagem de pisos.</i> .....	244
Figura 242: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.</i> .....	245
Figura 243: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para descarga sanitária.</i> .....	245
Figura 244: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino superior, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.</i> .....	245
Figura 244: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – ensino superior, para descarga sanitária.</i> .....	246
Figura 245: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Lavagem de Pisos.</i> .....	247
Figura 246: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Descarga Sanitária.</i> .....	247
Figura 247: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	248
Figura 248: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Lavagem de Pisos.</i> .....	248
Figura 249: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Descarga Sanitária (Vaso sanitário e Expurgo).</i> .....	248
Figura 250: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).</i> .....	249
Figura 251: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Lavagem de Pisos.</i> .....	249
Figura 252: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo).</i> .....	250
Figura 253: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Máquina de Lavar Roupas.</i> .....	250
Figura 254: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Lavagem de Pisos &amp; Máquina de Lavar Roupas.</i> .....	250
Figura 255: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Lavagem de Pisos.</i> .....	251
Figura 256: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Irrigação.</i> .....	252

Figura 257: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Lavagem de Pisos, Irrigação &amp; Desemborrachamento de Pistas.</i> .....	252
Figura 258: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Rodoviária do Plano Piloto: Lavagem de Pisos.</i> .....	252
Figura 259: <i>Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga na Rodoviária do Plano Piloto.</i> .....	253
Figura 260: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Lavagem de Pisos.</i> .....	253
Figura 261: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Descarga Sanitária.</i> .....	253
Figura 262: <i>Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Descarga Sanitária &amp; Lavagem de Piso.</i> .....	254
Figura 263: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em hotel de baixa densidade.</i> .....	255
Figura 264: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em hotel de alta densidade.</i> .....	256
Figura 265: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Lago Norte.</i> .....	257
Figura 266: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Lago Sul.</i> .....	257
Figura 267: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Asa Norte.</i> .....	258
Figura 268: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Asa Sul.</i> .....	258
Figura 269: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal.</i> .....	258
Figura 270: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Águas Claras.</i> .....	259
Figura 271: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Concessionária de Veículos.</i> .....	259
Figura 272: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Material de Construção.</i> .....	259
Figura 273: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Supermercados.</i> .....	260
Figura 274: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Centro Comercial.</i> .....	260
Figura 265: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escritórios.</i> .....	261
Figura 276: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas – Ensino Infantil.</i> .....	262
Figura 277: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental I.</i> .....	262

Figura 278: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental II.</i> .....	263
Figura 279: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de ensino médio.</i> .....	263
Figura 280: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de ensino superior.</i> .....	264
Figura 281: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para UBS.</i> .....	265
Figura 282: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para UPA.</i> .....	265
Figura 283: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para Hospital.</i> .....	265
Figura 284: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para a Rodoviária do Plano Piloto</i> .....	266
Figura 285: <i>Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Metrô-DF</i> .....	267

## Lista de Tabelas

Tabela 1. <i>Amostragem do levantamento quantitativo e qualitativo.</i> .....	7
Tabela 2. <i>Vida útil de componentes hidráulicos.</i> .....	14
Tabela 3. <i>Principais características das edificações hoteleiras.</i> .....	18
Tabela 4. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.</i> .....	22
Tabela 5. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.</i> .....	24
Tabela 6: <i>Principais características das edificações comerciais</i> .....	27
Tabela 7: <i>Categorização das atividades de comércio e serviços</i> .....	28
Tabela 8: <i>Caracterização das atividades do comércio</i> .....	28
Tabela 9: <i>Caracterização das atividades de serviço</i> .....	29
Tabela 10: <i>Tipologia de galpão comercial.</i> .....	32
Tabela 11: <i>Informações básicas – Hortifriti.</i> .....	46
Tabela 12: <i>Resultado com datalogger para pia da cozinha.</i> .....	48
Tabela 13: <i>Indicador de Uso Final</i> .....	49
Tabela 14: <i>Informações básicas – Ilha dos Pães.</i> .....	49
Tabela 15: <i>Consumo diário e indicadores de consumo.</i> .....	50
Tabela 16: <i>Consumo diário do consumo setorizado.</i> .....	52
Tabela 17: <i>Uso final – Ilha dos Pães</i> .....	53
Tabela 18: <i>Informações básicas – Cítrica.</i> .....	53
Tabela 19: <i>Consumos diários e os indicadores de consumo – Cítrica.</i> .....	54
Tabela 20: <i>Consumo Setorizado – Cítrica.</i> .....	55
Tabela 21: <i>Consumo Diário – Cítrica.</i> .....	56
Tabela 22: <i>Uso Final – Cítrica.</i> .....	56
Tabela 23: <i>Informações básicas – Drogafuji.</i> .....	57
Tabela 24: <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Drogafuji.</i> .....	58
Tabela 25: <i>Consumo setorizado – Drogafuji.</i> .....	59
Tabela 26: <i>Uso final – Drogafuji.</i> .....	60
Tabela 27: <i>Informações básicas – No Grão.</i> .....	60
Tabela 28: <i>Consumo diário e indicadores de consumo – No Grão.</i> .....	61
Tabela 29: <i>Consumo Setorizado – No Grão.</i> .....	62
Tabela 30. <i>Informações básicas – Versão Brasileira.</i> .....	64
Tabela 31. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Versão Brasileira.</i> .....	65
Tabela 32. <i>Consumo setorizado – Versão Brasileira.</i> .....	66
Tabela 33. <i>Uso final – Versão Brasileira.</i> .....	67
Tabela 34. <i>Informações básicas – Ki Sabor.</i> .....	68
Tabela 35. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Ki Sabor.</i> .....	68
Tabela 36. <i>Consumo setorizado – Ki Sabor.</i> .....	70
Tabela 37. <i>Uso final – Ki Sabor.</i> .....	71
Tabela 38. <i>Informações básicas – Taco Pep.</i> .....	71
Tabela 39. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Taco Pep.</i> .....	72
Tabela 40. <i>Informações básicas – Giraffas.</i> .....	72
Tabela 41. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Giraffas.</i> .....	73



Tabela 42. <i>Consumo setorizado – Giraffas.</i> .....	75
Tabela 43. <i>Uso final – Giraffas.</i> .....	76
Tabela 44. <i>Informações básicas – Biral</i> .....	76
Tabela 45. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Biral.</i> .....	76
Tabela 46. <i>Consumo setorizado – Biral.</i> .....	78
Tabela 47. <i>Uso final – Biral</i> .....	78
Tabela 48. <i>Informações básicas – Subway</i> .....	79
Tabela 49. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Subway.</i> .....	79
Tabela 50. <i>Consumo setorizado – Subway.</i> .....	80
Tabela 51. <i>Uso final – Subway.</i> .....	81
Tabela 52. <i>Informações básicas – Cafezinho</i> .....	81
Tabela 53. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Cafezinho.</i> .....	82
Tabela 54. <i>Consumo setorizado – Cafezinho.</i> .....	83
Tabela 55. <i>Uso final – Cafezinho.</i> .....	84
Tabela 56. <i>Informações básicas – Yogoberry.</i> .....	85
Tabela 57. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Yogoberry.</i> .....	85
Tabela 58. <i>Consumo setorizado – Yogoberry.</i> .....	86
Tabela 59. <i>Uso final – Yogoberry.</i> .....	87
Tabela 60. <i>Informações básicas – Cia da Terra.</i> .....	87
Tabela 61. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Cia da Terra.</i> .....	88
Tabela 62. <i>Informações básicas – Laundry.</i> .....	90
Tabela 63. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Laundry.</i> .....	91
Tabela 64. <i>Consumo setorizado – Laundry.</i> .....	92
Tabela 65. <i>Uso final – Laundry</i> .....	93
Tabela 66. <i>Informações básicas – Family's Hair.</i> .....	93
Tabela 67. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Family's Hair.</i> .....	94
Tabela 68. <i>Consumo setorizado – Family's Hair.</i> .....	95
Tabela 69. <i>Uso final – Family's Hair.</i> .....	96
Tabela 70. <i>Informações básicas – SmartFit</i> .....	97
Tabela 71. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – SmartFit.</i> .....	98
Tabela 72. <i>Consumo setorizado – SmartFit</i> .....	99
Tabela 73. <i>Uso final – SmartFit.</i> .....	100
Tabela 74. <i>Características Tipológicas - Bloco Asa Norte</i> .....	100
Tabela 75. <i>Indicadores de consumo – Bloco Asa Norte.</i> .....	101
Tabela 76. <i>Características Tipológicas - Bloco Asa Sul</i> .....	101
Tabela 77. <i>Indicadores de consumo – Bloco Asa Sul.</i> .....	102
Tabela 78. <i>Características Tipológicas – Bloco Lago Norte</i> .....	102
Tabela 79. <i>Indicadores de consumo – Bloco Lago Norte</i> .....	103
Tabela 80. <i>Características Tipológicas - Bloco Lago Sul.</i> .....	104
Tabela 81. <i>Indicadores de consumo – Bloco Lago Sul.</i> .....	104
Tabela 82. <i>Características Tipológicas - Bloco Sudoeste/ Octogonal.</i> .....	105
Tabela 83. <i>Indicadores de consumo – Bloco Sudoeste/ Octogonal.</i> .....	105
Tabela 84. <i>Características Tipológicas - Bloco Aguas Claras</i> .....	106

Tabela 85. <i>Indicadores de consumo – Bloco Aguas Claras.</i> .....	106
Tabela 86. <i>Informações básicas – Pier 21</i> .....	107
Tabela 87. <i>Modelo Representativo - Pier 21</i> .....	108
Tabela 88. <i>Consumo Setorizado - Pier 21.</i> .....	110
Tabela 89. <i>Uso Final - Pier 21.</i> .....	111
Tabela 90. <i>Informações básicas – Concessionárias</i> .....	111
Tabela 91. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Concessionárias.</i> .....	112
Tabela 92. <i>Consumo setorizado – Concessionária</i> .....	114
Tabela 93. <i>Uso Final - Concessionária</i> .....	115
Tabela 94. <i>Informações básicas – Construshopping</i> .....	116
Tabela 95. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Construshopping</i> .....	117
Tabela 96. <i>Consumo setorizado – Construshopping</i> .....	117
Tabela 97. <i>Uso final – Construshopping</i> .....	118
Tabela 98. <i>Informações básicas – Supermercado Fagundes.</i> .....	119
Tabela 99. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Supermercado Fagundes</i> .....	120
Tabela 100. <i>Consumo setorizado – Supermercado Fagundes</i> .....	120
Tabela 101. <i>Uso final – Supermercado Fagundes</i> .....	121
Tabela 102: <i>Principais características das edificações de escritório.</i> .....	122
Tabela 103. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.</i> .....	127
Tabela 104: <i>Tipologia escolar em função da faixa etária e nível de aprendizado</i> .....	128
Tabela 105. <i>Principais características das edificações de ensino.</i> .....	129
Tabela 106. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.</i> .....	137
Tabela 107. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final.</i> .....	139
Tabela 108. <i>Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final.</i> .....	142
Tabela 109. <i>Edificações de ensino superior analisadas no Campus Darcy Ribeiro - UnB.</i> .....	143
Tabela 110: <i>Principais características das edificações de saúde.</i> .....	154
Tabela 111: <i>Indicadores de consumo individual.</i> .....	169
Tabela 112: <i>Indicadores de consumo individual.</i> .....	174
Tabela 113: <i>Indicadores de consumo individual.</i> .....	183
Tabela 114: <i>Principais características das edificações de transporte</i> .....	185
Tabela 115: <i>Áreas das estações estudadas</i> .....	187
Tabela 116. <i>Número de passageiros por mês dos anos 2014 a 2016</i> .....	190
Tabela 117: <i>Distribuição dos funcionários por estação</i> .....	191
Tabela 118. <i>Consumo per capita e per area AIB</i> .....	200
Tabela 119. <i>Consumo per capita e per area Rodoviária do Plano Piloto</i> .....	200
Tabela 120. <i>Consumo per capita e per area das estações do METRÔ-DF</i> .....	201
Tabela 121. <i>Consumo per capita e per area estação 114 Sul</i> .....	202
Tabela 122. <i>Especificação dos equipamentos utilizados na limpeza dos pisos</i> .....	202
Tabela 123. <i>Volume de água gasto para limpeza do TPI</i> .....	203
Tabela 124. <i>Usos Finais AIB</i> .....	204
Tabela 125. <i>Discrepâncias Usos-Finais</i> .....	204
Tabela 126. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Rodoviária</i> .....	206

Tabela 127. <i>Uso final – Rodoviária</i> .....	207
Tabela 128. <i>Consumo diário e indicadores de consumo – Estação 114 Sul</i> .....	209
Tabela 129. <i>Uso final – Estação 114 Sul</i> .....	210
Tabela 130. <i>Informações Gerais - Metrô-DF</i> .....	210
Tabela 131. <i>Modelo Representativo - Metrô-DF</i> .....	210
Tabela 132. <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – baixa densidade.</i> .....	268
Tabela 133. <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – alta densidade.</i> .....	269
Tabela 134: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos.</i> .....	273
Tabela 135: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Descarga Sanitária.</i> .....	273
Tabela 136: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	273
Tabela 137: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos.</i> .....	274
Tabela 138: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Descarga Sanitária.</i> .....	274
Tabela 139: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	275
Tabela 140: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos.</i> .....	275
Tabela 141: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Descarga Sanitária.</i> .....	275
Tabela 142: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	276
Tabela 143: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos.</i> .....	276
Tabela 144: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Descarga Sanitária.</i> .....	276
Tabela 145: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	277
Tabela 146: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos.</i> .....	277
Tabela 147: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária.</i> .....	277
Tabela 148: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	278
Tabela 149: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos &amp; Máq. Lavar Roupa.</i> .....	278

Tabela 150: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos.</i> .....	278
Tabela 151: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária.</i> .....	279
Tabela 152: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	279
Tabela 153: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos &amp; Máq. Lavar Roupas.</i> .	279
Tabela 154: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Pisos.</i> .....	280
Tabela 155: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Descarga Sanitária.</i> .....	280
Tabela 156: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos.</i> .....	280
Tabela 157: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos; Descarga Sanitária &amp; Lavagem de Piso.</i> .....	281
Tabela 158: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Lavagem de Pisos.</i> .....	281
Tabela 159: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Descarga Sanitária.</i> .....	281
Tabela 160: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	282
Tabela 161: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos.</i> .....	282
Tabela 162: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Supermercado: Descarga Sanitária.</i> .....	282
Tabela 163: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	283
Tabela 164: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Centro Comercial: Lavagem de Pisos.</i> .....	283
Tabela 165: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em escritórios – irrigação e lavagem de pisos.</i> .....	284
Tabela 166: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em escritórios – irrigação, lavagem de pisos e ar condicionado.</i> .....	284
Tabela 167: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Infantil.</i> .....	284
Tabela 168: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Infantil.</i> .....	285
Tabela 169: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Infantil.</i> .....	285

Tabela 170: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso, descarga sanitária e lavagem de roupas – ensino infantil.</i> .....	285
Tabela 171: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Fundamental I.</i> .....	285
Tabela 172: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Fundamental I.</i> .....	286
Tabela 173: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental I.</i> .....	286
Tabela 174: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Fundamental II.</i> .....	286
Tabela 175: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Fundamental II.</i> .....	287
Tabela 176: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental II.</i> .....	287
Tabela 177: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Médio.</i> .....	287
Tabela 178: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Médio.</i> .....	288
Tabela 179: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental II.</i> .....	288
Tabela 180: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Superior.</i> .....	289
Tabela 181: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Superior.</i> .....	289
Tabela 182: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – ensino superior.</i> .....	289
Tabela 183: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Lavagem de Pisos.</i> .....	291
Tabela 184: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Descarga Sanitária.</i> .....	291
Tabela 185: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	291
Tabela 186: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Lavagem de Pisos.</i> .....	292
Tabela 187: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).</i> .....	292
Tabela 188: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).</i> .....	292
Tabela 189: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Lavagem de Pisos.</i> .....	293
Tabela 190: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo).</i> .....	293

Tabela 191: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Máquina de lavar roupas.</i> .....	293
Tabela 192: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Lavagem de Pisos &amp; Máquina de lavar roupas.</i> .....	294
Tabela 193: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Lavagem de Pisos.</i> .....	295
Tabela 194: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Irrigação</i> .....	295
Tabela 195: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Desemborrachamento de Pista, Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária.</i> .....	295
Tabela 196: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Rodoviária do Plano Piloto: Lavagem de Pisos.</i> .....	296
Tabela 197: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Lavagem de Pisos.</i> .....	296
Tabela 198: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Descarga Sanitária.</i> .....	297
Tabela 199: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária</i> .....	297
Tabela 200: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edificações hoteleiras de baixa densidade.</i> .....	298
Tabela 201: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edificações hoteleiras de alta densidade.</i> .....	298
Tabela 202: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial do Lago Norte.</i> .....	300
Tabela 203: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial do Lago Sul.</i> .....	300
Tabela 204: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial da Asa Norte.</i> .....	300
Tabela 205: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial da Asa Sul.</i> .....	300
Tabela 206: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial do Sudoeste/Octogonal.</i> .....	301
Tabela 207: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Águas Claras.</i> .....	301
Tabela 208: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Galpão Comercial de Concessionária de Veículos.</i> .....	301
Tabela 209: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Galpão Comercial de Material de Construção.</i> .....	301
Tabela 210: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Galpão Comercial de Supermercado.</i> .....	302
Tabela 211: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Centro Comercial.</i> .....	302

Tabela 212: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edifícios de escritórios.</i> .....	302
Tabela 213: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino infantil.</i> .....	303
Tabela 214: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino fundamental I.</i> .....	303
Tabela 215: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de Ensino Fundamental II.</i> .....	303
Tabela 216: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino médio.</i> .....	304
Tabela 217: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino superior.</i> .....	304
Tabela 218: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para UBS.</i> .	305
Tabela 219: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para UPA.</i> .	305
Tabela 220: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para Hospital.</i> .....	305
Tabela 221: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para a Rodoviária do Plano Piloto</i> .....	306
Tabela 222: <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Metrô-DF</i> .....	306

# Terminologia

**Água cinzas:** Efluentes gerados nos processos de limpeza e lavagem.

**Águas cinzas claras:** Efluentes domésticos provenientes de chuveiros, lavatórios e lavanderia.

**Águas cinzas 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 de qualidade 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, mas que pode ser utilizada em fins não potáveis como irrigação, limpeza, lavagem, descarga sanitária, elementos paisagísticos, combate a incêndio, torres de resfriamento, entre outros.

**Águas negras:** Água residual proveniente de descargas sanitárias.

**Águas pluviais:** 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.

**Águas residuárias:** Esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, tratados ou não.

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

**Aproveitamento de águas pluviais:** Utilização da água de chuva em usos não potáveis.

**By-Pass:** Configuração hidráulica que permite o desvio de efluente por um caminho alternativo ao principal.

**Caixa de inspeção:** Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção de tubulações.

**Desconector:** Dispositivo com fecho hídrico que veda a passagem de gases das canalizações do efluente.

**Dispositivo de inspeção:** Peça ou recipiente para inspeção, limpeza e desobstrução de tubulações.

**Fecho hídrico:** Camada líquida de nível constante que veda a passagem de gases.

**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:** Utilização de águas residuárias.

**Reúso de águas cinzas:** 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.

## Apresentação

Aproveitar a água da chuva de telhados ou até mesmo reutilizar água do enxague de máquinas de lavar roupa para molhar jardins e lavar pisos, é uma prática comum que vem sendo realizada há anos de maneira rústica, como alternativa para reduzir os gastos com a conta de água. No desenrolar das últimas duas décadas, houve um aumento na procura e na oferta de sistemas hidráulicos que facilitem o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em diversos usos não-potáveis nas mais variadas tipologias de edificações. No Brasil, a comercialização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas iniciou-se no começo dos anos 2000 e, mesmo com uma viabilidade ainda não-comprovada, observamos, a cada ano, edificações implementando estes sistemas prediais de água não-potável em prol da sustentabilidade.

Dessa maneira, surge um novo modelo de abastecimento descentralizado no país, que faz uso de fontes alternativas de água em usos não-potáveis. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas são capazes de promover reduções significativas no consumo predial e de garantir um abastecimento contínuo nas principais atividades consumidoras de água em caso de cortes no abastecimento público - como foi observado na crise hídrica de 2014 que assolou a região sudeste do país. Esta medida, tomada em larga escala, é capaz de reduzir os impactos gerados pela exploração de recursos hídricos. Se de um lado, a prática do aproveitamento e do reúso de água é impulsionada por questões relativas à baixa disponibilidade hídrica e pelo constante aumento na demanda por água, de outro lado, seus custos de investimento podem gerar uma barreira para sua implementação.

Apesar da ausência de incentivos fiscais e econômicos para subsidiar uma rápida disseminação destas tecnologias, o poder legislativo e os órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) vêm apresentando uma série de leis e resoluções que estimulam, direta ou indiretamente, o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de água em edificações. Como por exemplo, a Resolução nº 54/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que oferece um respaldo legal para a prática do reúso de água no ambiente construído. Ou no caso do Distrito Federal, com Leis Distritais que tornam obrigatório a captação, armazenamento e utilização das águas pluviais em novas construções urbanas para a concessão de habite-se.

Com isso, gestores públicos vêm direcionando sua atenção a essa nova realidade com o intuito de avaliar o nível de contribuição que estas tecnologias são capazes de promover nos serviços de saneamento e na gestão sustentável de recursos hídricos. O sucesso destes sistemas depende, não apenas de fatores econômicos, mas também da saúde e bem-estar de usuários, que está diretamente ligada aos critérios de segurança e qualidade de água, operação e manutenção do sistema hidráulico. Em prática, observa-se que proprietários, empreiteiros, projetistas e gestores prediais têm tido relativamente pouca orientação sobre os cuidados necessários para o aproveitamento de águas pluviais e para o reúso de águas cinzas em edificações, o que dificulta a tomada de decisões sobre a seleção e concepção dos sistemas, podendo levar, à sua rejeição ou a uma instalação predial inadequada.

Este documento é o sexto de uma série de relatórios resultantes do projeto de pesquisa *Reúso-DF*, fruto de um convênio entre a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal – ADASA e a Universidade de Brasília – UnB, que busca verificar a viabilidade de sistemas prediais voltados ao aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias edilícias do Distrito Federal. O projeto de pesquisa *Reúso-DF* está dividido em duas fases para uma análise de viabilidade de diferentes sistemas prediais de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas em diversas tipologias de edificações urbanas, categorizadas de acordo com sua função:

- **Fase I: Edificações Residenciais**
  - Edificações Residenciais Unifamiliares
  - Edificações Residenciais Multifamiliares
  
- **Fase II: Edificações Não-Residenciais**
  - Edificações Hoteleiras
  - Edificações Comerciais
  - Edificações de Escritórios
  - Edificações de Ensino
  - Edificações de Saúde
  - Edificações de Transporte
  - Edificações Industriais

Os resultados desta pesquisa servirão de respaldo para regulamentação e uma possível normatização desta prática, apresentando subsídios técnicos para a construção de uma política pública voltada à gestão da demanda urbana de água, desenvolvimento de um guia de boas-práticas e ferramenta que possam auxiliar a população geral na tomada de decisões para a implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas.

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta os resultados da segunda fase do projeto *Reúso-DF*, que tem como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (AAP) e de reúso de águas cinzas (RAC) em edificações não-residenciais do Distrito Federal.

Água pluvial, ou água de chuva, é um recurso renovável que abastece, direta ou indiretamente, reservatórios, rios e aquíferos com água doce. O aproveitamento de águas pluviais é um conceito simples, que, ao invés de deixar escoar, a água da chuva captada por uma superfície impermeável é armazenada e utilizada como fonte alternativa de abastecimento. O termo ‘reúso’ ou ‘reutilização’ é popularmente usado para expressar o aproveitamento de águas pluviais em edificações. Porém, é importante ressaltar que águas pluviais não são submetidas ao reúso, pois ainda não foram utilizadas. Em função da qualidade da água, este projeto tem foco na captação de águas pluviais de coberturas para aproveitamento em usos não-potáveis.

Águas cinzas são efluentes gerados nos processos de limpeza e lavagem. O reúso de águas cinzas é um conceito que está relacionado ao reaproveitamento de efluentes domésticos com baixo grau de contaminação, provenientes de chuveiros, lavatórios e lavanderia. Efluentes de pias de cozinha e máquinas de lavar louças contém um alto índice de carga orgânica de restos de comida e de gordura,

o que exige um tratamento elevado para seu reúso – o mesmo tipo de tratamento voltado para o reúso de águas residuárias. Portanto, os efluentes dessas fontes foram desconsiderados para análise, por fugir do escopo da pesquisa. Este relatório não contém informações relativas ao tratamento de águas residuárias para reúso não-potável.

O estudo tem como foco para análise, sistemas AAP e RAC descentralizados, que realizam o aproveitamento de águas pluviais ou de reúso de águas cinzas a nível da edificação, e desconsidera sistemas centralizados de grande escala – estações de tratamento para abastecimento público. Vale a pena ressaltar que águas pluviais e águas cinzas, podem passar por processos de tratamento de água capazes de alcançar níveis de potabilidade para consumo humano segundo critérios estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Porém, dadas as restrições estabelecidas pela Lei Federal nº 11.445/2007, que proíbe a ligação de fontes alternativas de abastecimento de água em instalações prediais urbanas conectadas à rede pública, este relatório não aborda esta temática.

Esta investigação, de caráter imparcial, não pretende recomendar ou desacreditar qualquer tipo de sistema em particular, mas sim, de fornecer informações e orientações gerais para apoiar na tomada de decisões voltadas para a regulamentação da prática do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas.

## 1. Introdução

O Distrito Federal vivenciou uma crise hídrica sem precedentes em sua história. A seca de 2016 reduziu drasticamente os níveis dos principais reservatórios do Distrito Federal, fazendo com que a Barragem do Descoberto, que abastece cerca de 65% da região, chegasse a menos de 20% de sua capacidade (ADASA, 2016). Como uma medida emergencial, iniciou-se um regime de racionamento por rodízio de abastecimento em todas as regiões do Distrito Federal e de reestruturação tarifária por contingência fiscal em momentos de crise no abastecimento, até que se alcance um nível satisfatório de água nos reservatórios para garantir a segurança hídrica da região (CAESB, 2016a). Estas medidas de curto prazo, são paliativas ao verdadeiro problema sendo enfrentado. A realidade, é que o Distrito Federal apresenta uma disponibilidade hídrica limitada para sua crescente demanda por água.

Nos últimos anos, a concessionária vem operando no limite de sua capacidade de produção, sem margem de segurança. Evidentemente, qualquer aumento drástico no consumo de água ou redução significativa no regime de chuva, pode gerar um colapso em partes do sistema público de abastecimento. Ao atingir níveis preocupantes, grandes investimentos estão sendo realizados para a construção de novos sistemas produtores de água, elevando cada vez mais o volume de extração de água dos recursos hídricos locais. Para atender às necessidades da crescente demanda urbana, a concessionária local está promovendo a construção de novos sistemas produtores para captação de água no Ribeirão Bananal, Lago Paranoá e na Usina Hidroelétrica Corumbá IV (CAESB, 2014).

Observa-se, entretanto, que a gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal está focada em uma abordagem voltada para a oferta de água. Ou seja, na medida em que a demanda cresce, novas fontes hídricas são exploradas para suprir o consumo urbano de água. Está comprovado que a gestão focada apenas na exploração de fontes hídricas pode resultar em sérios danos ambientais e desperdício econômico de custo capital e operacional de novos sistemas produtores de água (HERRINGTON, 2006). Além de agredir o meio ambiente, a exploração de novas mananciais, cada vez mais distantes para atender demandas crescentes, geram custos adicionais à sociedade e às empresas de saneamento, elevando o volume de captação, tratamento e distribuição de água e pressionando o sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Torna-se imprescindível, neste momento, apresentar novas definições regulatórias para estimular a conservação de água pelo emprego de medidas que auxiliem o controle da demanda de água. Além de reduzir os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais, estratégias conservadoras de água são capazes de minimizar a pressão em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, além de gerar economias relativas aos seus custos operacionais. Porém, com o intuito de subsidiar o processo de tomada de decisão regulatória, torna-se necessário analisar os prováveis benefícios, custos e efeitos de diferentes estratégias de conservação de água.

Segundo VICKERS (2001, p.5), estratégias de conservação de água são compostas por “*ferramentas específicas (tecnologias) e práticas (alteração do comportamento)... que resultam no uso mais eficiente da água*”. A autora argumenta que o emprego de tecnologias voltadas a conservação de água geralmente são mais confiáveis para a obtenção de economia e controle sobre a demanda de água. Experiências internacionais demonstram que tecnologias voltadas ao uso não potável de água são

capazes de promover reduções significativas no consumo de água em edificações, atuando como ferramentas de gestão no controle da demanda urbana de água (DIXON *et al.*, 1999; YANG e ABBASPOUR, 2007).

Sistemas prediais de água não potável fazem uso de fontes alternativas de água promovendo um abastecimento alternativo em usos que não oferecem riscos à saúde humana em edificações. Dentre diferentes fontes alternativas para abastecimento não potável, destacam-se as águas pluviais e as águas cinzas. Em geral, o aproveitamento de água pluvial é um conceito simples, que envolve a coleta, o armazenamento e o uso da água de chuva como uma fonte complementar de abastecimento predial. Já o reúso de águas cinzas, é um conceito que está relacionado à reutilização de efluentes domésticos com baixo grau de contaminação, como uma alternativa conservacionista para a redução do consumo de água potável em edificações.

Segundo De Oreo *et al.* (1996), a avaliação do desempenho de diferentes estratégias de conservação de água é dependente da compreensão dos usos-finais do consumo de água. 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 como essa água está sendo utilizada pelos usuários. Uma série de estudos foram realizados para caracterizar os usos-finais do consumo de água e sua conservação em edificações comerciais, institucionais e públicos no exterior (*e.g.* DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000; FARINA *et al.*, 2011; SURRENDRAN, S.; WHEATLEY, 1998; WAGGETT & AROTSKY, 2006). Essa caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações não-residenciais possibilitou uma série de investigações sobre o potencial de redução do consumo de água para uma série de estratégias conservadoras de água e os custos-benefícios envolvidos (*e.g.* GRIGGS *et al.*, 1998; HEANEY PASCHKE *et al.*, 2002; MADDAUS & MADDAUS, 2004).

Porém, apesar da vasta experiência internacional, a caracterização dos usos-finais do consumo de água no Brasil ainda está na sua infância e dados generalizáveis ainda não foram produzidos. Até aonde vai a literatura, a análise dos usos-finais do consumo de água em edificações não-residenciais no Brasil têm se limitado a padarias em São Paulo e Juazeiro (GOMEZ & ALVEZ, 2000), edifícios públicos (KAMMERS & GHISI, 2006) e escritórios (PROENÇA & GHISI, 2010) em Florianópolis. Os estudos voltados à conservação de água em edifícios não-residenciais têm sido limitados à identificação do potencial de redução do consumo de água em instituições de ensino (FASOLA *et al.*, 2011; MARINOSKI & GHISI, 2008; SILVA *et al.*, 2006), hospitais (ILHA *et al.*, 2006) e posto de gasolina (GHISI *et al.*, 2009).

Evidentemente, há uma carência de dados específicos no que se diz respeito aos usos-finais do consumo de água das diferentes categorias do setor comercial, institucional e público. A literatura demonstra que existe também, uma falta de compreensão sobre a relação entre o consumo de água e características tipológicas, ocupação e as atividades desenvolvidas. Segundo Vieira *et al.* (2007, p. 193), usos-finais do consumo de água podem variar de “*país para país, de uma região para outra região e até mesmo de uma residência para outra*”. Para tanto, torna-se imprescindível buscar dados referentes à realidade local, especialmente das tipologias não-residenciais atípicas do Distrito Federal.

Ao considerar a possibilidade de adaptar o estoque de edificações não-residenciais existentes no DF para o aproveitamento de água pluvial ou o reúso de águas cinzas como fonte alternativa de abastecimento de água não potável, torna-se imprescindível uma avaliação técnica, econômica e ambiental para averiguar sua viabilidade. Diferentes estudos em países desenvolvidos avaliaram os custos e benefícios para diferentes sistemas prediais de água não potável (e.g. MUSTOW *et al.*, 1997; BREWER *et al.*, 2001; ROEBUCK *et al.*, 2010). No entanto, esses países contêm uma realidade econômica favorável, diferente a de países em desenvolvimento.

A instalação de um sistema predial de água não potável exige um determinado nível de investimento por parte do(s) proprietário(s) do imóvel. Evidentemente, sistemas viáveis promoverão um retorno financeiro do investimento por meio das economias geradas pelas contas de água e esgoto. Mesmo assim, um alto custo de investimento pode desestimular proprietários, mesmo se o sistema for capaz de promover economias significativas pela conservação de água. Em prol da preservação dos recursos hídricos em busca de um desenvolvimento sustentável, ou até mesmo em situações de estresse hídrico, faz sentido promover ações que estimulem a conservação de água em edificações.

Por um lado, incentivos fiscais e financeiros aos proprietários que utilizam sistemas prediais de água não potável podem subsidiar uma rápida disseminação destas tecnologias. Por outro lado, uma cobrança adicional relativa ao tratamento dos efluentes gerados pelos sistemas, pode gerar uma barreira para implementação, ao desestimular proprietários a investirem nessas tecnologias. Como exemplo, o lançamento de efluentes não contabilizados pelo hidrômetro da unidade, como no caso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitárias ou lavagem de roupas, pode gerar um custo adicional para a concessionária.

Mas, se realizado em larga escala, o aproveitamento de águas pluviais ou o reúso de águas cinzas em edificações pode ser capaz de promover reduções significativas na demanda urbana de água e, conseqüentemente, nas despesas de exploração de recursos hídricos. Em outras palavras, as economias geradas pelas reduções na demanda de água podem servir de subsídio para políticas tarifárias voltadas à conservação de água.

Tendo essas questões em mente, o principal objetivo desta etapa da pesquisa foi de analisar a viabilidade técnica, ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais no Distrito Federal. O estudo aprofundado teve como objetivos específicos:

- Compor modelos representativos baseado em médias estatísticas das principais variáveis do consumo de água de diferentes tipologias não-residenciais do Distrito Federal para análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC;
- Realizar uma análise de viabilidade técnica voltada a adaptação predial de sistemas hidráulicos voltados ao aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas;
- Estimar os benefícios ambientais gerados pelo potencial de redução do consumo de água promovidos por sistemas AAP e RAC;
- Analisar a viabilidade econômica de diferentes sistemas AAP e RAC em termos do período de retorno de investimento (*payback*), valor presente líquido e custo incremental médio.



## 2. Metodologia

Com o intuito de atingir os objetivos traçados, esta pesquisa incorporou metodologias quantitativas e qualitativas para a coleta de dados primários das principais tipologias não-residenciais do Distrito Federal e, com isso, compor modelos representativos baseados em médias estatísticas para as análises de viabilidade técnica, ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas.

### 2.1. Composição de modelos representativos

Echenique (1975 *apud* SERRA, 2006) define modelos como uma representação da realidade, compostos por características relevantes da atualidade observada. Segundo o autor, diferentes tipos de modelos podem ser utilizados para avaliar e extrapolar teorias científicas. Neste caso, para averiguar a viabilidade técnica de adaptação predial para a instalação de sistemas AAP e RAC, estimar os custos de instalação e os benefícios econômicos e ambientais promovidos pelas reduções no consumo de água potável, este estudo fez uso de modelos baseados nas características edificadas (área construída, área verde, área de cobertura e instalações hidráulicas), padrões de ocupação (população fixa e flutuante) e de consumo de água (consumo predial e usos-finais de água) das principais tipologias não-residenciais do Distrito Federal.

**Tabela 1.** Amostragem do levantamento quantitativo e qualitativo.

Tipologia Não-Residencial		Amostragem	
Categoria	Classificação	Quantitativo (n)	Qualitativo (n)
Hospedagem	Baixa Densidade	19	1
	Alta Densidade	23	1
Comércio	Estabelecimento Comercial	902	17
	Bloco Comercial	110	---
	Centro Comercial	19	1
	Galpão Comercial	140	3
Escritórios	Médio Porte	64	1
	Grande Porte	36	1
Ensino	Educação Infantil	46	1
	Ensino Fundamental I	69	1
	Ensino Fundamental II	35	1
	Ensino Médio	29	1
	Ensino Superior	10	10
Saúde	Unidade Básica de Saúde	97	1
	Unidade Pronto Atendimento	5	1
	Hospital	11	1
Transporte	Rodoviário	1	1
	Metroviário	24	1
	Aeroportoário	1	1
<b>TOTAL</b>		<b>1641</b>	<b>45</b>

Com isso, esta pesquisa incorporou abordagens metodológicas quantitativas e qualitativas para coleta de dados primários em edificações não-residenciais. A primeira abordagem fez uso de: i) questionários direcionados a proprietários/gestores, para coletar informações relativas às atividades desenvolvidas e padrões de ocupação da edificação (população fixa e população flutuante); ii) sensoriamento remoto para medições das áreas (construída, de cobertura, verde e lote); e iii) dados



históricos do consumo predial faturado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) referentes aos anos de 2013 a 2017. Em geral, o levantamento quantitativo obteve uma amostragem aleatória estratificada de 1641 edificações não-residenciais (Tabela 1).

A segunda abordagem se apropriou de técnicas de vistoria hidráulica para identificar as diferentes composições hidráulicas das instalações prediais existentes e de auditoria do consumo de água, para caracterizar os usos-finais do consumo de água em descargas sanitárias, lavatórios, chuveiros, pias de cozinha, máquinas de lavar louças, tanques, máquinas de lavar roupas, lavagem de pisos e irrigação. Em geral, o levantamento qualitativo obteve uma amostragem aleatória de 51 edificações não-residenciais (Tabela 1).

O levantamento qualitativo se dividiu em duas etapas: i) vistoria hidráulica; e ii) auditoria de consumo de água. Na primeira etapa, uma visita técnica era realizada em cada edificação analisada para verificar as condições do sistema hidráulico (detectar eventuais vazamentos e estimar suas perdas) e obter informações referentes à composição hidráulica dos sistemas prediais de água fria, águas pluviais e esgotamento sanitário. Em geral, a vistoria buscou identificar o traçado das redes de coleta de águas pluviais e de águas cinzas e o traçado das redes de distribuição de água fria com o intuito de identificar meios para adaptar as redes existentes na coleta de águas pluviais e águas cinzas e na distribuição de água não potável em vasos sanitários, mictórios, torneiras de uso geral, tanques, máquinas de lavar roupas, torneiras de jardim, entre outros pontos de uso não potável. Em alguns casos, foi possível consultar a planta de instalações hidráulicas da edificação para isso. Em outros casos, foi necessário identificar nos ambientes ‘molhados’ (banheiros, cozinhas, lavanderias, etc.) a existência de colunas distintas na distribuição de água em vasos sanitários, mictórios, torneiras de uso geral, tanques, máquinas de lavar roupas, etc. Isso foi feito fechando os registros de gaveta e testando a saída de água nos pontos de uso do ambiente, possibilitando conjecturar o caminho das tubulações dentro das parades.

Durante a primeira etapa, tomavam-se as medidas necessárias para organizar a auditoria de consumo de água, quantificando o material necessário para realizar a instalação de *data-loggers* nos pontos de uso de água (medidores, extensão elétrica, flexíveis, canaletas, adesivos, veda-rosca, etc.), obtendo contas de água, contato de pessoas-chave e traçando um cronograma de instalação/desinstalação dos equipamentos de medição com o proprietário/gestor do estabelecimento analisado (horários diurnos, noturnos ou finais de semana, conforme disponibilidade).

A segunda etapa se apropriou de diferentes técnicas de auditoria de consumo de água, adaptáveis a cada tipo de estabelecimento e situação, realizando medições gerais, medições específicas, utilizando diários de anotações, registros fotográficos, questionários e observações *in-loco* para caracterizar os usos-finais de água da edificação analisada. 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 1). Demais técnicas foram utilizadas com o intuito de validar/verificar resultados obtidos nas medições, ou como técnica complementar, quando a instalação dos equipamentos era inviável pela grandeza do estabelecimento.

Antes da instalação, os medidores de fluxo passaram por um processo de aferição. A aferição dos medidores foi realizada coletando-se 30 amostras com volumes variados em três faixas de vazão

distintas (10 amostras para a faixa de vazão de 1 *l/min* a 5 *l/min*, 10 amostras coletadas com vazões entre 5 *l/min* e 15 *l/min* e 10 amostras com vazões entre 15 *l/min* e 30 *l/min*) e posteriormente pesando-se cada amostra com uma balança, comparou-se os valores registrados pelo módulo *data-logger* com os respectivos valores da pesagem de cada amostra coletada (considerou-se a densidade da água igual a 1 kg por litro). O erro máximo para o sensor de fluxo do *data-logger* foi inferido a 10% para todas as faixas de vazão.

**Figura 1.** Equipamento de medição composto por medidor de fluxo (a) e módulo *data-logger* (b).



Verificou-se, com cronômetro, um erro na precisão de tempo dos eventos registrados no *data-logger* durante os testes, da ordem de mais ou menos 1 segundo. Utilizou-se uma torneira de 1/4 de volta, um cronômetro e uma balança devidamente calibrada e aferida com etiqueta do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) emitida pela CERTI (Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras) de acordo com a NBR ISO/IEC 17.025. Quando necessário, a calibração foi realizada com base nos valores previamente aferidos.

Foi possível calibrar cada sensor alterando-se a constante de vazão definida no arquivo *log.csv*, gravado no cartão de memória do *data-logger*, na linha de calibração, pois o cálculo de volume é efetuado dividindo-se a quantidade de pulsos registrados por evento, pela constante de vazão de cada sensor. Para a calibração utilizou-se a mesma balança de precisão utilizada no procedimento de aferição e foram coletadas dez amostras, que foram pesadas com a balança determinando-se o volume para cada evento, anotando-se também a quantidade de pulsos registrados para cada evento, essa informação aparece na tela do programa *SmartMeter* ao término de cada evento quando o equipamento estiver conectado ao computador. Determinou-se o valor médio de pulsos por litro das dez medidas realizadas e substituiu-se este valor na linha de calibração do programa, onde estão salvos os valores da constante de vazão para cada sensor.

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 estende até 20 dias, nos casos em que houve alguma falha no equipamento instalado, feriados ou indisponibilidade de acesso às instalações. A Figura 2 ilustram alguns exemplos das variadas instalações realizadas nos diferentes tipos de edificações analisadas.

**Figura 2.** 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).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

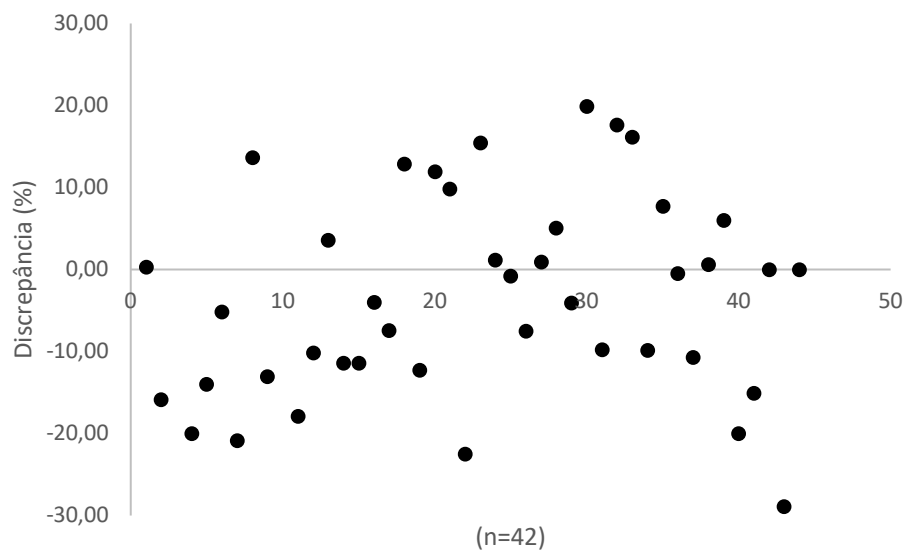


(f)

Em alguns casos, era inviável instalar medidores de fluxo em todos os pontos de uso de água da edificação analisada. Para tanto, informações adicionais eram coletadas utilizando diferentes técnicas de auditoria de consumo de água (questionários, diários de registros, contadores, observações *in-loco*, etc.) para estimar o consumo de água por uso-final.

Em cada edificação analisada, os dados obtidos durante levantamento foram compilados em arquivo Excel e a somatória dos usos-finais do consumo médio diário foram comparados com o consumo predial médio diário faturado pela CAESB para identificar a representatividade das amostras. Em geral, a discrepância entre o consumo estimado e o consumo faturado variaram entre -28,88% e 19,88% (média de -3,57%), como mostra a Figura 3. Em alguns casos, essa comparação não foi possível pela falta de dados de consumo faturado.

**Figura 3.** *Discrepâncias entre consumo médio faturado e consumo estimado.*



Ao final, os dados de usos-finais de água coletados puderam ser transformados em indicadores de uso *per capita*, 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 limpeza de superfícies, manutenção de jardins, centrais de água gelada e amenidades (lavagem de pisos, limpeza de ambientes internos e fachadas, irrigação de jardins, ar condicionado, piscinas, espelhos d'água, etc.).



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 ativa na edificação. Por exemplo, a maioria das edificações comerciais possuem um grande volume de população flutuante (clientes) que não contribuem significativamente ao consumo predial. Nesses casos, a população fixa (funcionários) foi considerada para gerar tais indicadores. 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 de jardins (irrigação), pisos (lavagem), fachadas (limpeza), ambientes climatizados (ar condicionado) e superfícies de água (piscina, espelho d'água e demais amenidades). Demais indicadores foram gerados conforme especificidades do uso de água, como por exemplo, quilo de roupa lavada por dia ( $l/kg/d$ ), número de refeições preparadas por dia ( $l/ref/d$ ), entre outros. Em geral, para gerar os indicadores de uso de água, foi considerado a facilidade de acesso a dados secundários (estatísticas governamentais ou informação geográfica) para facilitar a aplicabilidade dos dados por terceiros (profissionais, pesquisadores e sociedade) na previsão de demanda de água.

Para uma melhor representatividade, cada modelo tipológico passou por um processo de calibração, ajustando os valores dos indicadores de usos-finais de água obtidos pelo levantamento qualitativo com os dados de consumo predial obtidos pelo levantamento quantitativo. Em outras palavras, um fator de correção obtido pela razão entre o consumo diário médio faturado (obtido pelo levantamento quantitativo) e o consumo médio diário estimado (obtido pelo levantamento qualitativo) foi aplicado aos indicadores de usos-finais de água para que a sua somatória fosse mais próxima da realidade observada (Equação 1).

$$F_c = \frac{\bar{D}_{fat}}{\bar{D}_{est}} \quad (1)$$

Onde:

$F_c$  = Fator de Consumo

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

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

## 2.2. Análise de viabilidade técnica

Para a análise de viabilidade técnica, foi examinado diferentes possibilidades de adaptação predial voltada ao aproveitamento de águas pluviais e ao reúso de águas cinzas nas variadas tipologias não-residenciais. Com as informações coletadas referentes às diferentes composições hidráulicas das instalações prediais existentes de água fria, águas pluviais e esgoto sanitário, foram avaliadas diferentes possibilidades de adaptação predial para a instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas. Esta análise buscou soluções simples e eficazes, evitando grandes reformas prediais na instalação de sistemas isolados e sistemas integrados.

A avaliação para adaptação predial focou em examinar a composição hidráulica das redes coletoras de águas pluviais e esgoto sanitários, e das redes de distribuição de água existentes. No caso de sistemas isolados, que focam na distribuição de água não potável em usos externos (irrigação e lavagem de pisos), uma nova rede de tubulações pode ser facilmente instalada. Porém, sistemas integrados, que fazem a distribuição de água não potável em usos externos e internos (descarga sanitária e lavagem de roupas) podem exigir níveis elevados de reforma predial na rede de água fria.

Para tanto, averiguou-se a possibilidade de adaptação predial por intervenções pontuais em nível de barrilete ou, no caso de prédios residenciais, em *shafts* da rede de água fria.

Para avaliar a adaptação predial de sistemas de aproveitamento de águas pluviais averiguou-se a existência de rede coletora de águas pluviais e possíveis adaptações para o desvio das águas captadas pela cobertura para tratamento e armazenagem. Para sistemas de reúso de águas cinzas, foi realizado uma vistoria da rede de esgoto sanitário, buscando identificar possíveis pontos de segregação de águas cinzas, trechos distintos e, no caso de prédios residenciais, tubos de queda de esgoto secundário de lavanderia.

As características típicas das instalações hidráulicas prediais foram agregadas nos modelos representativos para servir de base na avaliação dos custos e benefícios financeiros de diferentes sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas.

### 2.3. Análise de viabilidade ambiental

A análise de viabilidade ambiental desta pesquisa está dividida em duas etapas. A primeira etapa, apresentada neste relatório, faz uma análise do potencial de redução do consumo de água predial baseada nos modelos representativos, na escala da edificação. A segunda etapa, a ser apresentada no sétimo relatório técnico, verifica o potencial de redução na demanda urbana de água e os benefícios ambientais gerados pela redução da exploração de recursos hídricos.

Com os dados primários referentes ao número de pessoas, área construída, área verde, área de cobertura e indicadores de usos finais de água presentes nos modelos representativos de cada tipologia não-residencial, o potencial de redução do consumo de água dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas puderam ser estimados baseados em simulações de oferta e demanda de água.

Em sistemas de aproveitamento de águas pluviais, o volume de armazenamento do reservatório de retenção (cisterna) tem um papel fundamental nos custos e no potencial de redução do consumo de água. Para tanto, foram realizadas simulações baseadas em intervalos de tempo diários usando um modelo comportamental (Equação 2) com a regra operacional ‘uso após extravasão’ (*yield after spillage*) da Equação 3 para identificar as economias geradas por diferentes capacidades de reservatórios.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad (2)$$

Sujeito a  $0 \leq V_{t-1} \leq C$

$V_t$  = Água pluvial armazenada no intervalo de tempo,  $t$   
 $V_{t-1}$  = Água pluvial armazenada no intervalo de tempo,  $t-1$   
 $Q_t$  = Oferta de água pluvial no intervalo de tempo,  $t$   
 $D_t$  = Demanda de água pluvial no intervalo de tempo,  $t$   
 $C$  = Capacidade de armazenamento

$$Y_t = \min \left\{ \begin{array}{l} D_t \\ V_{t-1} + Q_t \end{array} \right. \quad (3)$$

$$V_t = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{t-1} + Q_t - Y_t \\ C \end{array} \right.$$

$Y_t$  = Coleta de água pluvial no intervalo de tempo,  $t$

No que se diz respeito ao potencial de redução do consumo de água pelo reúso de águas cinzas, um balanço entre a oferta e a demanda de águas cinzas foi realizado, conforme resultados obtidos no levantamento dos usos-finais do consumo predial de água. Para sistemas comercialmente disponíveis, as unidades de tratamento foram determinadas de acordo com a estimativa do volume diário de águas cinzas a serem tratadas.

## 2.4. Análise de viabilidade econômica

Baseado nas redes hidráulicas características encontradas durante levantamento *in-loco*, buscou-se alternativas de simples intervenção e baixo custo de reforma para adaptação predial voltada ao aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias residenciais do DF. O modelo representativo serviu como base para a composição e dimensionamento hidráulico dos principais componentes dos diferentes sistemas AAP e RAC incluindo suas tubulações, reservatórios de retenção e distribuição, bomba e demais materiais e equipamentos hidráulicos. Vale a pena ressaltar que, devido à grande variação de possibilidades para adaptação predial de redes de coleta de águas cinzas e de redes de distribuição de água não potável, a estimativa não incluiu os custos de materiais e reforma para essas redes. Com isso, foi possível quantificar o material hidráulico e orçar os custos de capital dos principais componentes e mão de obra para cada sistema analisado. Custos operacionais foram determinados conforme o seu consumo de energia, manutenção e troca de componentes do sistema conforme sua vida útil (Tabela 2).

**Tabela 2.** *Vida útil de componentes hidráulicos.*

Componente Hidráulico	Vida Útil Indicada*	Vida Útil Estimada
Tubulações em PVC	> 20 anos	30 anos
Bombas de Recalque	5-10 anos	7,5 anos
Filtros Pluviais em PVC e Aço Inox	10-50 anos	30 anos
Válvulas Solenóide	5-10 anos	7,5 anos
Torneiras Bóia	10-15 anos	12,5 anos
Chaves Bóia	10-15 anos	12,5 anos
Reservatórios	> 20 anos	30 anos
Unidade de Tratamento	10-50 anos	30 anos

\*Fonte: LEGGETT *et al.* (2001)

Considerando o potencial de redução do consumo de água encontrado para cada sistema, sua viabilidade econômica foi identificada por meio de três métodos de análise custo-benefício diferentes: (i) *payback* simples, (ii) valor presente líquido e (iii) custo incremental médio.

Supondo que para o público geral, o principal incentivo para investir em tecnologias de conservação de água seja para gerar economias financeiras e poupar dinheiro, uma análise do período de retorno financeiro foi realizada a fim de verificar quais sistemas AAP e RAC eram mais propensos a ser investido pelo público geral. A principal vantagem do método de análise por *payback* simples, é que ele fornece uma estimativa de fácil compreensão dos benefícios gerados por um sistema a partir do ponto de vista do leigo. O *payback* simples identifica o período de tempo (geralmente medido em anos), que leva para um investimento gerar benefícios financeiros suficientes para se pagar (Equação

4). Nesse caso, o menor período de retorno é considerado o melhor investimento, e períodos de retorno acima da vida útil do sistema são considerados opções inviáveis para investimento.

$$PBS = \frac{K}{[\sum_1^{12}(E_a \times C_{ae})] - C_o} \quad (4)$$

$PBS$  = Payback simples (anos)

$K$  = Custo capital de investimento (R\$)

$E_a$  = Economia de água mensal (m<sup>3</sup>)

$C_{ae}$  = Custo de água e esgoto mensal (R\$/m<sup>3</sup>)

$C_o$  = Custo operacional anual (R\$)

Porém, o método de análise de *payback* simples não leva em conta a distribuição de custos e benefícios ao longo do tempo e ignora a economia financeira total gerada durante a vida útil de uma tecnologia de conservação de água. Contudo, uma análise de custo de vida útil (do inglês, *life-cycle cost analysis*) de sistemas AAP e RAC foi realizada a fim de levar em conta o valor presente líquido dos custos e o valor presente líquido dos benefícios gerados durante sua vida útil ( $t = 30$  anos), incluindo ajustes do valor no tempo,  $t$ . Esta análise do valor presente do ciclo de vida do sistema permitiu uma comparação dos benefícios financeiros adquiridos ao longo da vida útil de diferentes opções, usando uma taxa de juros de 3% extraído do Índice Nacional de Custo da Construção (Equação 5). Os valores referentes aos benefícios anuais (R\$/ano) foram calculados a partir do potencial de redução de consumo de água, encontrado na primeira parte do estudo, multiplicado pela alíquota cobrada em blocos tarifários por faixa de consumo pela concessionária local.

$$ACVU = -K_0 + \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t} \quad (5)$$

$ACVU$  = Análise de Custo de Vida Útil (R\$)

$K_0$  = Custo capital no ano zero (R\$)

$B_t$  = Benefícios no ano,  $t$  (R\$/ano)

$C_t$  = Custos no ano,  $t$  (R\$/ano)

$i$  = Taxa de juro anual (%)

$n$  = Vida útil (anos)

Certamente, ao verificar resultados da análise de custo de vida útil, quanto maior o valor presente líquido, maior será o benefício financeiro gerado pelo sistema ao longo de sua vida. Porém, esse método pode apresentar limitações ao comparar diferentes tecnologias de diferentes escalas, ou até mesmo de acrescentar benefícios ambientais gerados direta ou indiretamente. Portanto, uma análise de custo incremental médio (do inglês, *Average Incremental Cost*) foi realizada para comparar a rentabilidade de tecnologias de diferentes grandezas, nivelando resultados em um parâmetro de comparação de benefício financeiro por volume de água economizada, dentro do mesmo horizonte de tempo ( $t = 30$  anos). Com isso, indicadores do valor econômico da conservação de água, em R\$/m<sup>3</sup> foram gerados para ambos os sistemas AAP e RAC. O custo incremental médio pode ser identificado como o valor presente líquido de uma série de custos futuros de capital e de operação para uma determinada tecnologia que esteja gerando benefícios financeiros, dividido pela economia de água total para um determinado horizonte de tempo (Equação 6).



$$CIM = - \left[ \frac{K - B + C_o}{E_a} \right] \quad (6)$$

$CIM$  = Custo incremental médio (R\$/m<sup>3</sup>)

$K$  = VPL do custo capital (R\$)

$B$  = VPL dos benefícios (R\$)

$C_o$  = VPL dos custos operacionais (R\$)

$E_a$  = Economia de água total (m<sup>3</sup>)

### 3. Composição de Modelos Representativos

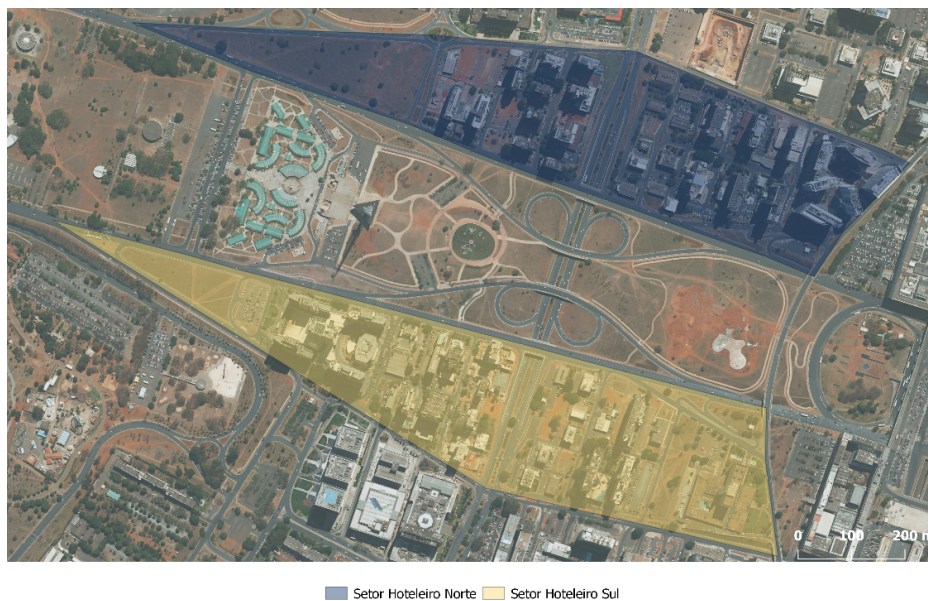
Para a análise de viabilidade, foi realizado um levantamento quantitativo e qualitativo para coleta de dados primários das principais características tipológicas de edificações não-residenciais de acordo com sua funcionalidade. A caracterização das principais edificações não-residenciais do Distrito Federal contou com uma análise prévia das principais funções desenvolvidas no estoque edificado da região, categorizando-as em edificações: i) hoteleiras; ii) comerciais; iii) de escritório; iv) de ensino; v) de saúde; vi) de transporte; e vii) industriais. Para cada tipo edilício foram caracterizados sub-grupos em função das atividades desenvolvidas, características construtivas, ocupação e consumo de água.

#### 3.1. Edificações Hoteleiras

O hotel é um estabelecimento com serviço de recepção, alojamento temporário ofertados em unidades individuais (apartamentos) e de uso exclusivo dos hóspedes, mediante cobrança de diária. Além de hospedagem, edificações hoteleiras oferecem serviços de limpeza, lavanderia, alimentação, eventos e lazer que variam de acordo com o tamanho e categoria do hotel. É comum encontrar hotéis gerenciados por sistema pool de locação das unidades de alojamento temporário, ou até mesmo de hóspedes que moram nos apartamentos em busca de comodidade pelos serviços prestados e localização privilegiada.

A capital federal dispõe de uma ampla rede de hotéis localizados no centro de Brasília, ao longo do seu Eixo Monumental (Figura 4). O Setor Hoteleiro Norte (SHN) é composto por 28 edificações hoteleiras, enquanto o Setor Hoteleiro Sul (SHS) é composto por 26 edificações hoteleiras.

**Figura 4.** Distribuição espacial das regiões de coleta de dados primários.

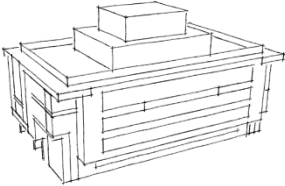
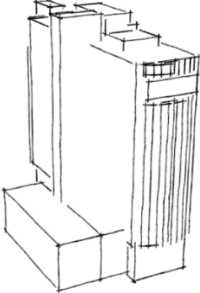


Fonte: Adaptado do Geoportal - SEGETH

Observa-se dois tipos distintos de edificações hoteleiras nesses setores. O primeiro, de baixa densidade, são prédios baixos com um número reduzido de pavimentos (em média, 4 andares) e, conseqüentemente, de apartamentos e atividades voltadas a eventos e lazer. O segundo, de alta

densidade, são prédios altos, com elevado número de pavimentos (em média, 18 andares) e apartamentos, que oferecem diferentes atividades voltadas para eventos e lazer.

**Tabela 3.** Principais características das edificações hoteleiras.

Tipologia	Características	<i>n</i>	Média
<b>Baixa Densidade</b>			
	Área construída	11	2.596 m <sup>2</sup>
	Área verde	11	414 m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	11	649 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	11	4 pav's
	Nº de apartamentos	11	62 apto's
	Nº de hóspedes	11	72 p/d
	Nº de funcionários	11	22 p
	População total	11	94 p
	Consumo mensal	11	262 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo <i>per capita</i>	11	92 l/p/d
Consumo <i>per area</i>	11	3 l/m <sup>2</sup> /d	
<b>Alta Densidade</b>			
	Área construída	12	17.017 m <sup>2</sup>
	Área verde	12	603 m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	12	1.347 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	12	18 pav's
	Nº de apartamentos	12	293 apto's
	Nº de hóspedes	12	172 p/d
	Nº de funcionários	12	108 p
	População	12	280 p
	Consumo mensal	12	2.279 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo <i>per capita</i>	12	268 l/p/d
Consumo <i>per area</i>	12	4 l/m <sup>2</sup> /d	

Foram realizadas entrevistas estruturadas direcionada aos gerentes dos hotéis dos setores SHS e SHN para coletar informações referentes aos serviços oferecidos (restaurante, lavanderia, espaço para eventos e lazer) e de ocupação (número de apartamentos, hospedes e funcionários). Por meio de sensoriamento remoto, foi possível realizar medições de área construída, área verde e área de cobertura. Com dados de consumo faturado cedidos pela CAESB, foi possível verificar o consumo predial médio de cada tipologia, assim como seus indicadores de consumo *per capita* e *per area*. A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

### 3.1.1. Áreas

Em geral, a área construída das edificações hoteleiras de baixa densidade é 85% menor que a das edificações de alta densidade. Isso se deve ao fato de que as edificações hoteleiras de alta densidade, não apenas tem um número maior de apartamentos, mas também, contém elementos adicionais como lojas, lavanderia, piscina e demais pisos externos e avarandados. Pisos externos das edificações de baixa densidade limitaram-se a calçada. Os pisos internos da tipologia de alta densidade representam mais da metade da área total da edificação. Em geral, verificou-se que áreas destinadas a lavagem de pisos e limpeza de ambientes internos, como banheiros e halls de entrada, eram de aproximadamente 527m<sup>2</sup> em edificações de baixa densidade e 2.095 m<sup>2</sup> em edificações de alta densidade. No que se diz respeito às áreas verdes destinadas a irrigação paisagística, edificações de baixa densidade apresentaram uma área de aproximadamente 414 m<sup>2</sup> e edificações de alta densidade 603 m<sup>2</sup>. Apesar

de suas áreas verdes serem de grandezas similares, podemos observarmos que a relação entre área verde/área construída, a tipologia de baixa densidade apresenta um índice (0,25) bem maior do que a edificação de alta densidade (0,07), ou seja, proporcionalmente ao seu tamanho, a edificação hoteleira de baixa densidade apresenta uma maior probabilidade de uso de água em irrigação.

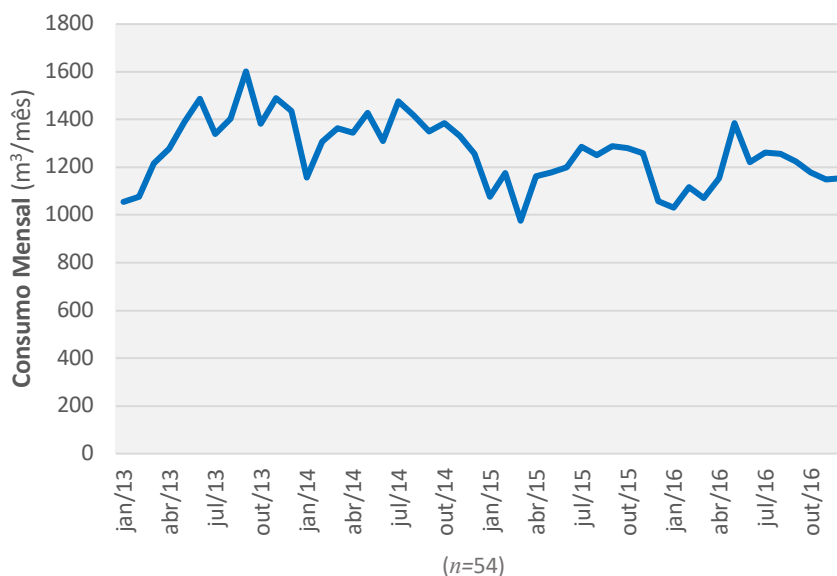
### 3.1.2. População

Outro fator que pode afetar o consumo de água é o número de usuários (hospedes e funcionários). A relação do número médio de hóspedes por apartamento por dia em tipologias de baixa densidade foi maior (1,2) que em tipologias de alta densidade (0,6). Já a relação entre o número de funcionários por hospedes foi menor em tipologias de baixa densidade (0,3) do que em tipologias de alta densidade (0,6). Em geral, o numero médio de hóspedes na tipologia de baixa densidade foi de 72 pessoas por dia e na de alta densidade foi de 172 hóspedes por dia, sendo que a primeira tem uma média de 62 apartamentos e a segunda de 293 apartamentos. Na tipologia de baixa densidade temos uma média de 23 funcionários no hotel e na de alta densidade de 128.

### 3.1.3. Consumo predial

Com os dados históricos de consumo faturado pela CASEB entre os anos de 2013 a 2016, averiguou-se que o consumo médio da tipologia de baixa densidade foi de  $3.141 \text{ m}^3/\text{ano}$  e da tipologia de alta densidade  $27.348 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que a tipologia alta densidade possui uma infraestrutura diversificada, contando com salas para eventos, restaurantes abertos para o público, ambientes de lazer que incluem amenidades como piscina, spa e sauna.

**Figura 5.** Evolução do consumo mensal médio em edificações hoteleiras.

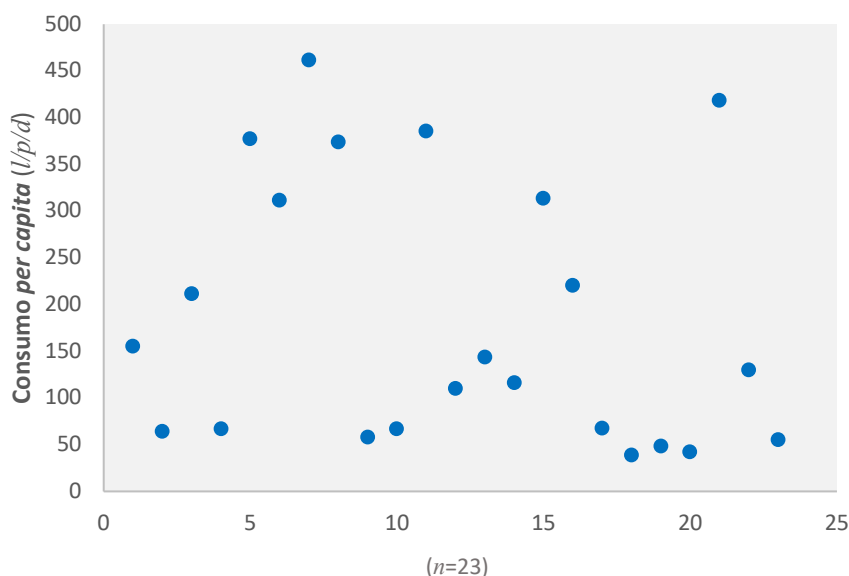


A Figura 5 apresenta a evolução do consumo mensal médio entre os anos de 2013 a 2016. De maneira geral, observa-se uma tendência de queda no consumo de água do setor hoteleiro. Mais especificamente, houve uma queda drástica no consumo médio de  $1.345 \text{ m}^3/\text{ano}$  nos anos de 2013 e 2014 para  $1.183 \text{ m}^3/\text{ano}$  nos anos de 2015 e 2016. Podemos verificar, também, que há um padrão no consumo de água que se repete anualmente. No início do ano (janeiro), o consumo predial inicia-se baixo e evolui com um crescimento na demanda até o mês de agosto/setembro, seguido de uma queda até o final do ano (dezembro).

### 3.1.4. Consumo per capita

Para estimar o indicador de consumo per capita em litros por pessoa por dia ( $l/p/d$ ), foi considerado a população total de usuários (hospedes e funcionários). Em média, as tipologias de baixa densidade apresentaram um índice de consumo per capita equivalente a  $92 l/p/d$ , em quanto as tipologias de alta densidade  $268 l/p/d$ . Em geral, o consumo per capita nos edifícios analisados variou entre 39 e 462 litros por pessoa por dia. O diagrama de dispersão do consumo per capita é apresentado na Figura 6.

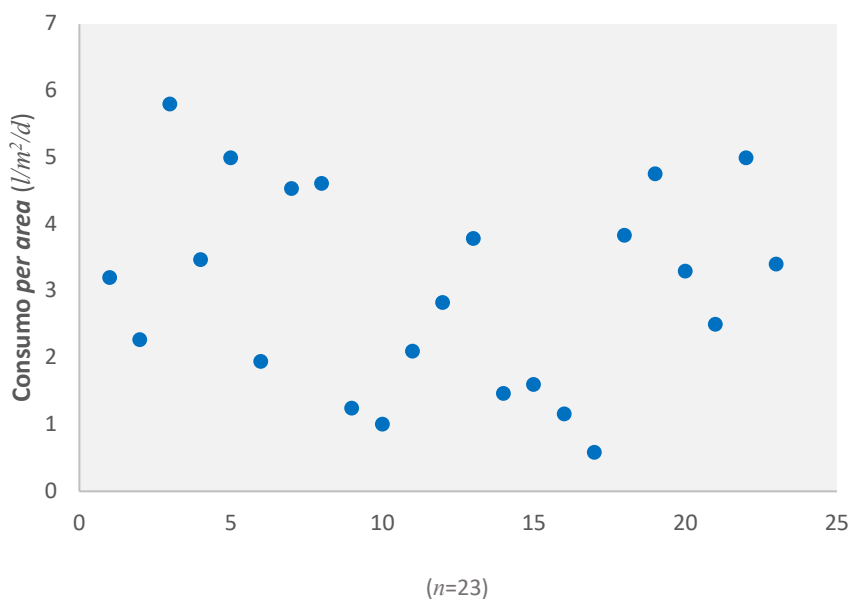
Figura 6. Consumo per capita em edificações hoteleiras.



### 3.1.5. Consumo per area

Outro parâmetro utilizado para comparar o desempenho do consumo de água foi litro por metro quadrado de área construída por dia ( $l/m^2/d$ ). Em média, o consumo per area em edificações de baixa densidade foi de  $3 l/m^2/d$  e  $4 l/m^2/d$  em edificações de alta densidade. A Figura 7 apresenta o consumo per area das edificações analisadas, variando entre  $0,6 l/m^2/d$  e  $5,8 l/m^2/d$ .

Figura 7. Consumo per area em edificações hoteleiras.



### 3.1.6. Usos-finais de água

Para fins dessa pesquisa, foi selecionado um hotel de cada tipologia para um estudo de caso aprofundado voltado para uma melhor compreensão dos seus usos-finais de água. Buscou-se acesso a edificações que possuíam características similares às médias de cada tipologia para realizar uma auditoria do consumo de água.

#### *Edificação Hoteleira de Baixa Densidade*

O hotel analisado para o estudo de caso de uma edificação hoteleira de baixa densidade foi o Esplanada Brasília Hotel localizado no Setor Hoteleiro Sul (Figura 8). Além de acomodações para hospedagem (80 suítes), o hotel possui um restaurante e oferece espaço para eventos (quatro salas e um auditório). Em média, o Esplanada Brasília hospeda 1.300 hóspedes por mês, com um período de permanência de dois a três dias. A edificação de  $1.881 \text{ m}^2$  possui quatro pavimentos com projeção de  $678 \text{ m}^2$  e possui um jardim externo de aproximadamente  $553 \text{ m}^2$ .

**Figura 8.** Edificação hoteleira de baixa densidade selecionada para estudo de caso.



Fonte: [www.trivago.com.br](http://www.trivago.com.br)

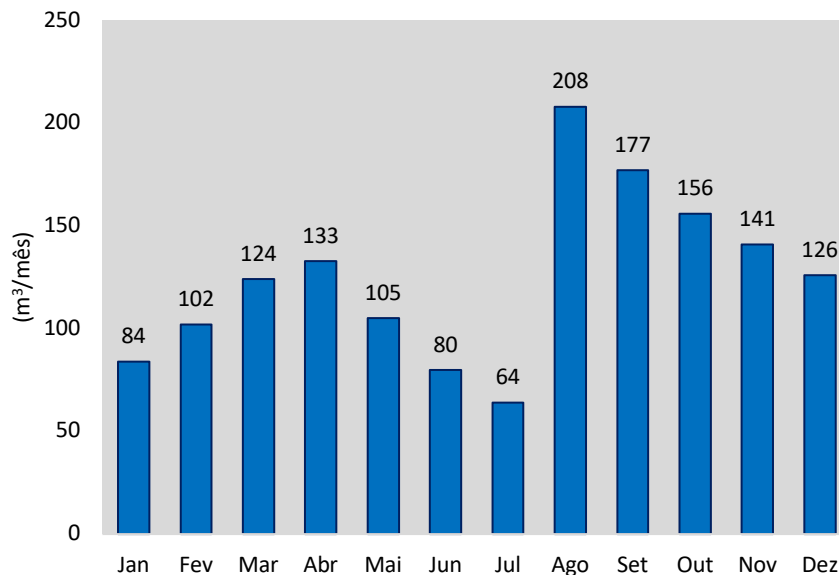
O hotel de baixa densidade apresentou um consumo predial equivalente a  $1.500 \text{ m}^3/\text{ano}$  (média de  $125 \text{ m}^3/\text{mês}$ ), com um indicador *per capita* de  $62 \text{ l/p/d}$  e indicador *per area* equivalente a  $2 \text{ l/m}^2/\text{ano}$ . Podemos observar em seu histórico do consumo mensal, uma grande variação do consumo de água ao longo do ano com meses de baixo consumo de maio a julho, seguido por um disparo no consumo de água no mês de agosto (Figura 9). Uma possível explicação para esse pico de consumo nos meses de agosto a outubro pode estar relacionada com atividades destinadas a eventos e elevada procura por hospedagem, já que 80% das atividades são destinadas ao turismo de negócios.

A Tabela 4. *Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.* Tabela 4 apresenta um resumo dos resultados obtidos durante a auditoria do consumo de água no hotel. Podemos observar que em grande parte, o consumo de água do hotel de baixa densidade é destinado aos hóspedes (86,7%). O restante, é composto pelo consumo dos funcionários (5,0%), cozinha (2,9%), limpeza de ambientes e lavagem de pisos (4,2%) e irrigação paisagística (1,2%). Os chuveiros representaram o maior consumo da edificação (56,7%) seguido de descarga sanitária (27,4%) e



lavatório (7,2%). Em média, a limpeza de ambientes como banheiros (individual, social e coletivo) era realizado uma vez por dia. O piso da cozinha do restaurante era lavado duas vezes ao dia, enquanto que a recepção (duas vezes por semana) e corredores (uma vez por semana) ocorriam com menor frequência. Baldes ou pequenos recipientes (potes de sorvete) eram utilizados no processo de limpeza desses ambientes internos. Em média, a irrigação paisagística era realizada apenas no período de seca (de maio a setembro), três vezes por semana, utilizando um aspersor manual.

**Figura 9.** Consumo mensal da edificação hoteleira de baixa densidade.



**Tabela 4.** Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.

Usos-Finais	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
<b>Hospedes</b>					<b>82,5 l/p/d</b>
Lavatório	0,08 l/s	31 s	108 n/d	269 l/d	6,2 l/p/d
Chuveiro	0,26 l/s	301 s	29 n/d	2.229 l/d	51,4 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	176 n/d	1.056 l/d	24,4 l/p/d
Ducha Higiênica	0,12 l/s	8 s	23 n/d	22 l/d	0,5 l/p/d
<b>Funcionários</b>					<b>26,7 l/p/d</b>
Lavatório	0,07 l/s	14 s	27 n/d	90 l/d	3,9 l/p/d
Chuveiro	0,16 l/s	100 s	7 n/d	804 l/d	12,1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	12 n/d	857 l/d	10,7 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>8,9 l/p/d</b>
Pia de Cozinha	0,08 l/s	83 s	18 n/d	594 l/d	8,9 l/p/d
<b>Limpeza de Ambientes e Lavagem de Pisos</b>					<b>0,3 l/m²/d</b>
Torneira de Uso Geral	0,17 l/s	1.032 s	1 n/d	172 l/d	0,3 l/m²/d
<b>Irrigação</b>					<b>0,1 l/m²/d</b>
Torneira de Jardim	0,17 l/s	300 s	1 n/d	51 l/d	0,1 l/m²/d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado por dia*

### Edificação Hoteleira de Alta Densidade

O hotel analisado para o estudo de caso de uma edificação hoteleira de alta densidade foi o Bonaparte Hotel localizado no Setor Hoteleiro Sul (Figura 10). Além de acomodações para hospedagem (267 suítes com cozinha), o hotel possui um restaurante, lavanderia, lazer e lojas comerciais. Em média, o Bonaparte Hotel hospeda em torno de 2010 por mês, com um período de permanência de aproximadamente dois dias, e possui 167 moradores. A edificação de 20.600 m<sup>2</sup> possui 18 pavimentos

com uma área de cobertura equivalente a  $1.473 \text{ m}^2$ , piscina com uma área superficial de  $150 \text{ m}^2$  e jardins totalizando  $2.197 \text{ m}^2$ .

**Figura 10.** Edificação hoteleira de alta densidade selecionada para estudo de caso.



Fonte: [www.expedia.com.br](http://www.expedia.com.br)

O hotel de alta densidade apresentou um consumo predial equivalente a  $33.368 \text{ m}^3/\text{ano}$  (média de  $2.781 \text{ m}^3/\text{mês}$ ), com um indicador *per capita* de  $253 \text{ l/p/d}$  e indicador *per area* equivalente a  $4 \text{ l/m}^2/\text{ano}$ . Podemos observar em seu histórico do consumo mensal, pequenas alterações no consumo de água ao longo do ano, variando entre  $2.396 \text{ m}^3/\text{mês}$  e  $3.270 \text{ m}^3/\text{mês}$ . No que se diz respeito ao consumo diário ao longo da semana, observou-se um consumo levemente maior na sexta-feira e final de semana (Figura 12).

A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados obtidos durante a auditoria do consumo de água no hotel. Por um lado, o hotel de alta densidade apresentou um elevado consumo de água por parte dos hóspedes (67,8%) e funcionários (18,2%). Pelo outro lado, o uso de água nos processos de limpeza de ambientes e lavagem de pisos (4,3%), irrigação paisagística (3,6%), lavanderia (2,5%), piscina (2,0%) e cozinha (1,5%) apresentaram uma pequena parcela do consumo total da edificação.

**Figura 11.** Consumo mensal da edificação hoteleira de alta densidade.



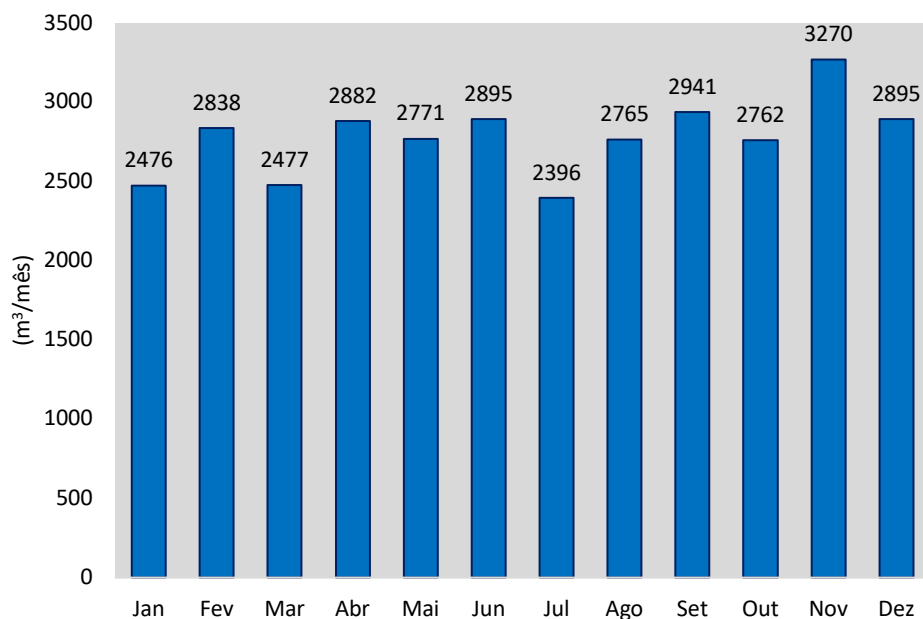


Figura 12. Consumo diário da edificação de alta densidade.

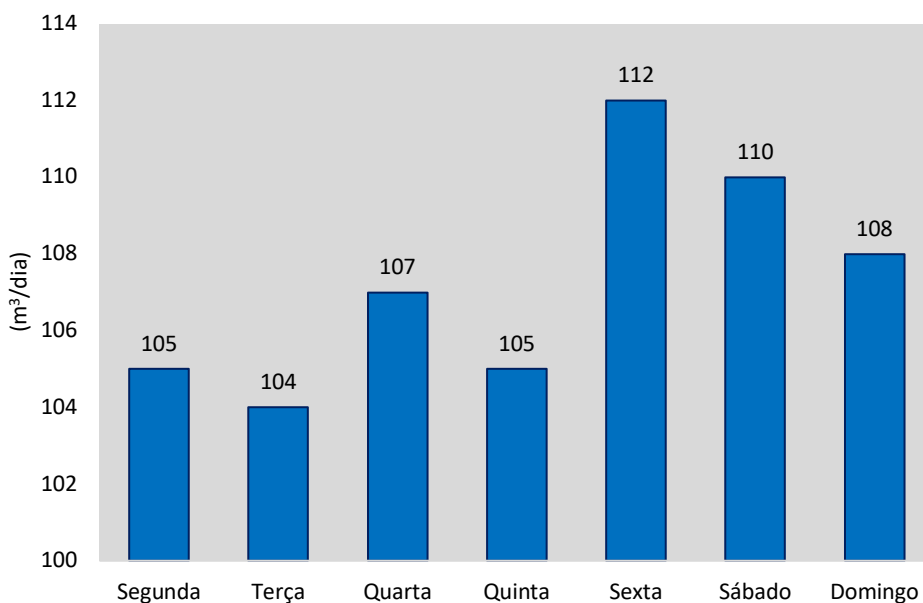


Tabela 5. Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.

Equipamento	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
<b>Hospedes</b>					<b>207,1 l/p/d</b>
Lavatório	0,08 l/s	66 s	846 n/d	4.469 l/d	19,1 l/p/d
Chuveiro	0,13 l/s	619 s	458 n/d	36.878 l/d	157,6 l/p/d
Banheira	0,12 l/s	833 s	14 n/d	1.427 l/d	6,1 l/p/d
Vaso Sanitário	6 lpf	---	940 n/d	5.639 l/d	24,1 l/p/d
Ducha Higiênica	0,06 l/s	4 s	195 n/d	47 l/d	0,2 l/p/d
Pia de Cozinha	0,06 l/s	90 s	689 n/d	3721 l/d	15,9 l/p/d
<b>Funcionários</b>					<b>108,7 l/p/d</b>
Lavatório	0,12 l/s	14 s	747 n/d	1.254 l/d	9,8 l/p/d
Chuveiro	0,14 l/s	465 s	126 n/d	8.192 l/d	64,0 l/p/d
Vaso Sanitário	9 lpf	---	496 n/d	4.467 l/d	34,9 l/p/d
Mictório	3 lpf	---	27 n/d	79,95 l/d	0,6 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>3,3 l/p/d</b>

Pia de Cozinha	0,19 l/s	80 s	78 n/d	1.186 l/d	4,0 l/r/d
<b>Lavanderia</b>					<b>7,3 l/p/d</b>
Máquina de Lavar Roupas	130 l/u	---	15 n/d	1.950 l/d	0,1 l/r/d
<b>Limpeza de Ambientes e Lavagem de Pisos</b>					<b>0,3 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral	0,19 l/s	625 s	1 n/d	3.288 l/d	0,3 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Irrigação</b>					<b>1,0 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Aspersores	0,50 l/s	4608 s	1 n/d	2.304 l/d	1,6 l/m <sup>2</sup> /d
Mangueira	0,25 l/s	1800 s	1 n/d	450 l/d	0,6 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Amenidades</b>					<b>10,4 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Piscina	0,19 l/s	296	1 n/d	1.560 l/d	10,4 l/m <sup>2</sup> /d

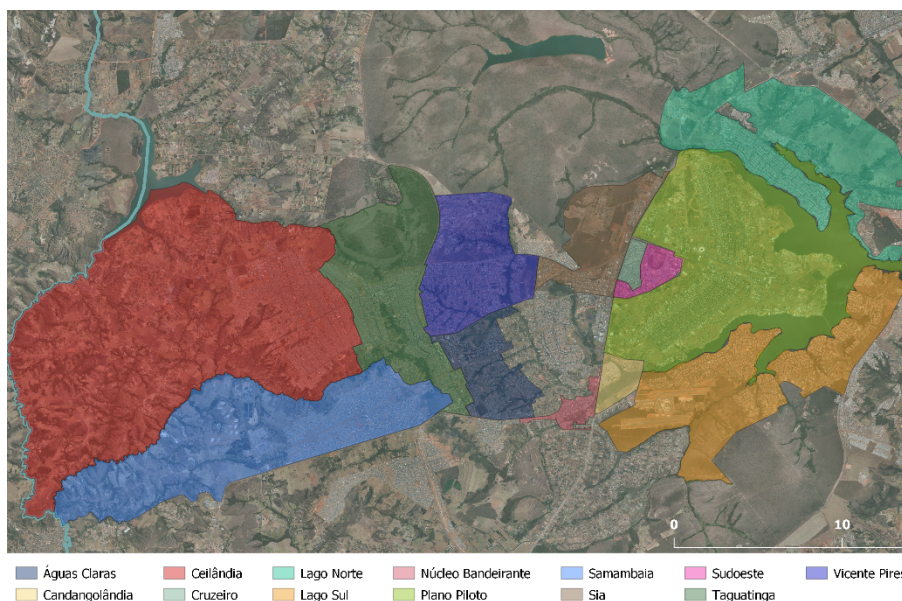
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

Os chuveiros representaram o maior consumo da edificação (58,6%) seguido de descarga sanitária em vasos sanitários e mictórios (13,2%), lavatórios (7,4%) e pias de cozinha (6,4%). Duchas higiênicas (0,1%) e banheiras (1,9%) apresentaram os menores padrões de consumo de água. maior consumo da edificação (56,7%) seguido de descarga sanitária (27,4%) e lavatório (7,2%). Em média, a limpeza de banheiros (individual, social e coletivo) era realizado uma vez por dia e o piso da cozinha do restaurante era limpo duas vezes ao dia e a recepção e circulação interna, três vezes por semana utilizando baldes ou pequenos recipientes. Em média, a irrigação paisagística era realizada apenas no período de seca (de maio a setembro) utilizando um aspersor manual.

### 3.2. Edificações Comerciais

Para analisar e compor os modelos representativos dessa tipologia, foram coletadas 1.225 amostragens do comércio no DF, de um universo de 2.232 nas Regiões Administrativas de Águas Claras, Brasília (Asa Norte e Asa Sul, Lago Norte e Lago Sul), Sudoeste, Setor de Indústrias Gráficas (SIG), Setor de Indústrias e Abastecimento (SIA), Setor de Clubes Esportivos Sul e Parque da Cidade (Figura 13).

**Figura 13:** Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados

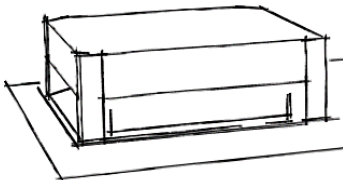
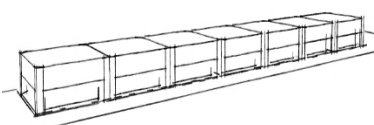
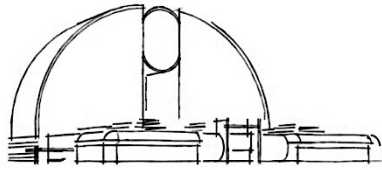
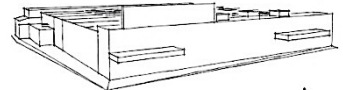


Fonte: Adaptado do Geoportal – SEGETH

As edificações comerciais do Distrito Federal apresentaram quatro configurações distintas: i) Estabelecimento Comercial, edificação comercial de pequeno a médio porte, com uma atividade comercial predominante.; ii) Bloco Comercial, edificação comercial de médio porte com diversas atividades, destacando-se: farmácias, restaurantes, padaria, salão de beleza, etc. Construído com o intuito de atender as quadras residenciais adjacentes.; iii) Centro Comercial, edificação comercial de grande porte com diversas atividades, agrupamento de lojas situadas num mesmo conjunto arquitetônico, voltadas para circulação de uso comum (shopping centers); e iv) Galpão Comercial, construções de um pavimento, podendo ou não ser dotados de mezaninos, com grandes áreas construídas. Este tipo de edificação se caracteriza por seus grandes vãos e grandes áreas de cobertura, e as principais atividades incluem a venda de materiais de construção, venda e/ou manutenção de veículos e hipermercados.

Para cada grupo tipológico, foram contabilizados 15% de estabelecimentos comerciais, 20% de blocos comerciais, 63% de centros comerciais e 57% de galpões comerciais, sendo a média de 38,75% do universo total. Dessa amostragem, 954 são estabelecimentos comerciais, 111 blocos comerciais, 141 galpões comerciais e 19 centros comerciais.

Tabela 6: Principais características das edificações comerciais

Tipologia	Características	n	Média
<b>Estabelecimento Comercial</b>			
	Terminal de Passageiros	746	150 m <sup>2</sup>
	Área Construída	747	149 m <sup>2</sup>
	Área	777	9 funcionários
	Nº de Clientes (consumidores de água diários)	777	149 clientes
	Nº População Total (diária)	777	80 pessoas
	Consumo mensal	478	23 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo diário	490	748 l/dia
	Consumo per área	370	8 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	370	127 l/p/d
	<b>Bloco Comercial</b>		
	Área Construída	99	1.797 m <sup>2</sup>
	Área de Cobertura	98	998 m <sup>2</sup>
	Nº de estabelecimentos comerciais	111	8
	Nº de unidades comerciais	111	11
	Nº de Funcionários (diária)	111	45 funcionários
	Nº de Clientes (consumidores de água diários)	111	253 clientes
	População Total (diária)	111	298 p/d
	Consumo mensal	73	155 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo diário	73	5.110 l/d
	Consumo per area	73	3 l/m <sup>2</sup> /d
Consumo per capita	73	121 l/p/d	
<b>Centro Comercial</b>			
	Área Construída	19	67.907m <sup>2</sup>
	Área de Cobertura	19	17.048 m <sup>2</sup>
	Nº de Lojas	19	137 lojas
	População Total[1]	---	---
	Consumo anual	19	114.031m <sup>3</sup> /ano
	Consumo mensal	19	3.402 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo diário		113.400 l/d
	Consumo per area	19	2,6 l/m <sup>2</sup> /d
Consumo per capita[2]	---	---	
<b>Galpão Comercial</b>			
	Área Construída	140	3.604 m <sup>2</sup>
	Área de Cobertura	138	3.030 m <sup>2</sup>
	População fixa (diária)	133	71 p/d
	População flutuante (diária)	125	802 clientes
	População Total (diária)	133	880 p/d
	Consumo mensal		230 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo per capita (população fixa)	100	109 l/p/d
	Consumo per área	108	2,4 l/m <sup>2</sup> /d

Devido à grande variedade de atividades de comércio e serviços dentro dos grupos definidos, foi necessária sua categorização, para melhor compreensão e análise na pesquisa. As categorias apresentadas na Tabela 7, abaixo, foram baseadas na Pesquisa Mensal do Comércio de 2016 que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou e nos dados da Revista do Sistema Fecomércio- DF de 2016.

**Tabela 7:** *Categorização das atividades de comércio e serviços*

<b>Categoria</b>	<b>Classificação</b>
Comércio	A Produtos Alimentícios: <i>mercados, hortifrúti, bebidas, fumo, congelados, etc.</i>
	B Padarias: <i>confeitaria, panificadora, pães, biscoitos, bebidas, sucos, café, etc.</i>
	C Vestuários: <i>butiques, calçados, bijuterias/jóias, calçados, cama, mesa, banho, etc.</i>
	D Drogaria: <i>farmácia, artigos médicos e produtos de higiene, toalete e perfumaria.</i>
	E Veículos: <i>revendedoras, oficinas, lava-jatos, partes, peças e acessórios.</i>
	F Construção: <i>material para construção civil, elétrica, hidráulica, etc.</i>
	G Outros Comércios
Serviço	H Bares: <i>botequim ou bar, onde se serve bebidas e aperitivos.</i>
	I Restaurantes: <i>cozinha à la carte, self-service, fast-food e culinária temática.</i>
	J Lanchonetes/Cafés: <i>lanches, salgados, cafés, chás, sucos, sorvetes, etc.</i>
	K Animais: <i>medicina veterinária, pet-shops, banho e tosa, hospedagem, etc.</i>
	L Lavanderias: <i>lava e passa peças de vestuário, cama, mesa e banho, tinturaria, etc.</i>
	M Salão de Beleza: <i>cabelereiro, barbearia, tratamento estético, esmalteria, etc.</i>
	N Academias: <i>atividades de condicionamento físico</i>
	O Outros Serviços

A delimitação mais precisa do objeto de estudo a partir de sua configuração espacial e das atividades desenvolvidas, possibilitou uma compreensão mais aprofundada de como as diferentes edificações utilizam a água. A Tabela 8 e a Tabela 9, mostram o número de edificações analisadas para cada atividade, as características básicas e a média dessas características calculadas através da amostragem (n) de cada atividade para as edificações do comércio e de serviços, respectivamente.

**Tabela 8:** *Caracterização das atividades do comércio*

<b>Atividade</b>	<b>Características</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>
<b>A. Produtos alimentícios</b>			
Mercados, hortifrúti, bebidas, fumo, congelados, etc.	Área construída	35	131m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	35	26 p/d
	Consumo per área	35	1,9 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	35	45 l/p/d
<b>B. Padarias</b>			
Confeitaria, panificadora, pães, biscoitos, bebidas, sucos, café, etc.	Área construída	35	202m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	35	143 hab./d
	Consumo per área	35	0,3 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	35	66 l/p/d
<b>C. Vestuários</b>			
Butiques, calçados, bijuterias/jóias, calçados, cama, mesa, banho, etc.	Área construída	116	79m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	116	3 hab./d
	Consumo per área	116	0,6 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	116	50 l/p/d

<b>D. Drogaria</b>			
Farmácia, artigos médicos e produtos de higiene, toalete e perfumaria.	Área construída	67	97m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	67	4 hab./d
	Consumo per área	67	1,7 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	67	28 l/p/d
<b>E. Veículos</b>			
Revendedoras, oficinas, lava-jatos, partes, peças e acessórios.	Área construída	5	82m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	5	4 hab./d
	Consumo per área	5	1,6 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	5	43 l/p/d
<b>F. Construção</b>			
Material para construção civil, elétrica, hidráulica, etc.	Área construída	11	170m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	11	11 hab./d
	Consumo per área	11	1,3 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	11	41 l/p/d
<b>G. Outros comércios</b>			
	Área construída	47	39m <sup>2</sup>
	Nº população total (diária)	47	1 hab./d
	Consumo per área	47	1,9 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	47	42 l/p/d

Tabela 9: Caracterização das atividades de serviço

<b>Atividade</b>	<b>Características</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>
<b>H. Bares</b>			
Botequim ou bar, onde se serve bebidas e aperitivos	Área construída	21	58m <sup>2</sup>
	Nº população total	21	3 hab./d
	Consumo per área	21	4,6 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	21	54 l/p/d
<b>I. Restaurantes</b>			
Cozinha à la carte, self-service, fast-food e culinária temática	Área construída	118	83m <sup>2</sup>
	Nº população total	118	4 hab./d
	Consumo per área	118	4,2 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	118	63 l/p/d
<b>J. Lanchonetes/Cafés</b>			
Lanches, salgados, cafés, chás, sucos, sorvetes, etc.	Área construída	35	185m <sup>2</sup>
	Nº população total	35	6 hab./d
	Consumo per área	35	5,0 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	35	68 l/p/d
<b>K. Animais</b>			
Medicina veterinária, pet-shops, banho e tosa, hospedagem, etc.	Área construída	26	114m <sup>2</sup>
	Nº população total	26	6 hab./d
	Consumo per area	26	2,9 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	26	44 l/p/d
<b>L. Lavanderias</b>			
Lava e passa peças de vestuário, cama e banho, tinturaria, etc.	Área construída	14	126m <sup>2</sup>
	Nº população total	14	17 hab./d
	Consumo per área	14	15,8 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	141	362 l/p/d
<b>M. Salão de Beleza</b>			
	Área construída	137	429m <sup>2</sup>



Cabelereiro, barbearia, tratamento estético, esmaltaria, etc.	Nº população total	137	397 hab./d
	Consumo per área	137	1,6 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	137	38 l/p/d
<b>N. Academias</b>			
	Área construída	14	35m <sup>2</sup>
	Nº população total	14	3 hab./d
	Consumo per área	14	0,7 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	14	43 l/p/d
<b>O. Outros serviços</b>			
	Área construída	137	97m <sup>2</sup>
	Nº população total	137	3 hab./d
	Consumo per área	137	3,3 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	137	55 l/p/d

Os blocos comerciais se diferem em suas peculiaridades e em cada Região Administrativa. O número médio e os tipos de atividades comerciais variam em cada RA, bem como a média da metragem quadrada e população. Abaixo é apresentada a caracterização de blocos do comércio nas RA's citadas.

#### Asa Norte – RA I:

Na RA I, Plano Piloto, em um universo de 452 estabelecimentos, o total alcançado foi de 50 amostragens, representando 11% do universo, sendo 19 na Asa Norte. Os blocos comerciais da Asa Norte têm, em média, 09 estabelecimentos dentro de 12 unidades comerciais. A composição desses 09 estabelecimentos, em sua maioria, é de 02 salões de beleza (27%); 02 lojas de vestuários (20%); 01 restaurante (11%); 01 drogaria (10%); 01 loja de produtos alimentícios (7%); 01 loja destinada a outros tipos de comércio (7%) e 01 loja destinada a outros tipos de serviço (7%). Os demais comércios e serviços que totalizam 11% dos estabelecimentos comerciais e que compõem os blocos comerciais da Asa Norte foram: padarias (4%); lojas de veículos (1%); lojas de materiais de construção (1%); bares (2%); lanchonetes/café (1%); lojas de animais (1%); lavanderias (1%) e academias (2%). O setor apresentou porcentagem de comércio e de serviços bem similar, com 44,9% de comércios e de 55,1% de serviço. Possui uma média de 1461 m<sup>2</sup> de área construída, 722 m<sup>2</sup> de área de cobertura, 82 m<sup>2</sup> por atividade comercial e 171 habitantes por dia.

#### Asa Sul – RA I:

Na RA I, Plano Piloto, em um universo de 452 estabelecimentos, o total alcançado foi de 50 amostragens, representando 11% do universo, sendo 31 na Asa Sul. Os blocos comerciais da Asa Sul têm, em média, 06 estabelecimentos dentro de 07 unidades comerciais. A composição desses 06 estabelecimentos, em sua maioria, é de: 01 loja de vestuário (20%); 01 restaurante (20%); 01 salão de beleza (15%); 01 drogaria (10%); 01 loja de outros comércios (8%) e 01 bar (7%). Os demais comércios e serviços que totalizam 21% dos estabelecimentos comerciais que compõem os blocos comerciais da Asa Sul foram: padarias (4%); veículos (1%); Construção (1%); loja de produtos alimentícios (7%); lanchonetes/café (2%); animais (2%); lavanderias (2%); academias (1%) e outros serviços (2%). O setor apresentou porcentagem de comércio e de serviços bem similar, com 49,7% de comércios e de 50,3% de serviço. Possui uma média de 1676 m<sup>2</sup> de área construída, 800 m<sup>2</sup> de área de cobertura, 179 m<sup>2</sup> por atividade comercial, 249 habitantes por dia.

Lago Sul – RA XVI

Na RA XVI, Lago Sul, em um universo de 40 estabelecimentos, o total alcançado foi de 15 amostragens, isto é, 38% do universo. Os blocos comerciais RA têm em média 4 atividades comerciais sendo 7 unidades comerciais. Essas 7 unidades comerciais detêm, em sua maioria, nessa ordem: 1 vestuário (21%); 1 salão de beleza (16%); 1 drogaria (11%); 1 loja de materiais de construção (8%); 1 de outros comércios (8%); 1 loja de produtos alimentícios (6%) e 1 padaria (6%). Os demais comércios e serviços que totalizam 24% dos estabelecimentos comerciais que compõem os blocos comerciais Lago Sul foram: restaurantes (5%); lanchonete/café (5%); animais (5%); outros serviços (5%); veículos (2%); bares (2%) e lavanderias (2%). O setor apresentou porcentagem com maior predominância de comércios com 61,9% e de serviço foi 38,1%. Possui uma média de 1.111 m<sup>2</sup> de área construída, 610 m<sup>2</sup> de cobertura, 124 m<sup>2</sup> por atividade comercial, 126 habitantes por dia.

Lago Norte – RA XVIII

Na RA XVIII, Lago Norte, em um universo de 8, foi alcançado o total de 2 amostragens, representando 25% do universo. Os blocos comerciais RA têm, em média, 07 tipos de atividades comerciais, sendo 09 unidades de comércio. A composição dessas 07 atividades, em sua maioria, é de: 02 lojas de animais (21%); 01 padaria (14%); 01 drogaria (14%); 01 salão de beleza (14%); 01 bar (7%) e 01 loja de construção (7%). Os demais comércios e serviços que totalizam 23% dos estabelecimentos comerciais que compõem os blocos comerciais Lago Norte foram: lavanderia (7%); academia (7%) e loja de produtos alimentícios (7%). O setor apresentou porcentagem com maior predominância de comércio e de serviços bem similar, com 47% de comércio e de 53,3% de serviço. Possui uma média de 2.839 m<sup>2</sup> de área construída, 1.420 m<sup>2</sup> de área de cobertura, 262 m<sup>2</sup> por atividade comercial, 229 habitantes por dia.

Águas Claras – RA XX

Na RA XX, Águas Claras, em um universo de 34, foi alcançado o total de 27 amostragens, representando 79% do universo. Os blocos comerciais têm em média 07 tipos de atividades comerciais, sendo 08 unidades de comércio. A composição dessas 7 atividades, em sua maioria, é de: 02 salões de beleza (22%); 01 restaurante (20%); 01 drogaria (10%); 01 vestuário (8%); 01 loja de produtos alimentícios (8%) e 01 lanchonete/café (6%). Os demais comércios e serviços que totalizam 26% dos estabelecimentos comerciais que compõem os blocos comerciais de Águas Claras foram: padarias (4%); veículos (1%); construção (2%); outros comércios (5%); bares (2%); animais (6%); lavanderias (2%); academias (3%) e outros serviços (1%). O setor apresentou porcentagem com maior predominância de serviço com 62% e de comércio com 33%. Possui uma média de 2.433m<sup>2</sup> de área construída, 1.777 m<sup>2</sup> de área de cobertura, 313 m<sup>2</sup> por atividade comercial, 278 habitantes por dia.

Sudoeste/Octogonal – RA XXII

Na RA XXII, Sudoeste/Octogonal, em um universo de 31, foi alcançado o total de 17 amostragens, sendo 02 na Octogonal, 02 no Sudoeste Econômico e 13 no setor Sudoeste, representando 55% do universo. Os blocos comerciais da RA têm em média 13 atividades comerciais, sendo 20 unidades comerciais. A composição dessas 13 atividades, em sua maioria, é de: 03 lojas de vestuário (21%);



03 salões de beleza (21%); 02 restaurantes (15%); 01 de outros comércios (8%); 01 padaria (6%); 01 drogaria (6%); 01 lanchonete/café (6%) e 01 loja de produtos alimentícios (3%). Os demais comércios e serviços que totalizam 14% dos estabelecimentos comerciais que compõem os blocos comerciais do Sudoeste/Octogonal foram: veículos (1%); construção (1%); animais (3%); lavanderias (3%); academias (1%) e outros serviços (2%). O setor apresentou porcentagem de comércio e de serviço bem similar, com 46,8% de comércios e de 53,2% de serviço. Possui uma média de 2.315 m<sup>2</sup> de área construída, 1.315 m<sup>2</sup> de área de cobertura, 60 m<sup>2</sup> por atividade comercial, 647 habitantes por

O galpão comercial no DF apresenta apenas três tipos de atividades: i) Concessionárias de veículos; ii) Supermercados; e iii) Materiais de construção. Para compor o modelo representativo desse tipo de edificação foram analisadas as características básicas de cerca de 50 galpões comerciais. A Tabela 10, mostra o número de edificações analisadas para cada atividade, as e a média dessas características calculadas através da amostragem (n) de cada atividade.

**Tabela 10:** *Tipologia de galpão comercial.*

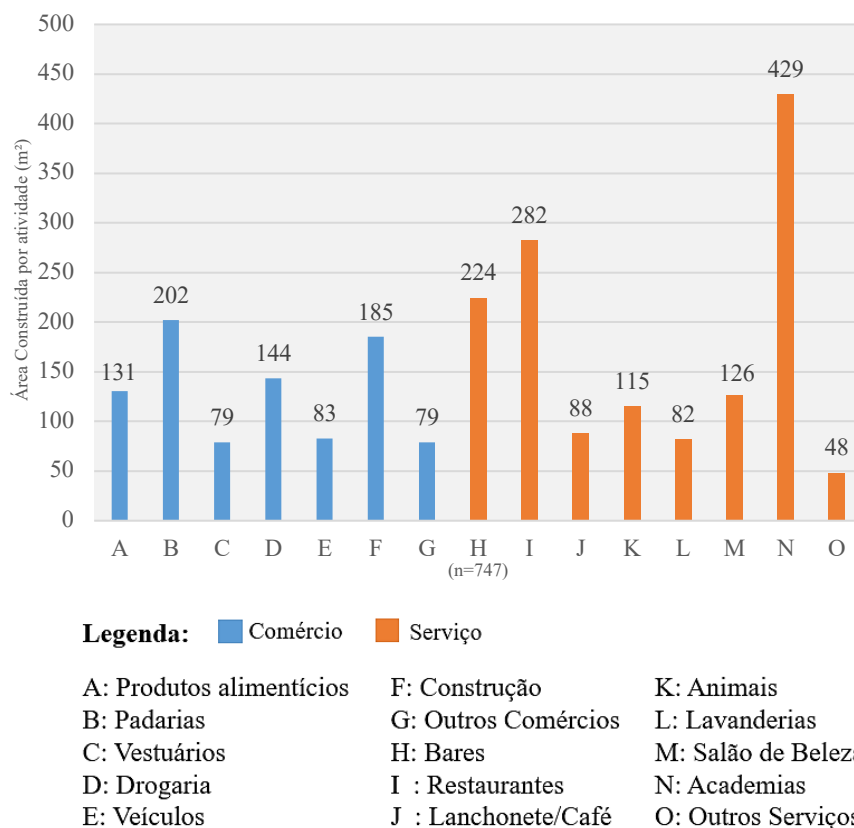
<b>Atividade</b>	<b>Características</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>
<b>Concessionária de veículo</b>			
	Área construída	42	3.471m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	42	2.741m <sup>2</sup>
	População fixa (funcionários/dia)	42	62 func.
	População flutuante (clientes/dia)	43	41 clientes
	População total (diária)	42	104 p/d
	Consumo anual	25	2.355 m <sup>3</sup> /ano
	Consumo mensal	25	96 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo diário	25	4.899 l/d
	Consumo per area	25	1,3 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita	25	82 l/p/d
<b>Supermercados</b>			
	Área construída	47	4.065m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	55	4.319 m <sup>2</sup>
	População fixa (funcionários/dia)	48	126 func.
	População flutuante (clientes/dia)	47	2.036 cli/d
	População total (diária)	48	2.120 p/d
	Consumo anual	45	3.631 m <sup>3</sup> /ano
	Consumo mensal	45	289 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo diário	45	9.573 l/d
	Consumo per area	45	4 l/m <sup>2</sup> /d
	Consumo per capita (funcionário)	45	157 l/p/d
<b>Materiais de construção</b>			
	Área construída	43	1.938 m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	41	1.597 m <sup>2</sup>
	População fixa (funcionário/dia)	42	36 func.
	População flutuante (cliente/dia)	37	75 clientes
	População total (diária)	43	103 p/d
	Consumo anual	39	781 m <sup>3</sup> /ano

Consumo mensal	39	65 m <sup>3</sup> /mês
Consumo diário	39	2.171 l/d
Consumo per area	39	1,1 l/m <sup>2</sup> /d
Consumo per capita (funcionário)	39	79 l/p/d

### 3.2.1. Áreas

Em geral as atividades de serviços tendem a uma metragem quadrada superior que as do comércio. A primeira tem em média 174 m<sup>2</sup> e, a segunda, possui em média 129 m<sup>2</sup>, sendo a média de todas as atividades de comércio e serviço de 153m<sup>2</sup>. As categorias de comércio que se destacaram com médias superiores à média geral foram, padarias (B) e materiais de construção (F), e as que se destacaram nos serviços foram, bares (H); restaurantes (I) e academias (N). Ainda, as atividades cujas áreas são semelhantes são, vestuários (C); veículos (E); outros comércios (G); lanchonetes/café (J); e lavanderias (L), conforme pode ser observado na Figura 14, que apresenta o gráfico da área construída média por atividades de comércios e serviços. As atividades de cor azul são de comércio e, as de cor laranja, são de serviços.

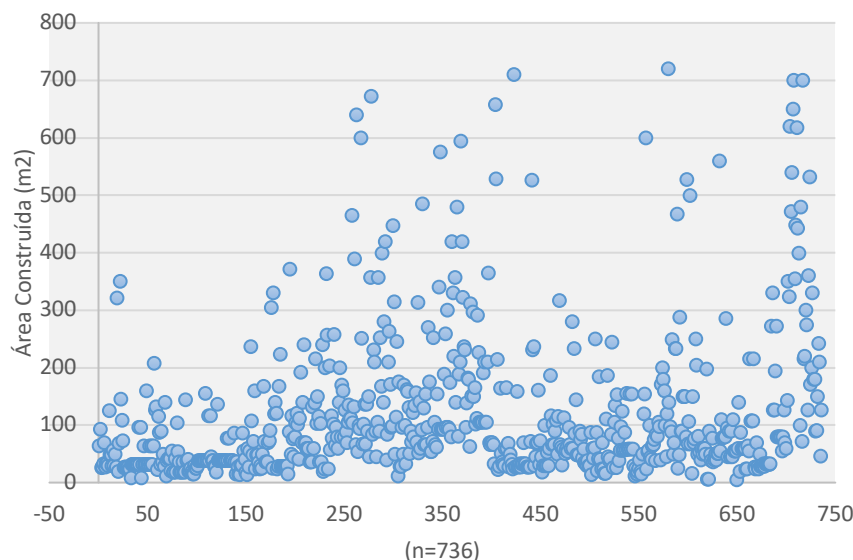
**Figura 14.** Gráfico da área média por atividades de comércios e serviços



A metragem quadrada média de todos os estabelecimentos comerciais foi 153 m<sup>2</sup>, variando de 6 m<sup>2</sup> até 720 m<sup>2</sup>. As academias foram o tipo de estabelecimento com maior extensão média (429 m<sup>2</sup>), por ser uma atividade que requer muito espaço para seu funcionamento, com grandes aparelhos para o exercício das atividades físicas e circulação de muitos clientes. A categoria de restaurantes foi outra que apresentou a média de área construída superior à média geral com 282 m<sup>2</sup>, seguidos pelos bares com 224m<sup>2</sup>, e produtos alimentícios com 202 m<sup>2</sup>. Verificou-se que atividades ligadas à produção e oferta de alimentos tendem a possuir áreas superiores. Outra categoria de estabelecimentos que deve

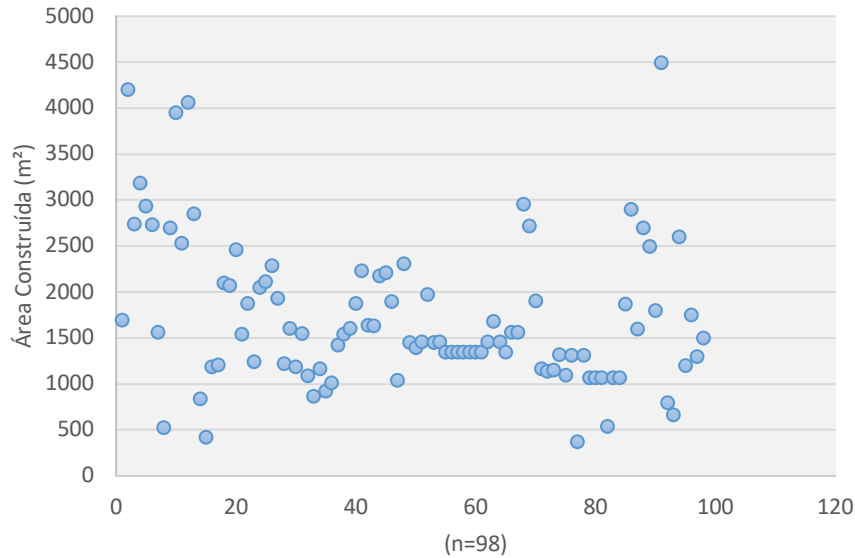
ser destacada por apresentar área superior à média geral é a de materiais de construção, com 185 m<sup>2</sup>, isso pode ser explicado pelo fato de ser uma categoria que demanda de ambientes mais amplos para o armazenamento de produtos de grande porte.

**Figura 15.** *Gráfico da área construída de estabelecimentos comerciais*



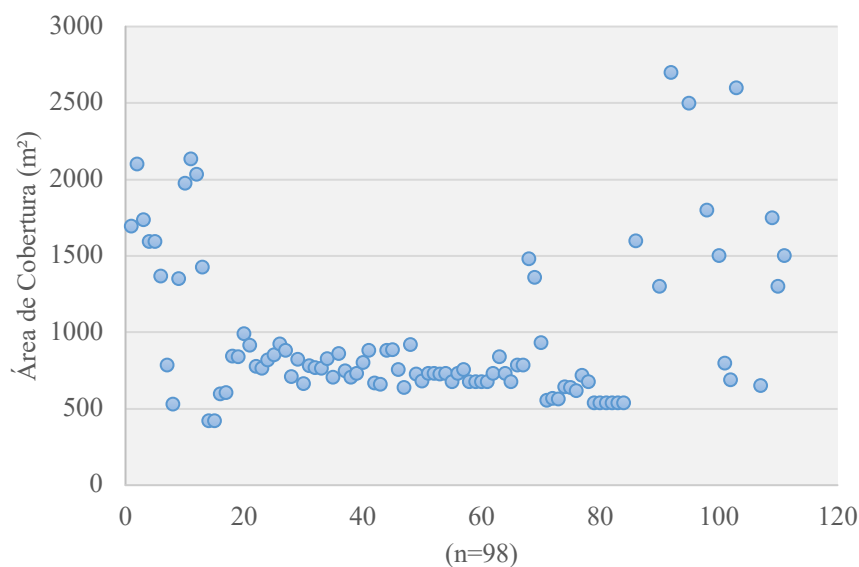
Quanto aos blocos comerciais, a Figura 16 apresenta o gráfico de área construída para esse tipo de edificação, e os estabelecimentos com maiores áreas estão localizados nas RAs de Águas Claras (RA XX) e do Sudoeste/Octogonal (RA XXII). Os blocos dessas duas Regiões Administrativas se diferem muito das demais. A RA Águas Claras, ainda em expansão, caracteriza-se por sua verticalidade, com os edifícios compostos por uma ou mais torre residencial sobre um bloco comercial, com variação de um a três pavimentos e, em sua maioria, com grandes áreas. Já a RA XXII, do Setor Sudoeste, exibe áreas superiores, com edificações compridas dispostas por dois a três pavimentos, sendo o primeiro composto por quitinetes ou escritórios e o térreo e o subsolo constituídos por comércios. Entretanto, os edifícios comerciais dos Setores Octogonal e Sudoeste Econômico se distinguem, dentro da RA XXII, por terem características similares aos blocos comerciais da Asa Norte e Lago Sul.

**Figura 16:** *Gráfico da área construída (m<sup>2</sup>) de blocos comerciais*



Observa-se, ainda, a existência de blocos com áreas construídas equivalentes ou similares, uma vez que as edificações de Brasília seguem o padrão definido no projeto de Lúcio Costa, além do fato de que o tombamento da capital como Patrimônio Cultural da Humanidade impossibilita alterações. Essa informação pode ser validada através do gráfico de dispersão de áreas construídas e de cobertura de todos os galpões analisados, na Figura 16 e a **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** que exibe concentrações de edifícios com mesmas áreas ou similares. Em resumo a média de área construída dessa tipologia é de 1.725 m<sup>2</sup>, com área máxima de 4.500 m<sup>2</sup>, e mínima de 375 m<sup>2</sup>. Quanto às áreas de cobertura dessas edificações, a média é de 995 m<sup>2</sup>, e o máximo é de 2.700 m<sup>2</sup>; algumas edificações ainda apresentam o tamanho mínimo de 420 m<sup>2</sup>. As áreas construídas inferiores foram das RAs do Lago Sul e do Setor Sudoeste Econômico.

**Figura 17:** Gráfico da área de cobertura (m<sup>2</sup>) de blocos comerciais

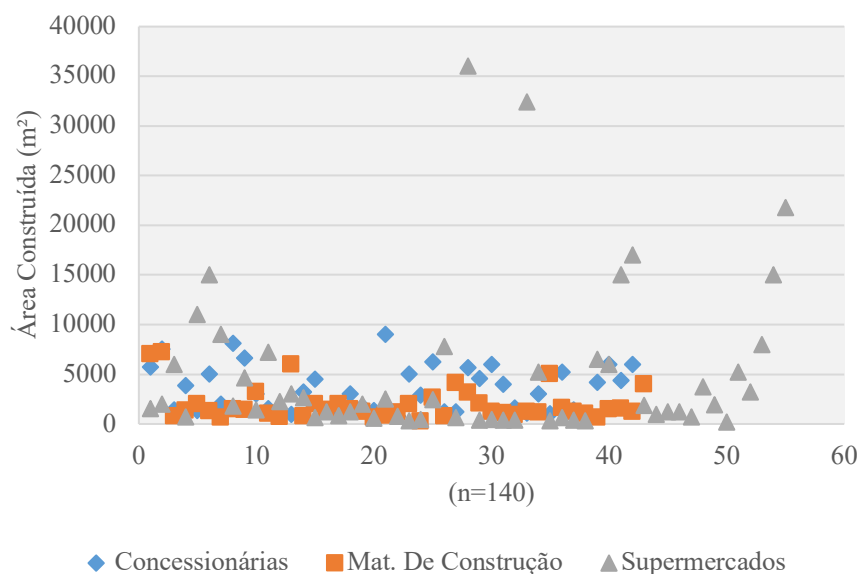


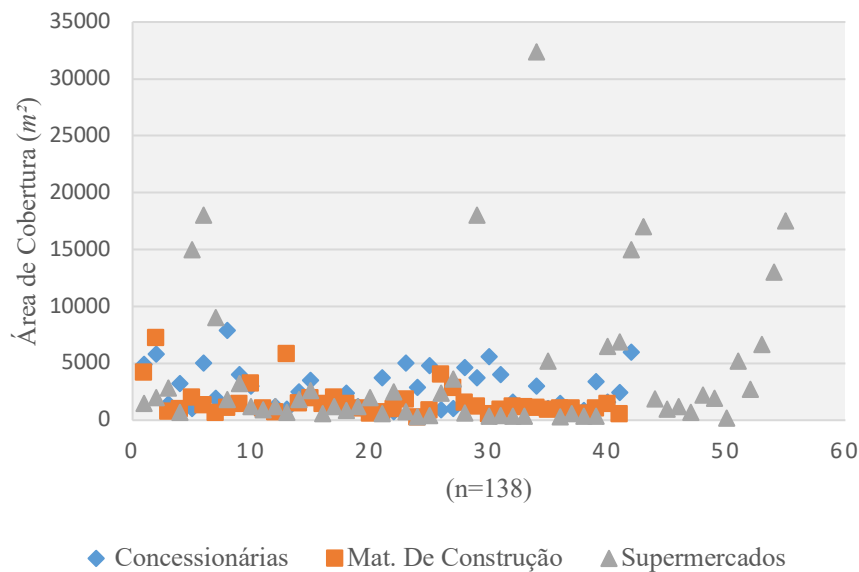
Os galpões comerciais, possuem áreas construídas muito superiores aos blocos comerciais com a média geral de 3.604m<sup>2</sup>. O tipo de estabelecimento com maior extensão média foi supermercado (5.007m<sup>2</sup>), seguido pela concessionária (3.470m<sup>2</sup>) e, por último, materiais de construção (1.938m<sup>2</sup>). Quanto as áreas construídas dos galpões comerciais foi verificado que, para as Concessionárias, a média dessa área é de 3.470 m<sup>2</sup>, variando entre 750 m<sup>2</sup> e 9.000 m<sup>2</sup>, para os galpões de Materiais de Construção, a média é de 1.938 m<sup>2</sup>, variando entre 250 m<sup>2</sup> e 7.200 m<sup>2</sup>; e para os supermercados, a média é de 5.007 m<sup>2</sup>, variando entre 200 m<sup>2</sup> e 36.000 m<sup>2</sup>.

A Figura 18, mostra o gráfico de dispersão das áreas construídas de todos os galpões comerciais, as áreas que apresentam maior destaque são as de supermercados, que apresentam as maiores áreas, vale dizer que esses valores discrepantes apresentados por alguns galpões dessa categoria de produtos alimentícios, são dados pelos hipermercados, que possuem outros estabelecimentos de comércio e serviço, como restaurantes, cafés drogarias, óticas, lavagens de veículos, entre outros, compondo suas edificações. Os mercados, em geral, possuem áreas mais baixas e, geralmente, são estabelecimentos compostos por várias unidades comerciais que integram um mesmo bloco comercial. As concessionárias de veículos com maior metragem quadrada foram aquelas em que a empresa faz parte de um consórcio automotivo, em geral associada à uma fabricante, como Renault, Fiat, Ford, Volkswagen, entre outras. As revendedoras de veículos multimarca indicaram áreas menores. As edificações do comércio de materiais de construção com metragens mais elevadas foram caracterizadas pelas grandes e conhecidas empresas do mercado, que comercializam diversos tipos de produtos, com a oferta de materiais construção que vão da fundação ao acabamento de ambientes internos e externos, em estabelecimentos especializados as áreas foram inferiores.

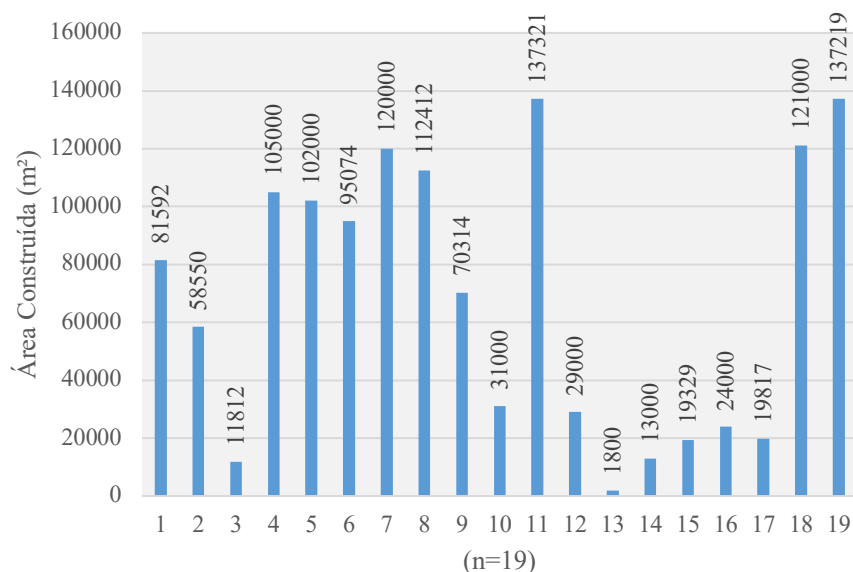
Quanto as áreas de cobertura dessas edificações, a média geral foi de 3.030 m<sup>2</sup>, variando de 200 m<sup>2</sup> até 32.384 m<sup>2</sup>. Analisando essas edificações separadamente, a média da área de cobertura para a Concessionária é de 2.741 m<sup>2</sup>, variando de 750 m<sup>2</sup> até 7.900 m<sup>2</sup>, e para os supermercados, a média é de 4.319 m<sup>2</sup>, variando de 200 m<sup>2</sup> até 32.384 m<sup>2</sup>. A Figura 19, apresenta o gráfico de dispersão das áreas de cobertura dos galpões comerciais.

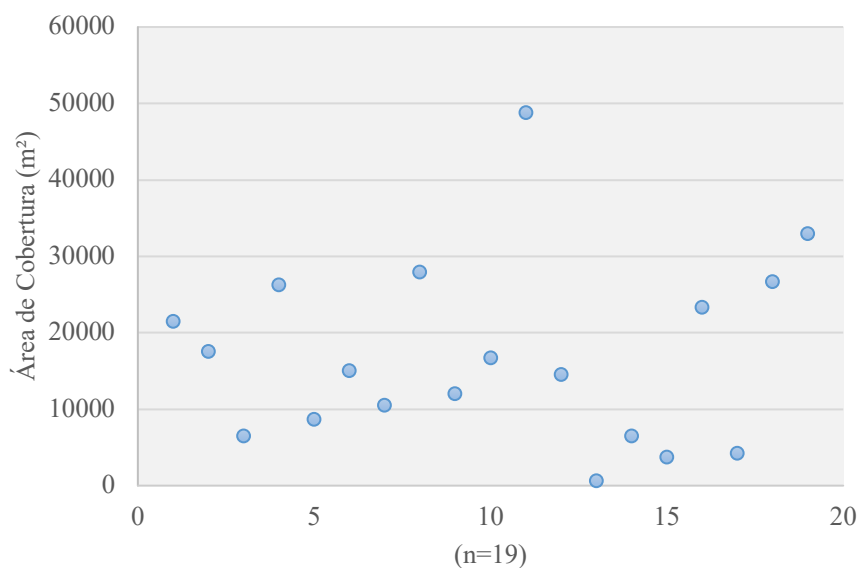
**Figura 18:** Gráfico da área construída (m<sup>2</sup>) de galpões comerciais



**Figura 19:** Gráfico da área de cobertura (m<sup>2</sup>) de galpões comerciais

Quanto à categoria de centros comerciais, foi constatado que aqueles que não possuem cinemas apresentam áreas construídas inferiores. Além disso, eles possuem menos lojas satélites (é uma loja comum de menor porte), menos lojas âncoras (loja de tamanho bem maior em relação as lojas satélites) e menos estacionamentos que os demais centros. As edificações com áreas maiores detêm em média 06 salas de cinemas (mín.= 4 e máx.=11), números maiores de lojas satélites e lojas âncoras. A média de lojas satélites de todas as amostragens foi de 137 (mín.= 17 e máx.= 300), a média de números de vagas no estacionamento foi 1.607 (mín.= 214 e máx.= 4.045) e de lojas âncoras foi de 06 (mín.= 3 e máx.=11). A média da área construída para os Centros Comerciais é de 67.907 m<sup>2</sup>, variando de 1.800 m<sup>2</sup> até 137.321 m<sup>2</sup> (ver Figura 20), e a média da área de cobertura é de 17.047 m<sup>2</sup>, variando de 600 m<sup>2</sup> até 48.800 m<sup>2</sup> ( ver Figura 21).

**Figura 20:** Gráfico da área construída por edificação (m<sup>2</sup>/centro comercial)

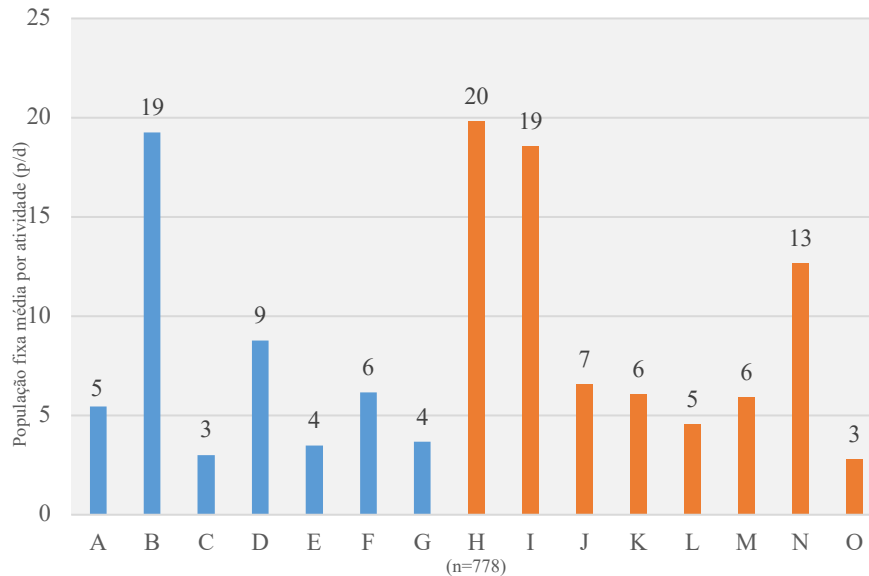
**Figura 21:** Gráfico da área de cobertura por edificação ( $m^2$ /centro comercial)

### 3.2.2. População

As atividades de serviços tendem a ter uma população fixa (funcionários) superior que às do comércio, a primeira tem em média 10 pessoas por dia (p/d), e a segunda possui em média 7 p/d, sendo a média populacional de todas as atividades de comércio e serviço de 8 p/d. As categorias de comércio que passaram da média geral foram, padarias (B) e drogarias (D) e, nas de serviços foram bares (H), restaurantes (I) e academias (N). O gráfico da Figura 22, exibe a população fixa média diária de estabelecimentos de comércios (na cor azul), e de estabelecimentos de serviços (na cor laranja).

Como era esperado, comprovou-se que as atividades que envolvem alimentação, como as padarias (B), bares (H), restaurantes (I) e lanchonete/café (J) têm a população fixa mais elevada que as demais. Visto que, a circulação de clientes nesse tipo de comércio é muito intensa durante todo o dia, com variação no fluxo conforme o turno e, de acordo com cada atividade desenvolvida. Por exemplo, nas padarias o movimento é maior no período da manhã e no final da tarde, diferente do movimento nos restaurantes, que ocorre na hora do almoço e no período noturno. Entretanto, independente do turno, todas essas atividades comerciais são muito frequentadas, aumentando o número médio da população flutuante, ou seja, o número de clientes e, conseqüentemente, com a maior necessidade de funcionários (população fixa) para o atendimento da demanda de seus consumidores, ampliando, desse modo, a população total.

**Figura 22:** Gráfico da população flutuante e fixa média diária de atividade de comércio e serviços



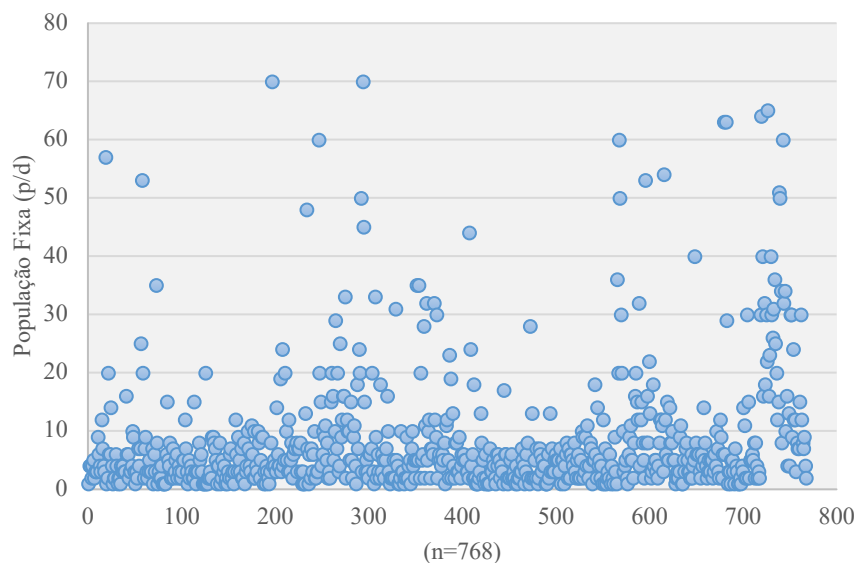
**Legenda:** ■ Comércio ■ Serviço

A: Produtos alimentícios	F: Construção	K: Animais
B: Padarias	G: Outros Comércios	L: Lavanderias
C: Vestuários	H: Bares	M: Salão de Beleza
D: Drogaria	I : Restaurantes	N: Academias
E: Veículos	J : Lanchonete/Café	O: Outros Serviços

Foi constatado que os mesmos tipos de estabelecimentos de comércio e serviços com metragens quadradas superiores, também, apresentaram população fixa maior, assim como os estabelecimentos com áreas construídas inferiores apontaram menor população fixa, demonstrando poder haver relação entre as duas variáveis, área construída e população. Em geral nos estabelecimentos comerciais a média de população fixa é de 8 p/d, variando de 1 à 70 p/d. As amostragens que apresentaram valores discrepantes, com números de funcionários muito acima foram os estabelecimentos do ramo alimentício (padarias, bares, restaurantes e lanchonete/café) e, as que exibiram números muito baixos de população fixa, foram os vestuários (C), veículos (E), outros comércios (G) e outros serviços (O).

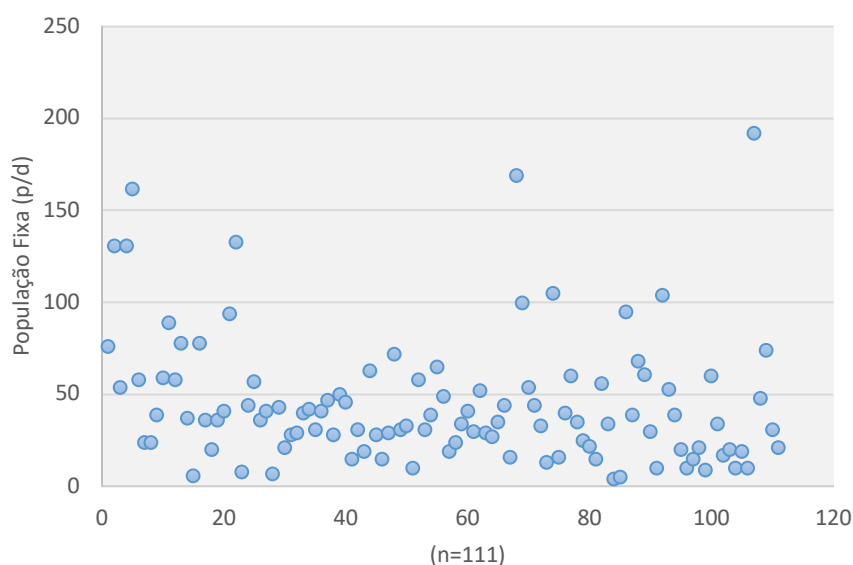
**Figura 23:** Gráfico de população fixa (p/d) em estabelecimentos comerciais





Nos blocos comerciais, os que apresentaram maior número de população fixa, foram os relacionados ao fornecimento e produção de alimentos, como padarias, restaurantes, bares, lanchonetes, cafés, entre outros. São, portanto, estabelecimentos que demandam de maior número de funcionários, tanto para o preparo da comida e manutenção do local quanto para o atendimento de clientes. Há blocos comerciais com o número baixo de população fixa, em virtude do tipo de atividades praticadas nos estabelecimentos, que necessitam, pois, de uma demanda baixa no quadro de funcionários. É o caso dos vestuários, drogaria, e loja de construção. A análise aponta um número inferior de população fixa nos blocos comerciais formados apenas por estabelecimentos de vestuários. Em geral nos blocos comerciais, a média de população fixa é de 45 p/d, variando de 4 à 192 p/d (ver Figura 24).

**Figura 24:** Gráfico de população fixa (p/d) em blocos comerciais



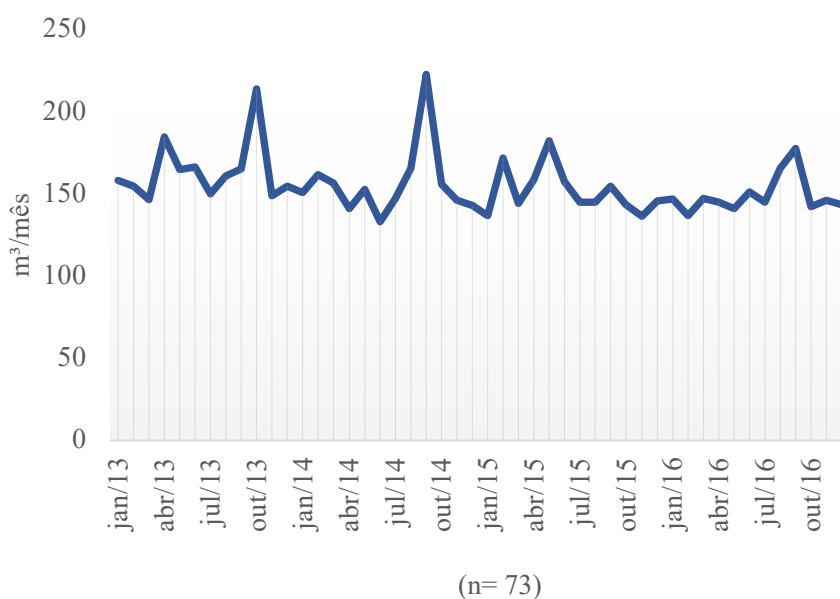
O quantitativo de população fixa média diária de todos os galpões comerciais é 71 p/d. O tipo de estabelecimento que apresentou maior número de funcionário médio diário foram os supermercados com uma média de 107 p/d (variando de 5 p/d a 390 p/d), seguidos por concessionárias com média de 62 p/d (variando de 6 p/d a 285 p/d) e, por último, por materiais de construção com média de 39

p/d (variando de 6 p/d a 190 p/d). Na análise foi observado que a quantidade de funcionários está muito relacionada com as áreas construídas. As edificações com grandes áreas possuem número mais elevado de pessoas, assim como as edificações com áreas inferiores, dispõem de menos trabalhadores. Isso está associado à demanda de trabalho e à diversidade de atividades de comércio e serviços no mesmo edifício, visto que, galpões com maior extensão necessitam de um número maior de funcionários para suprir o atendimento em cada setor. E, como já exposto, os hipermercados demandam mais empregados por possuírem outros estabelecimentos comerciais como restaurante, cafés, drogarias, entre outros.

### 3.2.3. Consumo predial

A CAESB forneceu os dados históricos de consumo faturado entre os anos de 2013 a 2016, dos blocos comerciais, galpões e centros comerciais. Foi observado que em todos esses tipos de edificações de comércio houve uma redução do consumo ao longo desses anos. Fatores como a crise hídrica no DF influenciaram esse comportamento, com os aumentos das tarifas de água praticados nesse período, a forte campanha de mídia para que todos os estabelecimentos reduzissem o consumo, e quando essas medidas não foram suficientes para manter os reservatórios de distribuição estabilizados, medidas como a redução da pressão da água na rede de distribuição e o corte de água durante 24h escalonado, por região, em um sistema de rodízio, foi adotado pela companhia de abastecimento. Outro fator que pode ter gerado impacto nessa conta, foi a crise econômica vivenciada que gera inflações de produtos, aumento de taxas de juros, crescimento de impostos, com desestabilização da economia e, conseqüentemente, muitos comércios e serviços são fechados. Vale dizer, que o comércio, independente, da crise vivenciada já é uma categoria dinâmica em que muitos estabelecimentos fecham e abrem outras atividades em seu lugar, e cada atividade tem impacto diferente no consumo de água.

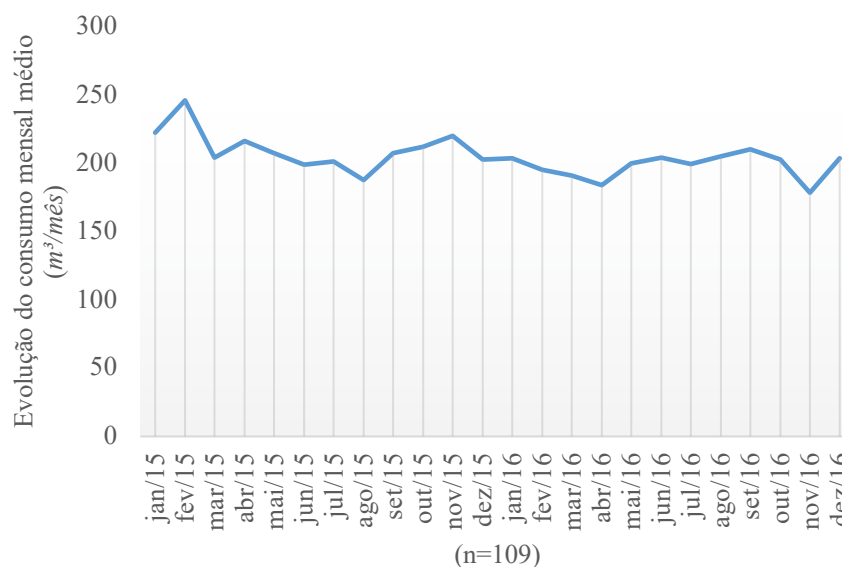
**Figura 25:** Gráfico da evolução do consumo médio mensal ( $m^3/mês$ ) de blocos comerciais



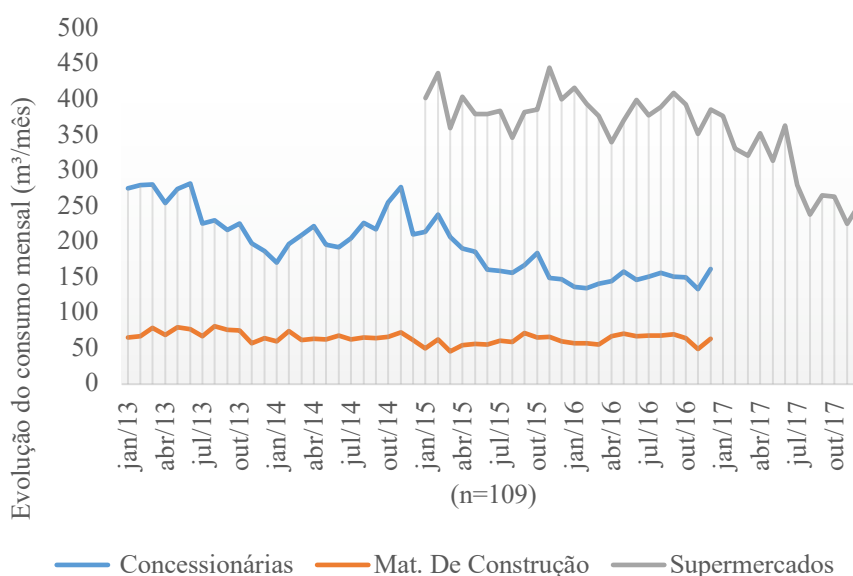
A Figura 25, apresenta essa evolução do consumo dos blocos comerciais. Conforme pode ser observado o mês de outubro dos anos 2013, 2014 e 2016 indicou consumo mais elevado do que os

demais meses, essa aparente propensão pode ser explicada pelas datas comemorativas, como o dia das crianças, que aquecem o comércio. Entretanto, nos meses de dezembro e janeiro, conhecido pelo intenso fluxo de clientes em função das datas festivas e muitos recessos, não se destacaram. Em geral, a média do consumo predial dos blocos foi de 155 m<sup>3</sup>/mês.

**Figura 26:** Gráfico da evolução do consumo mensal médio de galpões comerciais (m<sup>3</sup>/mês)



**Figura 27:** Gráfico da evolução do consumo mensal médio atividades de galpões comerciais (m³/mês)

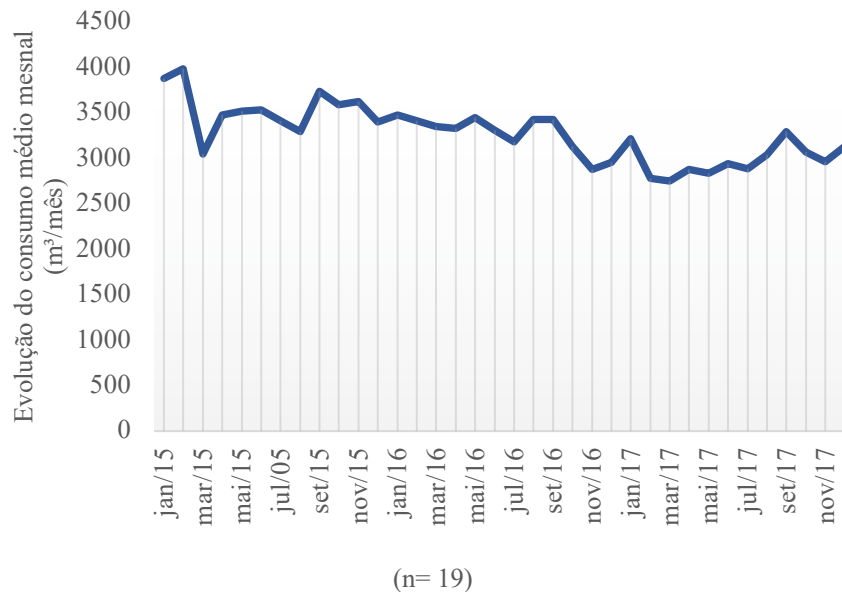


A média do consumo mensal dos galpões comerciais foi de 204 m<sup>3</sup>/mês. O mês que apontou consumo mais elevado foi fevereiro de 2015 (246 m<sup>3</sup>/mês) e o menor foi novembro de 2016 (180 m<sup>3</sup>/mês), foi houveram eventos específicos nesses períodos que pudessem explicar o motivos desse pico e vale do consumo apresentado. Essa média geral do consumo de água de todos os galpões foi calculada apenas com os anos de 2015 e 2016, pois a CAESB forneceu os dados de consumo dos supermercados entre os anos de 2015 a 2017. Portanto a Figura 27 mostra a evolução do consumo para cada tipo de galpão

analisado, e a média do consumo calculada para para a concessionária é de 196 m<sup>3</sup>/mês, para o material de construção é de 65 m<sup>3</sup>/mês e para o supermercado é de 389 m<sup>3</sup>/mês.

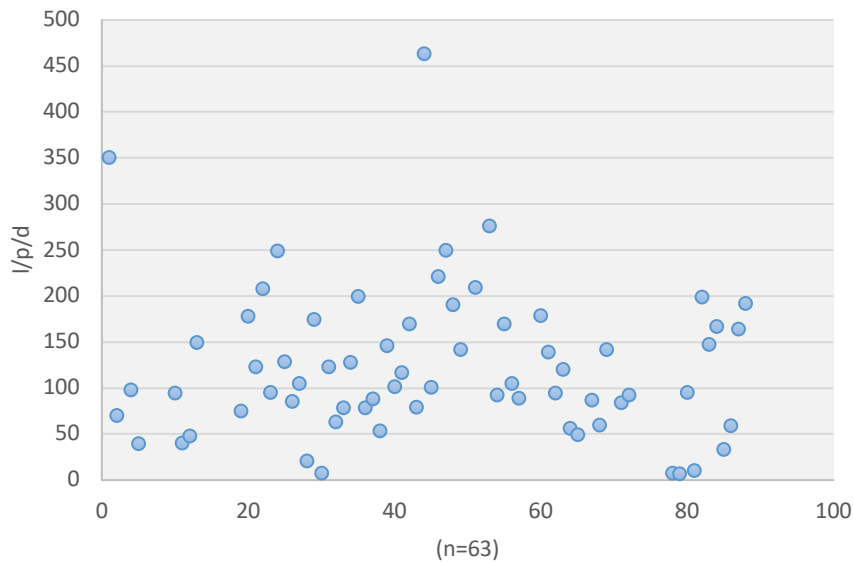
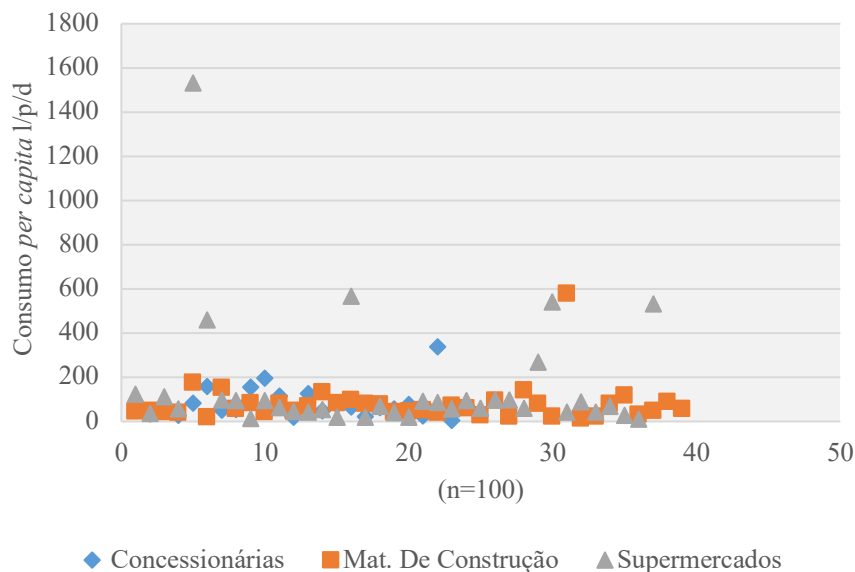
Nos centros comerciais, o consumo médio mensal foi de 3.266m<sup>3</sup>/mês. Verificou-se redução da demanda de 2015 a 2017 (ver Figura 28). Como exposto, a variação do consumo de um período a outro podem ser relacionadas com o maior ou menor movimento de clientes no comércio, abertura ou fechamento de comércios no edifício, crise econômica e crise hídrica.

**Figura 28:** Gráfico da evolução do consumo mensal médio de centros comerciais (m<sup>3</sup>/mês)



#### 3.2.4. Consumo *per capita*

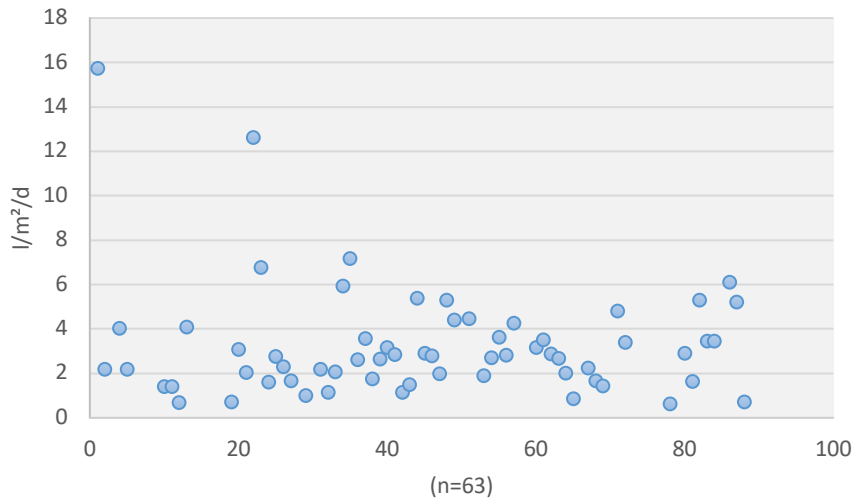
Para estimar o indicador de consumo *per capita* em litros por pessoa por dia (*l/p/d*), foi considerado a população fixa de usuários (funcionários). Em média, nos blocos comerciais, o consumo foi de 145 *l/p/d*, em galpões comerciais foi de 109 *l/p/d*, e em centros comerciais não foi possível analisar essa variável pois não foram fornecidos os dados populacionais desse tipo de edificação. Como os galpões comerciais são divididos em três tipos de atividades específicas com demandas muito específicas, foi calculada a média *per capita* para cada uma, a média da concessionária é de 83 *l/p/d*, a de materiais de construção é de 79 *l/p/d*, e, se destacando das demais, o supermercado com média de 157 *l/p/d*. As Figuras 29 e 30 apresentam o consumo *per capita* das edificações analisadas.

**Figura 29:** Gráfico do consumo per capita de blocos comerciais**Figura 30:** Gráfico do consumo per capita de galpões comerciais (l/p/d)

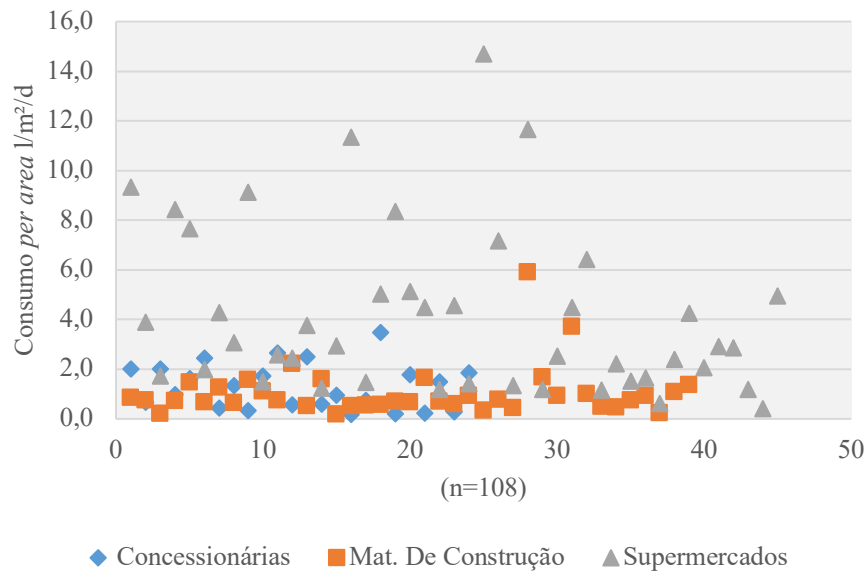
### 3.2.5. Consumo per area

O desempenho do consumo médio de água em litro por metro quadrado de área construída por dia ( $l/m^2/d$ ), para os blocos comerciais foi de  $2 l/m^2/d$ ; em galpões comerciais foi de  $2,4 l/m^2/d$  e dos centros comerciais foi de  $2,6 l/m^2/d$ . Como os galpões comerciais são divididos em três tipos de atividades específicas com demandas muito específicas, foi calculada a média *per area* para cada uma, a média da concessionária é de  $1,3 l/m^2/d$ , a de materiais de construção é de  $1,1 l/m^2/d$ , e, se destacando das demais, o supermercado com média de  $4,1 l/m^2/d$ . As figuras (Figura 31, Figura 32 e Figura 33) apresentam o consumo *per area* das edificações analisadas.

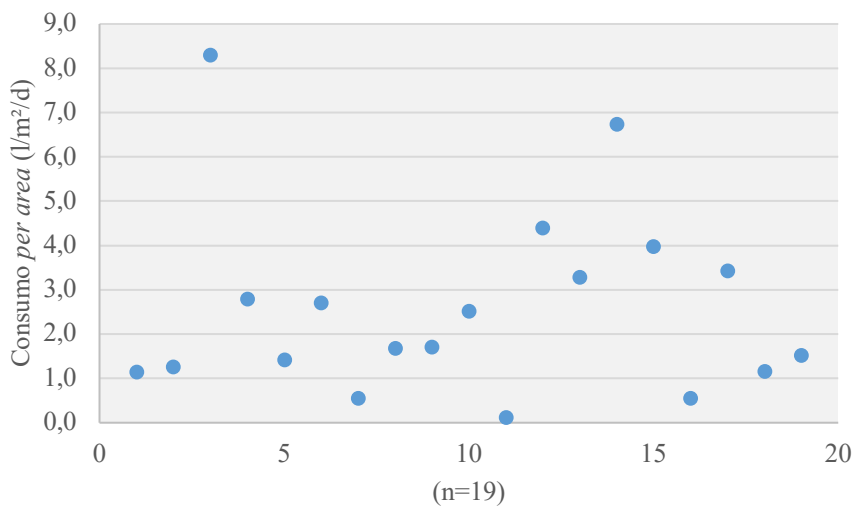
**Figura 31:** Gráfico do consumo per area de blocos comerciais



**Figura 32:** Gráfico do consumo per area de galpões comerciais (l/m²/d)



**Figura 33:** Gráfico do consumo per area de centros comerciais (l/m²/d)



### 3.2.6. Usos-finais de água

O consumo de água nas edificações comerciais está diretamente relacionado com o tipo de atividade desenvolvida e com o tipo de estabelecimento, que pode 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 deste bloco irá ser afetado imensamente, devido à alta demanda de água que essa nova atividade exige. 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. Com isso em mente, é evidente a importância de analisar as atividades comerciais individualmente para analisar seus padrões de consumo e compor o modelo representativo dos edifícios de comércio. Para isso foram selecionados 21 estudos de caso, de estabelecimentos comerciais, que serviram de base para gerar indicadores de consumo dos usos finais para cada tipo de atividade desenvolvida no comércio do DF; 3 galpões comerciais para cada atividade, concessionária, material de construção e supermercados; e 1 centro comercial. Os resultados dos usos finais de água estão na ordem de Estabelecimentos comerciais com as atividades apresentadas de A à N, seguido da categoria de Blocos Comerciais, Galpão Comercial e Centro Comercial.

Os indicadores per capita da tipologia comercial foram calculados em relação à população fixa, funcionários, essa variável foi escolhida porque não foi possível obter o número médio de clientes na maioria dos estabelecimentos.

#### *Estabelecimento Comercial*

##### *Atividade A<sup>1</sup>: Hortifruti da Ilha (Lago Norte)*

O hortifruti da ilha é um estabelecimento comercial que oferece aos clientes produtos de hortaliças, legumes, frutas e uma pequena mercearia. Esta edificação foi escolhida por atender toda a população da região do Lago Norte e já estar consolidada com mais de 15 anos de atuação. O primeiro contato ocorreu em outubro de 2017 e já neste contato foi autorizado que a equipe técnica fizesse a vistoria nas instalações hidráulicas do estabelecimento, e que tivesse acesso às contas de água mais recentes. Nesta oportunidade, foram contabilizados o número de funcionários, equipamentos hidráulicos, modo de lavagem dos pisos e realizada a aferição da área da loja. A Tabela 11, apresenta as informações básicas obtidas no primeiro contato.

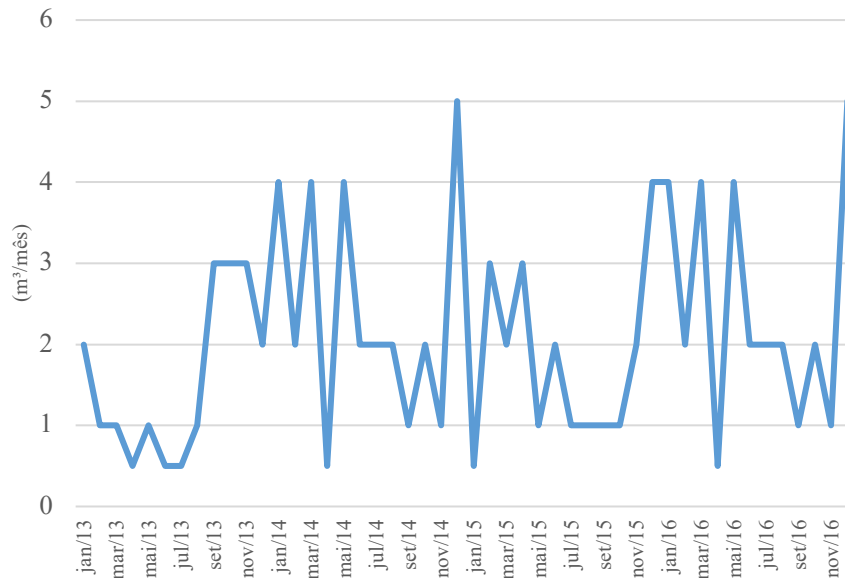
**Tabela 11:** *Informações básicas – Hortifruti.*

<b>HORTIFRUTI – LAGO NORTE</b>		
Área Construída	34	m <sup>2</sup>
Área Verde	---	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	6	
Consumo Anual	26	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	7	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	1	l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	0,21	l/m <sup>2</sup> /dia

<sup>1</sup> Produtos alimentícios.

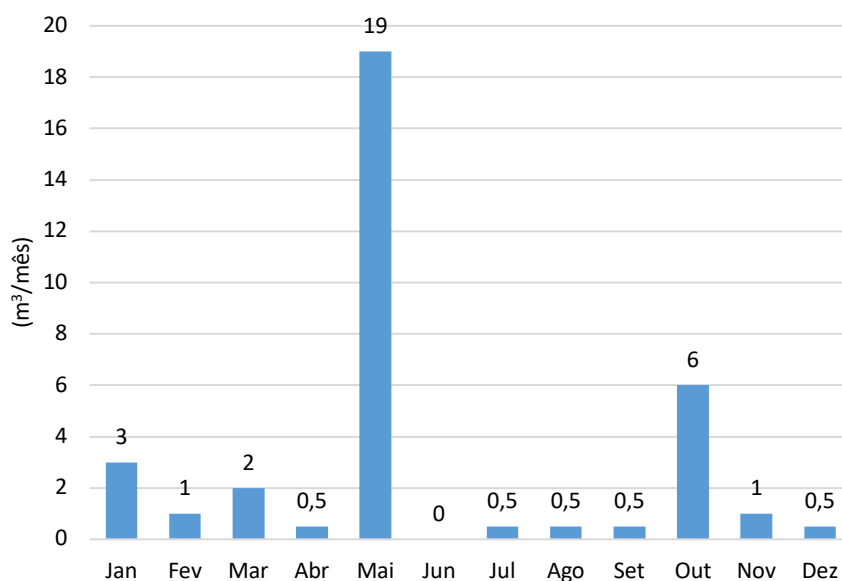
A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), forneceu as contas de água deste estabelecimento para os anos de 2013 a 2016. A Figura 34, mostra a evolução do consumo ao longo desses anos e o que pode ser observado é que não há uma regularidade, ou um padrão claro tendendo a aumentar ou diminuir o consumo ao longo dos anos.

**Figura 34:** *Evolução do Consumo (Hortifruti)*



O Lago Norte só começou a ter redução na pressão da água de distribuição em 2017, que contribuiu com a redução no consumo de toda a região. Portanto, apesar das campanhas em 2016, este ainda foi um ano em que as atividades não sofreram grandes modificações no cronograma de lavagem e logística para redução do consumo. A Figura 35 mostra um gráfico do consumo em um ano, típico e mais atualizado do hortifruti. Observa-se um pico no consumo em maio e em outubro, o dono do estabelecimento não soube explicar e informa que pode ter havido um vazamento grande no sistema.

**Figura 35:** *Consumo Mensal (2016) - Hortifruti da Ilha*





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. As medições do consumo de água foram contabilizadas pelos equipamentos de medições *dataloggers* durante sete dias consecutivos. No dia da instalação hidráulica foi medido a vazão dos equipamentos hidrossanitários com o auxílio de um cronometro e um recipiente milimetrado de um litro, para conferir se as informações estão em consonância com as vazões medidas pelos *dataloggers*. Na vistoria não foram detectados vazamentos aparentes em nenhum aparelho.

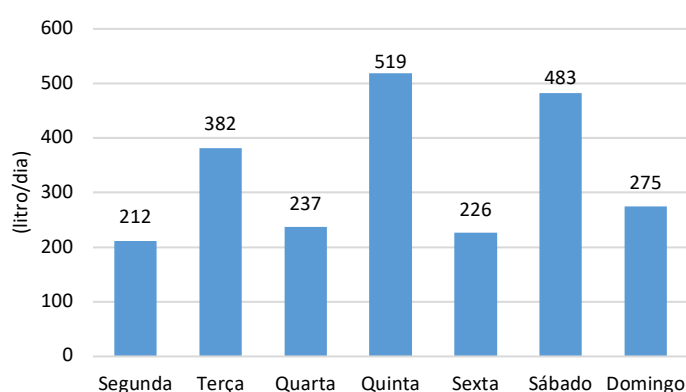
O único ambiente que utiliza água neste estabelecimento é a cozinha, onde são realizadas a higienização das frutas e hortaliças. A Tabela 12, apresenta o resultado obtido com o *datalogger* para a pia da cozinha, único aparelho sanitário da loja. A primeira conferência realizada foi o da vazão que obteve o mesmo resultado do equipamento com a técnica utilizada da vistoria anterior, aumentando a confiabilidade dos resultados. O consumo diário para o hortifruti 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).

**Tabela 12:** Resultado com *datalogger* para pia da cozinha.

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Frequência (n/d)	Consumo	Indicador-Consumo
<b>Cozinha</b>					
Pia de cozinha	0,05 l/s	22	282	344 l/d	57,3 l/p/d

O *logger*, registrou o consumo ao longo da semana de maneira desagregada, como pode ser visto na Figura 36. Esta figura aponta que o dia da semana com menor consumo de água é a segunda feira, tendo em vista que este, também, é o dia com menor fluxo de clientes, essa informação corrobora com o prognóstico de que o consumo está relacionado diretamente com o fluxo de clientes.

**Figura 36:** Consumo Diário - Hortifruti da Ilha



O consumo de água no hortifruti provém de um único ambiente, a cozinha, e o indicador de uso final para o hortifruti está destacado na Tabela 13.

**Tabela 13:** *Indicador de Uso Final*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)	Indicador (l/p/d)
Pia de Cozinha	344	57
<b>Total Estimado</b>	<b>344</b>	<b>57</b>

**Atividade B<sup>2</sup>:** *Ilha dos Pães (Lago Norte)*

A padaria Ilha dos Pães funciona ao lado do hortifruti da Ilha e os proprietários são os mesmos do hortifruti. Foram fornecidas todas as informações de dados de consumo e permitiram o acesso da equipe para averiguar suas instalações e realizar as medições do consumo. A padaria funciona todos os dias da semana de 6h às 22h. Este estabelecimento além de confeccionar seus pães, produz salgados, e possui um amplo cardápio com opções para os clientes poderem tomar café da manhã com produtos feitos na hora, e à noite oferece caldos. Por isso, dispõe de uma cozinha industrial e grande quantidade de funcionários, 65 ao todo, em média são contabilizados 33 funcionários por turno. A Tabela 14, apresenta as informações básicas para a padaria, adquiridas na primeira visita.

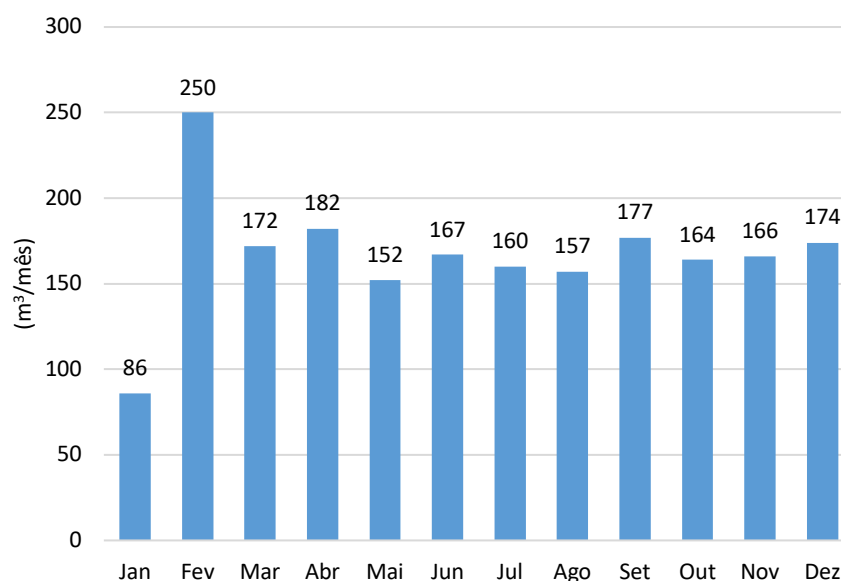
**Tabela 14:** *Informações básicas – Ilha dos Pães.*

PADARIA		
Área Construída	136	m <sup>2</sup>
Área Verde	---	m <sup>2</sup>
Área de Piso	136	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários por Turno	33	fun/turno
Número Total de Funcionários	65	fun/d
Número de Clientes	300	cli/d
Consumo Anual	2,007	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	5,499	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	167	l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	40.4	l/m <sup>2</sup> /dia

A figura CC, mostra o consumo mensal do ano de 2017 da padaria. Verifica-se pouca variedade ao longo dos meses exceto janeiro, em que há uma redução significativa do volume de água consumido, e fevereiro com um consumo acima da média. Esse comportamento pode ser explicado pelo período de férias, muitas pessoas viajam em janeiro e retornam em fevereiro, sendo que muitos retornam as suas rotinas de estudo e trabalho no meio de fevereiro e início de março, e conforme apresentado no gráfico, após esse período o consumo se estabiliza.

---

<sup>2</sup> Padarias.

**Figura 37:** *Consumo Mensal – Ilhas do Pães*

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 havia vazamentos visíveis em suas instalações. No mesmo dia foram instalados os equipamentos de medições (*dataloggers*) 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 através 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. Os pisos da loja são lavados quatro vezes ao dia, e a cozinha 5 vezes.

A Tabela 15:, apresenta os resultados obtidos das medições e do consumo diário e indicadores de consumo para cada uso final. Os volumes inseridos na lavagem dos pisos foram medido com base no volume dos baldes e da frequência de lavagem.

**Tabela 15:** *Consumo diário e indicadores de consumo.*

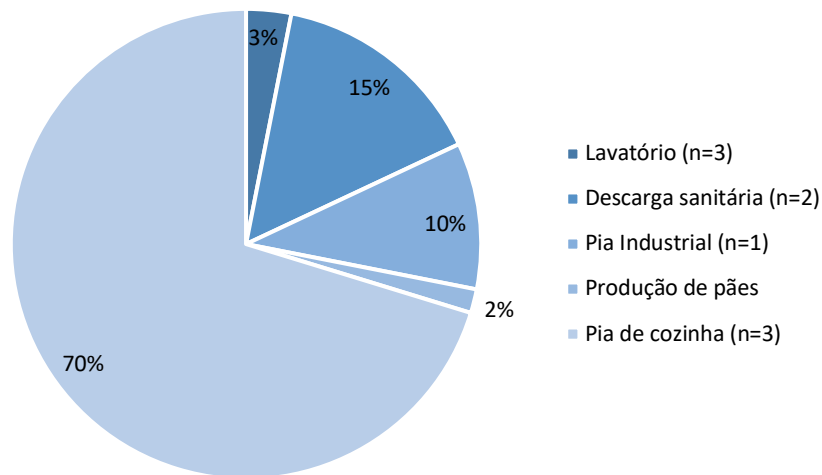
Uso final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro de Funcionários</b>					<b>4.5 l/p/d</b>
Lavatório (n)	0.026 l/s	29	15	44	0.7 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		42	252	3.9 l/p/d
<b>Banheiro de Clientes</b>					<b>5.1 l/p/d</b>
Lavatório (n)	0.04 l/s	12	76	38	0.6 l/p/d
Descarga sanitária (1)	6 lpf		49	294	4.5 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>5.7 l/p/d</b>
Pia Industrial (n)	0.055 l/s	32	206	368.9	5.7 l/p/d
Produção de pães	15 l/u		4	60.0	0.9 l/p/d
<b>Balcão</b>					<b>40.1 l/p/d</b>

Lavatório (n)	0.026 l/s	5	9	32	0.5 l/p/d
Pia de cozinha (3)	0.07 l/s	53	720	2572	39.6 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					
Pisos internos loja e varanda	150 l		4	600	4.4 l/m <sup>2</sup> /d
Pisos cozinha	28 l		5	140	1.0 l/m <sup>2</sup> /d

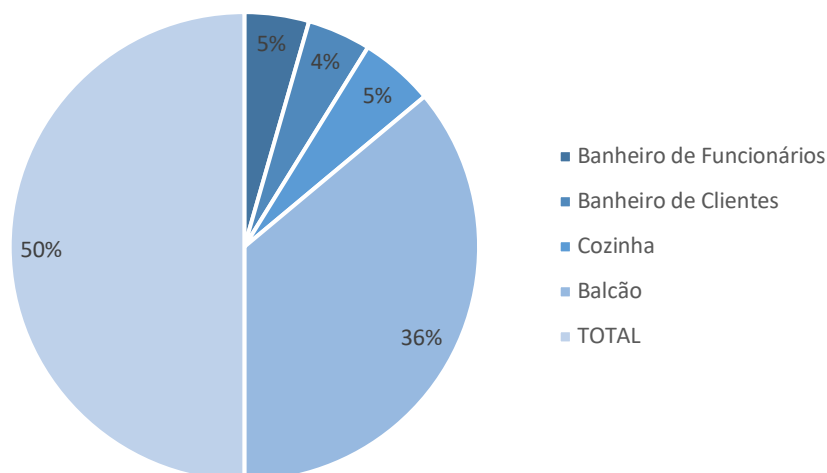
*Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos*  
*l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo; l/u - litros por uso*  
*l/p/d - litros por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d - litros por área por dia*

A Figura 38, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da padaria.

**Figura 38:** *Uso final - Ilha dos Pães*

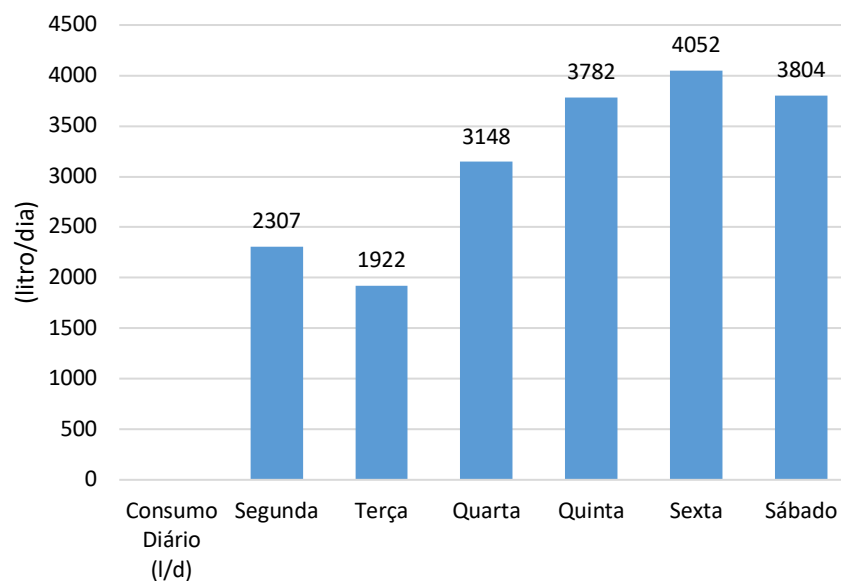


A padaria é dividida em três setores básicos, a produção, que é a parte industrial responsável pela produção de pães e alimentos, o setor de serviços, responsável pela lanchonete e atendimento aos clientes com alimentos rápidos produzidos na hora, e o setor de comércio, com a oferta de pães e produtos. Com os resultados do consumo em cada uso final, foi possível identificar quais os setores da padaria têm maior consumo de água. Neste estabelecimento o maior consumo de água é no setor de serviço, responsável pela lanchonete, esse setor é representado pelo balcão. Seu consumo acentuado se deve ao fato de haver produção de alimentos e lavagem de louças ao longo de todo o dia. Ocupando o segundo lugar em maior é a lavagem de pisos, seguido do setor de produção com a cozinha industrial e os banheiros. A figura XX mostra como esse consumo é dividido na padaria. A Tabela 16:, apresenta os valores de consumo diário do consumo setorizado, e o consumo médio em um dia na padaria.

**Figura 39:** *Consumo Setorizado -Ilha dos Pães***Tabela 16:** *Consumo diário do consumo setorizado.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro de Clientes	332
Banheiro de Funcionários	296
Cozinha	429
Balcão	2604
Lavagem de Pisos	740
<b>TOTAL</b>	<b>3,661</b>

A Figura 40 mostra como o consumo de água evolui ao longo da semana. Esses são os dados registrados diariamente pelos *dataloggers*, 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 padaria em cada dia da semana.

**Figura 40: Consumo Diário – Ilha dos Pães**

A Tabela 17, apresenta os usos finais de água em todos os pontos da padaria e o consumo diário total estimado. Esse consumo estimado com a média do consumo diário faturado apresenta uma discrepância inferior à 20%, ou seja, podem haver intercorrências com maior consumo mas os resultados estão bastante próximos da realidade vivenciada pelo estabelecimento.

**Tabela 17: Uso final – Ilha dos Pães**

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório (n=3)	113
Descarga sanitária (n=2)	546
Pia Industrial (n=1)	369
Produção de pães	60
Pia de cozinha (n=3)	2572
Lavagem de pisos	740
<b>Total Estimado</b>	<b>4,401</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>5,499</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-19.97%</b>

### **Atividade C<sup>3</sup>: Cítrica (Asa Sul)**

A loja Cítrica é uma loja especializada em aluguel de vestidos de festas, localizada na asa sul, que funciona de segunda a sexta de 12h às 18h, e sábado de 10h às 16h. Foi realizado o contato com a proprietária da loja em julho de 2018. Nessa oportunidade, foi informado o número de funcionários, a área e as últimas contas de água. Com o número de inscrição da loja foi possível solicitar o histórico de consumo com a CAESB. A Tabela 18, apresenta um resumo das informações obtidas nesse primeiro contato e do consumo da loja.

**Tabela 18: Informações básicas – Cítrica.**

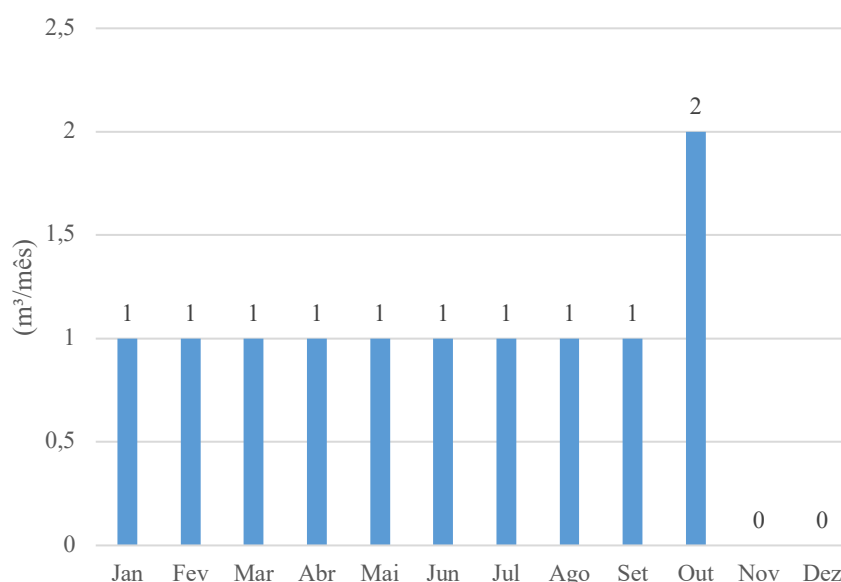
Cítrica		
Área Construída	100	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	3	
Consumo Mensal	2	m <sup>3</sup> /mês

<sup>3</sup> Vestuários.

Consumo Diário	66.7	l/d
Consumo <i>Per Area</i>	0.67	l/m <sup>2</sup> /dia
Consumo <i>Per Capita</i>	22.2	l/p/d

O consumo mensal da loja cítrica é em geral muito baixo, menor que o consumo mínimo faturado pela CAESB (10m<sup>3</sup>). Conforme pode ser observado o consumo é muito estável ao longo do ano, com um pico em outubro, quando o consumo dobra em relação ao mês anterior, seguido de um consumo muito baixo, considerado pela CAESB, como sendo zero, em novembro e dezembro. Para compreender os motivos desse consumo no final do ano foi contatado a proprietária, que informou, que os vestidos são geralmente alugados com bastante antecedência para o período de final do ano, e que o mês de outubro é o período com maior movimento na loja. Os meses de novembro e dezembro, são os meses com menor fluxo de clientes, pois eles só vão à loja apenas para buscar os vestidos ou entregar, portanto, nesses últimos meses fica apenas uma funcionária.

**Figura 41:** Consumo Mensal - Cítrica.



A loja Cítrica tem uma configuração padrão que é semelhante à maioria das lojas na asa sul com um banheiro para clientes e funcionários e uma copa. No banheiro tem uma torneira de uso geral que é utilizada apenas para a limpeza dos pisos. No primeiro contato com a proprietária, ela foi muito solícita e por ser um estabelecimento pequeno foi possível fazer o questionário, a vistoria hidráulica e o agendamento da instalação dos equipamentos de medição no mesmo dia. A Tabela 19, apresenta os resultados das medições realizadas, os consumos diários e os indicadores de consumo.

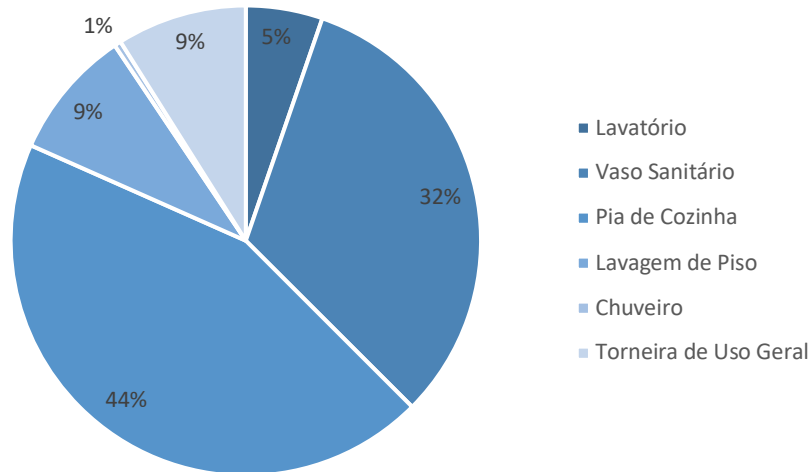
**Tabela 19:** Consumos diários e os indicadores de consumo – Cítrica.

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro</b>					<b>1.0 l/p/d</b>
Chuveiro	0.06 l/s	14	0	0.3	0.1 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf		3	18	2.0 l/p/d
Lavatório	0.05 l/s	11	5	3	1.0 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>8.7 l/p/d</b>
Pia de Cozinha	0.05 l/s	11	42	26	8.7 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					<b>1.7 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral			1	5.0	1.7l/m <sup>2</sup> /d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litro por dia  
l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia*

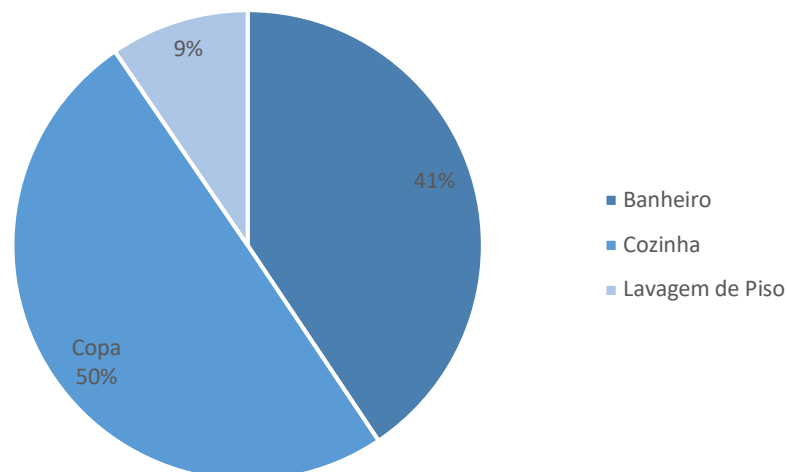
A Figura 42, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da loja cítrica.

**Figura 42:** Consumo nos usos finais – Cítrica.



O maior consumo da loja é na copa seguido do banheiro. Esse consumo setorizado está ilustrado no gráfico da Figura 43, e os dados detalhados do consumo diário de cada ambiente está quantificado na Tabela 20.

**Figura 43:** Consumo Setorizado – Cítrica.



**Tabela 20:** Consumo Setorizado – Cítrica.

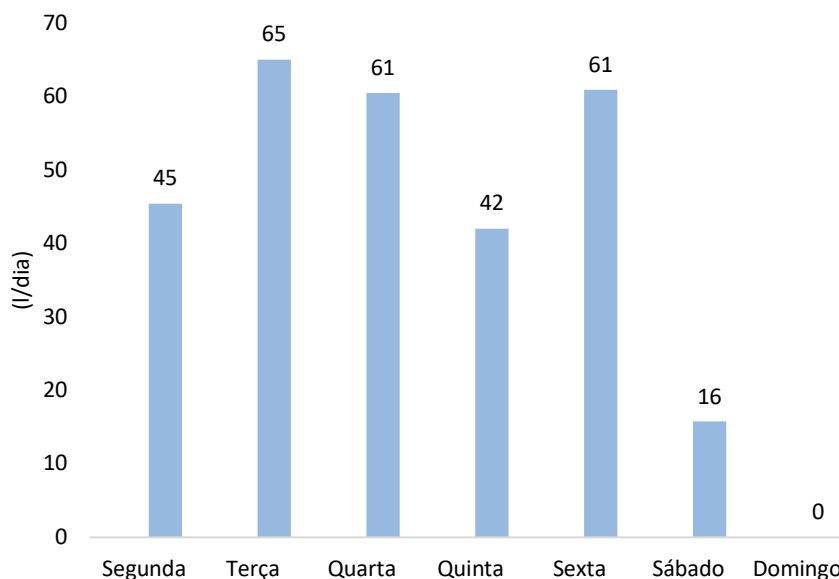
Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro	21
Cozinha	26



Lavagem de Piso	5
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>

Percebe-se ao longo da semana um consumo maior de segunda a sexta-feira e um consumo reduzido nos finais de semana. Esse comportamento está relacionado com o padrão de uso da loja pelos clientes. Geralmente eles vão durante a semana para experimentar e fazer os ajustes com a costureira e buscar no final de semana, outro motivo para essa redução significativa no sábado é o fato de a loja fechar mais cedo. O consumo no domingo é zero, porque a loja não abre.

**Tabela 21:** *Consumo Diário – Cítrica.*



A Tabela 21, apresenta os resultados do consumo diário por uso final e a partir desses resultados, Por fim, segue os usos finais de água aferidos no local, e os seus consumo diários, confrontados com o consumo faturado da CAESB. A discrepância de aproximadamente 5% é bem baixa mostrando boa confiabilidade nos resultados dos usos finais obtidos.

**Tabela 22:** *Uso Final – Cítrica.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório	3
Vaso Sanitário	18
Pia de Cozinha	26
Lavagem de Piso	5.0
Chuveiro	0.3
Torneira de Uso Geral	5.0
<b>Total Estimado</b>	<b>57</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>67</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-13.96%</b>

**Atividade D<sup>4</sup>:** Drogafuji (Lago Norte)

<sup>4</sup> Drogarias.

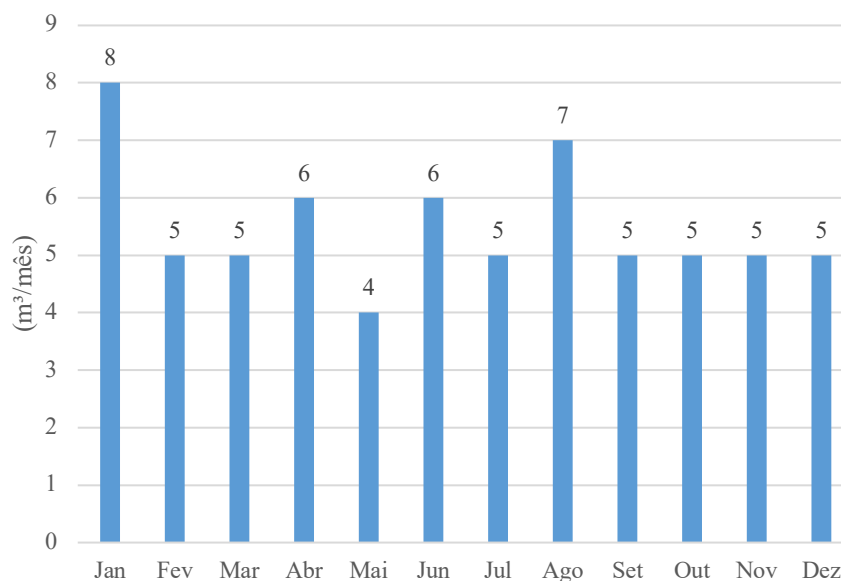
A Drogafuji faz parte de uma rede de drogarias espalhadas por todo o DF, atualmente são cerca de 27 estabelecimentos no total. No lago norte existem duas drogafuji, ambas tem áreas próximas e horários comerciais semelhantes, de 7h às 22h. Na drogaria analisada foi contatado o gerente da loja que com a autorização do proprietário nos permitiu acesso para ver suas instalações e responder as perguntas do questionário sobre os hábitos de consumo predial e os dados de população fixa, eles não souberam informar os dados de população flutuante. Os dados de consumo mensal de água foram obtidos diretamente com a CAESB. A tabela CC, apresenta as informações básicas adquiridas no primeiro contato e os dados do consumo da CAESB.

**Tabela 23:** *Informações básicas – Drogafuji.*

DROGARIA		
Área Construída	68	m <sup>2</sup>
Área Verde	---	
Área de Pisos	68	m <sup>2</sup>
População Flutuante	---	
População Fixa	12	
Consumo Anual (MÉDIA DE 2013-2017)	85	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	235	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	20	l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	3.46	l/m <sup>2</sup> /dia

A Figura 44, mostra o consumo mensal da drogaria para o ano de 2016. Foi escolhido o ano de 2016 para representar a drogaria para que os dados de consumo sejam os mais próximos da realidade possível. O ano de 2017 foi quando ocorreu o auge da crise hídrica no DF afetando toda a região do Lago Norte, no início de fevereiro com a diminuição da pressão da rede de distribuição e em julho deste ano inicia o racionamento. As medições foram realizadas após esse período de racionamento, portanto, o ano mais representativo para analisar o consumo de água na região é o de 2016.

**Figura 44:** *Consumo mensal (2016) – Drogafuji.*



A drogaria possui três ambientes com consumo de água, um banheiro para funcionários, uma copa e uma área de serviço. Foram instalados os equipamentos de medição em todos os pontos de água durante sete dias. A Tabela 24, apresenta os resultados obtidos para cada uso final de água da drogaria,

com a vazão média, o tempo de uso, a frequência e o consumo diário. Com isso foi possível gerar os indicadores de consumo por pessoa e por área. Vale ressaltar que os resultados dos indicadores por pessoa levaram em consideração a população fixa de funcionários, já que são as pessoas que de fato utilizam os pontos de água. O consumo do tanque na área de serviço é apenas para a limpeza dos pisos da loja, por isso seu indicador é em litro por área por dia ( $l/m^2/d$ ).

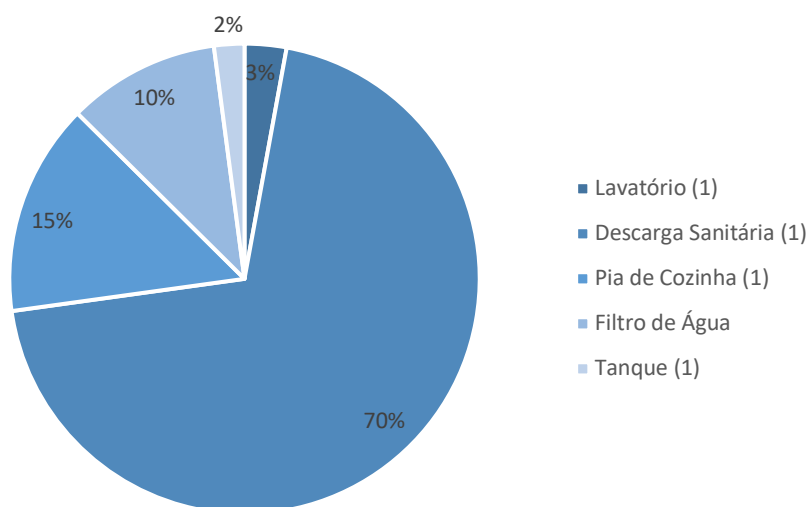
**Tabela 24:** *Consumo diário e indicadores de consumo – Drogafuji.*

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro</b>					<b>1.8 l/p/d</b>
Lavatório (1)	0.05 l/s	17	6	4.9	0.4 l/p/d
Descarga Sanitária (1)	6 lpf		20	120	1.4 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>3.6 l/p/d</b>
Pia de Cozinha (1)	0.03 l/s	166.89	4	25.1	2.1 l/p/d
Filtro de Água				18.0	1.5 l/p/d
<b>Área de Serviço</b>					<b>0.05 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Tanque (1)	0.02 l/s	11	6	3.6	0.05 l/m <sup>2</sup> /d

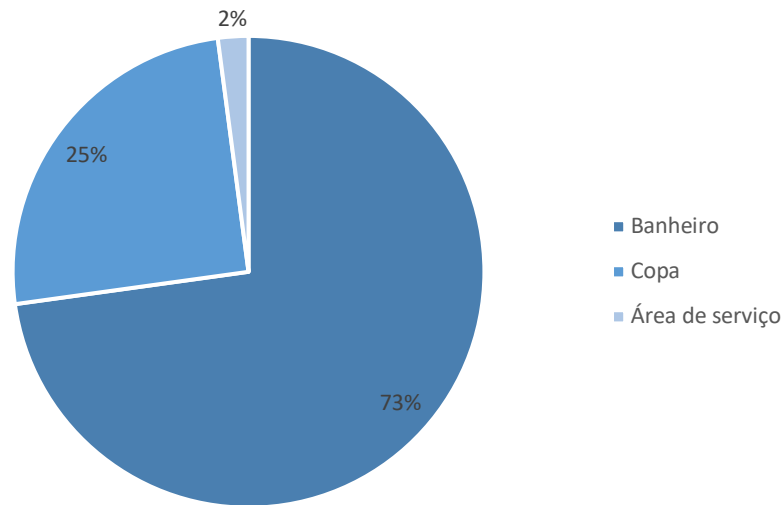
*Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos*  
*l/s - litros por segundo; lpf - litros por fluxo*  
*l/p/d - litros por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d - litros por área por dia*

A Figura 45, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da drogaria.

**Figura 45:** *Consumo nos usos finais – Drogafuji.*

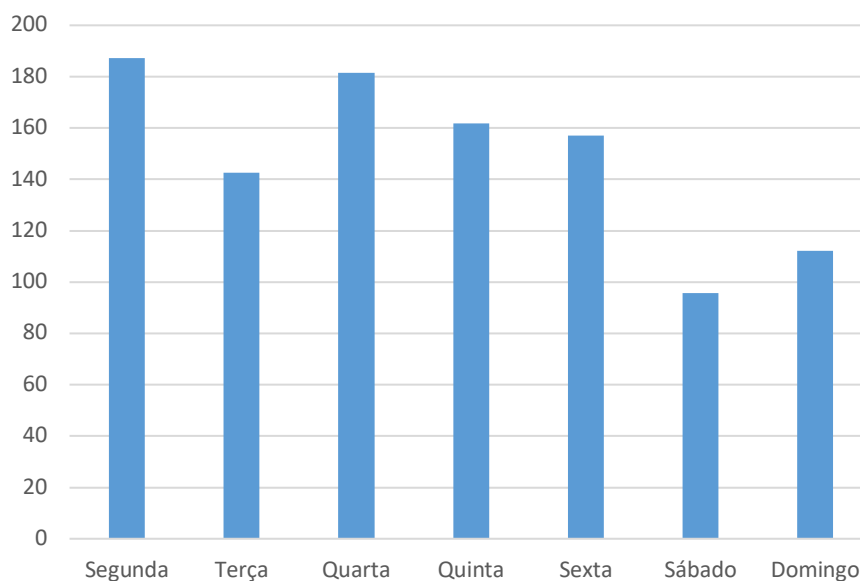


No caso da drogaria ao analisar o consumo setorizado, identifica-se que o maior consumo é no banheiro, seguido da copa e da área de serviço. Esse resultado já era esperado visto que as atividades comerciais da drogaria não demandam de água e o banheiro é o ambiente com água mais utilizado pelos funcionários, e eventualmente algum cliente. A Figura 46, ilustra de maneira mais clara como é o consumo setorizado da drogaria, e a Tabela 25, quantifica o consumo diária de cada ambiente.

**Figura 46:** *Consumo setorizado – Drogafuji.***Tabela 25:** *Consumo setorizado – Drogafuji.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro	125
Copa	43
Área de serviço	3.6
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>

O consumo diário registrado pelos equipamentos pode ser visualizado na Figura 47. Há uma certa regularidade no consumo de água ao longo da semana visto que o número de funcionários não sofre grandes alterações.

**Figura 47:** *Consumo diário – Drogafuji.*

Por fim, segue os usos finais de água aferidos no local, e os seus consumos diários, confrontados com o consumo faturado da CAESB. A discrepância de aproximadamente 5% é bem baixa mostrando boa confiabilidade nos resultados dos usos finais obtidos.

**Tabela 26:** *Uso final – Drogafuji.*

Usos-Finais de Água	Consumo (l/d)
Lavatório (1)	4.9
Descarga Sanitária (1)	120.0
Pia de Cozinha (1)	25.1
Filtro de Água	18.0
Tanque (1)	3.6
<b>Total Estimado</b>	<b>172</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>181</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-5.19%</b>

#### *Atividade H<sup>5</sup>: No Grão (Lago Norte)*

O bar No Grão, localizado no Lago Norte funciona de 11h às 21h de segunda a sábado e no domingo o horário de funcionamento estende até as 23h45. Atende em geral um público acima de 30anos e nos finais de semana ele é popular por ter música ao vivo de samba e chorinho. No total o bar atende com apenas 3 funcionários. O primeiro contato com a proprietária foi em outubro de 2017, e de maneira muito receptiva permitiu a entrada da equipe para verificar as instalações, medir as áreas e informou o número médio de clientes diários e nos forneceu as contas de água mais recentes. No ano seguinte com o endereço do estabelecimento foi possível obter da CAESB um histórico do consumo predial deste bar, de 2014 a 2017, contribuindo com uma média de consumo mais fidedigna.

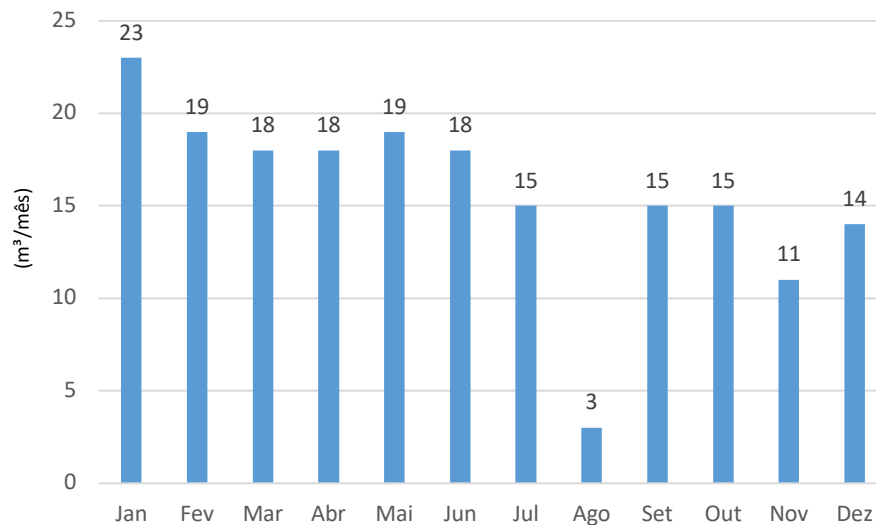
A Tabela 27, apresenta um resumo dos dados obtidos na entrevista, e o gráfico da figura GG, o comportamento do consumo de água ao longo do ano de 2017.

**Tabela 27:** *Informações básicas – No Grão.*

<b>Boteco- Lago Norte</b>	
Área Construída	68.00 m <sup>2</sup>
Área de Piso	68.00 m <sup>2</sup>
Número Total de Funcionários	3 fun/d
Número de Clientes	50 cli/d
Consumo Anual (Média 2014-2017)	260 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário (Média 2014-2017)	724 l/d
Consumo Per Capita	241 l/p/d
Consumo Per Area	10.6 l/m <sup>2</sup> /dia

Verifica-se, na Figura 48, 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, em que o Lago Norte se encontra. 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.

<sup>5</sup> Bares: Botequim.

**Figura 48:** *Consumo Mensal (2017) – No Grão.*

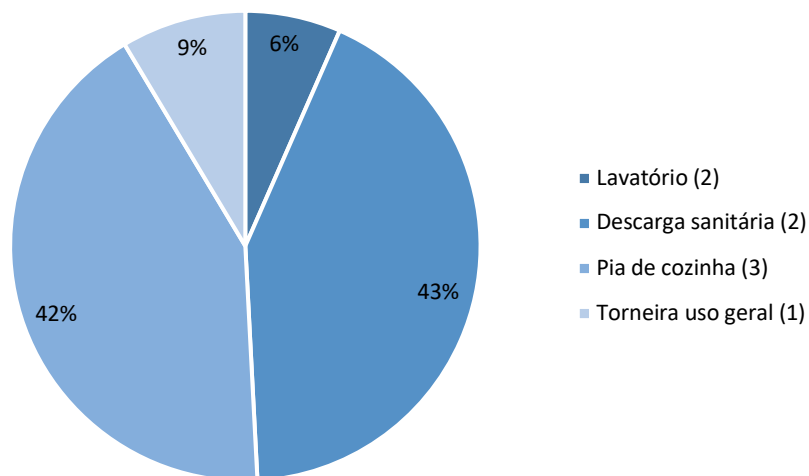
Este estabelecimento possui quatro ambientes com pontos de água, um banheiro misto para clientes e outro para funcionários, uma cozinha e uma área de serviço. A Tabela 28, apresenta as informações coletadas para cada aparelho sanitário instalado por ambiente. As vazões foram conferidas com as vazões coletadas no local e estão com resultados muito próximos, validando os métodos utilizados para essa coleta. A partir dos dados de tempo de 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 28:** *Consumo diário e indicadores de consumo – No Grão.*

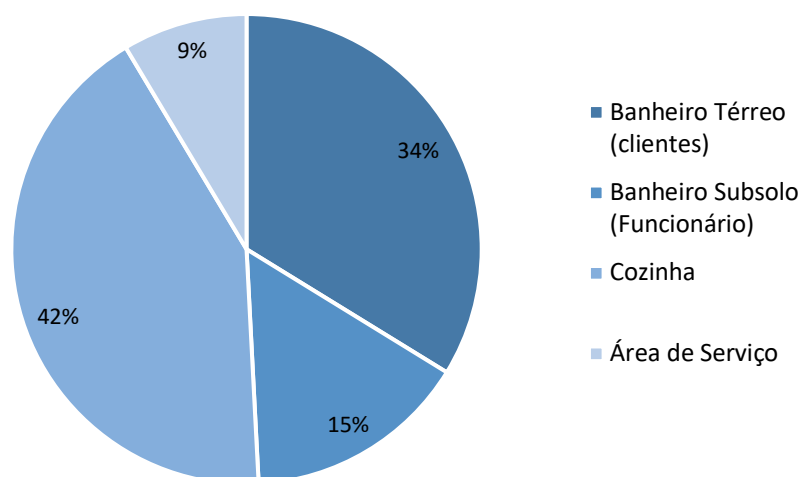
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro Térreo (clientes)</b>				<b>137.7</b>	<b>2.8 l/p/d</b>
Lavatório (1)	0.036 l/s	12	29	17	0.3 l/p/d
Descarga sanitária (1)	0.025 l/s	269	1	120.5	2.4 l/p/d
<b>Banheiro Subsolo (Funcionário)</b>				<b>63</b>	<b>1.26 l/p/d</b>
Lavatório (1)	0.043 l/s	18	7	10	0.2 l/p/d
Descarga sanitária (1)	0.031 l/s	96	18	53	1.1 l/p/d
<b>Cozinha</b>				<b>172.2</b>	<b>1.1 l/p/d</b>
Pia de Cozinha (1)	0.059 l/s	15	131	118.0	2.4 l/p/d
Pia de Cozinha + Filtro de água (1)	0.041 l/s	20	62	54.2	1.1 l/p/d
<b>Área de Serviço</b>				<b>35</b>	<b>0.5 l/m²/d</b>
Torneira de uso geral (1)			1	35	0.5 l/m²/d

*Em parêntesis, o número de aparelhos hidráulicos*  
*l/s - litros por segundo*  
*l/p/d - litros por pessoa por dia; l/m²/d - litros por área por dia*

A Figura 49, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do boteco.

**Figura 49:** *Consumo no uso Final – No Grão.*

O gráfico da Figura 50, mostra de maneira mais evidente quais são os ambientes que possuem maior consumo de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo o banheiro de clientes. O maior consumo na cozinha era esperado, visto que há constantemente preparo de alimentos e lavagem de louças. Os banheiros também têm alto consumo devido ao grande fluxo, a torneira de uso geral, localizada na área de serviço, tem como principal uso a limpeza dos pisos. Tabela 29, mostra esse consumo setorizado em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação.

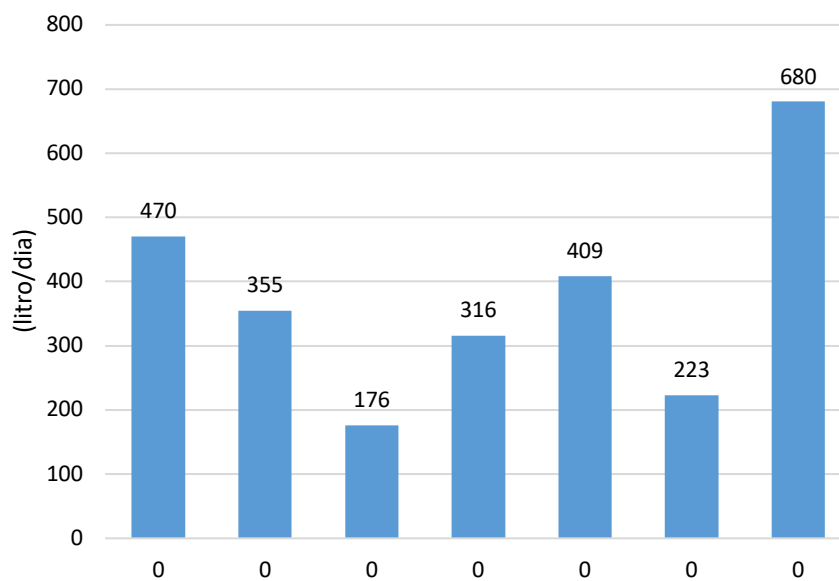
**Figura 50:** *Consumo Setorizado – No Grão.***Tabela 29:** *Consumo Setorizado – No Grão.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro Térreo (clientes)	138
Banheiro Subsolo (Funcionário)	63
Cozinha	172

Área de Serviço	35
<b>TOTAL</b>	<b>408</b>

O gráfico da Figura 51, mostra o consumo de água ao longo do período de coleta de informações através dos equipamentos de medição. Fica evidente que o maior consumo é no domingo, seguido da segunda e da sexta feira, sendo esses os dias de maior fluxo de pessoas. Segunda feira, também, é o dia que tem lavagem pesada nos pisos que corrobora com esse aumento do volume de água neste dia. Pressupõe-se assim, que o dia de menor fluxo é a quarta feira com menor consumo de água e sábado.

**Figura 51.** Consumo nos usos finais – No Grão.



Por fim, com os resultados obtidos do consumo em cada uso final o consumo diário dado por todos esses usos foram comparados 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 21% do consumo não pôde ser explicado pelos usos finais. Esse resultado é bastante positivo porque ao longo do ano podem ter havido intercorrências mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão bastante próximos.

**Figura 52.** Uso final – No Grão.

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório (2)	27
Descarga sanitária (2)	174
Pia de cozinha (3)	172
Torneira uso geral (1)	35
<b>Total Estimado</b>	<b>408</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>515</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-20.86%</b>



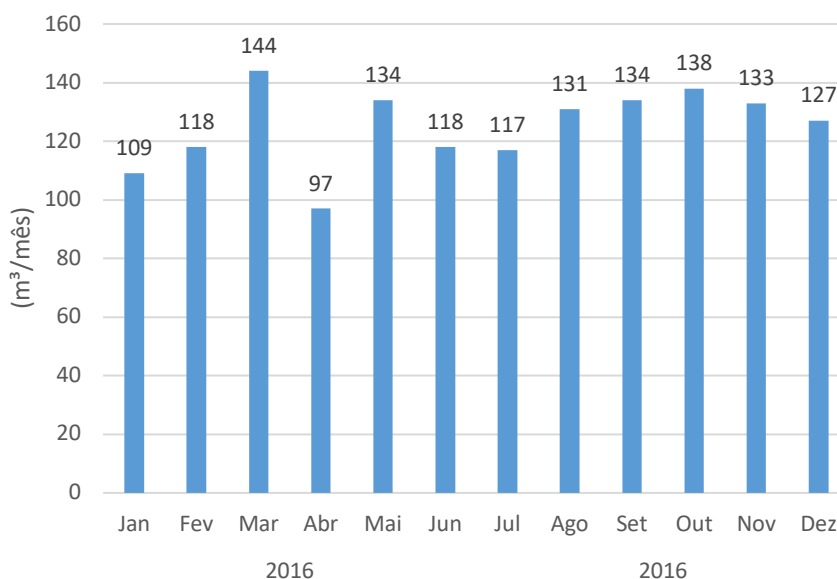
**Atividade H<sup>6</sup>: Versão Brasileira (Asa Norte)**

O Versão Brasileira é um bar e restaurante com temática nacional e está localizado na 204 sul. Este bar funciona de terça a quinta-feira e domingo de 14h às 01h e sexta e sábado de 11h às 2h, fechando na segunda-feira. A equipe de pesquisa entrou em contato com o gerente, que permitiu vistoriar o estabelecimento e agendou a instalação dos equipamentos medidores *dataloggers*, numa segunda-feira, dia de manutenção e limpeza do bar. Os dados básicos obtidos sobre o bar estão na Tabela 30.

**Tabela 30. Informações básicas – Versão Brasileira.**

<b>Versão Brasileira</b>	
Área Construída	470 m <sup>2</sup>
Área Verde	---
Área de Cobertura	175 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	43
Número Médio de Clientes	248 cli/d
Consumo Anual (MÉDIA DE 2013-2017)	125 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	4.167 l/d
Consumo Per Capita	97 l/p/d
Consumo Per Area	8,87 l/m <sup>2</sup> /dia

Ao analisar as contas de água do bar no ano de 2016, observou-se um consumo linear ao longo do ano, exceto para o mês de abril que o consumo fica bem abaixo da média (125m<sup>3</sup>). O gerente não soube apontar os motivos que puderam ter influenciado a redução do consumo nesse mês específico.

**Figura 53. Consumo mensal (2016) – Versão Brasileira.**

Os ambientes que apresentam pontos de água neste estabelecimento são a cozinha, o banheiro de funcionários e o banheiro de clientes. Para identificar o consumo nos usos finais de cada aparelho

<sup>6</sup> Bares: Bar.

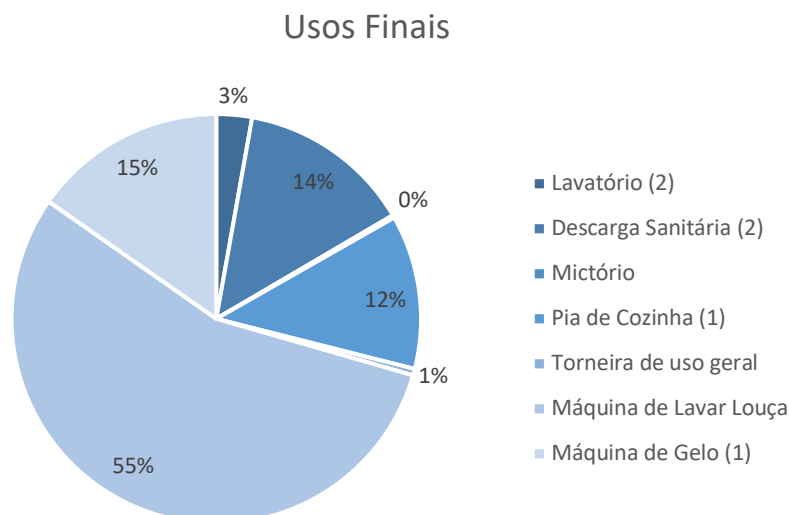
sanitário, foram instalados equipamentos de medição em cada ponto de entrada de água. A Tabela 31 apresenta os resultados de consumo obtidos. A tabela mostra as vazões medidas pelo aparelho, o tempo de uso as frequências de acionamento, o consumo diário e o indicador médio de consumo *per capita* e *per area*.

**Tabela 31.** Consumo diário e indicadores de consumo – Versão Brasileira.

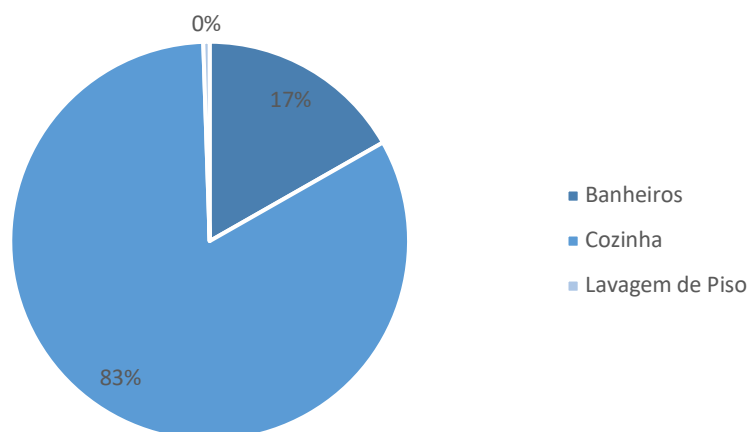
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro Clientes</b>					<b>2,6 l/p/d</b>
Lavatório	0,04 l/s	6	371	104	2,4 l/p/d
Mictório	0,032 l/s	12	26	10	0,2 l/p/d
Descarga Sanitária (2)	6 lpf		107	642	14,9 l/p/d
Lavatório	0,031 l/s	9	96	27	0,6 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>13,2 l/p/d</b>
Pia de Cozinha (1)	0,053 l/s	12	931	569	13,2 l/p/d
Máquina de Lavar Louça	0,075 l/s	21	635	2581	60 l/p/d
Máquina de Gelo	0,023 l/s	54	584	715	16,6 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					<b>l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral	12,00 l		2	24	0,05 l/m <sup>2</sup> /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/m<sup>2</sup>/d - litros por área por dia*

A Figura 54, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do bar. O maior consumo neste bar provém da máquina de lavar louça com 55%. Somando as porcentagens dos aparelhos sanitários da cozinha (pia de cozinha, máquina de lavar louça e máquina de gelo) o resultado mostra que o consumo nesse ambiente consome 82% do consumo predial total.

**Figura 54.** *Consumo nos usos finais – Versão Brasileira.*

O gráfico da Figura 55, apresenta de forma clara quais são os ambientes que possuem maior consumo de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo o banheiro de clientes. O maior consumo na cozinha era esperado, visto que o gerente havia informado que a cozinha é altamente movimentada durante todo o horário de funcionamento do bar. A Tabela 32, mostra esse consumo setorizado em litros por dia medido em todo estabelecimento.

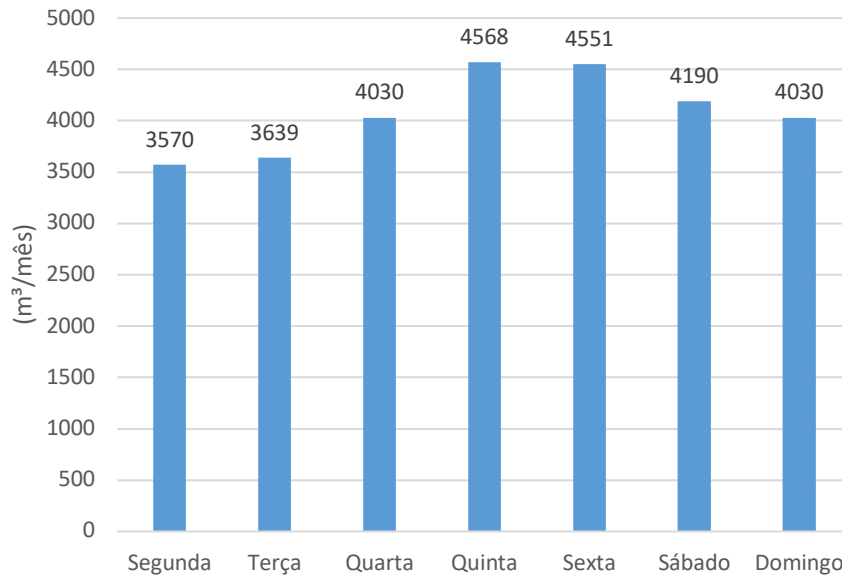
**Figura 55.** *Consumo setorizado – Versão Brasileira.***Tabela 32.** *Consumo setorizado – Versão Brasileira.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiros	783
Cozinha	3864
Lavagem de Piso	24,00
<b>TOTAL</b>	<b>4.671</b>

O consumo de água ao longo da semana analisada está representado na Figura 56. Segundo o gerente, o dia de maior movimento é a quinta feira, seguido da sexta feira e do sábado. O consumo está

coerente com essa informação, ou seja, quanto maior o movimento maior o consumo de água. Essa relação do consumo com a variável de população é esperada visto que o maior consumo é na cozinha, logo quanto maior a quantidade de clientes fazendo pedidos mais água o restaurante irá consumir e maior o número de pessoas que deverão utilizar os banheiros do estabelecimento.

**Figura 56.** Consumo diário – Versão Brasileira.



Na Tabela 33, estão apresentados os usos finais de água aferidos no local, e os seus consumos diários, confrontados com o consumo faturado da CAESB. A discrepância de aproximadamente 14%

**Tabela 33.** Uso final – Versão Brasileira.

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório (2)	131
Descarga Sanitária (2)	642
Mictório	10
Pia de Cozinha (1)	569
Torneira de uso geral	24
Máquina de Lavar Louça	2581
Máquina de Gelo (1)	714
<b>Total Estimado</b>	<b>4.671</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>4.110</b>
<b>Discrepância</b>	<b>13,65%</b>

#### **Atividade I<sup>7</sup>:** Ki Sabor (Asa Norte)

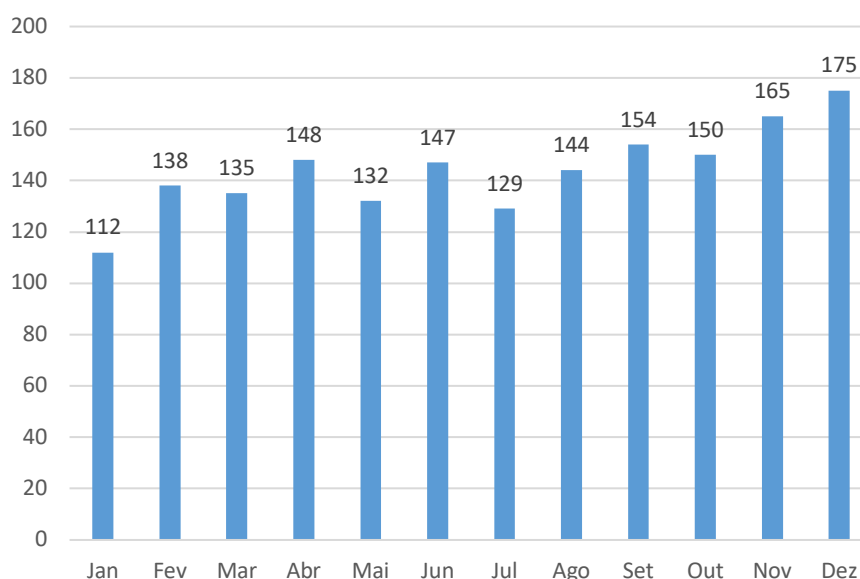
O Ki-Sabor é um restaurante *self-service* localizado na asa norte e funciona de 12h às 14h, de segunda-feira a sábado. A equipe de pesquisa conseguiu entrar contato com o proprietário, que disponibilizou todas as informações sobre o estabelecimento assim como os dados sobre seu consumo de água. A Tabela 34 apresenta os dados básicos do restaurante.

<sup>7</sup> Restaurante: Self-service

**Tabela 34.** *Informações básicas – Ki Sabor.*

Ki-Sabor	
Área Construída	180 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	12
Número de Funcionários por Turno	6
Número de Clientes Médios Diários	300
Consumo Mensal	144 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	4,800 l/dia
Consumo Per Capita	800 l/p/d
Consumo Per Area	41.7 l/m <sup>2</sup> /dia

Com o consumo anual de 2017, foi possível fazer uma análise de como mês a mês da variação do uso da água neste restaurante. O consumo segue um andamento regular, com exceção dos picos nos meses de novembro e dezembro e os vales em janeiro e maio e julho. Este restaurante está localizado próximo à Universidade de Brasília, e muitos alunos frequentam o local para almoçar. Assim, tendo em vista que para este tipo de estabelecimento, restaurantes, o consumo é proporcional ao fluxo de clientes, o calendário escolar da UnB, gera algum impacto no consumo desse restaurante. Portanto, é possível relacionar os maiores consumos com o final do semestre, período de provas na universidade, e a grande redução em janeiro e julho ao período de férias, regularizando em fevereiro quando iniciam as aulas de verão, e a partir desse apresenta certa estabilidade.

**Figura 57.** *Consumo mensal (2016) – Ki Sabor.*

O estabelecimento conta com três ambientes que fazem uso de água, a cozinha, o banheiro de funcionário e o banheiro de clientes. A Tabela 35 apresenta os resultados gerados a partir das medições do consumo realizados pelos equipamentos de medição em cada aparelhos hidráulicos de cada ambiente. Vale ressaltar, que este restaurante possui uma máquina de lavar roupa para higienizar os panos de prato, toalhas de mesa, ou outro material têxtil necessário.

**Tabela 35.** *Consumo diário e indicadores de consumo – Ki Sabor.*

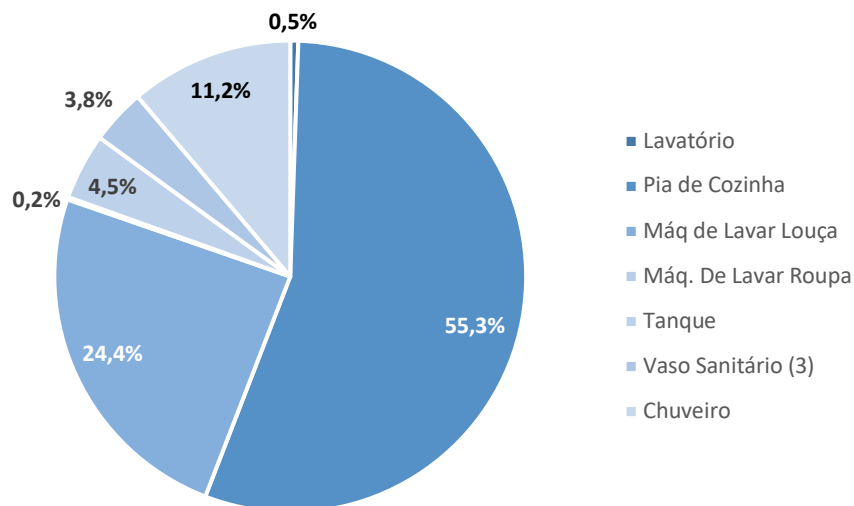
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Cozinha</b>					
Máquina de Lavar Louça	0,08 l/s	20,86	635,1	989	82,38
Máquina de lavar Roupa	0,12 l/s	10,24	5,4	7	0,57

Pia de Cozinha (8)	0,09 l/s	22	1088,4	2238	186,50
Tanque	0,09 l/s	15	132,6	184	15,34
<b>Banheiro Funcionário</b>					
Vaso Sanitário	6 lpf		16	96	8,02
Chuveiro	0,08 l/s	10	526,0	453	37,76
<b>Banheiro Cliente</b>					
Lavatório	0,03 l/s	25	33,7	22	1,84
Sanitário Feminino	6 lpf		5	31	2,62
Sanitário Masculino	6 lpf		4	25	2,11

*Em parênteses, o número de equipamentos*  
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litro por dia*  
*l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia*

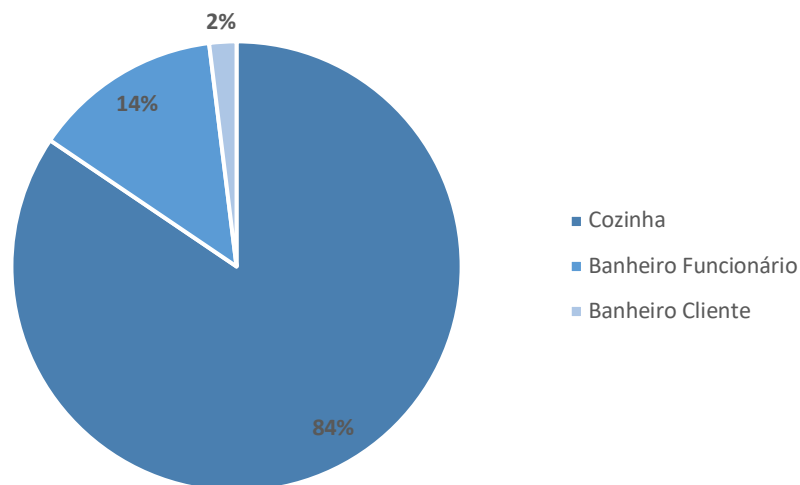
Com isso, foi possível identificar quais os usos finais com maior impacto na conta geral do estabelecimento. A Figura 58, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do restaurante, e fica evidente como o consumo está diretamente relacionado com a cozinha.

**Figura 58.** Consumo nos usos finais – Ki Sabor.



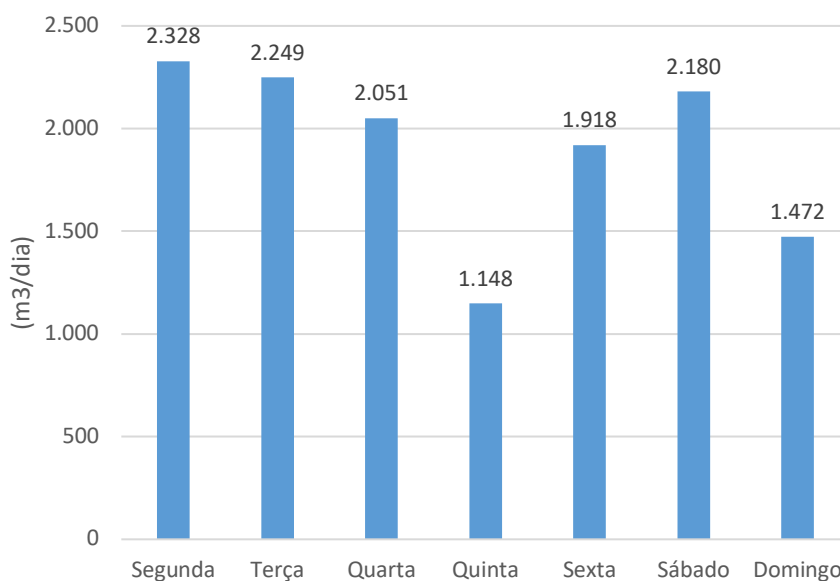
O gráfico da Figura 59, apresenta de forma clara quais são os ambientes que possuem maior consumo de água. Em primeiro lugar a cozinha, com mais de 80% no consumo geral do restaurante, seguido do banheiro de funcionários. O banheiro de clientes tem consumo muito baixo, isso pode ser explicado pelo fato de o restaurante ser *self-service*, que é uma proposta de um restaurante que o cliente pode comer imediatamente e, portanto, o tempo de permanência no local é mais rápido, onde o cliente come e vai embora. Locais onde há maior permanência dos clientes, tendem a ter um maior consumo nos banheiros. A

Tabela 36, mostra esse consumo setorizado em litros por dia e o consumo diário em toda a edificação.

**Figura 59.** Consumo setorizado – Ki Sabor.**Tabela 36.** Consumo setorizado – Ki Sabor.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Cozinha	3417
Banheiro Funcionário	549
Banheiro Cliente	79
<b>TOTAL</b>	<b>4.046</b>

O consumo de água ao longo do período de coleta de informações (sete dias) através dos equipamentos de medição é apresentado no gráfico da Figura 60. O consumo reduzido na quinta-feira não pôde ser explicado por algum evento especial neste dia da semana, já o consumo reduzido no domingo é porque é um dia com movimento reduzido em relação aos demais.

**Figura 60.** Consumo diário – Ki Sabor.

Na tabela a seguir estão apresentados os usos finais de água, resultado das medições realizadas, e os seus consumos diários, confrontados com o consumo diário médio faturado pela CAESB. O resultado apresentou uma discrepância de aproximadamente 13%, validando os resultados dos usos finais obtidos.

**Tabela 37.** *Uso final – Ki Sabor.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório	22
Pia de Cozinha	2238
Máq de Lavar Louça	989
Máq. De Lavar Roupa	7
Tanque	184
Vaso Sanitário (3)	153
Chuveiro	453
<b>Total Estimado</b>	<b>4.046</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>4.737</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-13,02%</b>

**Atividade I<sup>8</sup>:** *Taco Pep (Asa Sul)*

O Taco Pep é uma rede restaurantes temáticos de culinária mexicana, inaugurado em 2009 no Distrito Federal. A franquia analisada está localizada no Shopping Pier 21, no Setor de Clubes Sul. Seu horário de funcionamento é de segunda-feira a domingo 12h às 23h. Quando foi realizada a visita aos estabelecimento do centro comercial, no qual este restaurante está inserido, a gerente se disponibilizou a ajudar e autorizou a entrada da equipe técnica para vistoriar o estabelecimento e agendar a data para instalação dos equipamentos de medição. Na Tabela 38, estão os dados básicos acerca do restaurante. No entanto, não foi possível obter o consumo individualizado deste restaurante, visto que a gerente afirmou não ter acesso à essa informação, e apesar dos repetidos contatos com a administração, não conseguiu fornecer esses dados. Como o consumo dos estabelecimentos do shopping não é individualizado a CAESB não possui o dado de consumo deste estudo de caso. No entanto, foram inseridos os equipamentos de medições em todos os pontos de saída de água a fim de monitorar o consumo diário durante sete dias consecutivos.

**Tabela 38.** *Informações básicas – Taco Pep.*

Taco Pep		
Área Construída	900	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	20	
Número de Clientes Diários	90	cli/d
Consumo Anual	193	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Mensal	16	m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	529	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	26	l/p/d
Consumo <i>Per Área</i>	0.59	l/m <sup>2</sup> /dia

O restaurante conta com cinco ambientes com pontos de água, sendo eles os banheiros feminino e masculino, e as cozinhas. A cozinha 1 está localizado no pavimento superior, e é o local onde são preparadas as comidas do cardápio, e a cozinha térreo é utilizada apenas como apoio para a lavagem dos pratos e utensílios utilizados no restaurante. Os dispositivos hidráulicos dos ambientes estão explicitados na Tabela 39, assim como as informações coletadas para cada aparelho sanitário

<sup>8</sup> Restaurantes: Temático.



instalado por ambiente. 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 de tempo de uso, da vazão, e da frequência foi possível identificar quanto de água cada ambiente consome por dia. Nesse estabelecimento a cozinha é o ambiente com maior consumo de água representando cerca de 80% do consumo total.

**Tabela 39.** Consumo diário e indicadores de consumo – Taco Pep.

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro Feminino</b>					
Lavatório	0.02	59	33	43	2.5 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf	55	5	30	1.7 l/p/d
<b>Banheiro Masculino</b>					
Lavatório (2)	0.03	139	94	448	26.3 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf		8	48	2.8 l/p/d
<b>Cozinha 1</b>					
Máquina de Sorvete	0.12 l/s	19	192	436	21.8 l/p/d
Pia e lavagem de frutas	0.01 l/s	20	1054	184	9.2 l/p/d
Pia de lavagem de material	0.07 l/s	19	51	68	3.4 l/p/d
Pia de lavagem de hortaliças	0.06 l/s	29	1974	3601	180.0 l/p/d
Pia de cozinha (carne)	0.09 l/s	17	261	390	19.5 l/p/d
<b>Cozinha Térreo</b>					
Máquina lava-louça	0.06 l/s	52	259	763	38.1 l/p/d
Pia de cozinha (lavagem material)	0.11 l/s	20	1524	3253	162.6 l/p/d

#### **Atividade P<sup>9</sup>: Giraffas (Samambaia)**

O Giraffas é uma rede de restaurantes *fast-food* brasileira, fundada em 1981 em Brasília. A franquia analisada está localizada na região administrativa de Samambaia. O estabelecimento funciona de segunda-feira a domingo de 11h às 23h. O primeiro contato foi feito com a gerente do restaurante em junho de 2018, que não pôde passar as informações necessárias para o estudo nem autorizar a entrada da equipe para verificar as instalações ou medir as áreas. Portanto, foi necessário de entrar em contato com o proprietário da franquia, que deu a permissão para realizar o estudo, e forneceu as contas de água da CAESB. Dessa maneira, em julho de 2018, foi feita a vistoria e agendado o dia para realizar as medições. Seguem os dados básicos do estabelecimento na Tabela 40.

**Tabela 40.** Informações básicas – Giraffas.

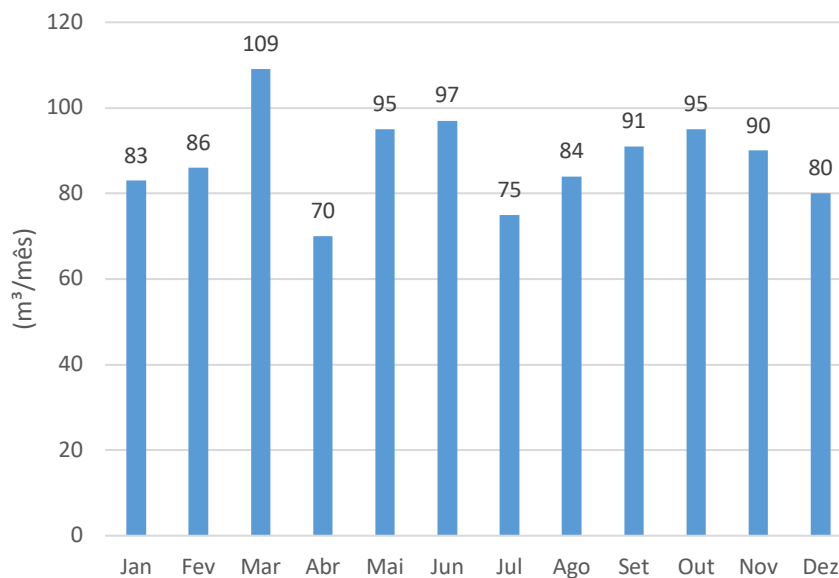
<b>Giraffas</b>	
Área Construída	100 m <sup>2</sup>

<sup>9</sup>Restaurantes: *Fast-Food*.

Número de Funcionários	17
Número de Funcionários por Turno	8
<b>Número de Refrigerantes Médios Diários</b>	<b>162</b>
Consumo Mensal	93 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	3.100 l/dia
Consumo Per Capita	388 l/p/d
Consumo Per Area	35,8 l/m <sup>2</sup> /dia

A Figura 61, mostra o consumo mensal do ano de 2016. Conforme pode ser observado, o consumo é estável ao longo do ano com maior consumo em março e menores consumos em abril e julho. Os motivos dessas variações apontadas não puderam ser explicadas por nenhum evento específico.

**Figura 61.** Consumo mensal (2016) – Giraffas



O restaurante conta com quatro ambientes com pontos de água, sendo eles cozinha, banheiro feminino, banheiro masculino e área de serviço. Os dispositivos hidráulicos dos ambientes estão explicitados na Tabela 41, assim como as informações coletadas para cada aparelho sanitário instalado por ambiente. 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 de tempo de uso, da vazão, e da frequência foi possível identificar quanto de água cada ambiente consome por dia.

**Tabela 41.** Consumo diário e indicadores de consumo – Giraffas.

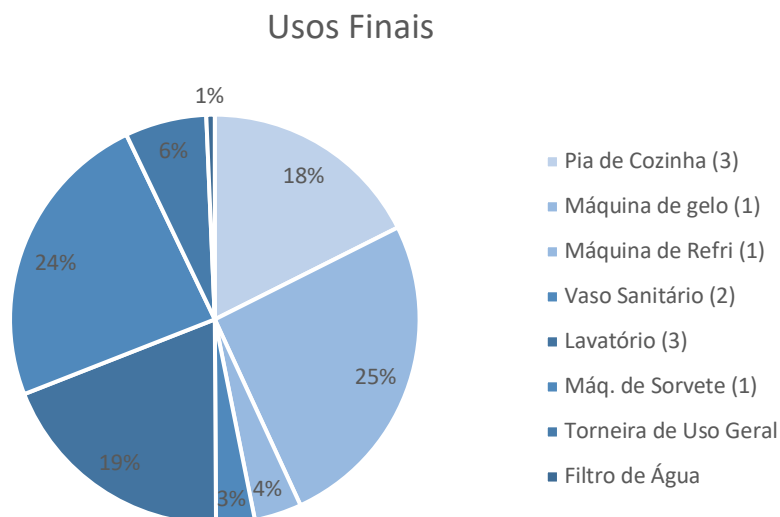
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Cozinha</b>					
Máquina de Gelo	0,02 l/s	53,57	2203,3	2787	164,0 l/p/d
Máquina de Refrigerante	0,02 l/s	29,3	152,5	95	17,0 l/p/d
Máquina de Sorvete	0,1 l/s	18,6	960	607	35,7 l/p/d
Filtro de Água	0,05 l/s		60	17	1,0 l/p/d
Pia de Cozinha (3)	0,04 l/s	29	511,1	650	38,2 l/p/d
<b>Banheiro Feminino</b>					
Lavatório	0,02 l/s	59	32,9	43	2,5 l/p/d

Vaso Sanitário	6,00 lpf	55	5,0	30	1,7 l/p/d
<b>Banheiro Masculino</b>					
Lavatório (2)	0,03 l/s	139	94,3	448	26,3 l/p/d
Vaso Sanitário	6,00 lpf		8,0	48	2,8 l/p/d
<b>Área de Serviço</b>					
Torneira de Uso Geral			1,0	164	1,6 l/m <sup>2</sup> /d

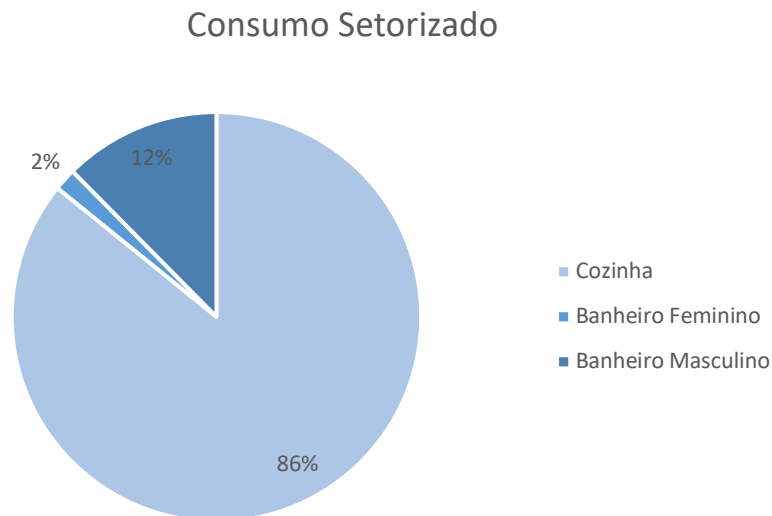
*Em parênteses, o número de equipamentos*  
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia*  
*l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia*

A Figura 62, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do restaurante. Através desse resultado nota-se que a porcentagem nos usos não potáveis para esse restaurante é baixo com um total de 9%, somando a torneira de uso geral, usada para limpeza de pisos, e o vaso sanitário.

**Figura 62.** Consumo nos usos finais – Giraffas.

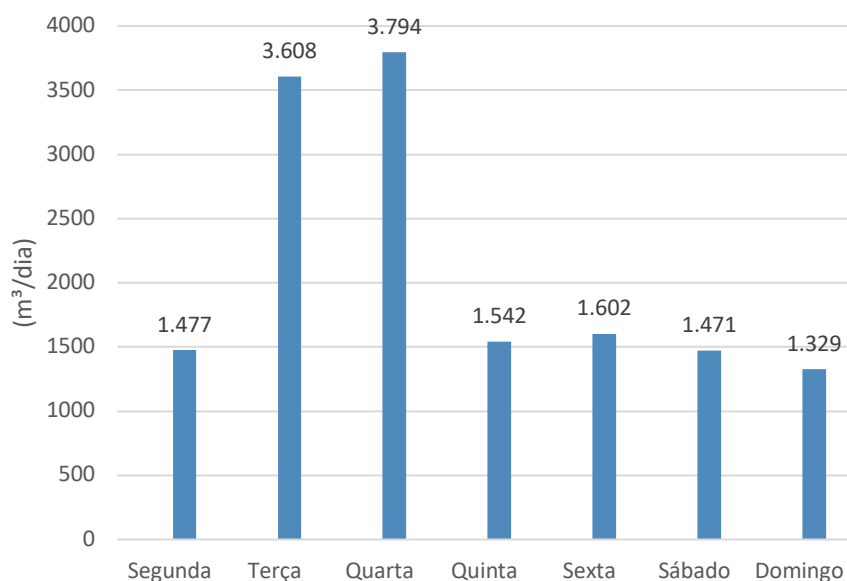


A Figura 63 apresenta quais ambientes requerem maior demanda de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo os banheiros. O maior consumo na cozinha era esperado, visto que há constantemente preparo de alimentos e lavagem de louças. A Tabela 42, mostra esse consumo setorizada em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação

**Figura 63.** Consumo setorizado – Giraffas.**Tabela 42.** Consumo setorizado – Giraffas.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Cozinha	3533
Banheiro Feminino	72
Banheiro Masculino	496
<b>TOTAL</b>	<b>4.101</b>

O consumo de água ao longo da semana de coleta de dados de consumo através dos equipamentos de medição está representado na Figura 64. É possível observar que o consumo de água no restaurante é estável, com exceção de terça e quarta-feira, que apresentam um aumento muito maior do que os outros dias da semana. Não foi possível identificar o motivo desse consumo tão diferente dos demais.

**Figura 64.** Consumo diário – Giraffas.

Por fim, segue os usos finais de água aferidos no local, e os seus consumo diários, confrontados com o consumo faturado da CAESB. A discrepância de aproximadamente 18% é baixa mostrando boa confiabilidade nos resultados dos usos finais obtidos.

**Tabela 43.** *Uso final – Giraffas.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Pia de Cozinha	448
Máquina de gelo	650
Máquina de Refrigerante	95
Vaso Sanitário	78
Lavatório	487
Máq. de Sorvete	607
Torneira de Uso Geral	164
Filtro de Água	17
<b>Total Estimado</b>	<b>2.546</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>3.100</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-17,87%</b>

#### *Atividade I<sup>0</sup>: Restaurante Biral (Água Claras)*

O restaurante Biral é especializado em carne de sol e localiza-se na região de Taguatinga. O funcionamento é de terça-feira a domingo de 11h30 às 15h. Na primeira visita ao restaurante, a equipe de pesquisa conseguiu contatar o dono, o qual permitiu vistoriar o estabelecimento e forneceu as informações necessárias para o estudo. No entanto, o proprietário disponibilizou apenas a conta de água referente ao mês de junho de 2018, e não foi possível identificar o consumo junto à CAESB. Na Tabela 44, estão explicitadas as informações básicas referentes ao restaurante.

**Tabela 44.** *Informações básicas – Biral*

Biral Restaurante - Taguatinga	
Área Construída	375 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	12 p
Número de Funcionários por Turno	6 p
Número de Refeições Diárias	85 r/d
Consumo Mensal	22 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	733 l/d
Consumo Per Capita	122 l/p/d
Consumo Per Area	2 l/m <sup>2</sup> /dia

O restaurante conta com três ambientes, banheiro para clientes, cozinha e área de serviço. A Tabela 45 apresenta os dados obtidos através das medições do consumo de cada aparelho hidráulico.

**Tabela 45.** *Consumo diário e indicadores de consumo – Biral.*

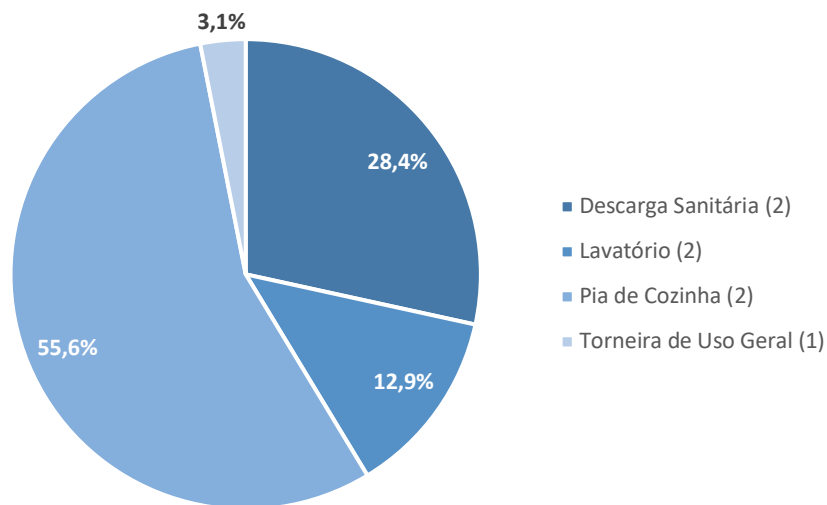
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro</b>					
Lavatório (2)	0,04 l/s	46	50	85	0,9 l/p/d
Torneira Geral (1)	0,03 l/s	131	1	5	0,1 l/p/d
Descarga Sanitária (2)	6 l/pf	---	30	187	2,1 l/p/d
<b>Cozinha</b>					
Pia de Cozinha (2)	0,05 l/s	31	212	366	4,0 l/p/d
<b>Área de Serviço</b>					

<sup>10</sup> Restaurantes: *À la carte.*

Balde	1	15	1,3 l/m <sup>2</sup> /d
<i>Em parênteses, o número de equipamentos</i>			
<i>l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia</i>			
<i>l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia</i>			

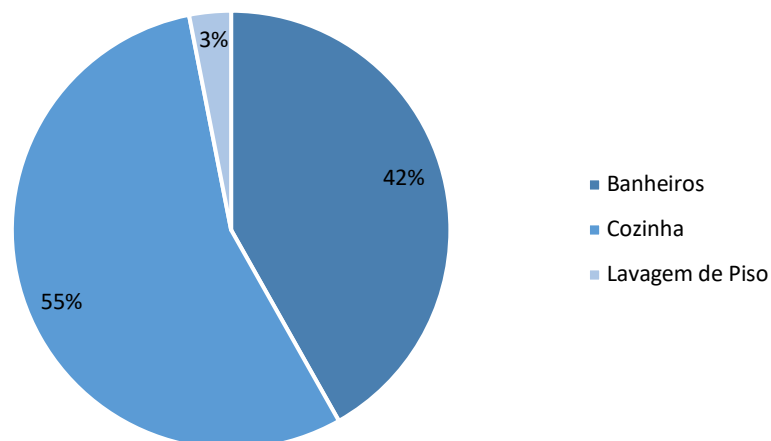
A Figura 65, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do restaurante. Neste estabelecimento quase 30% do consumo total do restaurante é em descarga sanitária, somando com os 3,1% da torneira de uso geral, utilizada na lavagem dos pisos, utilizar uma fonte de distribuição de água alternativa nesses ponto pode representar uma economia de até 32%.

**Figura 65.** Consumo nos usos finais – Biral.



A Figura 66 apresenta quais setores requerem maior demanda de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo os banheiros. O maior consumo na cozinha era esperado, visto que há constante preparo de alimentos e lavagem de louças. A Tabela 46, mostra esse consumo setorizada em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação

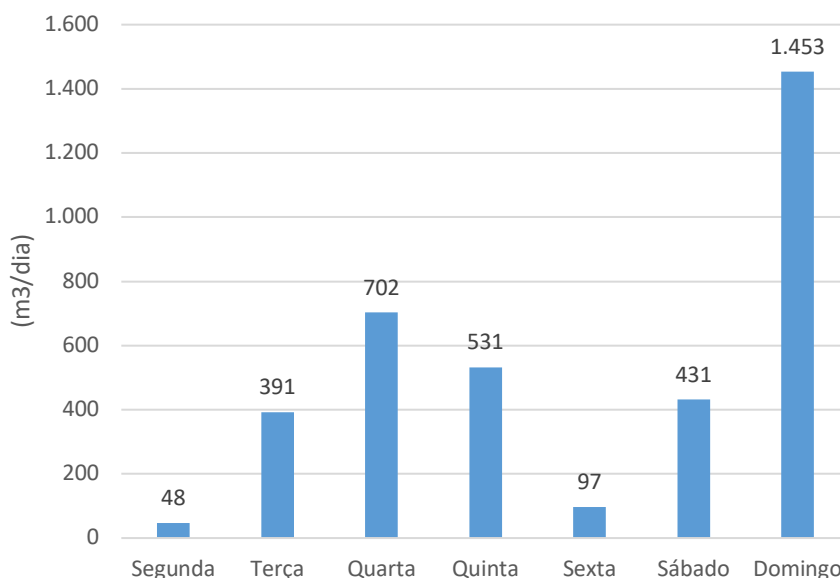
**Figura 66.** Consumo setorizado – Biral.



**Tabela 46.** Consumo setorizado – Biral.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiros	278
Cozinha	366
Lavagem de Piso	20
<b>TOTAL</b>	<b>665</b>

A Figura 67 apresenta consumo de água do restaurante durante os sete dias de medição do consumo. Pode-se perceber que o consumo de água não é linear ao longo da semana. Na segunda feira, o restaurante é fechado, no entanto apresenta um consumo reduzido, isso indica que pode estar havendo vazamentos em algum ponto do sistema hidráulico. Domingo, é o dia de maior movimento no restaurante, que recebe muitas famílias na hora do almoço, e por consequência, impacta o consumo neste dia conforme pode ser observado.

**Figura 67.** Consumo diário – Biral.

Por fim, segue os usos finais de água aferidos no local, e os seus consumo diários, confrontados com o consumo faturado da CAESB. A discrepância de aproximadamente 10% é bem baixa mostrando boa confiabilidade nos resultados dos usos finais obtidos.

**Tabela 47.** Uso final – Biral

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Descarga Sanitária (2)	187
Lavatório (2)	85
Pia de Cozinha (2)	366
Torneira de Uso Geral (1)	20
<b>Total Estimado</b>	<b>659</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>733</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-10,12%</b>

### Atividade I<sup>11</sup>: Subway (Asa Sul)

<sup>11</sup> Restaurantes: Fast-Food

A loja analisada faz parte de uma rede de restaurantes *fast-food* estadunidense fundada em 1965. A franquia está localizada no Shopping Pier 21, no Setor de Clubes Sul, e funciona de segunda-feira a domingo de 10h às 22h. O gerente do estabelecimento, não autorizou que a equipe técnica mexesse no sistema hidráulico ou nos equipamentos que utilizam água da loja. No entanto, quis contribuir com a pesquisa e disponibilizou o máximo de informações necessárias para que a pesquisa pudesse ser realizada sem instalar os equipamentos de medição. Foi agendado com a equipe, para vistoriar e medir as áreas do estabelecimento, numa segunda-feira no período da manhã quando o shopping ainda estava fechado. Não foram encontrados nenhum vazamento aparente nas instalações. Quanto as consta e água, só foi possível obter a conta de água do mês de junho de 2018, que foi disponibilizada pela administração. A Tabela 48 exibe as informações básicas coletadas no local.

**Tabela 48.** *Informações básicas – Subway*

Subway - Pier 21	
Área Construída	26 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	4
Número de Funcionários por Turno	2
Número de Clientes Médios Diários	64
Consumo Mensal	13 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	433
Consumo <i>Per Capita</i>	217 l/p/d
Consumo <i>Per Área</i>	65,9 l/m <sup>2</sup> /dia

As medições da vazão dos aparelhos hidráulicos foram feitas *in locu*, através da medição do tempo, com o auxílio de um cronômetro, para encher um recipiente graduado de um litro. Esse método foi especialmente aplicado para as torneiras e o filtro de água. Para os demais usos, as vazões foram definidas conforme as especificações do fabricante. A frequência foi gerada a partir de questionário direcionados aos funcionários acerca dos hábitos de consumo na loja. Na Tabela 49 seguem os dados dos equipamentos hidráulicos da loja

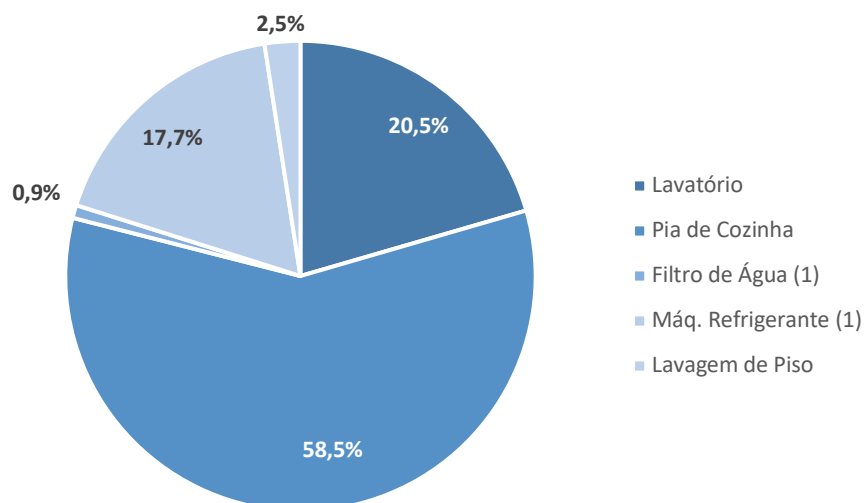
**Tabela 49.** *Consumo diário e indicadores de consumo – Subway.*

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Higienização</b>					<b>1,4 l/p/d</b>
Lavatório (2)	0,10 l/s	120	16	92	1,4 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>28,7 l/p/d</b>
Pia de Cozinha (3)	0,15 l/s	1800	2	263	4,0 l/p/d
Filtro de Água (1)	0,05 l/s		14	4	1,0 l/p/d
	0,02				
Máq. Refrigerante (1)	l/s	15	300	79	19,8 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					<b>0,4 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Balde			1	11	0,4 l/m <sup>2</sup> /d

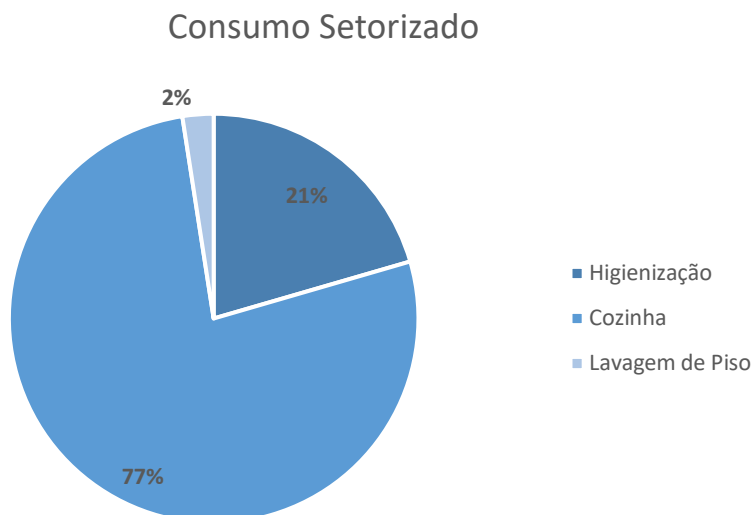
*Em parênteses, o número de equipamentos*  
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/u = litro por uso; n/d = número por dia; l/d = litro por dia*  
*l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia*

A Figura 68, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do restaurante.



**Figura 68.** Consumo nos usos finais – Subway.

A Figura 69, apresenta quais são as atividades que demandam maior consumo de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo, para higienização das hortaliças do restaurante. A Tabela 50, mostra esse consumo setorizado em litros por dia em toda a edificação

**Figura 69.** Consumo setorizado – Subway.**Tabela 50.** Consumo setorizado – Subway.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Higienização	92
Cozinha	346
Lavagem de Piso	11
<b>TOTAL</b>	<b>449</b>

Após a obtenção dos usos finais, o consumo diário foi calculado e comparado com a média diária faturada pela CAESB. Essa média faturada é dada pelo somatório do consumo mensal, informado pela CAESB, do ano de 2016, dividido por 365 dias. Com isso será possível identificar a discrepância dos resultados e conferir se as informações são seguras. A Tabela 51, mostra esse resultado, com discrepância de aproximadamente 4%, o que configura um ótimo resultado por estar bastante próximo da realidade do estabelecimento.

**Tabela 51.** *Uso final – Subway.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório	92
Pia de Cozinha	263
Filtro de Água (1)	4
Máq. Refrigerante (1)	79
Lavagem de Piso	11
<b>Total Estimado</b>	<b>449</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>433</b>
<b>Discrepância</b>	<b>3,60%</b>

**Atividade J<sup>12</sup>:** *Cafezinho (Asa Norte)*

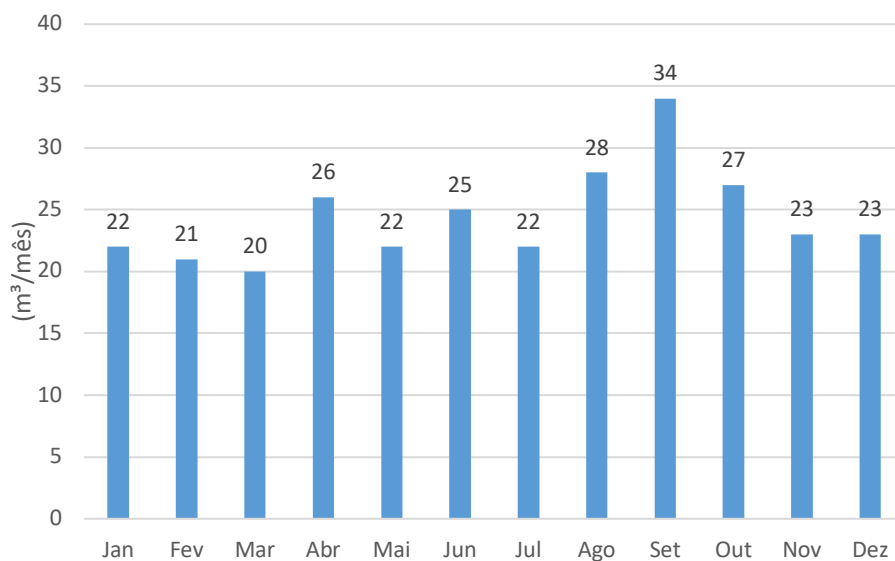
O Cafezinho é um estabelecimento que oferece bebidas quentes e geladas, salgados, e lanches feitos na hora. Está situado na 407 norte e funciona segunda a sexta-feira de 7h30 às 20h e sábado de 8h30 às 16h, fechando aos domingos. O dono autorizou que a equipe fizesse as instalações dos equipamentos de medição, logo no primeiro contato e nos forneceu as informações básicas do consumo predial e dos equipamentos hidráulicos para o andamento da pesquisa. Essas informações estão exibidas na Tabela 52.

**Tabela 52.** *Informações básicas – Cafezinho*

CAFÉZINHO 407N	
Área Construída	70,00 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	7
Número de Funcionários por turno	4
Número de Clientes	100 cli/d
Número de Refeições Diárias	
Consumo Anual	286 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	784 l/d
Consumo Per Capita (Funcionário)	112 l/p/d
Consumo Per Capita (Cliente)	8 l/cli/d
Consumo Per Área	11,19 l/m <sup>2</sup> /dia

O proprietário, também, disponibilizou as contas de água de todos os meses do ano de 2017. Com essas informações, foi possível analisar a variabilidade do consumo ao longo do ano (ver Figura 70). A partir disso, foi observado que o consumo não sofre grandes alterações, com exceção do mês de setembro. No entanto, foi informado que não houve nenhum evento que pudesse explicar esse maior consumo e que o fluxo de clientes aumenta em alguns meses sem um motivo específico, e que essa é a principal variável que afeta o consumo de água.

<sup>12</sup> Lanchonetes/Cafês: Café.

**Figura 70.** Consumo mensal (2017) – Cafezinho.

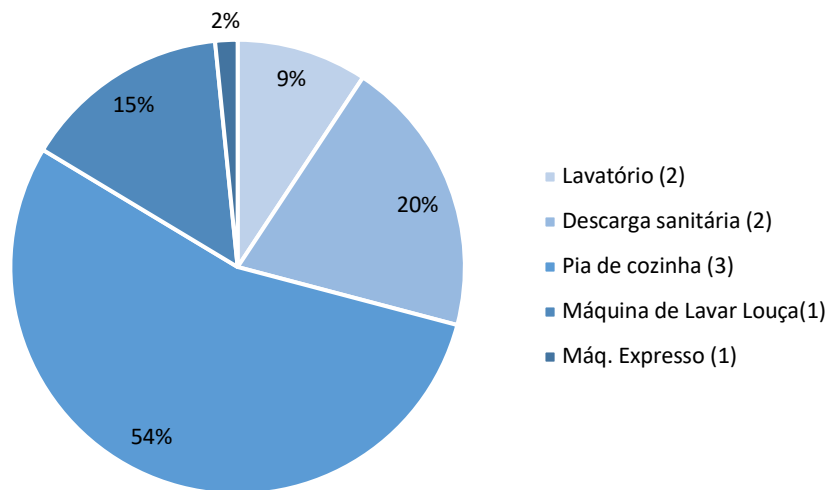
Este estabelecimento possui três ambientes com pontos de água, um banheiro misto para clientes, uma cozinha e o balcão de preparo do café. A Tabela 53, apresenta as informações coletadas para cada aparelho hidráulico instalado por ambiente. As vazões foram conferidas com as vazões coletadas no local e estão com resultados muito próximos, validando os métodos utilizados para essa coleta. A partir dos dados de tempo de uso, da vazão, e da frequência foi possível identificar o consumo diário em litro por dia para cada ambiente, e os indicadores de consumo.

**Tabela 53.** Consumo diário e indicadores de consumo – Cafezinho.

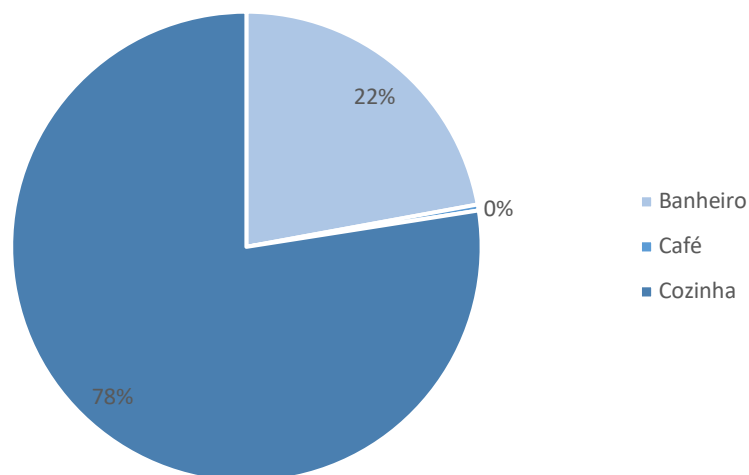
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro</b>					<b>l/p/d</b>
Lavatório (1)	0,07 l/s	9	21	13	1,8 l/p/d
Descarga Sanitária (1)	6 lpf	40	1	138	19,6 l/p/d
<b>Café</b>					<b>l/p/d</b>
Máq. Expresso (1)	0,01 l/s	5	39	11	1,6 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>l/p/d</b>
Lavatório (1)	0,05	9	120	52	7,4 l/p/d
Pia de Cozinha (1)	0,04 l/s	12	370	186	26,6 l/p/d
Pia de Cozinha (1)	0,04	12	377	192	27,5 l/p/d
Máq. Lavar Louças (1)	0,04 l/s	12	203	103	14,7 l/p/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/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia*

A Figura 71, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do café.

**Figura 71.** *Consumo nos usos finais – Cafezinho.*

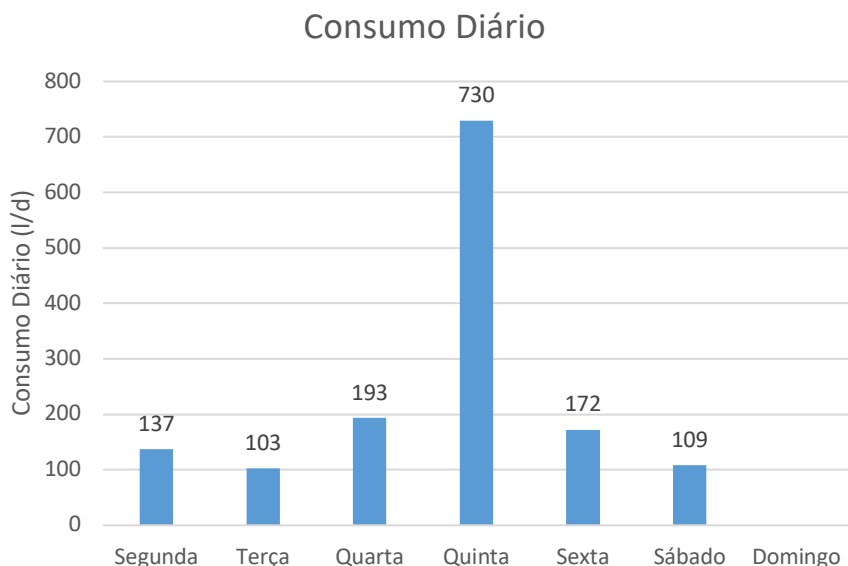
A Figura 72, apresenta quais são os ambientes que apresentam maior demanda de água. Em primeiro lugar a cozinha e em segundo o banheiro. O maior consumo na cozinha era esperado, visto que há constantemente preparo de lanches e lavagem de louças. A Tabela 54, mostra esse consumo setorizada em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação

**Figura 72.** *Consumo setorizado – Cafezinho.***Tabela 54.** *Consumo setorizado – Cafezinho.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro	150
Café	11
Cozinha	533
<b>TOTAL</b>	<b>694</b>

A Figura 73 apresenta o consumo de água do café durante os sete dias consecutivos de coleta de dados através dos equipamentos de medição. É notório que o maior consumo é na sexta-feira sendo esse o dia de maior fluxo de pessoas, nos demais dias o consumo não varia muito.

**Figura 73.** Consumo diário – Cafezinho.



Por fim, com os resultados obtidos em cada uso final foi estimado o consumo diário do café e comparados com o consumo médio diário faturado pela CAESB. Este, dado pela somatória do consumo anual em litros, do ano de 2017, dividido por 365 dias. Ao fazer o cálculo de discrepância entre esses valores verificou-se que aproximadamente 11% do consumo não pôde ser explicado pelos usos finais. Esse resultado é bastante positivo porque ao longo do ano podem ter havido intercorrências mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão bastante próximos.

**Tabela 55.** Uso final – Cafezinho.

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório (2)	65
Descarga sanitária (2)	138
Pia de cozinha (3)	378
Máquina de Lavar Louça(1)	103
Máq. Expresso (1)	11
<b>Total Estimado</b>	<b>694</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>784</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-11,41%</b>

### **Atividade J<sup>13</sup>: Yogoberry (Asa Sul)**

A Yogoberry é uma rede de sorvetes, picolés, casquinhas e smoothies congelados, fundada em 2007 no Rio de Janeiro, com mais de 100 lojas por todo país. A franquia analisada situa-se no Shopping Pier 21, no Setor de Clubes Sul. O horário de funcionamento é de 12h às 23h. Na primeira visita ao estabelecimento, o dono forneceu os dados básicos, de área, número de funcionários e da média de sovertes vendidos diariamente. Essas informações estão apresentadas na Tabela 56. Enviou, ainda, por e-mail as conta de água dos meses de junho, julho e agosto de 2018. Não foi possível obter um

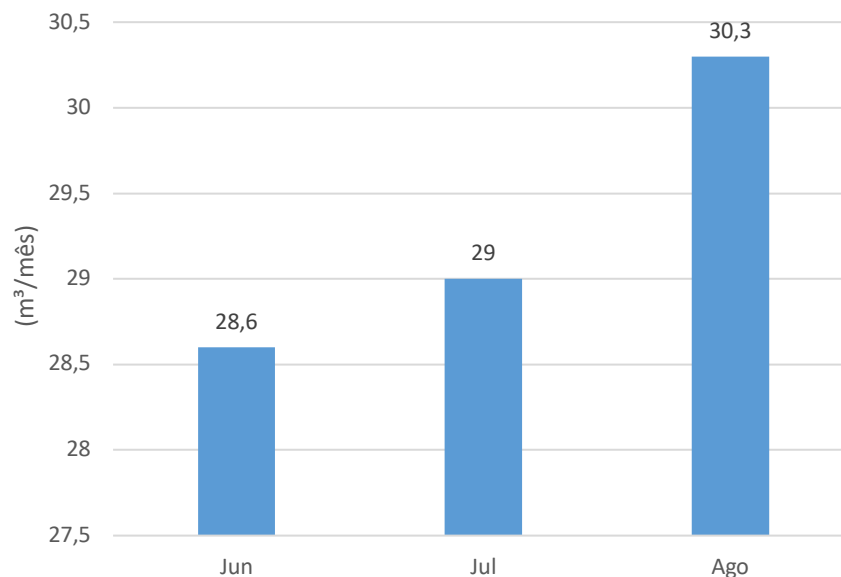
<sup>13</sup> Lanchonete/Cafés: Sorveteria.

histórico de consumo maior, portanto, a média anual levou em consideração a média desses três meses multiplicado doze meses (um ano). A Figura 74, mostra o consumo de cada mês.

**Tabela 56.** *Informações básicas – Yogoberry.*

<b>Yogoberry- Pier 21</b>	
Área Construída	26 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	4
Número de Sorvetes Diários	250 sorv/d
Consumo Anual	348 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Mensal	29 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	967 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	242 l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	2,58 l/m <sup>2</sup> /dia

**Figura 74.** *Consumo mensal (2018) – Yogoberry.*



A loja possui dois ambientes com pontos de água, uma cozinha, que conta com uma pia, máquina de sorvete e um filtro de água, e uma área de serviço para a limpeza do estabelecimento. As medições dos aparelhos hidráulicos foram feitas a partir de questionários destinados aos funcionários acerca dos hábitos de consumo na loja. A máquina de sorvete foi medida através de um indicador de consumo gerado na pesquisa de aparelhos da mesma natureza. Na Tabela 57 segue os dados sobre os equipamentos hidráulicos da loja

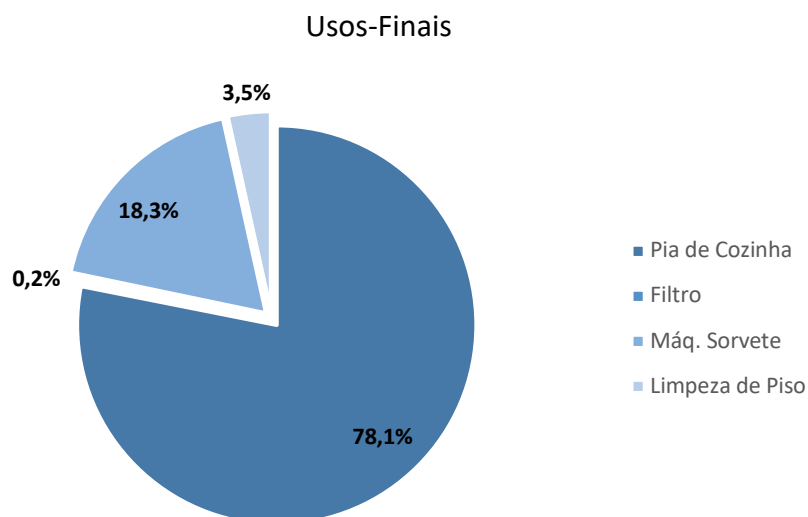
**Tabela 57.** *Consumo diário e indicadores de consumo – Yogoberry.*

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Cozinha</b>					
Pia de Cozinha (1)	0,19 l/s	210	17	676	169 l/p/d
Máq. Sorvete (1)	0,12	19	250	158	0,6 l/sorv/d
Filtro (1)	0,02	6	16	1	0,4 l/p/d
<b>Área de Serviço</b>					
Limpeza de Piso	0,2 l/s	2,17	71	30	1,15 l/m <sup>2</sup> /d

*Em parênteses, o número de equipamentos*  
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litro por dia*  
*l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/sorv/d = litro por sorvete por dia*

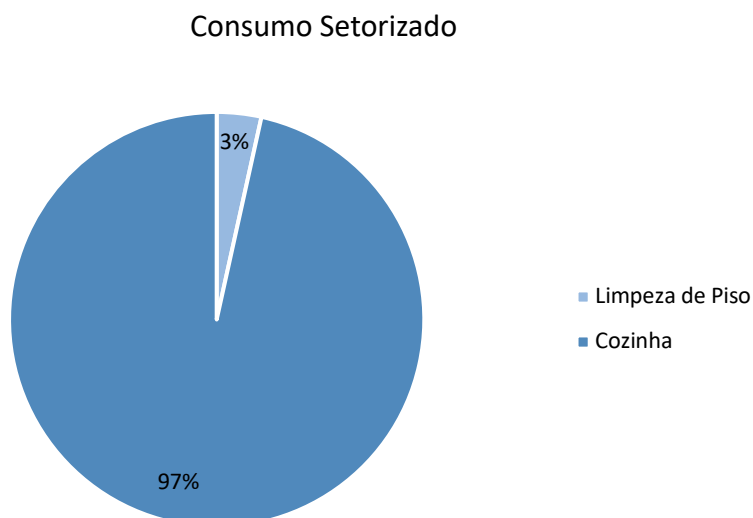
A Figura 75, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do café

**Figura 75.** Consumo nos usos finais – Yogoberry.



A Figura 76, apresenta quais são os ambientes que demandam maior consumo de água. A Tabela 58, mostra esse consumo setorizado em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação

**Figura 76.** Consumo setorizado – Yogoberry.



**Tabela 58.** Consumo setorizado – Yogoberry.

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Limpeza de Piso	30
Cozinha	836
<b>TOTAL</b>	<b>866</b>

Uma vez alcançados todos os resultados de consumo em cada uso final, o consumo diário dado por todos esses usos foram comparados 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 11% do consumo não pôde ser explicado pelos usos finais. Esse resultado é bastante positivo porque ao longo do ano podem ter havido variações, mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão bastante próximos da realidade da loja.

**Tabela 59.** *Uso final – Yogoberry.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Pia de Cozinha	676
Filtro	1
Máq. Sorvete	158
Limpeza de Piso	30
<b>Total Estimado</b>	<b>866</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>977</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-11,38%</b>

**Atividade K<sup>14</sup>:** *Cia da Terra (Lago Norte)*

O Cia Da Terra é uma rede de *petshops* de Brasília, com sete lojas distribuídas pelo DF. A loja analisada está localizada na QI 13 do lago norte e oferece serviços de banho e tosa, boutique, farmácia e loja de conveniência. Esta loja funciona de segunda à sexta feira de 8h às 19h e no sábado de 8h às 18h. O primeiro contato foi realizado em Julho de 2017, com o gerente do estabelecimento, que aceitou participar do estudo. No mesmo dia foi feito o questionário e levantado a área do estabelecimento, o consumo da CAESB e a quantidade de funcionários. A Tabela 60, apresenta o resumo dos dados obtidos nesse contato inicial.

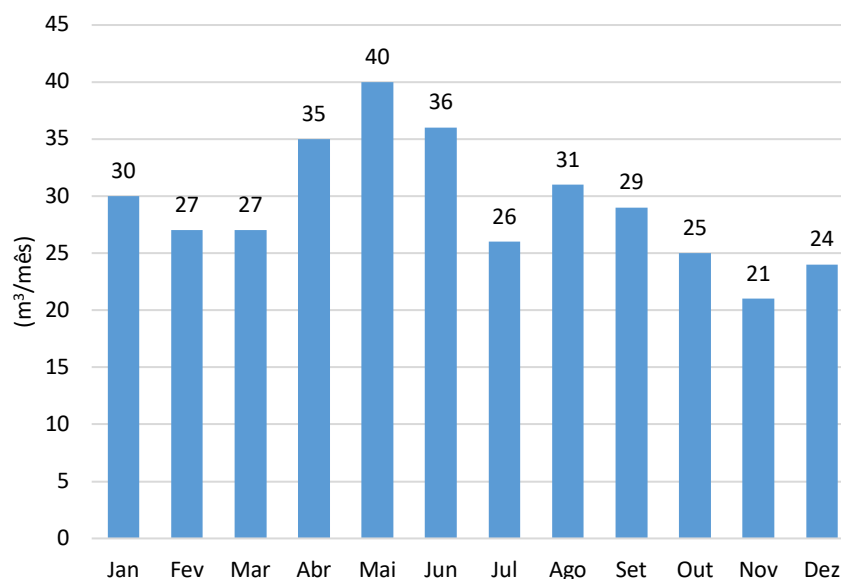
**Tabela 60.** *Informações básicas – Cia da Terra.*

CIA DA TERRA		
Área Construída	251.40 m <sup>2</sup>	
Área Verde	---	m <sup>2</sup>
Área de Piso	251.40 m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Nº de Funcionários	9.00 p/d	p/d
Nº de Banhos Pets por dia	25.00 ban/pet/f	ban/pet/d
Consumo Anual Médio	390 m <sup>3</sup> /ano	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário Médio	1,083 l/d	l/d
Consumo Per Capita	120 l/p/d	l/p/d
Consumo Per Area	4.31 l/m <sup>2</sup> /dia	l/m <sup>2</sup> /dia

Conforme pode ser observado na Figura 77, o consumo ao longo do ano no petshop não varia muito em relação à média. No entanto, observa-se um consumo crescente em abril de 2016 atingindo o máximo do consumo em maio e reduzindo, novamente, em junho. O gerente não conseguiu informar nenhum fato singular que pudesse explicar esse comportamento e que é comum ter essas variações ao longo do ano.

<sup>14</sup> Animais: Pet-shop, banho e tosa.



**Figura 77. Consumo mensal (2016) – Cia da Terra.**

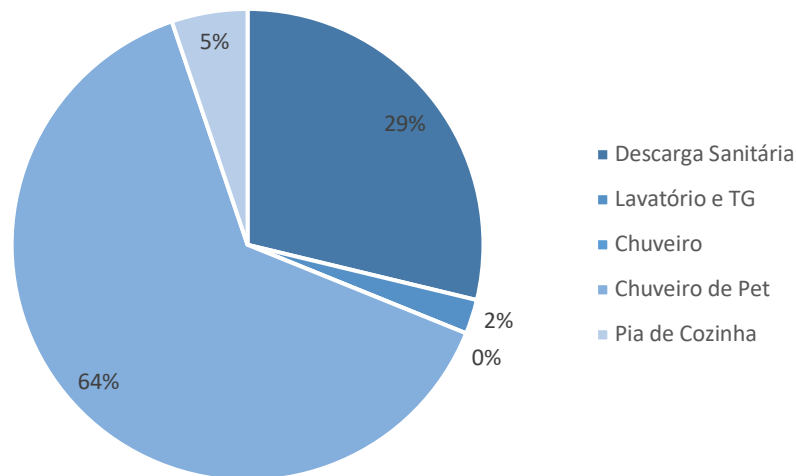
O principal uso final do petshop é o chuveiro destinado ao banho dos animais domésticos, são em média 25 banhos por dia. O tempo médio com o chuveiro ligado é de 15 minutos, independente do porte do animal. De maneira mais precisa foi verificado que cachorros de pequeno porte demoram em média 10 minutos, 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 61, mostra os resultados as medições realizadas com os equipamentos de medições em cada uso final, como a vazão, a frequência, o tempo de abertura e o consumo de água. A partir desses dados foram gerados os indicadores de consumo *per capita* e *per área*, no caso de limpeza de piso, a partir das variáveis de número de funcionários e da área do estabelecimento.

**Tabela 61. Consumo diário e indicadores de consumo – Cia da Terra.**

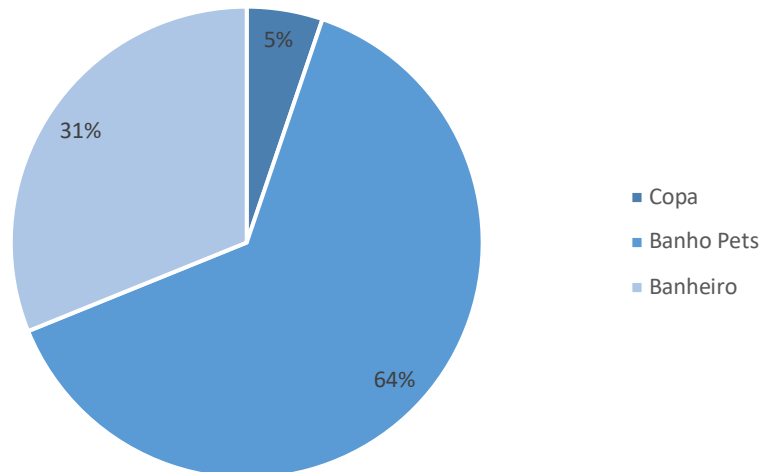
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Copa</b>					
Pia de cozinha (n)	0.04 l/s	13	64	36.6	4.1 l/p/d
<b>Banheiro</b>					
Lavatório (n)	0.02 l/s	12	29	16.6	1.8 l/p/d
Vaso Sanitário (n)	0.04 l/s	184	29	202.3	20.9 l/p/d
<b>Banho Pets</b>					
Chuveiro Pet (3)	0.05 l/s	206	41	447.7	49.5 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					
Tanque			1	11.0	0.04 l/m²/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 Figura 78, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do petshop.

**Figura 78.** *Consumo nos usos finais – Cia da Terra.*

A Figura 79, apresenta quais são os ambientes que requerem maior consumo de água. Em primeiro lugar o banho dos pets, seguido do banheiro.

**Figura 79.** *Consumo setorizado – Cia da Terra.*

#### **Atividade L<sup>15</sup>: Laundry (Asa Norte)**

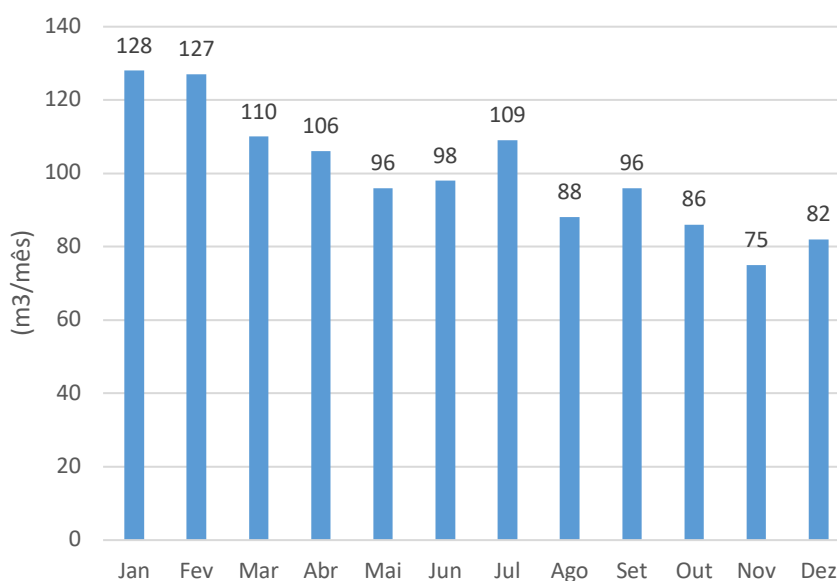
A Laundry Express é uma das lojas que compõem o bloco da 209 norte e oferece o serviço de lavanderia. Funciona de segunda a sexta-feira das 8h às 19h, fechando aos domingos. O proprietário deu a permissão para fazer as instalações dos equipamentos de medições logo na primeira visita. Nessa oportunidade foram fornecidos os dados de consumo, de funcionários e de área construída (ver Tabela 62).

<sup>15</sup> Lavanderia: Lava e passa

**Tabela 62.** *Informações básicas – Laundry.*

Lavanderia Laundry	
Área Construída	48 m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	4
Consumo Mensal	82 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	2.733 l/dia
Consumo Per Capita	683 l/p/d
Consumo Per Área	19,5 l/m <sup>2</sup> /d

Observando as contas de água foi possível analisar o consumo de água durante todo o ano de 2016. Ao longo do ano houve uma tendência à redução no consumo. O ano de 2016 foi marcado pela crise hídrica que se instalou no Distrito Federal, e houve uma campanha muito forte para que as pessoas reduzissem o consumo de água, além disso ainda foi aplicada uma nova Tarifa de Contingência elevando os custos de água. Esse cenário fez com que houvesse uma redução gradativa do número de clientes à loja. Além disso, algumas medidas internas foram tomadas para reduzir o consumo, como evitar máquinas com capacidade muito reduzida de roupas. Toda essa configuração que contribuiu com essa tendência a redução do consumo cujo pico é em janeiro com 128m<sup>3</sup> e atinge o mínimo em novembro com 75m<sup>3</sup>, ou seja, uma redução de aproximadamente 41%. A Figura 80 apresenta os valores do consumo mensal da lavanderia.

**Figura 80.** *Consumo mensal (2016) – Laundry.*

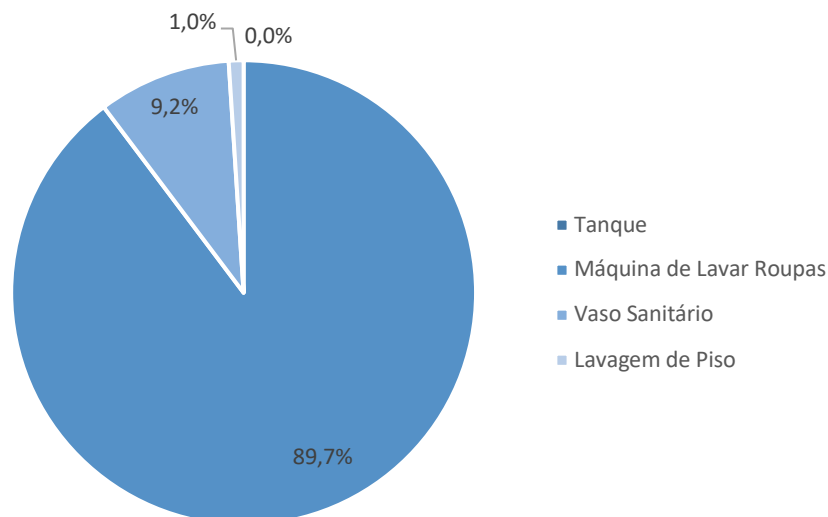
Este estabelecimento possui três ambientes com pontos de água, um banheiro misto para funcionários, uma copa, e a área das máquinas de lavar roupa. A Tabela 63, apresenta as informações coletadas para cada aparelho hidráulico instalado por ambiente e uso. As vazões foram conferidas com as vazões coletadas no local e estão com resultados muito próximos, validando os métodos utilizados para essa coleta. A partir dos dados de tempo de 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 de funcionários.

**Tabela 63.** Consumo diário e indicadores de consumo – Laundry.

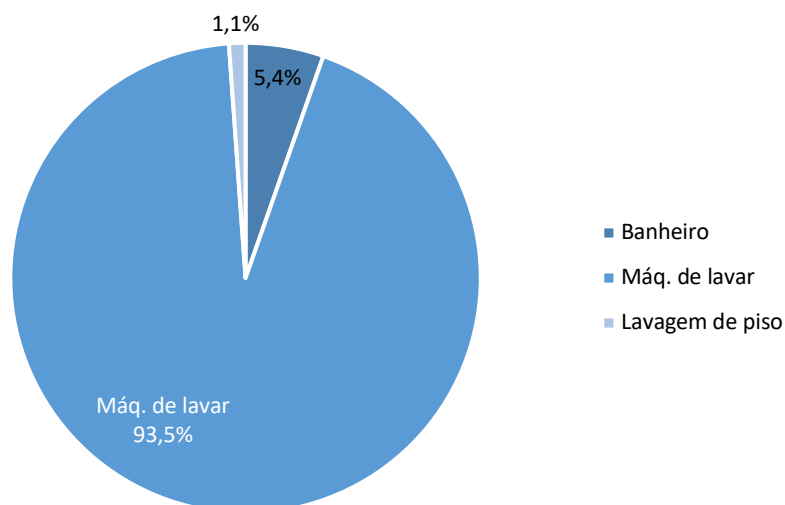
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro</b>					<i>l/p/d</i>
Tanque	0,017 l/s	1	0,2	0,03	0,0
Máq. de lavar	0,069 l/s	44	25	95	24
Vaso Sanitário	6 lpf		30	180	45
<b>Máq. de lavar</b>					<i>l/p/d</i>
Máq. de lavar 1	0,036 l/s	303	13	140	35
Máq. de lavar 2	0,107 l/s	123	33	447	112
Máq. de lavar 3	0,142 l/s	182	23	595	149
Máq. de lavar 4	0,125 l/s	163	23	469	117
<b>Lavagem de piso</b>					<i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
Lavagem de piso (Balde)	20 l		1		0,4
<b>Cozinha</b>					<i>l/p/d</i>
Lavatório	0,1 l/s	11	635	708	177
Pia de Cozinha 1	0,006 l/s	32	14	4	1
Pia de Cozinha 2	0,098 l/s	17	236	389	97

*Em parêntesis, a técnica utilizada para a lavagem de piso.*  
*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; n/d = número por dia; l/d = litro por dia*  
*l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia*

A Figura 81, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da lavanderia.

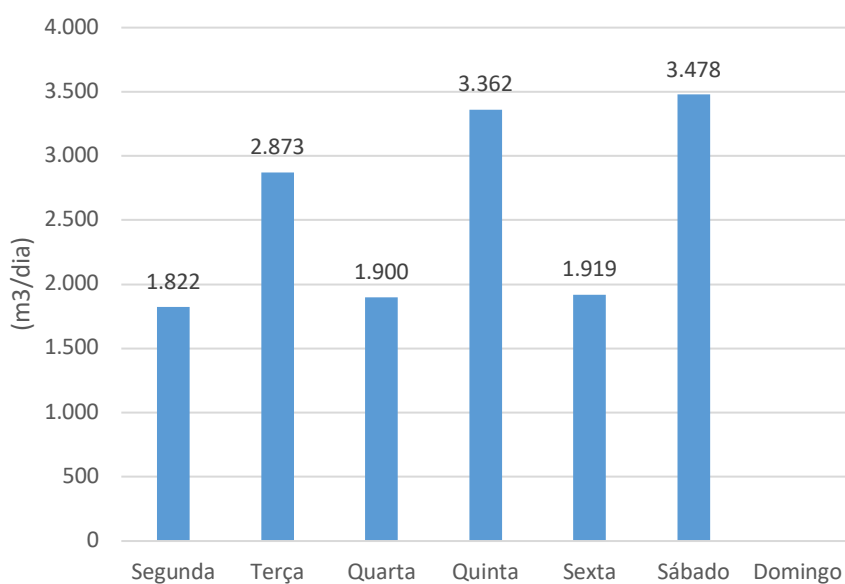
**Figura 81.** Consumo nos usos finais – Laundry.

A Figura 82, apresenta quais são os ambientes que requerem maior consumo de água. Em primeiro lugar a área destinada à lavagem de roupas com as máquinas de lavar e em segundo o banheiro de funcionário. A Tabela 64, mostra esse consumo setorizado em litros por dia da loja.

**Figura 82.** *Consumo setorizado – Laundry***Tabela 64.** *Consumo setorizado – Laundry.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro	95
Máq. de lavar	1652
Lavagem de piso	20
Cozinha	1100
<b>TOTAL</b>	<b>1.766</b>

A Figura 83 apresenta consumo de água da lavanderia durante os sete dias consecutivos de medições do consumo. Os dias com maior consumo são a quinta feira e o sábado, é provável que sejam dias com maior movimento na loja.

**Figura 83.** *Consumo diário – Laundry.*

O consumo diário estimado através dos usos finais de água, foram comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Esse cálculo do consumo faturado é dado pela 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 inferior à 10%. O resultado é positivo porque ao longo do ano podem haver intercorrências, mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão bastante próximos à realidade.

**Tabela 65. Uso final – Laundry**

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Tanque	0,03
Máquina de Lavar Roupas	1746
Vaso Sanitário	180
Lavagem de Piso	20
Lavatório	708
Pia de Cozinha	393
<b>Total Estimado</b>	<b>3.047</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>3.290</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-7,39%</b>

**Atividade M<sup>16</sup>: Family's Hair (Lago Norte)**

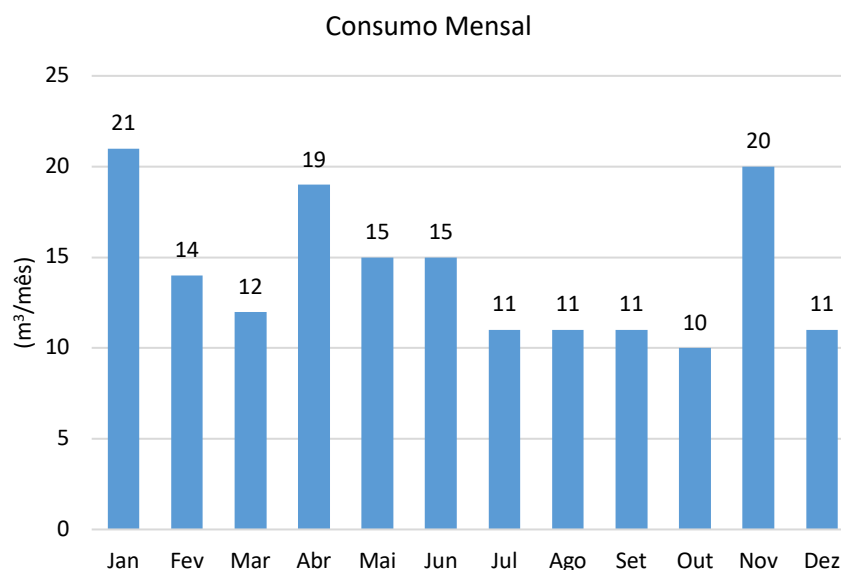
O salão de beleza Family's Hair já está consolidado no bairro do lago norte, e é considerado um salão familiar com uma clientela cativa mais antiga. Funciona de segunda a sábado de 8h às 19h. O contato com a proprietária foi de imediato na primeira visita, após conversar sobre a pesquisa ela autorizou a entrada da equipe para fazer a vistoria e instalar os equipamentos de medição para identificar o consumo médio em cada uso final. Foi disponibilizado, também, para a pesquisa algumas contas de água, que foi 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 a área foi calculada. As informações básicas obtidas para este estabelecimento está apresentado na Tabela 66.

**Tabela 66. Informações básicas – Family's Hair.**

SALÃO DE BELEZA- FAMILY'S HAIR	
Área Construída	68 m <sup>2</sup>
Área de Piso	68 m <sup>2</sup>
Número de Clientes	18
Número de Funcionários	12
Consumo Anual	168 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	427 l/d
Consumo Per Capita (cliente)	18 l/p/d
Consumo Per Capita (funcionários)	36 l/p/d
Consumo Per Area	6.3 l/m <sup>2</sup> /dia

A Figura 84, apresenta o consumo mensal do salão de beleza ao longo do ano de 2016. Observa-se um consumo maior nos meses de janeiro, abril e novembro. Segundo a proprietária o consumo varia com as festividades da clientela.

<sup>16</sup> Salão de Beleza: Cabelereiro e unhas.

**Figura 84.** *Consumo mensal (2016) – Family's Hair.*

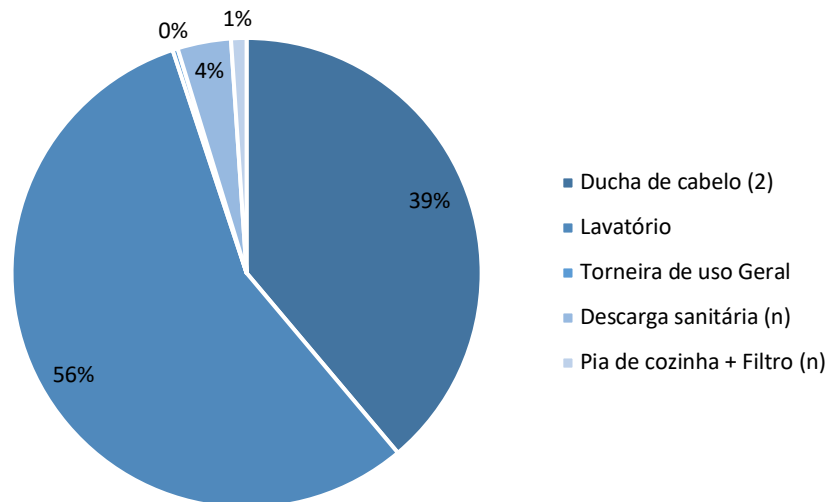
Para fazer a estimativa do consumo no salão foram instalados os equipamentos de medição, os resultados dos consumos em cada uso final e dos indicadores de consumo estão expostos da Tabela 67.

**Tabela 67.** *Consumo diário e indicadores de consumo – Family's Hair.*

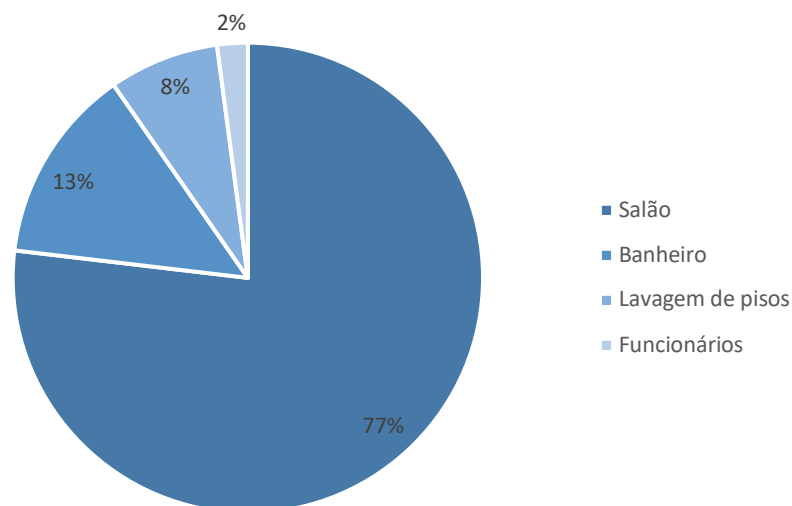
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador - Consumo
<b>Salão</b>					<b>12.7 l/p/d</b>
Ducha de cabelo (2)	0.06 l/s	84	34	204	11.35 l/p/d
<b>Banheiro</b>					<b>l/p/d</b>
Lavatório (1)	0.06 l/s	10	24	16	1.30 l/p/d
Descarga sanitária (2)	6.00 lpf		3	20	0.05 l/p/d
<b>Lavagem de pisos</b>					<b>4.18 l/p/d</b>
Lavatório (1)	0.04 l/s	20	344	279	4.10 l/p/d
Torneira de uso Geral	0.05 l/s	9	4	6	0.08 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>0.47 l/p/d</b>
Pia de cozinha + Filtro (1)	0.01 l/s	12	14	6	0.47 l/p/d

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

A Figura 85, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do salão de beleza.

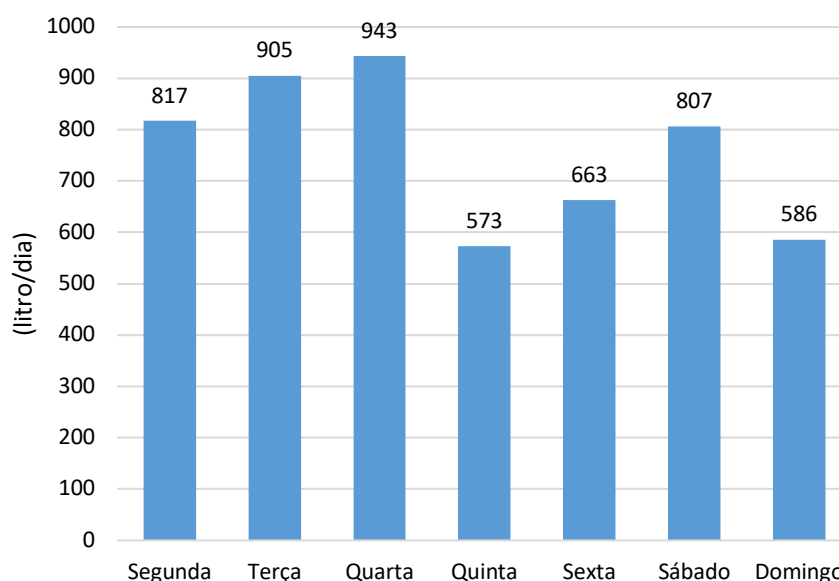
**Figura 85.** *Consumo nos usos finais – Family's Hair.*

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 Figura 86, apresenta quais são os ambientes que requerem maior consumo de água, e a Tabela 68, mostra esse consumo setorizado em litros por dia da loja.

**Figura 86.** *Consumo setorizado – Family's Hair.***Tabela 68.** *Consumo setorizado – Family's Hair.*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Salão	204
Banheiro	36
Lavagem de pisos	20
Copa	6
<b>TOTAL</b>	<b>266</b>



**Figura 87.** Consumo diário – Family's Hair.

O consumo diário estimado através dos usos finais de água, foram comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Esse cálculo do consumo faturado é dado pela 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 inferior à 10% (ver Tabela 69). O resultado é positivo porque ao longo do ano podem haver intercorrências, mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão bastante próximos à realidade.

**Tabela 69.** Uso final – Family's Hair.

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Ducha de cabelo (2)	204
Lavatório	295
Torneira de uso Geral	2
Descarga sanitária (n)	19
Pia de cozinha + Filtro (n)	6
<b>Total Estimado</b>	<b>526</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>466</b>
<b>Discrepância</b>	<b>12.86%</b>

#### **Atividade N<sup>17</sup>:** SmartFit (Vicente Pires)

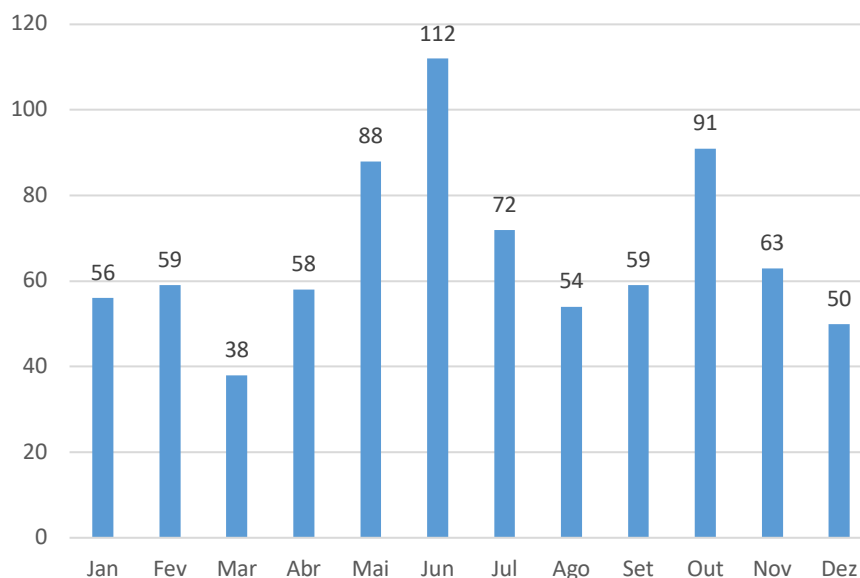
Fundada em 2009, a Smart Fit é hoje a maior rede de academias esportivas da América Latina, contando com mais de 380 unidades espalhadas em mais de 24 estados brasileiros e Distrito Federal, além de estar presente no México, Chile, República Dominicana, Peru e Colômbia. A unidade analisada está localizada na região de Vicente Pires, a qual funciona de segunda a sexta-feira de 6h às 23h, sábado de 8h às 18h e aos domingos de 9h às 15h. Com cerca de 1300 m<sup>2</sup>, tem potencial para atender até 2.000 pessoas diariamente. As informações básicas coletadas sobre este estabelecimento estão dispostas na Tabela 70 a seguir.

<sup>17</sup> Academias: Variado

**Tabela 70. Informações básicas – SmartFit**

Smart Fit	
Área Construída	1.300 m <sup>2</sup>
Número de Esteiras	29 est.
Número de Funcionários	19 p
Número de Clientes Médios Diários	880 cli/d
Consumo Mensal	67 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	2.233 l/dia
Consumo <i>Per Capita</i>	118 l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	646,8 l/m <sup>2</sup> /dia

Os dados de consumo anual da academia foi adquirido junto à CAESB, referente ao ano de 2017. A Figura 88, mostra a evolução do consumo ao longo do ano, observa-se um consumo maior nos meses de maio, junho e outubro. Foi questionado quais os principais fatores ou eventos puderam ter influenciado esse aumento, e a resposta foi de que o consumo está diretamente relacionado ao fluxo de população flutuante. Os períodos mais próximos ao final do ano, setembro e outubro, é comum ter um maior número de pessoas, reduzindo no período de festas, entre novembro e dezembro. O período de maio e junho, apresenta comportamento semelhante, com aumento gradual de pessoas até junho, reduzindo nas férias de julho.

**Figura 88. Consumo mensal (2017) – SmartFit.**

As atividades que têm consumo neste tipo de edificação são os bebedouros, a área de manutenção, usadas pela equipe de limpeza para manter os ambientes da academia sempre limpos e os vestiários. Foram instalados equipamento de medição do consumo de água em todos os pontos deste estabelecimento, que fez a medições durante os sete dias consecutivos. No entanto, algumas atividades do consumo importantes não foram contabilizadas porque o cronograma da academia foi diferente do cronograma de instalação. São elas, a lavagem das esteiras e a lavagem da fachada, realizadas a cada 15 dias. Para a higienização das esteiras são utilizados em média 28 litros de água em cada, para limpar todo o rolamento, ao todo a academia possui 29 esteiras. Portanto essa informação foi adicionada aos usos finais para contabilizar no consumo geral da academia. Quanto aos vidros da fachada, não foi possível mensurar a quantidade, pois é lavada com o auxílio da mangueira, e não souberam informar tempo de lavagem. A Tabela 71, apresenta os resultados obtidos,

através dos equipamentos de medição, do uso final de cada aparelho assim como os indicadores de consumo.

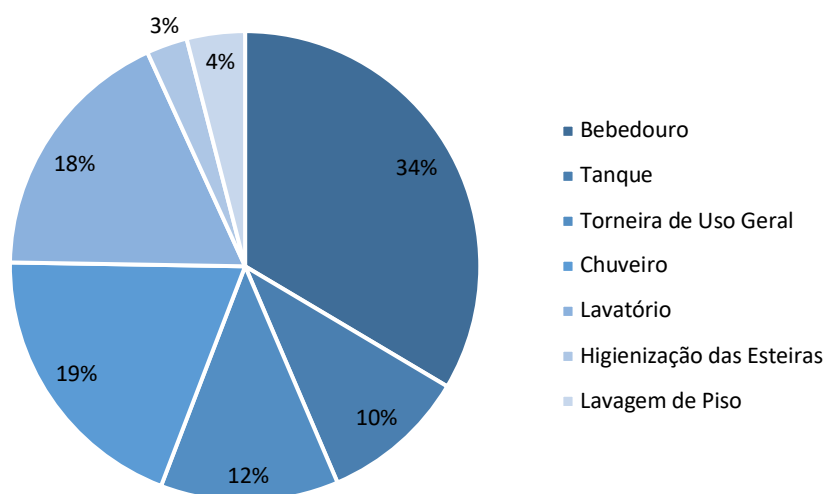
**Tabela 71.** Consumo diário e indicadores de consumo – SmartFit

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Bebedouro</b>					
Bebedouro	0,02 l/s	41	78	348	18.3 l/p/d
Bebedouro	0,01 l/s	28	147	296	15.6 l/p/d
<b>Manutenção</b>					
Tanque	0,1 l/s	34	99	193	0.1 l/m <sup>2</sup> /d
Torneira de Uso Geral	0,1 l/s	26	19	41	0.03 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Vestiário Feminino (cliente)</b>					
Chuveiro	0,04 l/s	78	9	30	1.58 l/p/d
Chuveiro	0,05 l/s	119	17	89	4.7 l/p/d
Lavatório	0,1 l/s	9	253	170	9.0 l/p/d
Torneira de Uso Geral	0,1 l/s	332	5	183	0.1 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Vestiário Masculino (cliente)</b>					
Chuveiro	0,1 l/s	98	27	152	7.98 l/p/d
Chuveiro	0,1 l/s	138	14	103	5.42 l/p/d
Lavatório	0,1 l/s	11	257	174	9.18 l/p/d
Torneira de Uso Geral	0,1 l/s	103	2	11	0.01 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Esteiras</b>					
Higienização das Esteiras	28 l		1	54	1.9 l/est./d

*Em parênteses, 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/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia; l/r/d = litro por refeição por dia*

A Figura 89, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da academia.

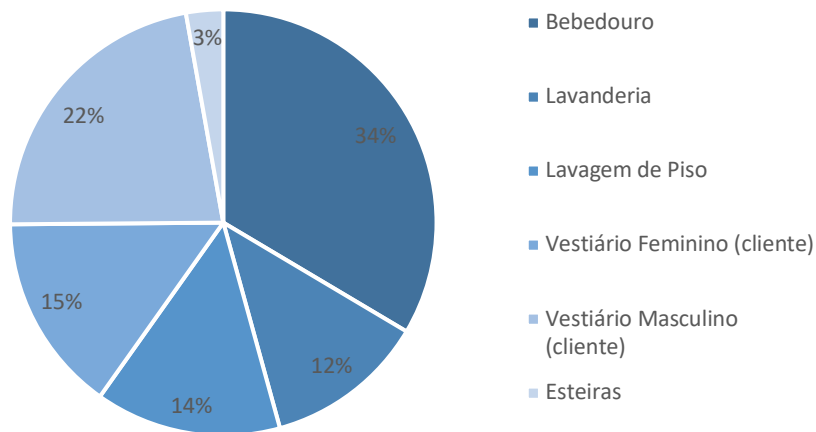
**Figura 89.** Consumo nos usos finais – SmartFit.



Os ambientes da academia foram setorizados para que analisar o consumo de água separadamente. O gráfico da Figura 90 apresenta quais setores possuem maior consumo de água e a Tabela 72 mostra

esse consumo setorizado em litros por dia. O bebedouro tem o maior consumo de água, seguidos do vestiário masculino e posteriormente do vestiário feminino.

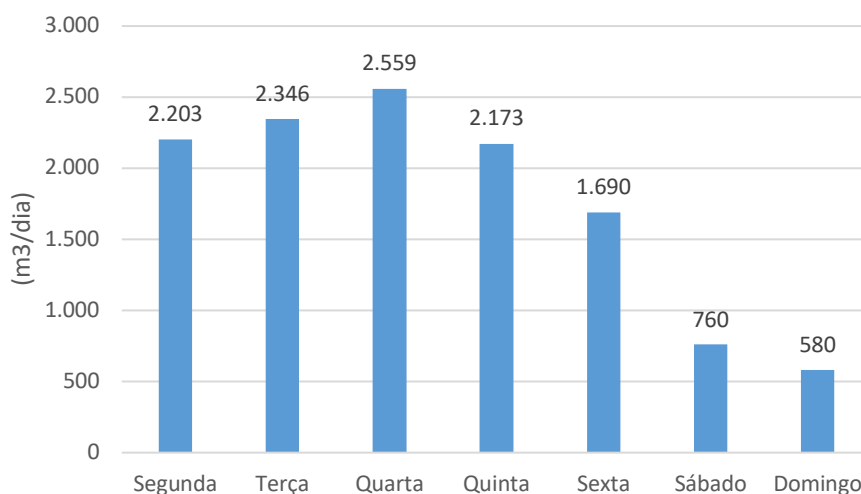
**Figura 90.** Consumo setorizado – SmartFit



**Tabela 72.** Consumo setorizado – SmartFit

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Bebedouro	645
Manutenção	234
Lavagem de Piso	271
Vestiário Feminino (cliente)	289
Vestiário Masculino (cliente)	429
Esteiras	54
<b>TOTAL</b>	<b>1.923</b>

A Figura 91 apresenta consumo de água da academia durante a coleta de dados através dos equipamentos de medição. Pode-se perceber que o dia com maior consumo de água é quarta-feira, enquanto sexta-feira, sábado e domingo apresentam os menores consumos de água.

**Figura 91.** Consumo diário – SmartFit.

O consumo diário de toda academia foi estimado a partir do consumo em cada uso final e comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Este consumo faturado foi calculado para o ano de 2017, a partir da soma do consumo mensal de cada fatura, dividido por 365 dias. Com isso foi medido a discrepância entre esses resultados, observou-se uma discrepância de aproximadamente 12%. Esse resultado é positivo e os principais usos finais são comum a todas as academias, portanto, é possível prever com maior exatidão o consumo em outras edificações semelhantes.

**Tabela 73.** Uso final – SmartFit.

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Bebedouro	645
Tanque	193
Torneira de Uso Geral	235
Chuveiro	374
Lavatório	345
Higienização das Esteiras	54
Lavagem de Piso	77
<b>Total Estimado</b>	<b>1,923</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>2,192</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-12.27%</b>

### Bloco Comercial

#### Asa Norte

As principais características dos blocos comerciais da asa norte estão descritas na tabela KK. Os blocos dessa RA, têm em média 9 unidades comerciais ativas, com sete atividades diferentes dentre elas, loja de produtos alimentícios, loja de vestuário, drogaria, outros tipos de comércio, restaurante, salão de beleza e, outros serviços).

**Tabela 74.** Características Tipológicas - Bloco Asa Norte

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL		
Bloco Comercial - Asa Norte (n=19)		
Nº de Funcionários	35	p
Nº Médio de Clientes	99	cli/d
População Média Total	134	p

Área Construída Média	1461	$m^2$
Área Lavagem de Pisos Externos	1116	$m^2$
Área Lavagem de Pisos Internos	345	$m^2$
Área Verde Média	---	$m^2$
Área de Cobertura	722	$m^2$
Número de Pavimentos	2	<i>pav</i>
Nº Médio de Atividades Comerciais	9	<i>ati</i>
Nº Médio de Unidades Comerciais	12	<i>uni</i>
Consumo Anual	1424	$m^3/ano$
Consumo Mensal	119	$m^3/mês$
Consumo Diário	3900	<i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i>	102	<i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	0.2	$l/m^2/d$

#### Atividades de Comércio e Serviços que Compõem o Bloco:

A -Loja de Produtos Alimentícios	1	<i>atividades</i>
C -Lojas de Vestuários	2	<i>atividades</i>
D -Drogaria	1	<i>atividades</i>
G -Outros Tipos de Comércio	1	<i>atividades</i>
I -Restaurante	1	<i>atividades</i>
M -Salão de Beleza	2	<i>atividades</i>
O -Outros Tipos de Serviço	1	<i>atividades</i>

A discrepância do bloco da Asa Norte ficou inferior à 10%, validando o método utilizado (ver Tabela 75).

**Tabela 75. Indicadores de consumo – Bloco Asa Norte.**

BLOCO ASA NORTE (n=19)				
Usos-Finais de Água	ATIVIDADES COMERCIAIS		BLOCO COMERCIAL	
	D <sub>est</sub> (l/d)	D <sub>cor</sub> (l/d)	D <sub>cor</sub> (l/d)	Indicador
Descarga Sanitária	384	775	842	24.1 l/p/d
Lavatório	592	379	412	11.8 l/p/d
Chuveiro	454	147	159	4.6 l/p/d
Ducha de Cabelo	365	210	228	6.5 l/p/d
Filtro de Água	18	75	81	2.3 l/p/d
Pia de Cozinha	2715	1398	1520	43.4 l/p/d
Máquina Lavar Louças	989	313	341	9.7 l/p/d
Máquina Lavar Roupas	7	2	2	0.1 l/p/d
Lavagem de Pisos Total		289	314	0.2 l/m <sup>2</sup> /d
<b>TOTAL</b>	<b>5524</b>	<b>3588</b>	<b>3900</b>	
<b>Discrepância</b>		<b>-8%</b>		
Consumo Diário Médio Faturado	3900			
Consumo Diário Médio Estimado	3588			
Fator de Correção	1.09			

### Asa Sul

As principais características dos blocos comerciais da asa sul estão descritas na Tabela 76. Os blocos dessa RA, têm em média 6 unidades comerciais ativas, com cinco atividades diferentes dentre elas loja de vestuário, drogaria, bar, restaurante e, salão de beleza. Apesar de os blocos da Asa Sul apresentarem menor quantidade de unidades comerciais e de atividades que a Asa Norte, os blocos dessa RA I, tem lojas e blocos maiores.

**Tabela 76. Características Tipológicas - Bloco Asa Sul**

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL	
Bloco Comercial - Asa Sul (n=39)	
Nº de Funcionários	40 <i>p</i>
Nº Médio de Clientes	209 <i>cli/d</i>

Área Construída	1676 m <sup>2</sup>
Área Lavagem Pisos Internos	1467 m <sup>2</sup>
Área Lavagem de Pisos Externos	209 m <sup>2</sup>
Área de Irrigação	---
Área Cobertura	800 m <sup>2</sup>
Número de Pavimentos	2 pav
Nº Médio de Atividades Comerciais	6 ati
Nº Médio de Unidades Comerciais	7 uni
Consumo Anual	1669 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Mensal	139 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	4573 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	110 l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	0.1 l/m <sup>2</sup> /d

**Atividades de Comércio e Serviços que Compoem o Bloco:**

C -Lojas de Vestuários	1 atividades
D -Drogaria	1 atividades
H -Bar	1 atividades
I -Restaurante	2 atividades
M -Salão de Beleza	1 atividades

O resultado da discrepância obtida no consumo do bloco da Asa Sul foi de 26%, ou seja, os usos finais sobre estimaram cerca de 1.200m<sup>3</sup> de água. Esse resultado ainda é bastante próximo do limite aceitável de 20%, e pode ser explicado porque há alguns blocos comerciais dessa região, que possuem apenas com lojas com atividades C, de vestuário e G, de outros comércios, que consomem muito pouca água e abaixam a média de consumo dos blocos.

**Tabela 77. Indicadores de consumo – Bloco Asa Sul.**

<b>BLOCO ASA SUL (n=46)</b>				
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>ATIVIDADES COMERCIAIS</b>		<b>BLOCO COMERCIAL</b>	
	<b>D<sub>est</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>Indicador</b>
Descarga Sanitária	1179	607	482	12.1 l/p/d
Lavatório	1179	781	621	15.5 l/p/d
Mictório	10	5	4	0.09 l/p/d
Chuveiro	0.3	0	0.00	0.00 l/p/d
Ducha de Cabelo	183	161	128	3.2 l/p/d
Filtro de Água	35	35	28	0.7 l/p/d
Pia de Cozinha	1814	1114	884	22.1 l/p/d
Máquina Lavar Louças	2647	1227	974	24.4 l/p/d
Máquina de Sorvete	607	607	482	12.1 l/p/d
Máquina de Gelo	1364	981	779	19.5 l/p/d
Máquina de Refrigerante	95	448	356	8.9 l/p/d
Lavagem de Pisos Total		241	192	0.1 l/m <sup>2</sup> /d
<b>TOTAL</b>	<b>9113</b>	<b>6207</b>	<b>4929</b>	
<b>Discrepância</b>		<b>26%</b>		
Consumo Diário Médio Faturado	4929			
Consumo Diário Médio Estimado	6207			
Fator de Correção	0.79			

### Lago Norte

As principais características dos blocos comerciais do Lago Norte estão descritas na Tabela 78. Os blocos dessa RA, têm em média 7 unidades comerciais ativas, com seis atividades diferentes dentre elas, padaria, drogaria, lavanderia, bares, animais e, salão de beleza).

**Tabela 78. Características Tipológicas – Bloco Lago Norte**

**CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL**

<b>Bloco Comercial - Lago Norte (n=2)</b>	
Nº de Funcionários	135 p
Nº Médio de Clientes	231.00 p/d
População Média Total	366 p
Área Construída Média	2839m <sup>2</sup>
Área de Lavagem de Pisos	---
Área Piso Externo	405 m <sup>2</sup>
Área Verde Média	---
Área de Cobertura	1420 m <sup>2</sup>
Número de Pavimentos	2 pav
Nº Médio de Atividades Comerciais	7 ativ
Nº Médio de Unidades Comerciais	9 u.c.
Consumo Anual	4196 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Mensal	350 m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	11495 l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	80 l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	0.3 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Atividades de Comércio e Serviços que Compoem o Bloco:</b>	
B- Padarias	1 atividade
D- Drogeria	1 atividade
L- Lavanderia	1 atividade
H- Bares	1 atividade
K- Animais	2 atividades
M- Salão de Beleza	1 atividade

A discrepância calculada para o bloco do Lago Norte foi de -1%, ou seja, os usos finais conseguiram explicar muito bem o consumo predial dessa região.

**Tabela 79.** Indicadores de consumo – Bloco Lago Norte

<b>BLOCO LAGO NORTE (n=2)</b>					
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>ATIVIDADES COMERCIAIS</b>		<b>BLOCO COMERCIAL</b>		
	<b>D<sub>est</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>Indicador</b>	
Descarga Sanitária	1444	1755.09	1778.68	13.2	l/p/d
Lavatório	1160	1577.46	1598.66	11.8	l/p/d
Chuveiro	6	8.63	8.74	0.1	l/p/d
Chuveiro Pet	895	1299.73	1317.20	9.8	l/p/d
Ducha de Cabelo	183	275.23	278.93	2.1	l/p/d
Filtro de Água	18	34.93	35.40	0.3	l/p/d
Pia de Cozinha	3602	3267.26	3311.18	24.5	l/p/d
Máquina de Pão	60	48.00	48.65	0.4	l/p/d
Máquina Lavar	1709	2370.55	2402.41	17.8	l/p/d
Roupas					
Lavagem de Pisos	822	705.67	715.15	0.3	l/m <sup>2</sup> /d
<b>TOTAL</b>	<b>9077</b>	<b>11343</b>	<b>11495</b>		
<b>Discrepância</b>		<b>-1%</b>			
Consumo Diário	11495				
Médio Faturado					
Consumo Diário	11343				
Médio Estimado					
Fator de Correção	1.01				

### **Lago Sul**

As principais características dos blocos comerciais do Lago Sul estão descritas na Tabela 80. Os blocos dessa RA, têm em média 7 unidades comerciais ativas, com sete atividades diferentes dentre elas, loja de produtos alimentícios, padaria, loja de vestuário, drogeria, outros comércios, lanchonetes/ café e, salão de beleza.



Tabela 80. Características Tipológicas - Bloco Lago Sul.

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL		
Bloco Comercial - Lago Sul (n=15)		
Nº de Funcionários	37	<i>p</i>
Nº Médio de Clientes	113	<i>p/d</i>
Área Construída	1111	<i>m</i> <sup>2</sup>
Área Lavagem Pisos Internos	793	<i>m</i> <sup>2</sup>
Área Lavagem de Pisos Externos	318	<i>m</i> <sup>2</sup>
Área de Irrigação	---	<i>m</i> <sup>2</sup>
Área Cobertura	610	<i>m</i> <sup>2</sup>
Número de Pavimentos	2	<i>pav</i>
Nº Médio de Atividades Comerciais	4	<i>ati</i>
Nº Médio de Unidades Comerciais	7	<i>uni</i>
Consumo Anual	989	<i>m</i> <sup>3</sup> / <i>ano</i>
Consumo Mensal	82	<i>m</i> <sup>3</sup> / <i>mês</i>
Consumo Diário	2710	<i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i>	64	<i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	0.3	<i>l/m</i> <sup>2</sup> / <i>d</i>
<b>Atividades de Comércio e Serviços que Compõem o Bloco:</b>		
A -Loja de Produtos Alimentícios	1	<i>atividades</i>
B -Padaria	1	<i>atividades</i>
C -Lojas de Vestuários	1	<i>atividades</i>
D -Drogaria	1	<i>atividades</i>
G -Outros Tipos de Comércio	1	<i>atividades</i>
J -Lanchonetes/Cafés	1	<i>atividades</i>
M -Salão de Beleza	1	<i>atividades</i>

A discrepância calculada para o bloco do Lago Sul foi de 29%, ultrapassando em 9% o estipulado, há blocos nessa região com menor quantidade de unidades comerciais, que pode ter puxado a média para baixo. No entanto os resultados são satisfatórios já que conseguem explicar mais de 70% do consumo predial de todos os blocos da região.

Tabela 81. Indicadores de consumo – Bloco Lago Sul.

BLOCO LAGO SUL (n=31)				
Usos-Finais de Água	ATIVIDADES COMERCIAIS		BLOCO COMERCIAL	
	<i>D</i> <sub>est</sub> ( <i>l/d</i> )	<i>D</i> <sub>cor</sub> ( <i>l/d</i> )	<i>D</i> <sub>cor</sub> ( <i>l/d</i> )	Indicador
Descarga Sanitária	739	305	236	6.4 <i>l/p/d</i>
Lavatório	404	510	395	10.7 <i>l/p/d</i>
Ducha de Cabelo	183	289	223	6.0 <i>l/p/d</i>
Filtro de Água	18	18	14	0.4 <i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	3364	1922	1486	40.2 <i>l/p/d</i>
Máquina de Pão	60	31	24	0.6 <i>l/p/d</i>
Lavagem de Pisos Total		430	332	0.3 <i>l/m</i> <sup>2</sup> / <i>d</i>
<b>TOTAL</b>	<b>4769</b>	<b>3505</b>	<b>2710</b>	
<b>Discrepância</b>		<b>29%</b>		
<hr/>				
Consumo Diário Médio				
Faturado	2710			
Consumo Diário Médio				
Estimado	3505			
Fator de Correção	0.77			

### Sudoeste/Octogonal

As principais características dos blocos comerciais do Lago Sul estão descritas na Tabela 82. Os blocos dessa RA, têm em média 13 unidades comerciais ativas, com oito atividades diferentes dentre elas, loja de produtos alimentícios, padaria, loja de vestuário, drogaria, outros comércios, restaurante, lanchonetes/ café e, salão de beleza.

**Tabela 82. Características Tipológicas - Bloco Sudoeste/ Octogonal.**

<b>CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL</b>		
<b>Bloco Comercial - Sudoeste/Octogonal (n=13)</b>		
Nº de Funcionários	67	<i>p</i>
Nº Médio de Clientes	545	<i>cli/d</i>
Área Construída	2,315	<i>m<sup>2</sup></i>
Área Lavagem Pisos Interno	1913	<i>m<sup>2</sup></i>
Área Lavagem de Piso Externo	402	<i>m<sup>2</sup></i>
Área de Irrigação		<i>m<sup>2</sup></i>
Área Cobertura	1,315	<i>m<sup>2</sup></i>
Número de Pavimentos	2	<i>pav</i>
Nº Médio de Atividades Comerciais	13	<i>ati</i>
Nº Médio de Unidades Comerciais	20	<i>uni</i>
Consumo Anual	3238	<i>m<sup>3</sup>/ano</i>
Consumo Mensal	270	<i>m<sup>3</sup>/mês</i>
Consumo Diário	8870	<i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i>	118	<i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	0.4	<i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
<b>Atividades de Comércio e Serviços que Compõem o Bloco:</b>		
A -Loja de Produtos Alimentícios	1	<i>atividades</i>
B -Padaria	1	<i>atividades</i>
C -Lojas de Vestuários	3	<i>atividades</i>
D -Drogaria	1	<i>atividades</i>
G -Outros Comércio	1	<i>atividades</i>
I -Restaurante	2	<i>atividades</i>
J -Lanchonete/Café	1	<i>atividades</i>
M -Salão de Beleza	3	<i>atividades</i>

A discrepância calculada para o bloco do Sudoeste/ Octogonal, foi de -9%, ou seja, os usos finais conseguiram explicar muito bem o consumo predial dessa região.

**Tabela 83. Indicadores de consumo – Bloco Sudoeste/ Octogonal.**

<b>BLOCO SUDOESTE/OCTOGONAL (n=13)</b>				
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>ATIVIDADES COMERCIAIS</b>		<b>BLOCO COMERCIAL</b>	
	<b>D<sub>est</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>D<sub>cor</sub> (l/d)</b>	<b>Indicador</b>
Descarga Sanitária	1418	1213	1339	20 <i>l/p/d</i>
Lavatório	1132	873	963	14 <i>l/p/d</i>
Chuveiro	454	227	250	4 <i>l/p/d</i>
Ducha de Cabelo	548	800	883	13 <i>l/p/d</i>
Filtro de Água	18	18	20	0.3 <i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	6034	3487	3850	57 <i>l/p/d</i>
Máquina Lavar Louças	1091	545	602	9 <i>l/p/d</i>
Máquina de Café	11	6	7	0.1 <i>l/p/d</i>
Máquina de Pão	60	14	16	0.2 <i>l/p/d</i>
Máquina Lavar Roupas	7	3	4	0.1 <i>l/p/d</i>
Lavagem de Pisos Total		849	937	0.4 <i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
<b>TOTAL</b>	<b>11785</b>	<b>8035</b>	<b>8870</b>	
<b>Discrepância</b>		<b>-9%</b>		
Consumo Diário Médio Faturado	8870			
Consumo Diário Médio Estimado	8035			
Fator de Correção	1.1			

### Águas Claras

As principais características dos blocos comerciais de Águas Claras estão descritas na Tabela 84. Os blocos dessa RA, têm em média 27 unidades comerciais ativas, com seis atividades diferentes dentre elas, loja de produtos alimentícios, padaria, drogaria, restaurante, lanchonetes/ café e, salão de beleza.

Tabela 84. Características Tipológicas - Bloco Aguas Claras

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS - BLOCO COMERCIAL		
Bloco Comercial - Águas Claras (n=27)		
Nº de Funcionários	41	<i>p</i>
Nº Médio de Clientes	223	<i>cli/d</i>
População Média Total	264	<i>p</i>
Área Construída Média	2433	<i>m<sup>2</sup></i>
Área Verde Média	---	<i>m<sup>2</sup></i>
Área de Cobertura	1777	<i>m<sup>2</sup></i>
Número de Pavimentos	2	<i>pav</i>
Nº Médio de Atividades Comerciais	7	<i>ati</i>
Nº Médio de Unidades Comerciais	8	<i>uni</i>
Consumo Anual Médio	2,553	<i>m<sup>3</sup>/ano</i>
Consumo Mensal Médio	213	<i>m<sup>3</sup>/mês</i>
Consumo Diário Médio	6993	<i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i> Médio	152	<i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i> Médio	0.3	<i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
Atividades de Comércio e Serviços		
A- Produtos Alimentícios	1	<i>atividade</i>
B- Padarias	1	<i>atividade</i>
D- Drogeria	1	<i>atividade</i>
I- Restaurante	1	<i>atividade</i>
J- Lanchonete/Café	1	<i>atividades</i>
M- Salão de Beleza	2	<i>atividades</i>

Não foi possível verificar a discrepância entre o consumo estimado e o consumo faturado da região de Águas Claras, visto que houve uma dificuldade em identificar as unidades consumidoras dos dados de consumo faturado cedidos pela CAESB, nos endereços comerciais físicos da região, no levantamento em campo. Em outras palavras os endereços das unidades consumidoras não eram compatíveis com os endereços obtidos pela CAESB.

Tabela 85. Indicadores de consumo – Bloco Aguas Claras.

BLOCO ÁGUAS CLARAS (n=27)		
Usos-Finais de Água	D <sub>est</sub> (l/d)	Indicador
Descarga Sanitária	1160	28.3 <i>l/p/d</i>
Lavatório	777	19.0 <i>l/p/d</i>
Chuveiro	0.3	0.01 <i>l/p/d</i>
Ducha de Cabelo	365	8.9 <i>l/p/d</i>
Filtro de Água	18	0.4 <i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	3718	90.7 <i>l/p/d</i>
Máquina de Pão	60	1.5 <i>l/p/d</i>
Máquina Lavar Roupas	103	2.5 <i>l/p/d</i>
Máquina de Café	11	0.3 <i>l/p/d</i>
Lavagem de Pisos	780	0.3 <i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
<b>TOTAL</b>	<b>6993</b>	

### Centro Comercial

O Pier 21 tem uma localização privilegiada no Setor de Clubes Esportivos Sul, com uma belíssima vista para o Lago Paranoá, que contribui para atrair pessoas de todo o DF. Além disso, é um centro especializado em lazer, entretenimento, cultura e gastronomia. Segundo a Abrasce (2018), para que um centro comercial seja classificado como shopping, este deve ter área locável bruta superior a 5.000m<sup>2</sup>, formado por diversas unidades comerciais e administração única e centralizada, que pratica aluguel fixo e percentual. O pier 21 se enquadra nesse conceito com uma área locável de 18.030m<sup>2</sup>,

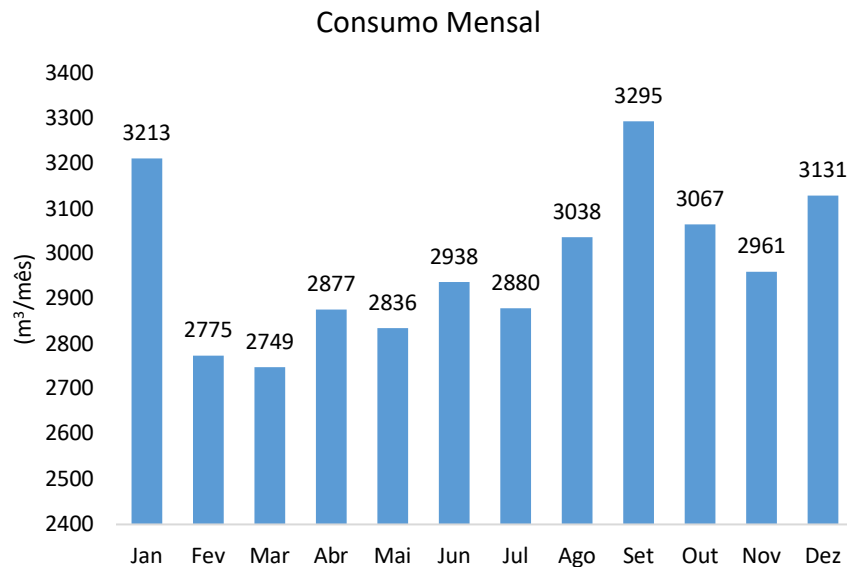
e um total de 93 estabelecimentos dentre lojas de vestuário, conveniência, lazer, restaurantes, etc, possui, ainda, um estacionamento, com capacidade para até 1750 carros.

O shopping tem uma configuração muito diferente das demais edificações comerciais, onde a maioria das lojas não possuem banheiros individualizados, e contam com os banheiros públicos da estrutura predial disponibilizada. O Pier 21, oferece dois conjuntos de banheiros feminino e masculinos principais, o primeiro, próximo à entrada do Shopping, e o segundo, próximo à praça de alimentação. Além desses banheiros, alguns estabelecimentos privativos irão contar com banheiros individualizados e há banheiros de acesso restrito para funcionários no subsolo e na área administrativa. Apesar disso, nas visitas técnicas realizadas com questionários, os banheiros mais utilizados, até mesmo pelos funcionários, são os de acesso ao público no pavimento térreo. No que concerne ao consumo de água deste shopping, serão analisados apenas as unidades comerciais que possuem pontos de água e os banheiros de acesso ao público. Portanto, das 93 lojas, serão analisadas 21. A Tabela 86, apresenta as principais características do Shopping Center Pier 21.

**Tabela 86. Informações básicas – Pier 21**

<b>PIER 21</b>		
<b>Área Comum</b>		
Área Lote	15,000	m <sup>2</sup>
Área Construída	18,030	m <sup>2</sup>
Área Cobertura	13,140	m <sup>2</sup>
Nº de lojas	72	
Nº de restaurantes/ bares	21	
Número de Funcionários	134	
Número de Funcionários Privativos do Comércio	1,100	
Consumo Anual	35,759	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	97,971	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	79	l/p/d
Consumo <i>Per Area</i> *Construída	5	l/m <sup>2</sup> /d

Os dados de consumo do Pier 21 foram fornecidos pela administração do shopping, para o ano de 2017. A Figura 92, mostra a evolução do consumo ao longo dos meses desse ano, é importante esclarecer que esse consumo apresentado, é o total de todo o shopping com todos o estabelecimentos e atividades agregadas. A conta de água dessa edificação é única e a divisão do consumo é feita pela administração, sendo aplicada uma taxa no condomínio de cada uma.

**Figura 92.** Consumo mensal (2017) – Pier 21.

Para gerar o consumo desagregado com os resultado dos usos finais no centro comercial, foi criado o modelo representativo com o conjunto de estabelecimentos que consomem água nessa edificação. Os estabelecimentos que se destacam nesse quesito, são bares, restaurantes e os banheiros de acesso ao público. Foram instalados medidores de consumo nos banheiros e nos estabelecimentos que autorizaram, Taco Pep, Subway e Yogoberry, que estão detalhados nos estudos de caso dos estabelecimentos comerciais. Para compor o modelo, tendo em vista que estabelecimentos com padrões parecidos têm consumos próximos, os bares e restaurantes foram divididos da seguinte maneira: Bar tipo 01, que tem como foco principal as bebidas e petiscos, Bar Tipo 02, que são bares de porte maior com grande fluxo de clientes e que oferecem além das bebidas e petiscos alguns pratos mais elaborados; *Fast Food* tipo 01, que utiliza a cozinha apenas para higienização e montagem de sanduiches, *Fast Food* tipo 02, que prepara e oferece comidas e portanto tem um padrão de consumo maior. Na vistoria do shopping todos os estabelecimentos foram visitados para identificar se havia pontos de água e para contabilizar todos os usos finais de todas as lojas, restaurantes, bares, etc. A Tabela 87, mostra o modelo representativo gerado a partir da vistoria de todo o shopping, com todos os usos finais e seus respectivos consumos diários e indicadores de consumo. Para os estabelecimentos, foram inseridos os resultados obtidos nos estudos de caso do comércio e para os banheiros de acesso ao público, os indicadores *Per Capita*, foram gerados a partir da somatória no número de funcionários do shopping e dos funcionários privativos de todas as lojas.

**Tabela 87.** Modelo Representativo - Pier 21

Atividade/ Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>D - Drogeria</b>				18	<b>1.5 l/p/d</b>
Filtro de Água				18	1.5 l/p/d
<b>E - 01 Valet Parking</b>				21	<b>3.0 l/p/d</b>
Vaso Sanitário	6.00 lpf		3	18	2.0 l/p/d
Lavatório	0.05 l/s	11	5	3	1.0 l/p/d
<b>E - 01 Lava-Jato</b>				6331	<b>5.3 l/p/d</b>
Lavatório	0.08 l/s	83	38	252	4.2 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf		11	65	1.1 l/p/d
Lava-Jato	0.41 l/s	3		6015	134 l/car/d

<b>H - 05 Bares Tipo 01</b>					346	4.0	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.05	<i>l/s</i>	30	212	346	4.0	<i>l/p/d</i>
<b>H - 01 Bar Tipo 02</b>					4671	108.1	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.04	<i>l/s</i>	6	371	104	2.4	<i>l/p/d</i>
Mictório	0.03	<i>l/s</i>	12	26	10	0.2	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	6.00	<i>lpf</i>	---	107	642	14.9	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.03	<i>l/s</i>	9	96	27	0.6	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.05	<i>l/s</i>	12	931	569	13.2	<i>l/p/d</i>
Máquina de Lavar Louça	0.07	<i>l/s</i>	21	635	2581	60.0	<i>l/p/d</i>
Máquina de Gelo	0.02	<i>l/s</i>	54	584	715	16.6	<i>l/p/d</i>
Torneira de Uso Geral	12.00	<i>l</i>		2	24	0.1	<i>l/m²/d</i>
<b>J - 03 Lanchonetes/Cafés</b>					535	76.4	<i>l/p/d</i>
Máq. Expresso	0.01	<i>l/s</i>	5	39	11	1.6	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.05	<i>l/s</i>	9	120	52	7.4	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.04	<i>l/s</i>	12	748	370	52.8	<i>l/p/d</i>
Máq. Lavar Louças	0.04	<i>l/s</i>	12	203	103	14.7	<i>l/p/d</i>
<b>J - 04 Sorveterias</b>					557	92.3	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.17	<i>l/s</i>	150	2	51	12.9	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.19	<i>l/s</i>	690	2	316	79.1	<i>l/p/d</i>
Máq. Sorvete	0.12	<i>l/s</i>	19	250	158	0.6	<i>l/sor/d</i>
Filtro	0.02	<i>l/s</i>	6	16	1	0.4	<i>l/p/d</i>
Limpeza de Piso	0.20	<i>l/s</i>	2.17	71	30	0.1	<i>l/m²/d</i>
<b>I - 02 Fast Food Tipo 01</b>					449	26.2	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.10	<i>l/s</i>	120	16	92	1.4	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.15	<i>l/s</i>	1800	2	263	4.0	<i>l/p/d</i>
Filtro de Água	0.05	<i>l/s</i>	6	14	4	1.0	<i>l/p/d</i>
Máq. Refrigerante	0.02	<i>l/s</i>	15	300	79	19.8	<i>l/p/d</i>
Balde	11.00	<i>l</i>		1	11	0.4	<i>l/m²/d</i>
<b>I - 06 Fast Food Tipo 02</b>					4321	255.9	<i>l/p/d</i>
Máquina de Gelo	0.02	<i>l/s</i>	54	2203	2787	164.0	<i>l/p/d</i>
Máquina de Refrigerante	0.02	<i>l/s</i>	29	153	95	17.0	<i>l/p/d</i>
Máquina de Sorvete	0.12	<i>l/s</i>	19	960	607	35.7	<i>l/p/d</i>
Filtro de Água	0.05	<i>l/s</i>		60	17	1.0	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.04	<i>l/s</i>	29	511	650	38.2	<i>l/p/d</i>
Torneira de Uso Geral	15.00	<i>l</i>	11	1	164	1.6	<i>l/m²/d</i>
<b>I - 02 Restaurantes</b>					8864	439.3	<i>l/p/d</i>
Máquina de Sorvete	0.12	<i>l/s</i>	19	192	436	21.8	<i>l/p/d</i>
Pia e lavagem de frutas	0.01	<i>l/s</i>	20	1054	184	9.2	<i>l/p/d</i>
Pia de lavagem de material	0.09	<i>l/s</i>	39	1575	3321	166.0	<i>l/p/d</i>
Pia de lavagem de hortaliças	0.06	<i>l/s</i>	29	1974	3601	180.0	<i>l/p/d</i>
Pia de cozinha	0.09	<i>l/s</i>	17	261	390	19.5	<i>l/p/d</i>
Máquina lava-louça	0.06	<i>l/s</i>	52	259	763	38.1	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.03	<i>l/s</i>	29	15	44	0.7	<i>l/p/d</i>
Descarga sanitária	6.00	<i>lpf</i>		21	126	3.9	<i>l/p/d</i>
<b>M - Salão de Beleza</b>					450	32.3	<i>l/p/d</i>
Ducha de cabelo	0.06	<i>l/s</i>	84	34	183	10.1	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.04	<i>l/s</i>	20	344	263	22.0	<i>l/p/d</i>
Torneira de uso Geral	0.05	<i>l/s</i>	9	4	2	0.0	<i>l/p/d</i>
Pia de cozinha + Filtro	0.01	<i>l/s</i>	12	14	2	0.2	<i>l/p/d</i>
<b>N - Academia</b>					4678	12.8	<i>l/p/d</i>
Bebedouro	0.02	<i>l/s</i>	69	225	243	12.8	<i>l/p/d</i>
Tanque	0.05	<i>l/s</i>	34	99	193	0.1	<i>l/m²/d</i>
Torneira de Uso Geral	0.08	<i>l/s</i>	26	19	41	0.0	<i>l/m²/d</i>
Chuveiro	0.12	<i>l/s</i>	433	67	3427	180.4	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.11	<i>l/s</i>	20	343	720	37.9	<i>l/p/d</i>
Torneira de Uso Geral	0.13	<i>l/s</i>	435	7	414	21.8	<i>l/p/d</i>
Higienização das Esteiras	28.00	<i>l</i>		2	54	2.8	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Feminino- Entrada</b>					28163	22.8	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.02	<i>l/s</i>	9	6048	822	0.7	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	6.00	<i>lpf</i>		4557	27341	22.2	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Feminino- Praça de Alimentação</b>					2181	1.0	<i>l/p/d</i>

Lavatório	0.02	l/s	2	23897	1193	1.0	l/p/d
Vaso Sanitário	6.00	lpf		165	988	0.0	l/p/d
<b>Banheiro Masculino- Entrada</b>					<b>7316</b>	<b>5.9</b>	<b>l/p/d</b>
Lavatório	0.02	l/s			640	0.5	l/p/d
Vaso Sanitário	6.00	lpf		1113	6675	5.4	l/p/d
<b>Banheiro Masculino- Praça de Alimentação</b>					<b>6979</b>	<b>5.7</b>	<b>l/p/d</b>
Lavatório	0.02	l/s	3	5378	304	0.2	l/p/d
Vaso Sanitário	6.00	lpf		1113	6675	5.4	l/p/d
<b>Fraudário</b>					<b>1238</b>	<b>1.0</b>	<b>l/p/d</b>
Lavatório	0.02	l/s	1	3119	53	0.04	l/p/d
Ducha Higiênica	0.07	l/s	35	479	1185	1.0	l/p/d
<b>O - Cinema</b>					<b>1544</b>	<b>22.6</b>	<b>l/d</b>
Máquina de Refrigerante	0.02	l/s	29	2240	1166	0.4	l/p/d
Lavatório	0.04	l/s	20	344	263	22.0	l/p/d
Mictório	0.03	l/s	12	13	5	0.2	l/p/d
Vaso Sanitário	6	lpf		18	110	0.05	l/p/d
<b>O - Boliche</b>					<b>651</b>	<b>27.2</b>	<b>l/p/d</b>
Pia de Cozinha	0.05	l/s	31	212	366	4.0	l/p/d
Filtro de Água	0.05	l/s		60	17	1.0	l/p/d
Lavatório	0.04	l/s	20	200	153	22.0	l/p/d
Mictório	0.03	l/s	12	13	5	0.2	l/p/d
Vaso Sanitário	6	lpf		18	110	0.05	l/p/d

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

A Tabela 88, mostra os resultados do consumo setorizado de cada estabelecimento do consumo, onde n é a quantidade de estabelecimentos com características semelhantes. Dessa maneira, o consumo predial é dados pelo consumo diário de cada atividade multiplicado pela quantidade de estabelecimentos.

**Tabela 88. Consumo Setorizado - Pier 21.**

Consumo Setorizado	n	Consumo Atividade (l/d)	Consumo Predial (l/d)
D - Drogeria	1	18	18
E - 01 Valet Parking	1	21	21
E - 01 Lava-Jato	1	6331	6331
H - 05 Bares Tipo 01	5	346	1730
H - 01 Bar Tipo 02	1	4671	4671
J - 03 Lanchonetes/Cafés	3	535	1605
J - 04 Sorveterias	4	557	2228
I - 02 Fast Food Tipo 01	2	449	898
I - 06 Fast Food Tipo 02	6	4321	25923
I - 02 Restaurantes Tipo 01	2	8864	17729
M - Salão de Beleza	1	450	450
N - Academia	1	4678	4678
Banheiro Feminino - Entrada	1	28163	28163
Banheiro Feminino- Praça de Alimentação	1	2181	2181
Banheiro Masculino- Entrada	1	7316	7316
Banheiro Masculino- Praça de Alimentação	1	6979	6979



O - Cinema	1	1544	1544
O - Boliche	1	651	651
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>78,075</b>	<b>113,117</b>

Com todas as informações coletadas foi analisado o consumo de todos os usos finais de água da edificação, de todos os estabelecimentos e áreas comuns, e comparado com o consumo faturado pela CAESB. O resultado está exposto na tabela GG, e o que pôde ser observado é que o consumo ficou muito próximo da realidade vivenciada com uma discrepância de aproximadamente 15%.

**Tabela 89.** *Uso Final - Pier 21.*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Bebedouro	243
Balde	11
Chuveiro	3427
Ducha Higiênica	1185
Ducha de cabelo (2)	183
Filtro de Água	57
Higienização das Esteiras	54
Lava-Jato	6015
Lavatório	5165
Limpeza de Piso	45
Máquina de Café Expresso	11
Máquina de Gelo	3502
Máquina de Lavar Louça	2684
Máquina de Refrigerante	1340
Máquina de Sorvete	765
Mictório	15
Pia de Cozinha	2900
Pia de cozinha + Filtro	2
Tanque	193
Torneira de Uso Geral	645
Vaso Sanitário	68867
<b>Total Estimado</b>	<b>113,117</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>97,971</b>
<b>Discrepância</b>	<b>15.46%</b>

### *Galpão Comercial*

#### **Concessionária de Veículo: SIA**

A concessionária estudada pela equipe de pesquisa situa-se no Setor de Indústrias e Abastecimento (SIA) e seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira de 8h às 19h e sábado de 8h às 14h, fechando aos domingos. O estabelecimento analisado conta com uma área construída de 3.480 m<sup>2</sup> e opera com 60 funcionários. O primeiro contato se deu com o gerente da concessionária que nos autorizou vistoriar o local e agendou um dia para a instalação dos equipamentos de medição no sistema hidráulico. A Tabela 90 a seguir apresenta as informações básicas do estabelecimento.

**Tabela 90.** *Informações básicas – Concessionárias*

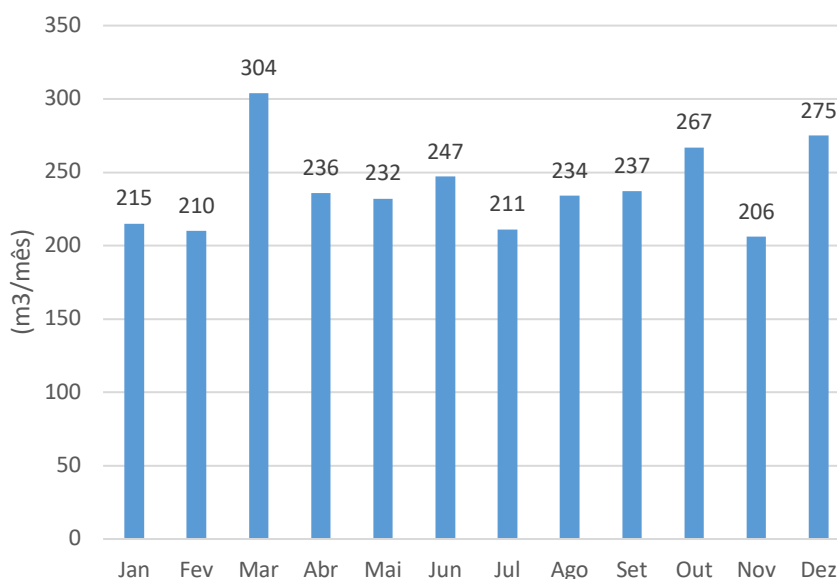
Concessionária de Veículo	
Área Construída	3.480,00 m <sup>2</sup>
Área Verde	--- m <sup>2</sup>
Área de Cobertura	2810,00 m <sup>2</sup>
Área do Terreno	3580,00 m <sup>2</sup>
Número Médio de Clientes	66 cli/d



Número de Funcionários	60
Número Médio de Carros Lavados	45 <i>car lav/d</i>
Consumo Anual	3.704 <i>m<sup>3</sup>/ano</i>
Consumo Diário	7.503 <i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i>	125 <i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	2,16 <i>l/m<sup>2</sup>/dia</i>

Os dados de consumo foram obtidos para o ano de 2016, e a Figura 93, a evolução do consumo desta edificação ao longo do ano. Observa-se um consumo regular de água durante os meses, com exceção dos meses de março, outubro e dezembro, que apresentam valores acima da média.

**Figura 93.** Consumo mensal (2016) – Concessionária.



A concessionária foi dividida em diferentes ambientes para que o consumo de água pudesse ser analisado em separadamente. A Tabela 91 apresenta os resultados obtidos, através dos equipamentos de medição, do uso final de cada aparelho assim como os indicadores de consumo gerados.

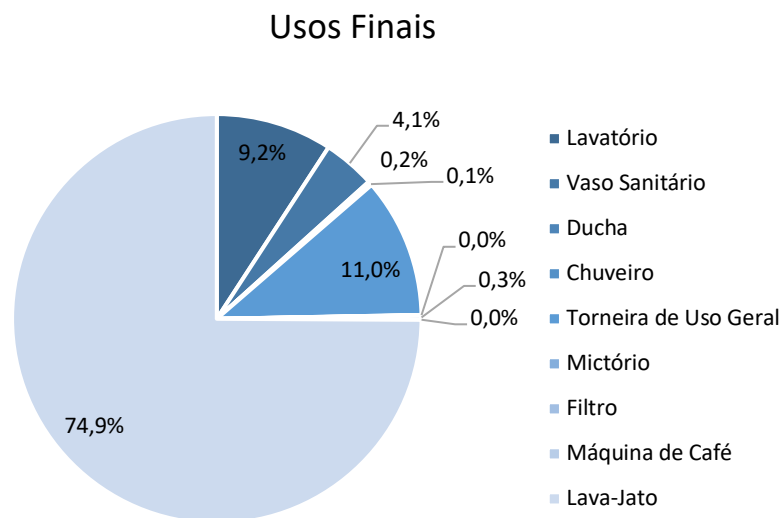
**Tabela 91.** Consumo diário e indicadores de consumo – Concessionárias.

Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro Diretoria Terreo</b>					<b>0.2 l/p/d</b>
Lavatório	0.04 l/s	13	3	2	0.03 l/p/d
Vaso Sanitário	0.08 l/s	79	2	11	0.19 l/p/d
<b>Banheiro Feminino 1 andar</b>					<b>2 l/p/d</b>
Ducha	0.03 l/s	11	0	0.1	0.002 l/p/d
Lavatório	0.06 l/s	16	17	17	0.3 l/p/d
Vaso Sanitário	0.07 l/s	151	8	79	1.3 l/p/d
<b>Banheiro Feminino Cliente</b>					<b>2 l/p/d</b>
Lavatório	0.05 l/s	7	28	10	0.2 l/p/d
Vaso Sanitário	0.05 l/s	113	23	118	2 l/p/d
<b>Banheiro Feminino Clientes</b>					<b>0.2 l/p/d</b>
Ducha	0.05 l/s	50	6	14	0.2 l/p/d
<b>Banheiro Feminino Adm.</b>					<b>4.7 l/p/d</b>
Lavatório	0.04 l/s	235	30	270	4.5 l/p/d
Tormeira Uso Geral	0.03 l/s	51	6	9	0.2 l/p/d
<b>Banheiro Feminino</b>					<b>2.2 l/p/d</b>
Lavatório Esquerdo	0.06 l/s	92	17	100	1.7 l/p/d

Vaso Sanitário	0.05	<i>l/s</i>	6	113	34	0.6	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Masculino</b>						<b>1.2</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
<b>FuncionárioADM - 1 andar</b>							
Lavatório	0.05	<i>l/s</i>	6	62	18	0.3	<i>l/p/d</i>
Mictório	0.02	<i>l/s</i>	4	26	2	0.04	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	0.03	<i>l/s</i>	141	11	52	0.9	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Funcionário Térreo</b>						<b>5.3</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
<b>Sala</b>							
Lavatório	0.08	<i>l/s</i>	83	38	252	4.2	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	0.06	<i>l/s</i>	12	82	65	1.1	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Masculino 1andar</b>						<b>0.8</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
<b>Escada</b>							
Lavatório	0.005	<i>l/s</i>	125	79	45	0.75	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	0.05	<i>l/s</i>	9	8	4	0.07	<i>l/p/d</i>
<b>Banheiro Masculino Clientes</b>						<b>1.7</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
Lavatório	0.05	<i>l/s</i>	14	39	25	0.4	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	0.06	<i>l/s</i>	84	14	76	1.3	<i>l/p/d</i>
<b>Vestiário Masculino</b>						<b>5.0</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
Chuveiro	0.04	<i>l/s</i>	12	22	12	0.2	<i>l/p/d</i>
Lavatório	0.05	<i>l/s</i>	4	124	24	0.4	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	6.00	<i>lpf</i>			264	4.4	<i>l/p/d</i>
<b>Copa ADM</b>						<b>1.2</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
Pia de Cozinha	0.05	<i>l/s</i>	15	78	57	1.0	<i>l/p/d</i>
Filtro de água	0.04	<i>l/s</i>	45	9	16	0.3	<i>l/p/d</i>
<b>Cozinha Oficina</b>						<b>3.2</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
Filtro de água	0.20	<i>l/s</i>			19	0.3	<i>l/p/d</i>
Filtro de água	0.01	<i>l/s</i>	191	16	24	0.4	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.05	<i>l/s</i>	22	137	147	2.5	<i>l/p/d</i>
<b>Copa Térreo</b>						<b>3.1</b>	<b><i>l/p/d</i></b>
Filtro	0.01	<i>l/s</i>	5	378	26.71	0.4	<i>l/p/d</i>
Máquina de Café	0.04	<i>l/s</i>	2.85	16	1.65	0.02	<i>l/p/d</i>
Pia de Cozinha	0.06	<i>l/s</i>	15	175	156	2.61	<i>l/p/d</i>
<b>Limpeza</b>						<b>0.3</b>	<b><i>l/m²/d</i></b>
Torneira Uso Geral					878	0.25	<i>l/m²/d</i>
<b>Lava-Jato</b>						<b>133.7</b>	<b><i>l/v/d</i></b>
Lava-Jato	0.41		326		6014.7	133.66	<i>l/v/d</i>

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

A Figura 94, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da concessionária. E com mais de 70% do consumo total, a lavagem de veículos é o uso final maior consumo.

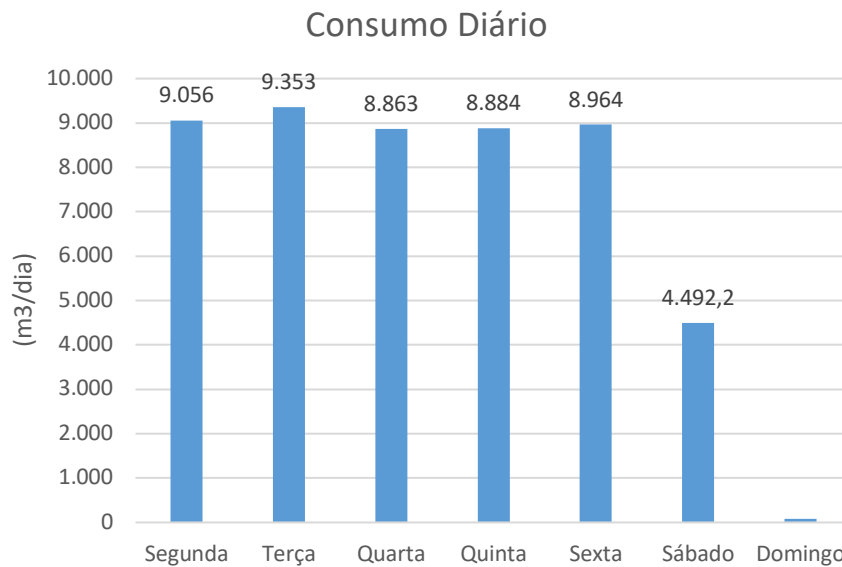
**Figura 94.** *Consumo nos usos finais – Concessionárias*

A Tabela 92 mostra esse consumo diário setorizado em litros por dia. O lava-jato é o setor com maior consumo de água, seguido banheiro dos funcionários e posteriormente o banheiro masculino dos clientes. Nessa primeira análise já fica claro que o maior uso nesse tipo de edificação são em fins não potáveis, tornando essa edificação uma boa candidata para implantação de sistemas de abastecimento alternativo, podendo reduzir seu consumo em mais de 50%.

**Tabela 92.** *Consumo setorizado – Concessionária*

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiro Diretoria	13
Vestário Fem.	96
Vestário Masc.	330
Banheiro ADM Fem.	409
Banheiro ADM Masc.	70
Banheiro Funcionário Unisex	316
Banheiro Fem. Clientes	143
Banheiro Masc. Clientes	101
Copa	20
Limpeza de piso	70
Lava-Jato	6015
<b>TOTAL</b>	<b>7.582</b>

A Figura 95 apresenta consumo de água da concessionária durante os dias de medições. O consumo de água da concessionária apresenta linearidade ao longo da semana, com exceção do sábado, dia em que a loja funciona em um menor período de tempo.

**Figura 95. Consumo diário – Concessionárias.**

O consumo diário da concessionária foi estimado a partir do consumo em cada uso final e comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Este consumo faturado foi calculado pela somatória do consumo de cada mês do ano de 2016, dividido por 365 dias. Com isso foi medido a discrepância entre esses resultados, que foi inferior à 20%. Estes valores obtidos são muito positivos, porque ao longo do ano pode ter ocorrido pequenas variações, mas mesmo assim os resultados obtidos dos *dataloggers* estão próximos da realidade da concessionária.

**Tabela 93. Uso Final - Concessionária**

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Lavatório	743
Vaso Sanitário	703
Ducha	15
Chuveiro	12
Torneira de Uso Geral	878
Mictório	2
Pia de Cozinha	361
Filtro	84.43
Máquina de Café	1.65
Lava-Jato	6015
<b>Total Estimado</b>	<b>8,814</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>7,874</b>
<b>Discrepância</b>	<b>11.94%</b>

### ***Materiais de Construção: Construshopping (Lago Norte)***

O Construshopping é um galpão que atua no mercado de material de construção no Lago Norte, a 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 outubro de 2017, onde foi possível obter as informações básicas do estabelecimento, como área e número de funcionários. O consumo foi autorizado na semana seguinte, junto com a autorização para que a equipe de medição fizesse a instalação dos equipamentos

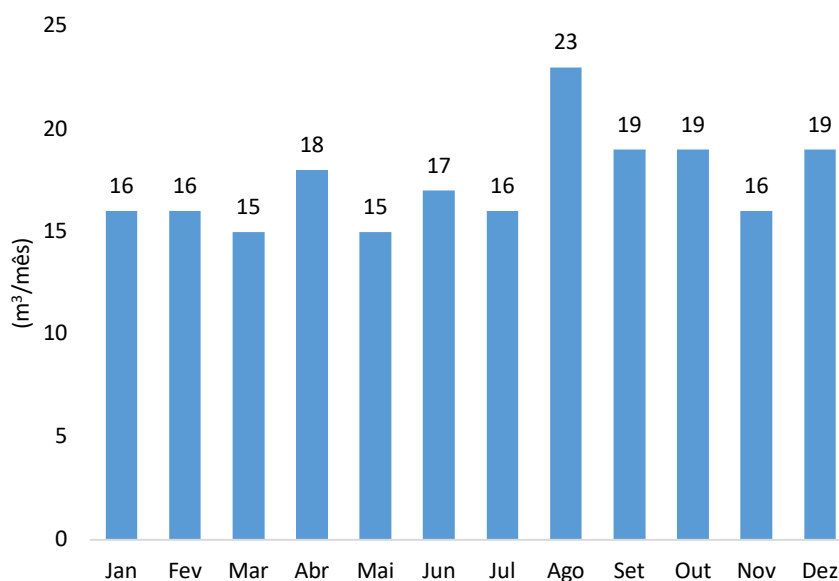
de medição nos pontos de uso final de água de toda a edificação. A Tabela 94, apresenta o resumo de informações básicas do Construshopping.

**Tabela 94.** *Informações básicas – Construshopping*

CONSTRUSHOPPING		
Área Construída	1,100	m <sup>2</sup>
Área Verde	---	m <sup>2</sup>
Área de Piso	1,100	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários	9	
Consumo Anual	218	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	606	l/d
Consumo <i>Per Capita</i>	67	l/p/d
Consumo <i>Per Area</i>	0.55	l/m <sup>2</sup> /dia

O consumo mensal analisado é do ano de 2016, quando não havia racionamento na região do lago norte, apresentando um resultado com valores mais próximo à realidade. A Figura 96, mostra como o consumo varia ao longo do ano. Como pode ser observado há uma certa regularidade no consumo.

**Figura 96.** *Consumo mensal (2016) – Construshopping*



O consumo de água neste galpão provém de quatro ambientes, banheiros, vestiário, copa e área de serviço. O banheiros podem ser utilizados por clientes mas segundo os funcionários, os cliente quase não utilizam. Foi realizada uma vistoria hidráulica nas instalações hidráulicas do galpão e não foi encontrado nenhum vazamento visível, e no mesmo dia da vistoria foram instalados os equipamentos de medições. A Tabela 95, 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 95.** Consumo diário e indicadores de consumo – Construshopping

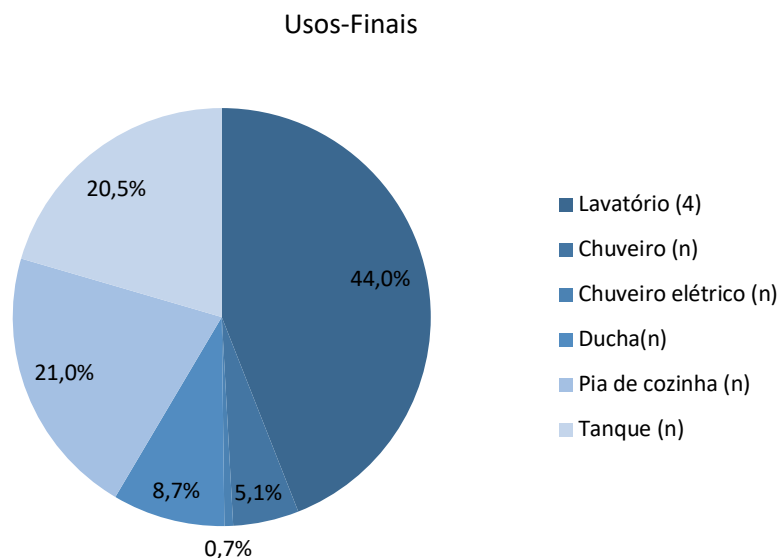
Uso Final	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiros</b>					<b>48.3 l/p/d</b>
Vasos Sanitários (4)	6 lpf		47	282	31.3 l/p/d
Lavatório (4)	0.03 l/s	11	19	153	17.0 l/p/d
<b>Vestiário</b>					<b>2.6 l/p/d</b>
Chuveiro (n)	0.183 l/s	27	4	17.7	2.0 l/p/d
Chuveiro elétrico (n)	0.053 l/s	83	1	2.3	0.01 l/p/d
Para Ducha(n)	0.194 l/s	98	2	30.2	0.05 l/p/d
Lavatório (n)	0.06 l/s	14	43	36.0	0.5 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>8.1 l/p/d</b>
Pia de cozinha (n)	0.059 l/s	10.2	115	72.9	8.1 l/p/d
<b>Lavagem de Piso</b>					
Tanque (n)	0.052 l/s	30	44	71.0	7.9 l/p/d

Em parêntesis, o número de equipamentos

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

l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia

A Figura 97, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do galpão.

**Figura 97.** Consumo nos usos finais – Construshopping

Os principais consumos do Construshopping 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. Portanto os principais consumos são em usos não potáveis. A Tabela 96, mostra esse consumo setorizada em litros por dia e o consumo diário aferido em toda a edificação.

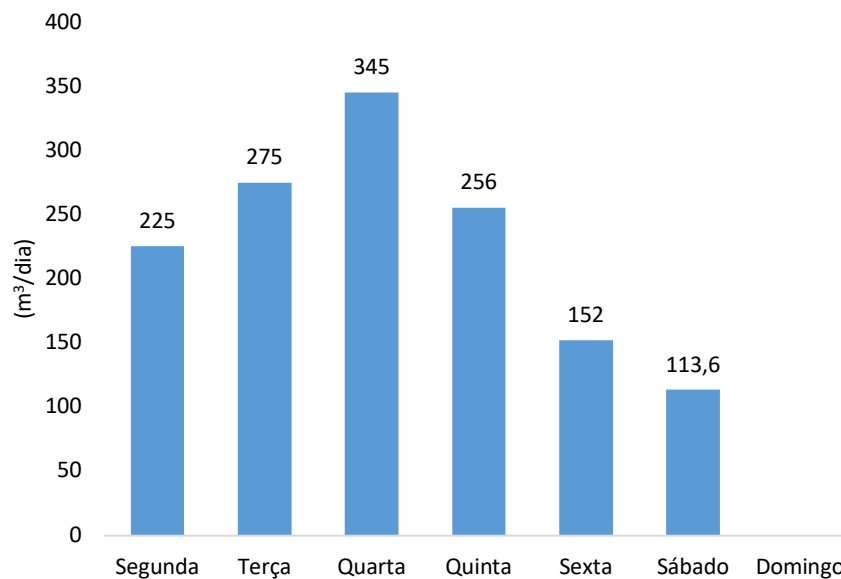
**Tabela 96.** Consumo setorizado – Construshopping

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Banheiros	153
Vestiário	86
Cozinha	73
Lavagem de Piso	71

<b>TOTAL</b>	<b>383</b>
--------------	------------

O gráfico da Figura 98, mostra o consumo de água ao longo do período de coleta de informações através dos equipamentos de medição. O gráfico mostra um pico no consumo na quarta feira, ao contatar o proprietário, ele não soube explicar esse comportamento. O consumo zero no domingo é porque nesse dia a loja é fechada, e reforça que as instalações estão em condições adequadas sem vazamentos.

**Figura 98.** Consumo diário – Construshopping



A partir dos resultados das medições em cada uso final foi possível prever o consumo de água do galpão comercial do Construshopping. A Tabela 97, apresenta esses consumos diários para cada uso final e e o consumo diário médio extraído pela média do consumo das contas de água da CAESB. A discrepância entre esses valores é inferior a 10% mostrando boa confiabilidade nos indicadores de consumo gerados.

**Tabela 97.** *Uso final – Construshopping*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Vasos Sanitários	282
Lavatório (4)	153
Chuveiro (n)	18
Chuveiro elétrico (n)	2
Ducha(n)	30
Pia de cozinha (n)	73
Tanque (n)	71
<b>Total Estimado</b>	<b>629</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>573</b>
<b>Discrepância</b>	<b>9.81%</b>

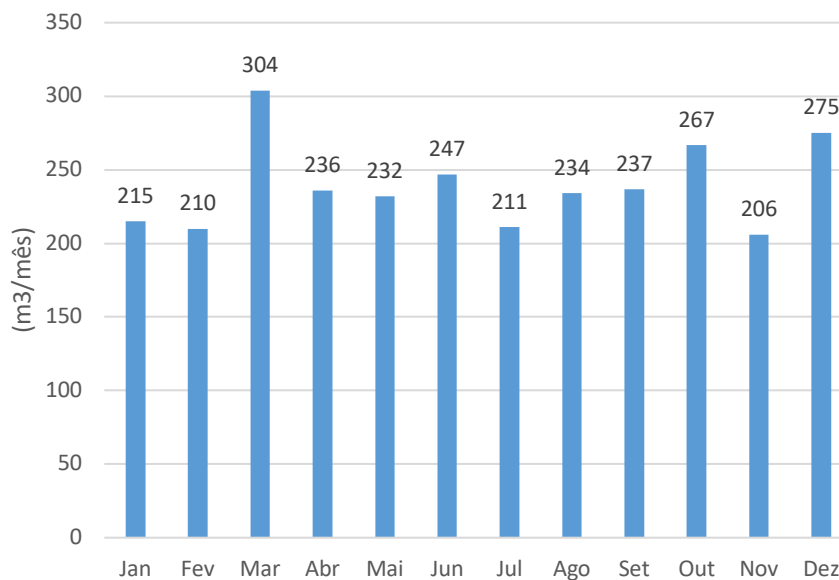
### **Supermercado: Supermercado Fagundes (Asa Norte)**

O Supermercado Fagundes é um galpão comercial com cerca de 1.700m<sup>2</sup>, que oferece aos clientes produtos de hortaliças, legumes, frutas, mercearia, além de ter um açougue e uma padaria. O gerente do supermercado forneceu as principais informações sobre a população e o consumo do local. Essas informações básicas estão resumidas na Tabela 98.

**Tabela 98. Informações básicas – Supermercado Fagundes.**

Supermercado	
Área Construída	1.700 $m^2$
Número de Funcionários	100
Número de Funcionários por Turno	50
Número de Clientes Médios Diários	2000
Consumo Mensal	127 $m^3/mês$
Consumo Diário	4.236 $l/dia$
Consumo <i>Per Capita</i>	85 $l/p/d$
Consumo <i>Per Area</i>	446,0 $l/m^2/dia$

A Figura 99, mostra como o consumo variou ao longo do ano de 2016. Como pode ser observado há uma certa linearidade no consumo de água, destacando os meses de março, outubro e dezembro que tiveram um consumo acima da média. Não houveram eventos específicos que puderam explicar esses consumos maiores.

**Figura 99. Consumo mensal (2016) – Supermercado Fagundes**

O supermercado conta com quatro ambientes com pontos de água, o açougue e padaria, os banheiros feminino e masculino, e a área de serviço. Em cada ponto de saída de água foram instalados equipamentos de medição do consumo, como mostra a Tabela 99. Não foi possível instalar o fluxímetro na torneira de uso geral para medir seu consumo, porque estava engastada na parede, e sua retirada poderia danificá-la. No entanto, este uso final é utilizado somente para a limpeza do supermercado, que é lavado uma vez ao dia. Essa limpeza foi acompanhada e com base no volume de água dos baldes foi estimado o consumo deste uso final.



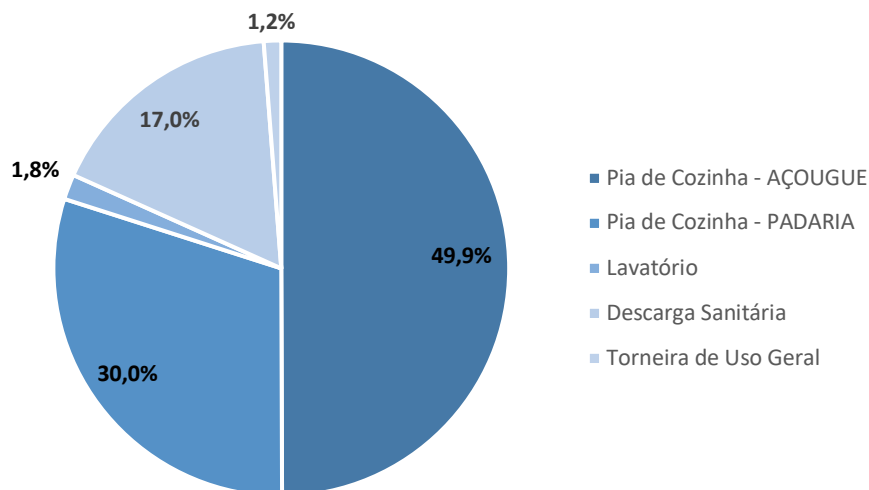
**Tabela 99.** Consumo diário e indicadores de consumo – Supermercado Fagundes

Uso Final	Vazão		Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo	
<b>Açougue Padaria</b>	<b>0.11</b>		<b>51</b>	<b>1803</b>	<b>2588</b>		
Pia de Cozinha - AÇOUGUE	0.06	l/s	29	881	1617	16	l/p/d
Pia de Cozinha - PADARIA	0.05	l/s	22	922	971	10	l/p/d
<b>Banheiro Feminino</b>							
Descarga sanitária (1)	6	lpf		51	306	3	l/p/d
Lavatório	0.06	l/s	10	60	38	0.4	l/p/d
<b>Banheiro Masculino</b>	<b>0.06</b>		<b>10.0</b>	<b>419</b>			
Descarga sanitária (1)	6	lpf		41	246	2.5	l/p/d
Lavatório	0.06	l/s	10	419	20	0.2	l/p/d
<b>Área de Serviço</b>							
Torneira de Uso Geral	40	l		1	40	0.02	l/m <sup>2</sup> /d

Em parênteses, 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

A Figura 100, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados do galpão. O maior consumo nessa edificação é no açougue para higienização das carnes e na padaria para confecção dos pães.

**Figura 100.** Consumo nos usos finais – Supermercado Fagundes

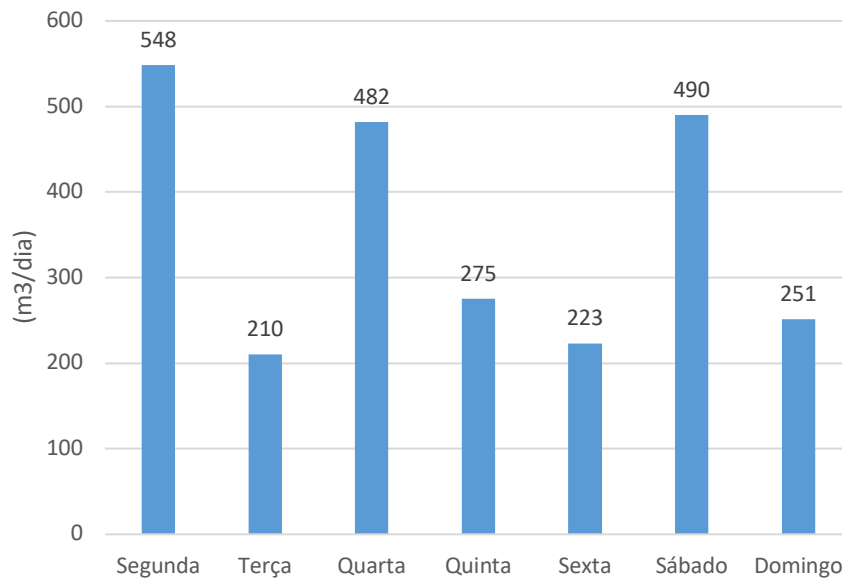
O açougue e a padaria juntos representam 80% do consumo total do supermercado os outros 20% estão distribuído para os banheiros e a área de serviço. A Tabela 100, mostra esse consumo setorizado em litros por dia de toda a edificação.

**Tabela 100.** Consumo setorizado – Supermercado Fagundes

Consumo Setorizado	Consumo (l/d)
Açougue/Padaria	2588
Banheiro Feminino	344
Banheiro Masculino	266
Área de Serviço	40
<b>TOTAL</b>	<b>3,198</b>

O gráfico da Figura 101 a seguir apresenta como se deu o consumo de água ao longo da semana de coleta de dados do supermercado. Pode-se observar que o consumo não é constante, sendo segunda-feira, quarta-feira e sábado os dias com maior consumo.

**Figura 101.** Consumo diário – Supermercado Fagundes



Com os resultados das medições em cada uso final foi possível estimar o consumo diário do supermercado, que foi comparado com o consumo diário faturado pela CAESB. A discrepância entre esses valores é próximo de 20% e mostra boa confiabilidade nos indicadores de consumo desenvolvidos.

**Tabela 101.** Uso final – Supermercado Fagundes

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Pia de Cozinha - AÇOUGUE	1617
Pia de Cozinha - PADARIA	971
Lavatório	58
Descarga Sanitária	552
Torneira de Uso Geral	40
<b>Total Estimado</b>	<b>3,238</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>4,178</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-22.50%</b>

### 3.3. Edificações de Escritório

Grande parte dos edifícios de escritórios no Distrito Federal se concentra na região adjacente ao Eixo Monumental, principalmente nos Setores Comerciais, Bancários e de Autarquias, onde o plano urbanístico de Brasília previa originalmente maior adensamento urbano. A Esplanada dos Ministérios, os Setores de Administração Federal e os Setores de Edifícios Públicos se destacam pela presença de edifícios de escritórios públicos. Alguns escritórios se encontram mais afastados da zona

central, no Setor de Indústrias Gráficas e nas quadras e entre quadras comerciais de Brasília, Taguatinga, Lago Sul, Lago Norte, entre outros.

Para a composição tipológica de edificações de escritórios foram selecionadas as principais regiões onde são realizados serviços da administração pública e iniciativa privada, como serviços bancários, atividades administrativas, de advocacia, contabilidade, publicidade, engenharia, arquitetura, telecomunicações, entre outros. Os edifícios são basicamente compostos por construções de múltiplos pavimentos-tipo, podendo ou não conter sobreloja e subsolos.

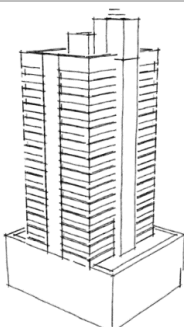
**Figura 102:** Distribuição espacial das regiões de coleta de dados primários.



Fonte: Adaptado do Geoportal - SEGETH

No total foram coletados dados primários referentes à população (fixa e flutuante), áreas (construída, verde e cobertura) e consumo predial de água para 101 edifícios de escritórios localizados nos Setores Comerciais (SCN e SCS), Bancários (SBN e SBS), de Autarquias (SAUN e SAUS), de Administração Federal Sul (SAFS), de Grandes Áreas Sul (SGAS), de Edifícios Públicos (SEPN e SEPS), de Rádio e TV (SRTVN e SRTVS) e de Indústrias Gráficas (SIG), bem como nas entre quadras comerciais do Plano Piloto (EQN) (Figura 102).

**Tabela 102:** Principais características das edificações de escritório.

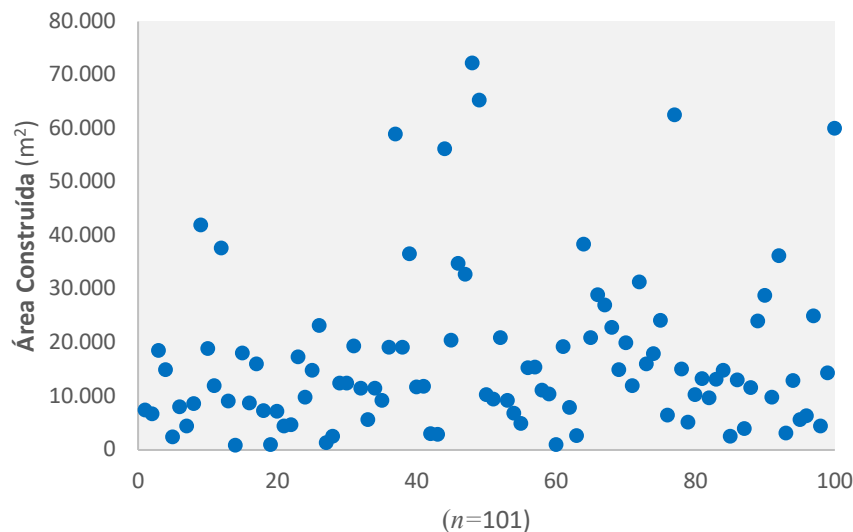
Tipologia	Características	n	Média
 Escritórios	Área construída	101	12.500 m <sup>2</sup>
	Área verde	101	578 m <sup>2</sup>
	Área de cobertura	101	1.422 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	101	12 pav's
	População fixa	101	700 p
	População flutuante	101	345 p
	População total	101	1.045 p
	Consumo mensal	101	718 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo per capita	101	63 l/p/d
	Consumo per area	101	1,4 l/m <sup>2</sup> /d

Dados de consumo predial para as edificações de escritórios das regiões analisadas puderam ser obtidas pelo consumo faturado pela CAESB no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016. Dado relativo à população fixa e flutuante foram obtidos em entrevistas aos responsáveis pela administração de cada edifício. Quando possível, a quantidade de pessoas que frequenta cada edifício foi determinada com maior precisão a partir da análise dos registros do sistema de controle de acesso, obtendo a média do número de acessos mensais pelo número de dias correspondente a cada mês, considerando o período de avaliação dos dados de consumo (2013 a 2016) e o período no qual havia disponibilidade de dados referentes aos sistemas de controle de acesso. Por meio de sensoriamento remoto, foi possível realizar medições de área construída, área verde e área de cobertura. Ao cruzar dados de consumo de água com população e área construída, foi possível indicadores de consumo *per capita* e *per area*. A Tabela 102 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

### 3.3.1. Áreas

A área construída dos edifícios analisados variou entre 868 e 72.226  $m^2$ , apresentando valor médio equivalente a 12.500  $m^2$  (Figura 103). Os três maiores edifícios pesquisados foram os edifícios sede do DNIT, Caixa Econômica Federal e Correios, com uma média de mais de 60.000  $m^2$ . Entre os cinco menores edifícios pesquisados, com menos de 2.500  $m^2$ , quatro encontravam-se no Setor Comercial Sul.

**Figura 103.** Área construída das edificações de escritórios.



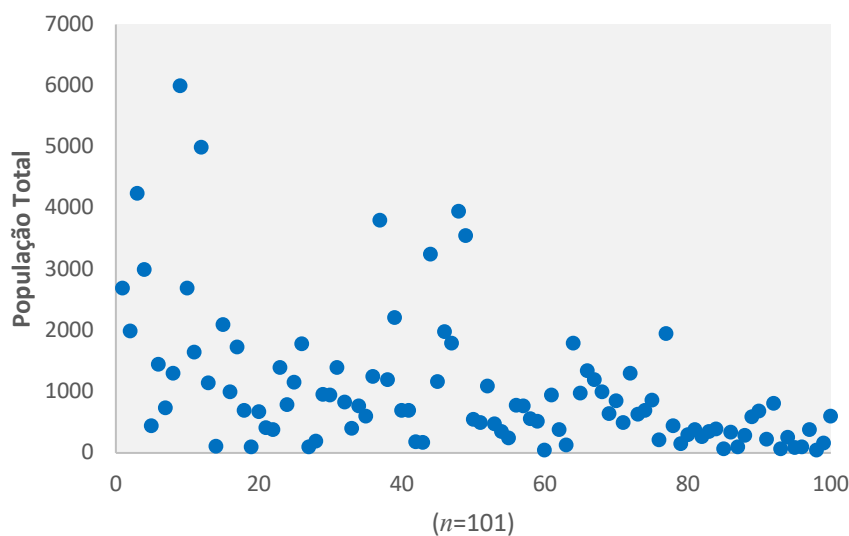
A área verde, referente a canteiros e jardins, nos edifícios analisados variou de zero a seis mil metros quadrados. Quase metade (46%) dos edifícios pesquisados não possuía canteiros ou jardins. No entanto, ressalta-se que alguns edifícios possuíam grandes extensões de área verde, atingindo até 6.000  $m^2$ . Em média, cada edifício apresentou 492  $m^2$  de canteiros e jardins.

Em relação aos espelhos d'água e demais amenidades, a maior parte dos edifícios pesquisados (90%) não possui esse tipo de elemento paisagístico. No entanto, destaca-se que alguns dos edifícios pesquisados possuíam espelhos d'água com grandes dimensões, até 3.000  $m^2$  (em grande parte, edifícios públicos).

### 3.3.2. População

A população fixa dos edifícios analisados variou entre 15 e 3.504, enquanto a população flutuante apresentou valores de 5 a 4.000 pessoas. Em média, cada edifício possui população fixa igual a 700 pessoas com uma população flutuante de 345, totalizando uma população média de 1.045 pessoas por dia (Figura 104). Comparando a população e a área construída de cada edifício, calculou-se que, em média, cada edifício apresenta um fluxo de pessoas igual a 0,07 pessoas por metro quadrado de área construída.

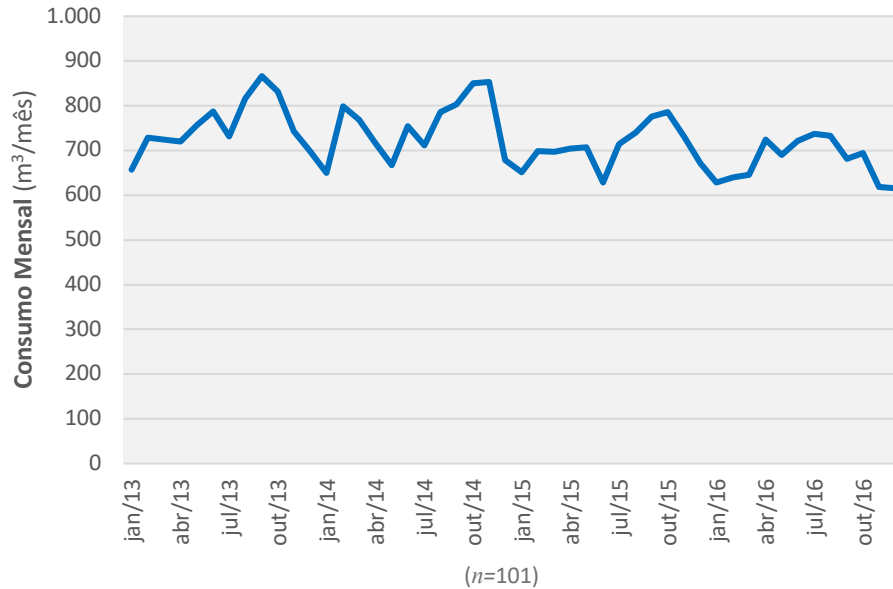
**Figura 104.** População total das edificações de escritórios.



### 3.3.3. Consumo predial

O consumo de água anual médio nos prédios analisados variou entre 313 e 46.554  $m^3/ano$ . Em média, cada edifício avaliado consumiu 8.613  $m^3$  de água por ano, que equivale a cerca de 718  $m^3$  por mês. A Figura 105 apresenta a evolução do consumo mensal médio entre os anos de 2013 a 2016. De maneira geral, observa-se uma tendência de queda no consumo de água em edificações de escritórios. Uma possível explicativa para essa tendência pode estar relacionada com a crise econômica iniciada em 2015 e a crise hídrica de 2016. De qualquer forma, podemos observar picos de consumo entre os meses de setembro a novembro e quedas nos meses de dezembro a janeiro (período de férias).

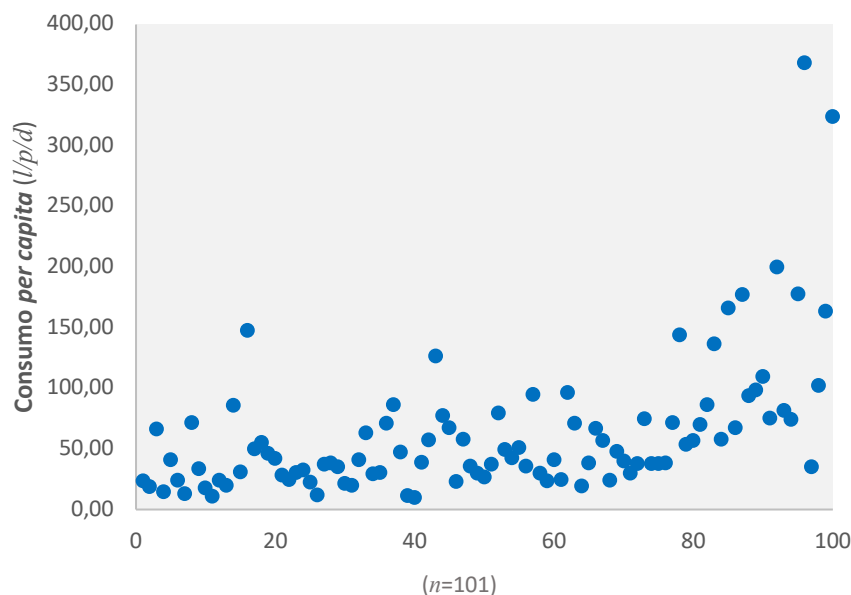
**Figura 105.** Evolução do consumo mensal médio em edificações de escritórios.



### 3.3.4. Consumo per capita

Para estimar o indicador de consumo *per capita* nas edificações de escritórios foi considerado apenas a população fixa (funcionários). O consumo diário per capita analisados variou de 10 a 368 *l/p/d*. Em média, o consumo *per capita* foi de 63 *l/p/d*. O diagrama de dispersão do consumo *per capita* é apresentado na Figura 106.

**Figura 106.** Consumo per capita em edificações de escritórios.

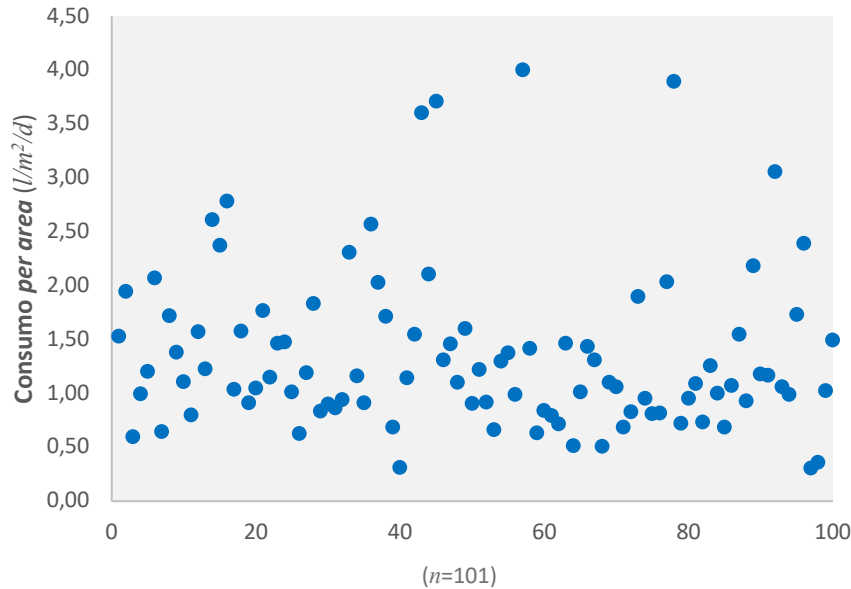


### 3.3.5. Consumo per area

Comparando o consumo de água à área construída dos edificios do tipo escritórios, foi calculado o consumo *per area* para 101 edificações de escritórios. Os valores máximo, mínimo e médio observados foram de 4 *l/m²/d*, 0,3 litros/m² e 1,3 *l/m²/d*, respectivamente.

**Figura 107.** Consumo per area em edificações de escritório.





### 3.3.6. Usos-finais de água

Para fins dessa pesquisa, foi selecionado uma edificação de escritórios para um estudo de caso aprofundado dos usos-finais de água. O edifício de escritórios analisado foi o Centro Empresarial Joao Carlos Saad localizado no Setor Bancário Sul (Figura 108). O edifício possui área construída igual a  $20.262 \text{ m}^2$ . A partir da análise dos projetos de arquitetura, foi possível verificar que os quatro subsolos possuem individualmente  $2.763 \text{ m}^2$ , totalizando cerca de onze mil metros quadrados (mais da metade da área construída nesse estudo de caso). Somando as áreas de cobertura da torre de escritórios e das sobrelojas, foi obtido o valor de 1.355 metros quadrados em projeção horizontal, o que corresponde a 5% da área construída. Não há canteiros, jardins, espelhos d'água ou similares, resultando em uma área de paisagismo igual a zero.

**Figura 108.** Edificação de escritórios selecionada para estudo de caso.

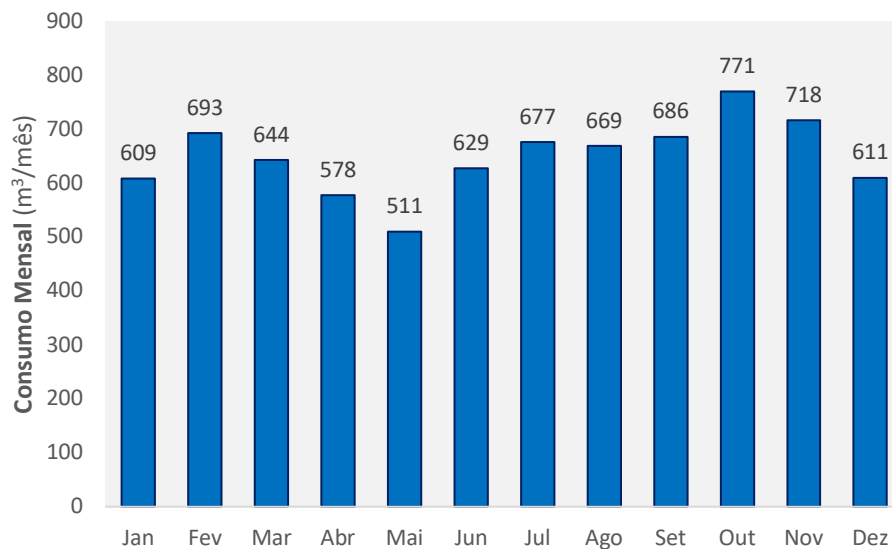


Fonte: Google Earth (2019)

O prédio é composto por escritórios e sobrelojas, algumas com banheiros privativos outras não, todos os banheiros possuem vaso sanitário com caixa acoplada e eventualmente chuveiro, sendo que alguns

vasos sanitários possuem dispositivos de descarga dupla. Em alguns pavimentos foram observados lavatórios com acionamento automatizado.

**Figura 109.** Consumo mensal da edificação hoteleira de alta densidade.



A edificação de escritórios apresentou um consumo predial equivalente a 7.794 m<sup>3</sup>/ano (média de 649,5 m<sup>3</sup>/mês), com um indicador per capita de 21,8 l/p/d e indicador per area equivalente a 1,05 l/m<sup>2</sup>/ano. Podemos observar em seu histórico do consumo mensal, pequenas alterações no consumo de água ao longo do ano, variando entre 511 m<sup>3</sup>/mês e 771 m<sup>3</sup>/mês, com um consumo elevado no mês de outubro e um consumo reduzido no mês de maio.

**Tabela 103.** Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.

Usos-Finais	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
<b>Banheiros</b>					<b>17,5 l/p/d</b>
Lavatório	0,11 l/s	9 s	2711 n/d	2.821 l/d	2,87 l/p/d
Chuveiro	0,15 l/s	260 s	1 n/d	39 l/d	0,04 l/p/d
Vaso Sanitário	3/6 lpf	---	2.283 n/d	13.229 l/d	13,5 l/p/d
Mictório	1,2 lpf	---	725 n/d	1.034 l/d	1,1 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>3,6 l/p/d</b>
Pia de Cozinha	0,13 l/s	12 s	1.548 n/d	2.489 l/d	2,5 l/p/d
Bebedouros	0,04 l/s	43 s	617 n/d	1.074 l/d	1,1 l/p/d
<b>Limpeza de Ambientes</b>					<b>0,1 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral	0,17 l/s	59 s	25 n/d	251 l/d	0,1 l/m <sup>2</sup> /d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

A Tabela 103 apresenta um resumo dos resultados obtidos durante a auditoria do consumo de água no centro empresarial. Descarga sanitária em vasos sanitários e mictórios apresentaram o maior consumo da edificação (63,2%) seguido de lavatórios (13,5%) e pia de cozinha (11,9%). Bebedouros (5,1%) e limpeza de ambientes (1,2%) apresentaram os menores índices de consumo de água.

### 3.4. Edificações de Ensino

As edificações de ensino foram consideradas em cinco tipologias, selecionadas em função do nível de aprendizado de alunos, desde a educação infantil até o ensino superior, conforme apresentado na



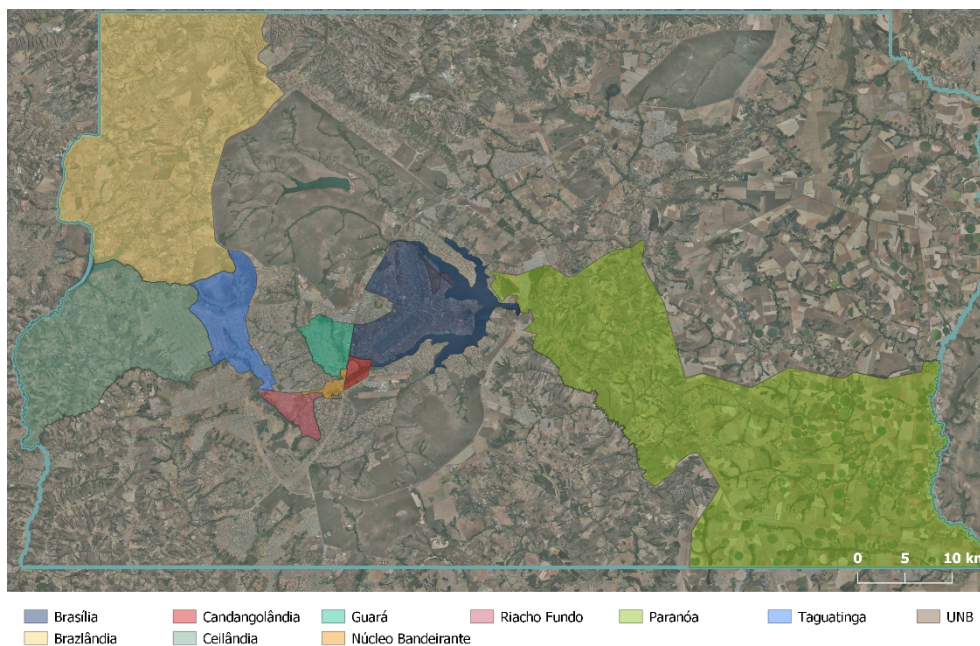
Tabela 104. Em busca de uma maior facilidade de obtenção de informações e acesso às escolas, buscou-se analisar edificações de ensino público (infantil, fundamental, médio e superior). A Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEDF) conta com tipologias edilícias que traduzem essas etapas escolares, desde a creche até o segundo grau, o que facilita a análise de demanda de água em função de faixas etárias e tipo de edificação. Com isso, foram analisadas as quatro tipologias escolares da SEDF: Escolas Classe (EC), Centros de Ensino Fundamental (CEF), Centros Educacionais (CED), e Centros de Ensino Médio (CEM). Para edificações de ensino superior foram analisadas edificações da Universidade de Brasília (UnB).

**Tabela 104:** *Tipologia escolar em função da faixa etária e nível de aprendizado*

<b>Tipologia Escolar</b>	<b>Nível de Aprendizado</b>	<b>Faixa Etária</b>
Centro de Ensino Infantil (CEI)	Ensino Infantil	De 0 a 5 anos
Escola Classe (EC)	Ensino Fundamental I	De 6 a 11 anos
Centro de Ensino Fundamental (CEF)	Ensino Fundamental II	De 10 a 15 anos
Centro Educacional (CED)	Ensino Fundamental II e Médio	De 10 a 18 anos
Centro de Ensino Médio (CEM)	Ensino Médio	De 14 a 18 anos
Universidade (UnB)	Ensino Superior	Acima de 18 anos

Foram coletados dados de cerca de 30% das escolas de cada tipologia escolar, e ainda um campus universitário (de ensino superior). Outro fator considerado foi a localização geográfica das escolas da Secretaria de Educação, de maneira a abranger às diversas regiões administrativas do DF e suas consequentes faixas de renda. Com isso, foram coletados dados nas regiões administrativas (RA's) de Brasília, Brazlândia, Candangolândia, Ceilândia, Guará, Núcleo Bandeirante, Paranoá, Riacho Fundo e Taguatinga (Figura 110). O estudo foi realizado em edificações de ensino público, considerando maior facilidade de acesso às informações e medições in loco.

**Figura 110.** *Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados*

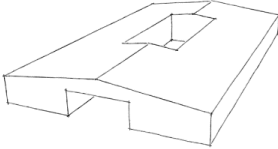
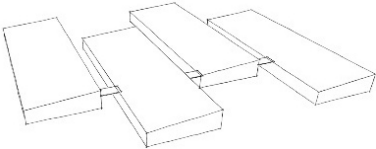


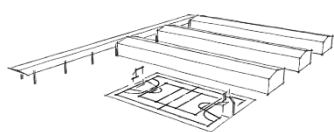
Fonte: Adaptado do Geoportal - SEGETH

Para as tipologias escolares buscou-se coletar dados de cerca de 30% do universo de escolas de cada tipologia escolar para cada RA analisada. Outro fator considerado foi a localização geográfica das escolas da Secretaria de Educação, de maneira a abranger às diversas regiões administrativas do DF e suas consequentes faixas de renda. Com isso, foram coletados dados nas RA's Brasília, Brazlândia, Candangolândia, Ceilândia, Guará, Núcleo Bandeirante, Paranoá, Riacho Fundo e Taguatinga. Para edificações de ensino superior a análise focou no Campus Universitário Darcy Ribeiro localizado na RA Brasília.

Uma pesquisa de campo foi realizada por meio de observações *in loco* e questionários direcionados às escolas da rede pública de ensino das principais Regiões Administrativas (RA's) do Distrito Federal para coletar informações relativas à população (alunos e funcionários), lavagem de pisos e irrigação (áreas, frequência e equipamento utilizado). Área construída e área de cobertura puderam ser medidas utilizando-se da ferramenta de medição do Google Earth. Utilizou-se dados de consumo faturado pela CAESB entre os anos de 2013 a 2016 para extrair médias de consumo predial. A Tabela 105 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

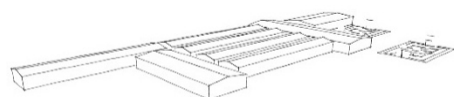
**Tabela 105.** Principais características das edificações de ensino.

Tipologia	Características	n	Média
<b>Ensino Infantil (0 a 5 anos)</b>			
	Área Construída	46	1.587 m <sup>2</sup>
	Área Verde	46	1.383 m <sup>2</sup>
	Área Cobertura	46	1.444 m <sup>2</sup>
	Nº de Alunos	46	299 p
	Nº de Funcionários	46	120 p
	População Total	46	419 p
	Consumo Mensal	46	138 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo <i>per capita</i>	46	11 l/p/d
<b>Ensino Fundamental I (6 a 11 anos)</b>			
	Área Construída	69	2.190 m <sup>2</sup>
	Área Verde	69	990m <sup>2</sup>
	Área Cobertura	69	2.051 m <sup>2</sup>
	Nº de Alunos	69	421 p
	Nº de Funcionários	69	49 p
	População Total	69	470 p
	Consumo Mensal	69	191 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo <i>per capita</i>	69	13 l/p/d
<b>Ensino Fundamental II (10 a 15 anos)</b>			



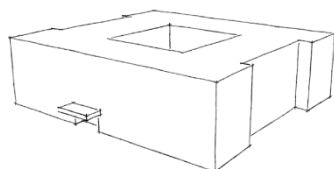
Área Construída	35	2.978 m <sup>2</sup>
Área Verde	35	1.240 m <sup>2</sup>
Área Cobertura	35	2.841 m <sup>2</sup>
Nº de Alunos	35	770 p
Nº de Funcionários	35	71 p
População Total	35	841 p
Consumo Mensal	35	250 m <sup>3</sup> /mês
Consumo <i>per capita</i>	35	10 l/p/d

#### Centro de Ensino Médio (14 a 18 anos)



Área Construída	29	4.223 m <sup>2</sup>
Área Verde	29	3.561 m <sup>2</sup>
Área Cobertura	29	4.732 m <sup>2</sup>
Nº de Alunos	29	1.545 p
Nº de Funcionários	29	126 p
População Total	29	1.671 p
Consumo Mensal	29	357 m <sup>3</sup> /mês
Consumo <i>per capita</i>	29	7 l/p/d

#### Ensino Superior - UnB



Área Construída	10	11.568 m <sup>2</sup>
Área Verde	10	1.493 m <sup>2</sup>
Área Cobertura	10	5.795 m <sup>2</sup>
Nº de Alunos	10	1.811 p
Nº de Funcionários	10	95 p
População Total	10	1.906 p
Consumo Mensal	10	991 m <sup>3</sup> /mês
Consumo <i>per capita</i>	10	17 l/p/d

### 3.4.1. Áreas

Os valores médios das áreas das escolas avaliadas são iguais a 3463,3 m<sup>2</sup> para a área de cobertura, 1.963,4 m<sup>2</sup> para a área verde e 2.151,2 m<sup>2</sup> para a área de piso. As instituições de ensino superior apresentaram áreas maiores do que as edificações escolares, com uma mínima de 2.430 m<sup>2</sup> e máxima de 32.287 m<sup>2</sup>. Observa-se na análise que a menor área de cobertura existente dentre as escolas avaliadas é de 523 m<sup>2</sup>, enquanto que para áreas verde e de piso os valores correspondem a 0 m<sup>2</sup> e 356 m<sup>2</sup>, respectivamente. As maiores áreas encontradas foram: 10.500 m<sup>2</sup>, 1.1914 m<sup>2</sup> e 8.015 m<sup>2</sup>, respectivamente, para área de cobertura, verde e piso. Nota-se que, no caso das áreas maiores, o tamanho dos jardins supera o de cobertura, mas deve-se ressaltar que nem todas as extensões de área verde foram consideradas como jardim, uma vez que não apresentavam paisagismo e manutenção constante.

### 3.4.2. População

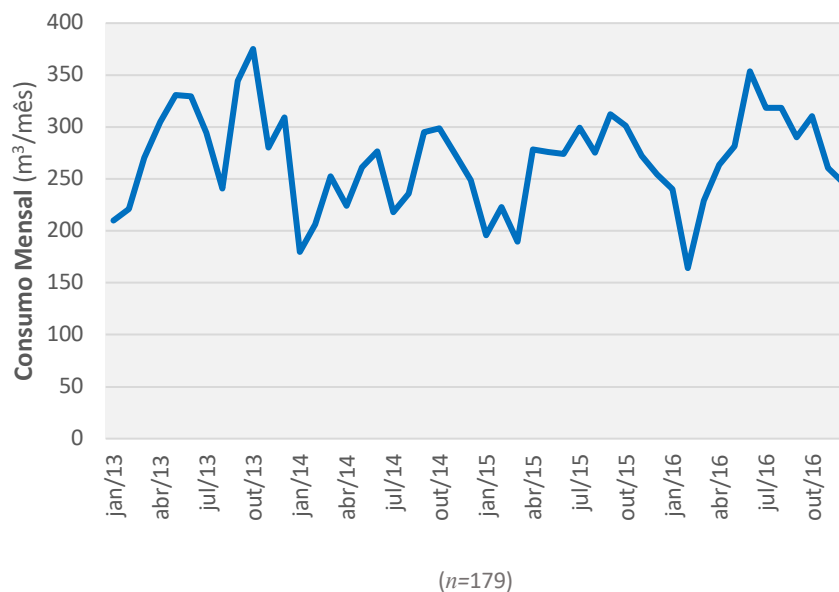
Outro fator fundamental para a análise do consumo de água é o número de usuários (funcionários e alunos). Observou-se que a população escolar é bem distribuída pelas tipologias existentes, com uma relação de 10,5 alunos por funcionário. Em geral, as escolas apresentam uma média de 95.393 alunos e 9.061 funcionários por tipologia escolar. Verificou-se uma pequena redução no número de alunos

do ensino infantil até o ensino médio, o que ocorre pelas desistências e/ou repetições no ensino. Em instituições de ensino superior, observou-se uma média mais elevada, de 1.811 alunos e uma relação maior, de 19 alunos por funcionários.

### 3.4.3. Consumo predial

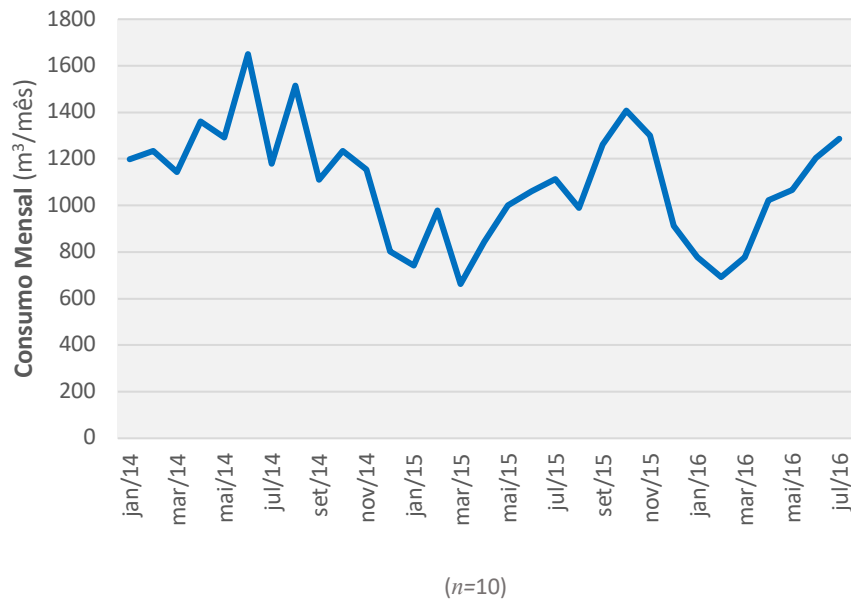
Com os dados históricos de consumo faturado pela CASEB entre os anos de 2013 a 2016, averiguou-se que o consumo médio das edificações escolares (infantil, fundamental e médio) foi de 2.809  $m^3/ano$ , enquanto que o consumo médio das edificações de ensino superior foi de 11.891  $m^3/ano$ . Essa diferença pode ser explicada pela grandeza das edificações, que possuem um número de usuários maior, com elevado número de alunos e funcionários.

**Figura 111.** *Evolução do consumo mensal médio em edificações escolares.*



A Figura 111 apresenta uma evolução do consumo mensal médio entre os anos de janeiro 2013 a dezembro 2016. Em geral, podemos observar uma relação entre o consumo de água e períodos letivos. Existem quedas no consumo predial nos períodos de férias escolares durante férias coletivas (natal e ano novo) e recesso (julho/agosto). O consumo predial em período de recesso escolar foi um pouco maior que das férias coletivas, pelo fato de que os professores dão continuidade às suas atividades nas escolas. Verifica-se uma queda no consumo predial a partir de outubro de 2015 a fevereiro de 2016 seguido de um elevado consumo nos períodos de julho e agosto. Isso se deve a uma greve de professores no período de dezembro 2015 a 2016, seguido de reposição de aulas nos meses de julho e agosto.

**Figura 112.** *Evolução do consumo mensal médio em edificações de ensino superior.*

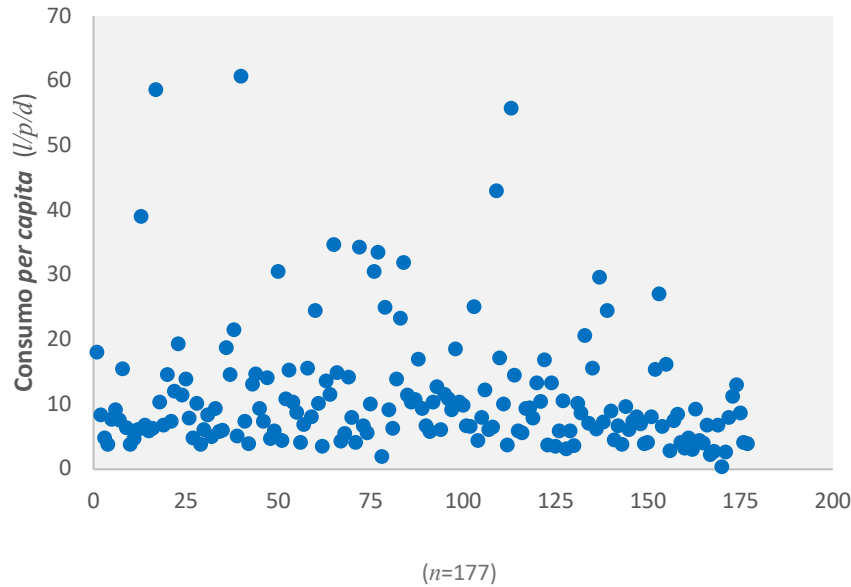


A Figura 112 demonstra a evolução do consumo predial de janeiro 2014 a julho 2016 nas edificações de ensino superior analisadas. De maneira geral, observou-se uma queda no padrão de consumo a partir do ano de 2015. Isso se deve a algumas ações da UnB em reduzir o desperdício de água no Campus Darcy Ribeiro. Em geral, as aulas do primeiro semestre letivo da UnB iniciam-se apenas em março. Podemos identificar nos padrões de consumo da instituição, uma queda na demanda por água nos meses de dezembro a março. Padrões de consumo também podem ser afetados por greves de servidores e professores.

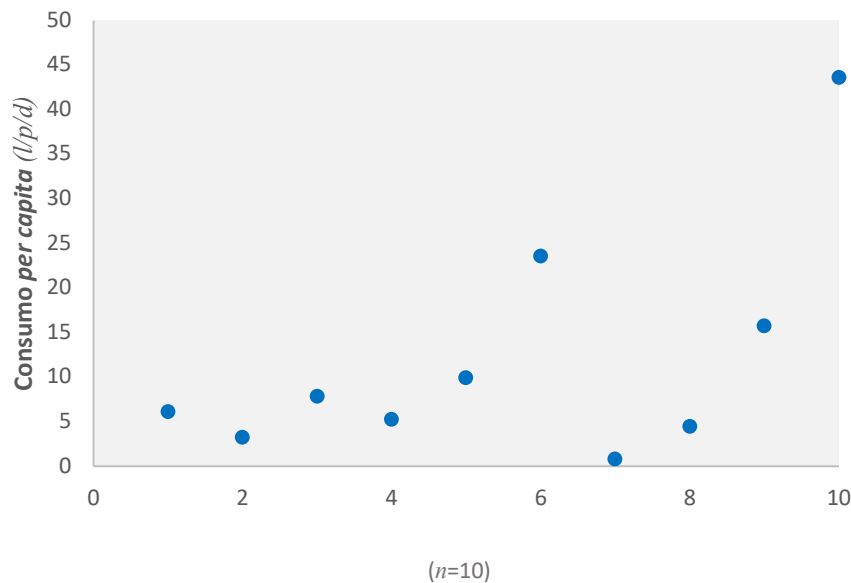
#### 3.4.4. Consumo *per capita*

Para estimar o indicador de consumo per capita em litros por pessoa por dia (*l/p/d*), foi considerado a população total de usuários (alunos e funcionários). Em média, as edificações escolares apresentaram um índice de consumo *per capita* de 11 *l/p/d*, variando entre 0,5 *l/p/d* e 61 *l/p/d*. O diagrama de dispersão do consumo *per capita* é apresentado na Figura 113. As edificações de ensino superior apresentaram uma média *per capita* de 17 *l/p/d*, variando entre 1 *l/p/d* e 44 *l/p/d*. Seu diagrama de dispersão do consumo *per capita* é apresentado na Figura 114.

**Figura 113.** Consumo *per capita* em edificações escolares.

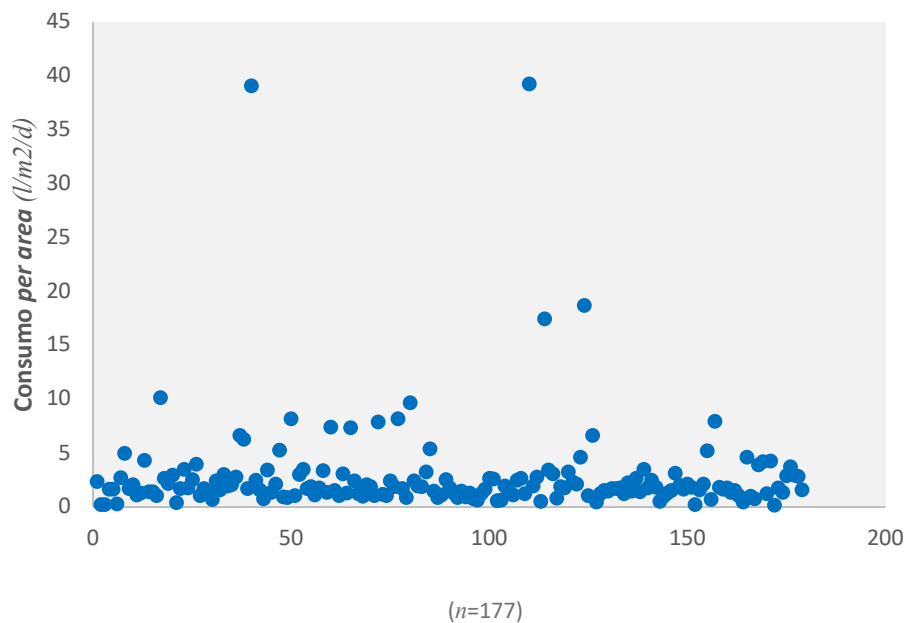
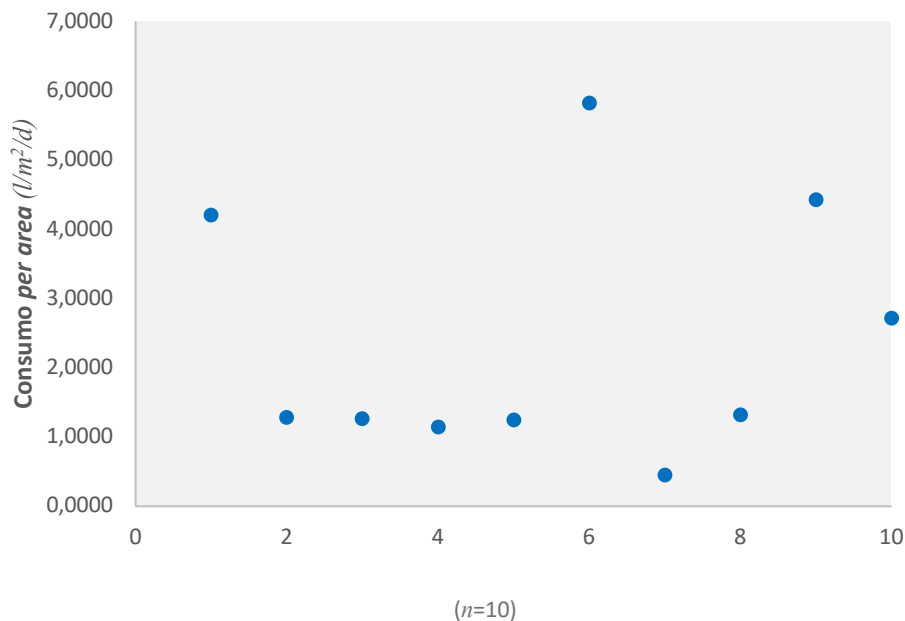


**Figura 114.** Consumo per capita em edificações de ensino superior.



### 3.4.5. Consumo per area

Outro parâmetro utilizado para comparar o desempenho do consumo de água foi litro por metro quadrado de área construída por dia ( $l/m^2/d$ ). Em média, o consumo *per area* em edificações escolares foi de  $2,3 l/m^2/d$ . A Figura 115 apresenta o consumo *per area* com valores variando entre  $0,2 l/m^2/d$  e  $4,2 l/m^2/d$ . O consumo *per area* médio para edificações de ensino superior foi de  $2,4 l/m^2/d$ . A Figura 115 apresenta o consumo *per area* com valores variando entre  $0,4 l/m^2/d$  e  $5,8 l/m^2/d$ .

**Figura 115.** *Consumo per area em edificações escolares.***Figura 116.** *Consumo per area em edificações de ensino superior.*

### 3.4.6. Usos-finais de água

Para a caracterização dos usos-finais de água, foram realizadas auditorias do consumo de água em edificações de ensino que possuíssem características similares às das tipologias estabelecidas para o Ensino Infantil (Centro de Ensino Infantil), Ensino Fundamental I (Escola Classe), Ensino Fundamental II e Ensino Médio (Centro Educacional) e Ensino Superior (UnB).

#### *Ensino Infantil*

Para a edificação de Ensino Infantil, foi realizado um estudo de caso no Centro de Ensino Infantil 01 (CEI 01) localizado na Região Administrativa de Brasília (Figura 117). O CEI 01 possui uma área construída total equivalente a  $1.764 \text{ m}^2$  para suas atividades administrativas (secretaria, direção e sala de professores), de creche (dois berçários e duas salas maternas), jardim de infância (oito salas de aula), refeitório (cozinha) e lavanderia (lavagem de roupas de cama e banho). Além de *playgrounds*



a escola conta com duas piscinas com área superficial de 11 e 48  $m^2$  e jardins com área verde de 375  $m^2$ . O CEI 01 conta com 18 crianças de 0 a 3 anos de idade, 124 crianças de 4 a 6 anos, 41 professores e 15 servidores (públicos e terceirizados).

**Figura 117.** Edificação de Ensino Infantil selecionada para estudo de caso (CEI 01).

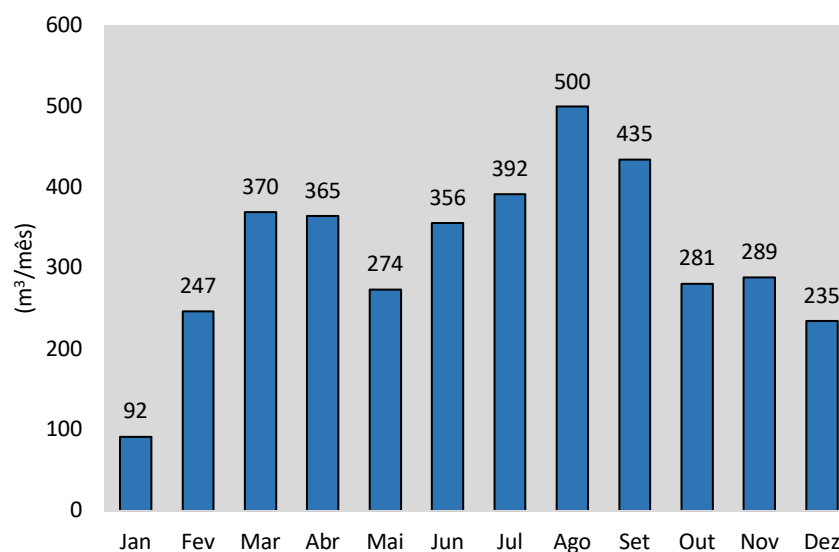


Fonte: Google Earth

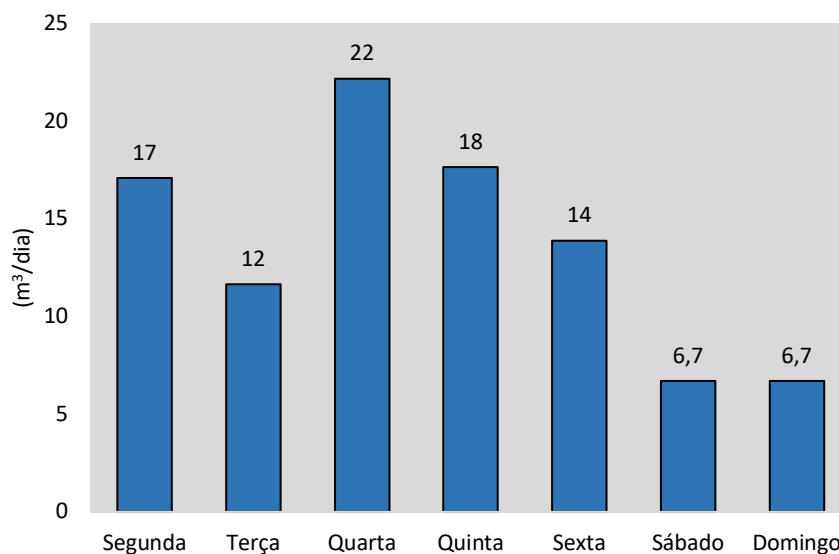
A edificação de Ensino Infantil apresentou um consumo predial equivalente a 3.836  $m^3$ /ano (média de 320  $m^3$ /mês), com um indicador per capita de 53  $l/p/d$  e indicador *per area* equivalente a 6  $l/m^2/d$ . Podemos observar na em seu histórico do consumo mensal (Figura 118), um índice de consumo predial reduzido no início do ano (janeiro) e no final do ano (outubro a dezembro) e um consumo elevado no período de agosto e setembro. No que se diz respeito ao consumo diário no final de semana, observou-se um consumo constante de 6,7  $m^3$  por dia, sendo que a escola permanece fechada, apenas com a presença de um vigia (

Figura 119). Foi identificado um vazamento significativo em uma das piscinas em função de um registro de gaveta com defeito, com uma perda estimada de aproximadamente 0,08  $l/s$ .

**Figura 118.** Consumo mensal do Centro de Ensino Infantil 01.





**Figura 119.** Consumo diário do Centro de Ensino Infantil 01.

**A Erro! Autoreferência de indicador não válida.** apresenta um resumo dos resultados obtidos durante a auditoria do consumo de água na escola. O principal consumo de água na escola vem do vazamento na piscina (36,0%), seguido pelo consumo dos funcionários (17,2%) e alunos (16,2%). A descarga sanitária representa 19,7% do consumo, enquanto o lavatório representa 10,5% e o chuveiro 8,8%. Demais usos incluem pia de cozinha (8,0%), piscina (7,1%) - sem incluir o vazamento, lavagem de pisos (3,9%), lavagem de roupas (2,6%), bebedouro (1,7%) e irrigação paisagística (1,6%).

**Tabela 106.** Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final de água.

Usos-Finais	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
<b>Creche</b>					<b>20,3 l/p/d</b>
Lavatório	0,05 l/s	19 s	61 n/d	75 l/d	4,1 l/p/d
Chuveiro	0,07 l/s	63 s	37 n/d	171 l/d	9,5 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	20 n/d	120 l/d	6,7 l/p/d
<b>Jardim de Infância</b>					<b>12,7 l/p/d</b>
Lavatório	0,07 l/s	17 s	379 n/d	489 l/d	3,9 l/p/d
Chuveiro	0,06 l/s	148 s	74 n/d	638 l/d	5,1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	54 n/d	449 l/d	3,6 l/p/d
<b>Professores</b>					<b>36,8 l/p/d</b>
Lavatório	0,08 l/s	13 s	229 n/d	274 l/d	6,7 l/p/d
Chuveiro	0,14 l/s	180 s	0,8 n/d	21 l/d	0,5 l/p/d
Descarga Sanitária	9 lpf	---	135 n/d	1215 l/d	29,6 l/p/d
<b>Funcionários</b>					<b>14,0 l/p/d</b>
Lavatório	0,04 l/s	7 s	25 n/d	7 l/d	0,6 l/p/d
Chuveiro	0,12 l/s	197 s	1 n/d	25 l/d	2,1 l/p/d
Descarga Sanitária	9 lpf	---	15 n/d	135 l/d	11,3 l/p/d
<b>Bebedouro</b>					<b>0,8 l/p/d</b>
Filtro	0,03 l/s	14 s	297 n/d	168 l/d	0,8 l/p/d
<b>Copa</b>					<b>0,8 l/p/d</b>
Pia de Cozinha	0,06 l/s	41 s	17 n/d	45 l/d	0,8 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>40,2 l/r/d</b>
Pia de Cozinha	0,07 l/s	111 s	95 n/d	728 l/d	0,9 l/r/d
Lavatório	0,10 l/s	11 s	106 n/d	118 l/d	39,3 l/p/d
<b>Refeitório</b>					
Lavatório	0,06 l/s	7 s	142 n/d	62 l/d	0,4 l/p/d
<b>Lavanderia</b>					<b>17,6 l/kg</b>
Máquina de Lavar Roupas	176 l/u	---	1 n/d	176 l/d	1,2 l/p/d
Tanque	0,06 l/s	30 s	45 n/d	81 l/d	0,6 l/p/d
<b>Lavagem de Pisos</b>					<b>0,6 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Tanque	0,09 l/s	43 s	50 n/d	195 l/d	0,15 l/m <sup>2</sup> /d
Torneira de Uso Geral	0,17 l/s	1.124 s	1 n/d	187 l/d	0,5 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Irrigação</b>					<b>2,2 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Jardim	0,17 l/s	900 s	1 n/d	153 l/d	2,2 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Piscina</b>					<b>11,6 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Registro de Gaveta	0,2 l/s	3.430 s	1 n/d	686 l/d	11,6 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Vazamento</b>					<b>3,8 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Registro Piscina	0,08 l/s	86.400 s	---	6.680 l/d	3,8 l/m <sup>2</sup> /d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

### Ensino Fundamental I

Para a edificação de Ensino Fundamental I foi realizado um estudo de caso Escola Classe 415 Norte (EC 415N) localizado na Região Administrativa de Brasília (Figura 120). A EC 415N possui uma área construída total equivalente a 1.800 m<sup>2</sup> para suas atividades administrativas (secretaria, direção e sala de professores), ensino fundamental (sete salas de aula), refeitório (cozinha) e biblioteca. A escola possui um playground e jardins 421 m<sup>2</sup>. A população total da escola consiste em 402 pessoas, composta por 371 alunos, 4 funcionários da limpeza, 3 merendeiras, 14 professores, 4 pedagogos, 4 vigias e 2 porteiros. A escola funciona em dois turnos: matutino e vespertino.

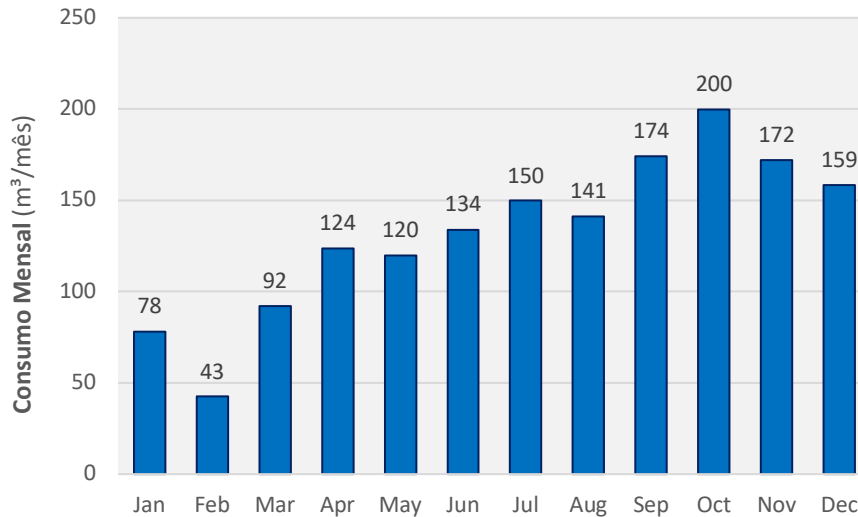
**Figura 120.** Edificação de Ensino Fundamental I selecionada para estudo de caso (EC 415N).



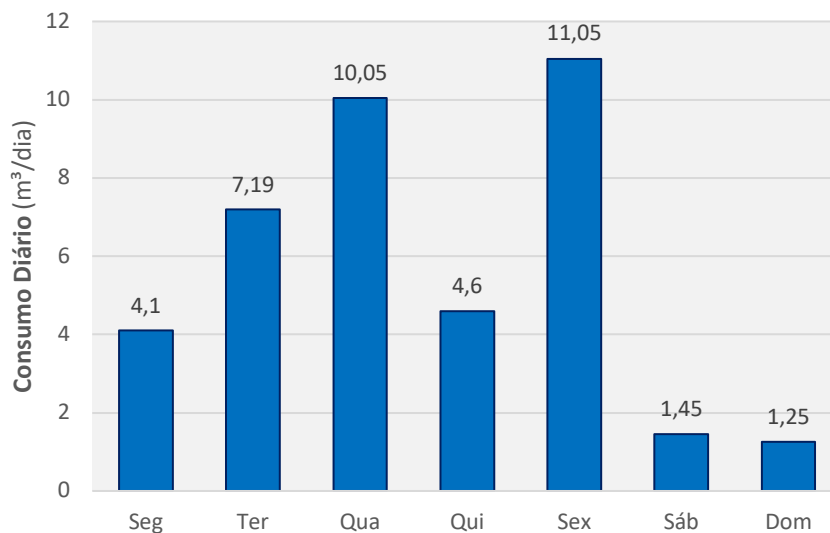
Fonte: Google Earth

A edificação de Ensino Fundamental I apresentou um consumo predial equivalente a  $1.680 \text{ m}^3/\text{ano}$  (média de  $140 \text{ m}^3/\text{mês}$ ), com um indicador per capita de  $11,4 \text{ l/p/d}$  e indicador *per area* equivalente a  $2,6 \text{ l/m}^2/\text{d}$ . Podemos observar na Figura 121 que, em geral, o consumo tende a crescer ao longo do ano. O baixo consumo no mês de fevereiro se deu pelo feriado de Carnaval. Esperava-se um menor consumo de água no período de férias coletivas e recesso do meio do ano, porém houveram obras de manutenção na edificação no mês de janeiro e de julho. Em relação ao consumo diário observou-se um pequeno consumo nos finais de semana (Figura 122). Isso deve ao fato da escola abrir para atividades externas à sociedade durante o período da manhã. Em geral os vazamentos são consertados na medida em que são detectados. Por isso a escola apresentou um baixo índice de perdas ( $0,15 \text{ l/dia}$ ). Muitos dos vazamentos ocorrem pelo fato dos aparelhos hidráulicos apresentarem desgaste pelo tempo de uso. Além disso, se mostram ultrapassados e de baixa eficiência.

**Figura 121.** Consumo mensal da Escola Classe 415N.



**Figura 122.** Consumo diário da Escola Classe 415N.



Como podemos observar na Tabela 107, o maior consumo foi nos bebedouros (24%), seguido da descarga sanitária (22%), pia de cozinha (22%) e lavatórios (20%). Limpeza dos ambientes, lavagem de pisos e irrigação contribuíram 12% do consumo predial. Com base nos dados coletados, constatou-se que apenas 1 em cada 5 alunos da escola davam descarga após uso do vaso sanitário e 1 em cada 2 alunos lavam as mãos após uso do banheiro. Um em cada cinco alunos deixava a torneira do lavatório parcialmente ou totalmente aberta, gerando desperdício. Percebeu-se ainda que as torneiras dos bebedouros eram utilizadas tanto para beber água quanto para lavar mãos e rosto e, em geral, somente metade dos alunos tinha o hábito de lavar as mãos nos lavatórios dos banheiros. O bebedouro composto por calha metálica e torneiras convencionais se mostrou inadequado para a sua função, pois se constatou que 1 em cada 4 alunos deixavam a torneira parcialmente ou totalmente aberta após o uso, além da alta vazão característica desse tipo de equipamento, resultando em desperdício.

**Tabela 107.** Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final.

Usos-Finais	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
-------------	-------	-------	-------	---------	-----------

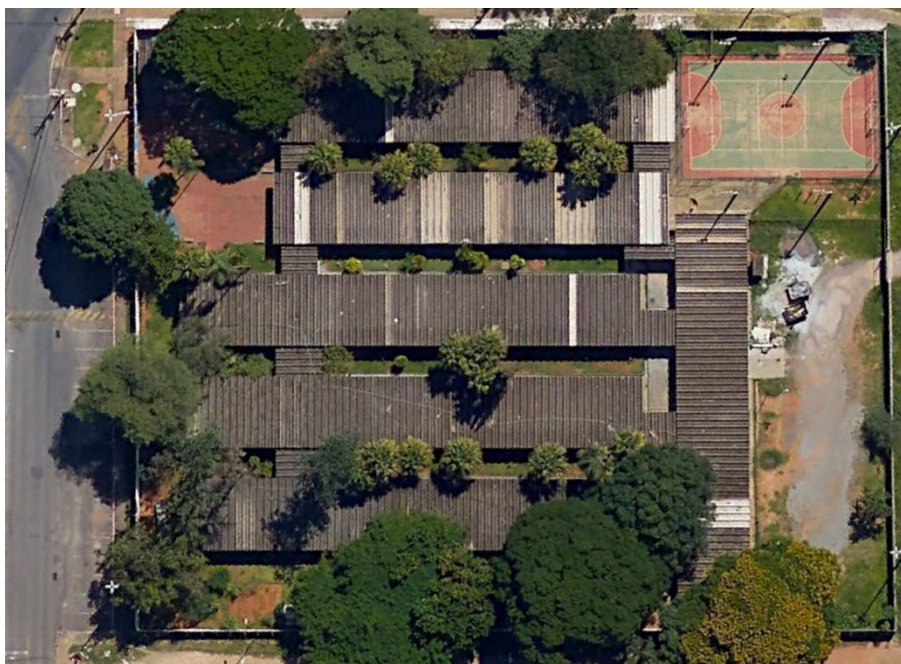
<b>Consumo Infantil</b>					<b>8,1 l/p/d</b>
Lavatório	0,15 l/s	12 s	183 n/d	329 l/d	1,6 l/p/d
Vaso Sanitário	6 lpf	---	69 n/d	414 l/d	2,5 l/p/d
Bebedouros	0,4 l/s	18 s	297 n/d	2.138 l/d	2,9 l/p/d
Lavatório Sala de Aula	0,13 l/s	8 s	371 n/d	386 l/d	1,1 l/p/d
<b>Consumo Adulto</b>					<b>11,1 l/p/d</b>
Lavatório	0,11 l/s	18 s	168 n/d	333 l/d	2,7 l/p/d
Vaso Sanitário	6 lpf	---	120 n/d	720 l/d	8,4 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>2,8 l/p/d</b>
Torneira de Cozinha	0,13 l/s	2.841 s	3 n/d	1.108 l/d	2,8 l/p/d
<b>Limpeza dos Banheiros</b>					<b>11,6 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneiras Lavatórios	0,15 l/s	706 s	1 n/d	106 l/d	11,6 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Lavagem de Pisos</b>					<b>1,3 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral	0,42 l/s	630 s	2 n/d	265 l/d	1,3 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Limpeza das Salas</b>					<b>0,04 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Uso Geral	0,42 l/s	262 s	1 n/d	110 l/d	0,04 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Irrigação</b>					<b>3,3 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de Jardim	0,31 l/s	4200 s	5 n/d	1.302 l/d	3,3 l/m <sup>2</sup> /d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

### Ensino Fundamental II e Ensino Médio

Um estudo de caso no Centro Educacional 04 do Guará (CED 04) foi realizado para servir de base para a caracterização dos usos finais para as tipologias de Ensino Fundamental II e Ensino Médio por abrigar alunos de 10 a 18 anos de idade (Figura 123). O CED 04 possui uma área construída total equivalente a 3.340 m<sup>2</sup> para suas atividades administrativas (secretaria, direção e sala de professores), ensino, refeitório (cozinha) e biblioteca. A escola possui *playground*, quadra poliesportiva e jardins 1.720 m<sup>2</sup>. A população total da escola consiste em 1.096 pessoas, composta por 999 alunos e 97 funcionários. A escola funciona em três turnos: matutino, vespertino e noturno.

**Figura 123.** Centro Educacional 04 do Guará.



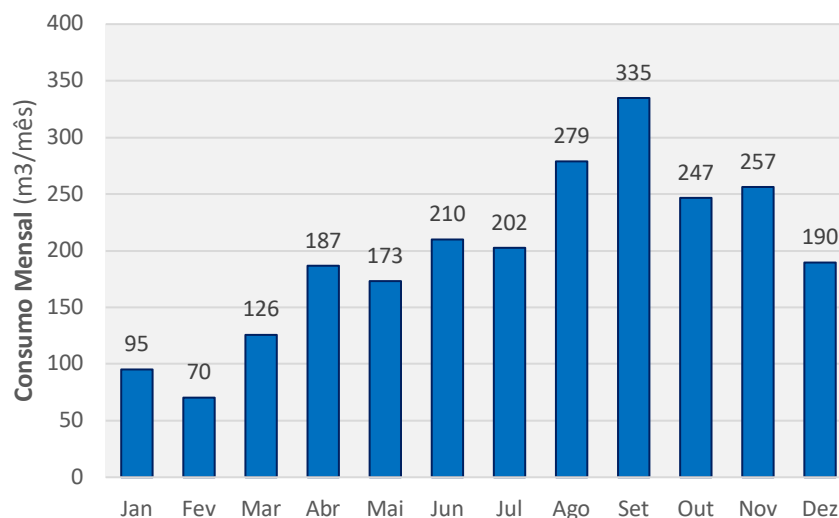
Fonte: Google Earth



O Centro Educacional 04 apresentou um consumo predial equivalente a  $2.370 \text{ m}^3/\text{ano}$  (média de  $197 \text{ m}^3/\text{mês}$ ), com um indicador per capita de  $2,2 \text{ l/p/d}$  e indicador *per area* equivalente a  $0,7 \text{ l/m}^2/\text{d}$ . Podemos observar na Figura 123 um baixo consumo de água no início do ano (de janeiro a março) seguido de um elevado consumo entre os meses de agosto a novembro. No que se diz respeito ao consumo diário, no final de semana, observou-se um consumo constante de  $1,9 \text{ m}^3$  por dia, sendo que a escola permanece fechada, apenas com a presença de um vigia (Figura 125). Durante o processo de vistoria hidráulica na escola, não foi identificado nenhum vazamento visível significativo. A hipótese é de um vazamento em tubulação enterrada próxima a uma árvore, pois durante o período de estiagem, o solo encontrava-se úmido (a raiz da árvore pode ter causado uma fissura na tubulação).

Como podemos observar na Tabela 108, o vazamento contribui significativamente no consumo da escola (28,8% do consumo total). Em segundo lugar, irrigação (25,1%), seguido pela descarga sanitária (20,3%) e pia de cozinha (17,7%). Os menores índices de uso-final de água foram nos processos de lavagem e limpeza (3,5%), lavatório (2,9%) e bebedouro (1,6%).

**Figura 124.** Consumo mensal do Centro Educacional 04.



**Figura 125.** Consumo diário do Centro Educacional 04.

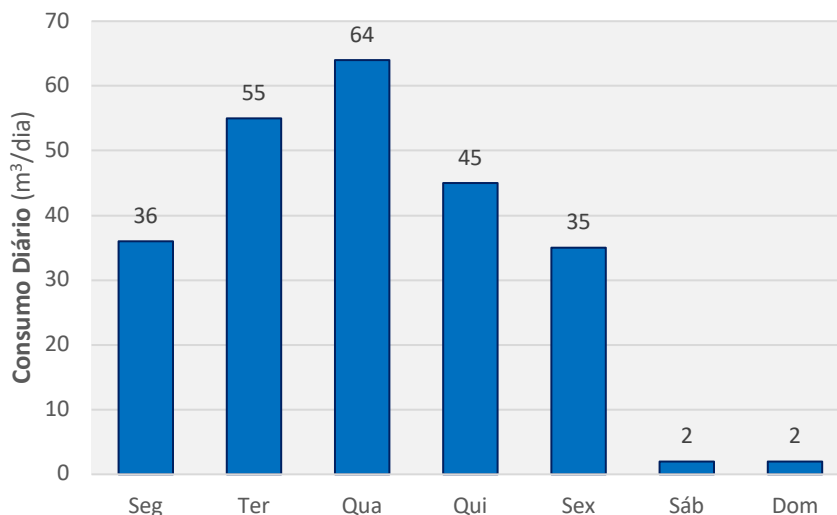


Tabela 108. Vazão, tempo, frequência, consumo e indicador por uso-final.

Usos-Finais	Vazão	Tempo	Freq.	Consumo	Indicador
<b>Alunos</b>					<b>1,2 l/p/d</b>
Lavatórios	0,07 l/s	7 s	309 n/d	80 l/d	0,2 l/p/d
Vasos Sanitários	6 lpf	---	174 n/d	522 l/d	1,0 l/p/d
<b>Professores e Funcionários</b>					<b>10,2 l/p/d</b>
Lavatórios	0,10 l/s	9 s	81 n/d	66 l/d	1,3 l/p/d
Vasos Sanitários	6 lpf	---	62 n/d	372 l/d	8,9 l/p/d
<b>Cozinha</b>					<b>1,6 l/p/d</b>
Pia - Preparo de Alimentos	0,13 l/s	1.300 s	3 n/d	411 l/d	1,2 l/p/d
Pia - Lavagem de Louças	0,10 l/s	2.309 s	3 n/d	131 l/d	0,4 l/p/d
<b>Bebedouro</b>					<b>0,5 l/p/d</b>
Torneiras Bebedouros	0,09 l/s	11 s	232 n/d	115 l/d	0,5 l/p/d
<b>Consumo Externo</b>					<b>1,07 l/m²/d</b>
Torneira de Uso Geral - Lavagem	0,34 l/s	3.600 s	1 n/d	1.226 l/d	0,8 l/m²/d
Torneira de Uso Geral - Limpeza	0,34 l/s	587 s	1 n/d	200 l/d	0,06 l/m²/d
Torneira Jardim - Irrigação	0,35 l/s	16.200 s	1 n/d	5.694 l/d	3,3 l/m²/d
<b>Perdas</b>					<b>0,6 l/m²/d</b>
Vazamentos	0,02 l/s	86.400 s	---	1.901	0,6 l/m²/d

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; s = segundo; n/d = número de vezes por dia de uso; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m²/d = litro por metro quadrado por dia*

### *Ensino Superior*

Para a tipologia voltada ao Ensino Superior, foi realizado um estudo de caso no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. O Campus Darcy Ribeiro, Brasília, possui cerca de 400 hectares e mais de 500.000  $m^2$  de área construída, abrigando mais de 40 edifícios, incluindo o tradicional Instituto Central de Ciências (ICC), a Reitoria, Biblioteca, Restaurante Universitário, entre outros. Para fins deste estudo, foram selecionadas 10 edificações de ensino superior de forma que abrangesse diferentes épocas construtivas, dos prédios mais antigos, inaugurados junto com o Campus em 1962, até edifícios concluídos recentemente. A Tabela 109 apresenta dados dos edifícios estudados: nome, sigla, área construída e população estimada. O Instituto Central de Ciências é dividido em três alas (sul, centro e norte), este estudo abrangeu as alas norte e sul. A população apresentada na tabela refere-se à população estimada total do prédio.

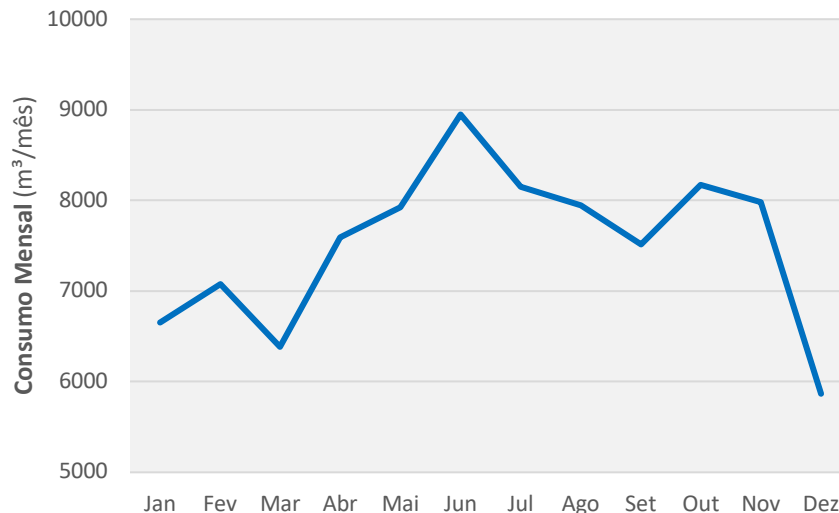
**Tabela 109.** *Edificações de ensino superior analisadas no Campus Darcy Ribeiro - UnB.*

<b>Edifício</b>	<b>Sigla</b>	<b>Área</b>	<b>População</b>
Bloco de Salas de Aula Sul	BSAS	7360,38 $m^2$	1.683 <i>p</i>
Faculdade de Direito	FD	5744,93 $m^2$	1.297 <i>p</i>
Faculdade de Educação 5	FE5	2430,59 $m^2$	389 <i>p</i>
Faculdade de Tecnologia	FT	13583,65 $m^2$	2.948 <i>p</i>
Instituto de Biologia	IB	22076,85 $m^2$	1.462 <i>p</i>
Instituto Central de Ciências (Norte)	ICC-Norte	32287,83 $m^2$	8.984 <i>p</i>
Instituto Central de Ciências (Sul)	ICC-Sul	32287,83 $m^2$	8.984 <i>p</i>
Serviços Gerais 1/Instituto de Artes	SG1	2746,57 $m^2$	284 <i>p</i>
Inst.de Ciências Pol./Inst. de Rel. Int.	IPOL-IREL	5413,95 $m^2$	928 <i>p</i>
Pavilhão João Calmon	PJC	2925,68 $m^2$	818 <i>p</i>
Serviços Gerais 12	SG12	5469,99 $m^2$	225 <i>p</i>

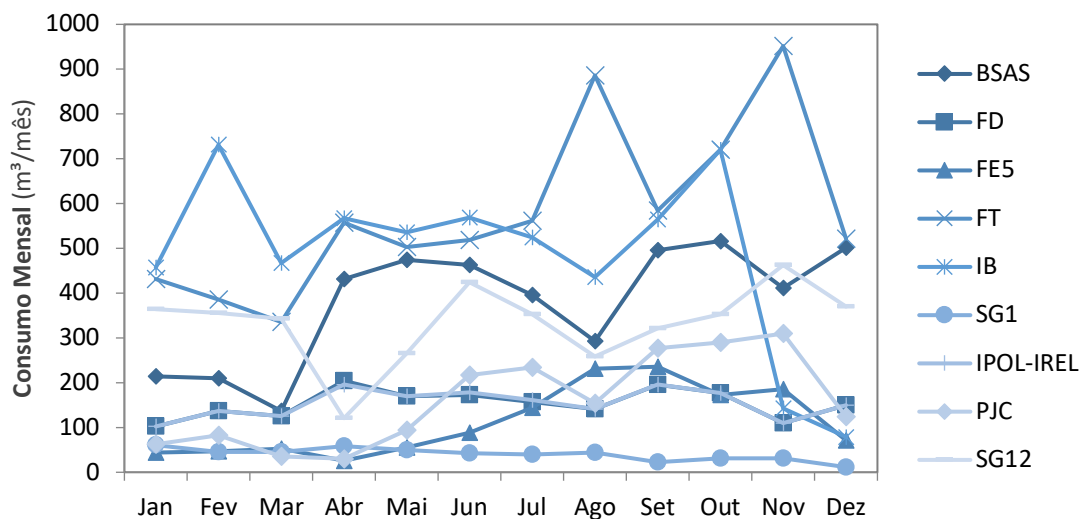
No que se refere ao consumo de água faturado, observou-se que há uma tendência de redução das medições para os meses de março e dezembro, e entre os meses de junho e agosto na maioria dos edifícios estudados. Isso pode ser explicado, em parte, pelo início das férias dos alunos. A Figura 126 e a Figura 127 apresenta o consumo de água mensal das edificações de ensino superior analisadas.

**Figura 126.** *Consumo mensal médio do ICC.*





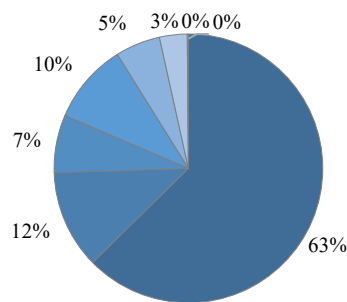
**Figura 127.** Consumo mensal médio do BSAS, FD, FE5, FT, IB, SG1, IPOL/IREL e PJC.



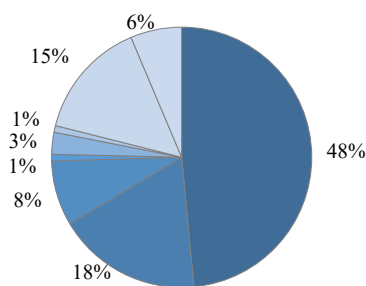
Os Quadros 1 a 10 mostram o consumo médio anual e mensal, consumo per capita e per área, e o cálculo dos indicadores de consumo, dos fatores de correção, das discrepâncias, da demanda estimada e corrigida. Os indicadores de consumo de descargas sanitárias e de lavatórios fora calculados com base na frequência de uso média respondida pelos entrevistados e pela vazão média das bacias sanitárias e das torneiras inspecionadas de cada edifício. Em cada quadro,  $I_{est}$  é o indicador de consumo para determinado uso-final de água,  $D_{est}$  é a demanda estimada do respectivo uso-final, enquanto  $I_{cor}$  e  $D_{cor}$  são os índices e demandas corrigidos. Para maioria dos edifícios estudados, o uso-final de água em descargas sanitárias é o uso de maior demanda, com exceção do IPOL/IREL, cujo uso-final mais expressivo foi o uso em lavatórios, e o SG12 cujo vazamento representou 51% da demanda de água.

**Quadro 1. Indicadores de Consumo BSAS.**

<b>Bloco de Salas de Aula Sul (BSAS)</b>				
Consumo Anual	4.542 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	12.443 l/d			
Consumo Per Capita	7,39 l/p/d			
Consumo Per Area	1,69 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	36.162 l/d			
Consumo Faturado	1.2443 l/d			
Fator de Correção	0,34			
Discrepância	65,59%			
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>I<sub>est</sub></b>	<b>D<sub>est</sub></b>	<b>I<sub>cor</sub></b>	<b>D<sub>cor</sub></b>
Descarga Sanitária	13,46 l/p/d	22653,18 l/d	4,63 l/p/d	7794,61 l/d
Lavatório	2,54 l/p/d	4282,40 l/d	0,88 l/p/d	1473,51 l/d
Bebedouro	1,49 l/p/d	2513,57 l/d	0,51 l/p/d	864,88 l/d
Lavagem Tipo 1	1,05 l/m <sup>2</sup> /d	3504,88 l/d	0,36 l/m <sup>2</sup> /d	1205,97 l/d
Lavagem Tipo 2	0,90 l/m <sup>2</sup> /d	1953,55 l/d	0,31 l/m <sup>2</sup> /d	672,19 l/d
Lavagem Tipo 3	6,02 l/m <sup>2</sup> /d	1204,82 l/d	2,07 l/m <sup>2</sup> /d	414,56 l/d
Torneira de Jardim	0,72 l/m <sup>2</sup> /d	50,00 l/d	0,25 l/m <sup>2</sup> /d	17,20 l/d
Vazamento	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0,00 l/d	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0,00 l/d

**Quadro 2. Indicadores de Consumo FD.**

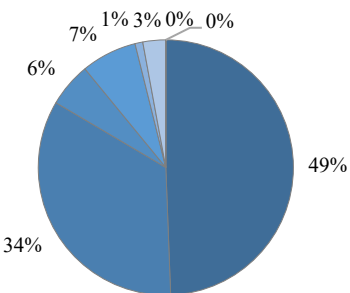
<b>Faculdade de Direito (FD)</b>				
Consumo Anual	1842,67 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	5048,40 l/d			
Consumo Per Capita	3,89 l/p/d			
Consumo Per Area	0,88 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	18338,44 l/d			
Consumo Faturado	5048,40 l/d			
Fator de Correção	0,28			
Discrepância	72,47%			
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>I<sub>est</sub></b>	<b>D<sub>est</sub></b>	<b>I<sub>cor</sub></b>	<b>D<sub>cor</sub></b>
Descarga Sanitária	6,86 l/p/d	8894 l/d	1,89 l/p/d	2448 l/d
Lavatório	2,54 l/p/d	3293 l/d	0,70 l/p/d	907 l/d
Bebedouro	1,14 l/p/d	1482 l/d	0,31 l/p/d	408 l/d
Lavagem Tipo 1	0,09 l/m <sup>2</sup> /d	151 l/d	0,03 l/m <sup>2</sup> /d	42 l/d
Lavagem Tipo 2	0,21 l/m <sup>2</sup> /d	500 l/d	0,06 l/m <sup>2</sup> /d	138 l/d
Lavagem Tipo 3	1,07 l/m <sup>2</sup> /d	151 l/d	0,29 l/m <sup>2</sup> /d	42 l/d
Torneira de Jardim	4,28 l/m <sup>2</sup> /d	2700 l/d	1,18 l/m <sup>2</sup> /d	743 l/d
Vazamento	0,20 l/m <sup>2</sup> /d	1167 l/d	0,06 l/m <sup>2</sup> /d	321 l/d





**Quadro 3. Indicadores de Consumo FE 5.**

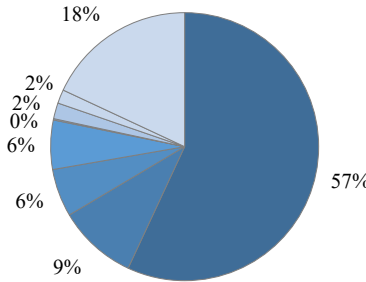
<b>Faculdade de Educação 5 (FE 5)</b>	
Consumo Anual	1.351 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	3.703 l/d
Consumo <i>per capita</i>	9,6 l/p/d
Consumo <i>per area</i>	1,5 l/m <sup>2</sup> /d
Consumo Estimado	10.126 l/d
Consumo Faturado	3.703 l/d
Fator de Correção	0,37
Discrepância	63,44%



<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>Iest</b>	<b>Dest</b>	<b>Icor</b>	<b>Dcor</b>
Descarga Sanitária	12,93 l/p/d	5002 l/d	4,73 l/p/d	1829 l/d
Lavatório	8,92 l/p/d	3450 l/d	3,26 l/p/d	1262 l/d
Bebedouro	1,46 l/p/d	566 l/d	0,54 l/p/d	207 l/d
Lavagem Tipo 1	0,85 l/m <sup>2</sup> /d	714 l/d	0,31 l/m <sup>2</sup> /d	261 l/d
Lavagem Tipo 2	0,22 l/m <sup>2</sup> /d	100 l/d	0,08 l/m <sup>2</sup> /d	37 l/d
Lavagem Tipo 3	4,82 l/m <sup>2</sup> /d	293 l/d	1,76 l/m <sup>2</sup> /d	107 l/d
Torneira de Jardim	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d
Vazamento	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d

**Quadro 4. Indicadores de Consumo FT.**

<b>Faculdade de Tecnologia (FT)</b>	
Consumo Anual	6.956 m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	19056,16 l/d
Consumo Per Capita	6,46 l/p/d
Consumo Per Area	1,40 l/m <sup>2</sup> /d
Consumo Estimado	70046,03 l/d
Consumo Faturado	19056,16 l/d
Fator de Correção	0,27
Discrepância	72,79%



<b>Uso-Finais de Água</b>	<b>Iest</b>	<b>Dest</b>	<b>Icor</b>	<b>Dcor</b>
Descarga Sanitária	13,51 l/p/d	39876 l/d	3,68 l/p/d	10848 l/d
Lavatório	2,27 l/p/d	6696 l/d	0,62 l/p/d	1822 l/d
Bebedouro	1,37 l/p/d	4047 l/d	0,37 l/p/d	1101 l/d
Lavagem Tipo 1	0,41 l/m <sup>2</sup> /d	4156 l/d	0,11 l/m <sup>2</sup> /d	1131 l/d
Lavagem Tipo 2	0,10 l/m <sup>2</sup> /d	111 l/d	0,03 l/m <sup>2</sup> /d	30 l/d
Lavagem Tipo 3	2,88 l/m <sup>2</sup> /d	1343 l/d	0,78 l/m <sup>2</sup> /d	365 l/d
Torneira de Jardim	0,39 l/m <sup>2</sup> /d	1166 l/d	0,11 l/m <sup>2</sup> /d	317 l/d
Vazamento	0,93 l/m <sup>2</sup> /d	12650 l/d	0,25 l/m <sup>2</sup> /d	3441 l/d



**Quadro 5. Indicadores de Consumo IB**

<b>Instituto de Biologia (IB)</b>				
Consumo Anual	5792,00 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	15868,49 l/d			
Consumo Per Capita	10,85 l/p/d			
Consumo Per Area	0,72 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	55861,26 l/d			
Consumo Faturado	15868,49 l/d			
Fator de Correção	0,28			
Discrepância	71,59%			

<b>Usos-Finais de Água</b>				
	I <sub>est</sub>	D <sub>est</sub>	I <sub>cor</sub>	D <sub>cor</sub>
Descarga Sanitária	10,80 l/p/d	15790 l/d	3,07 l/p/d	4485 l/d
Lavatório	8,10 l/p/d	11840 l/d	2,30 l/p/d	3363 l/d
Bebedouro	1,28 l/p/d	1875 l/d	0,36 l/p/d	533 l/d
Lavagem Tipo 1	0,63 l/m <sup>2</sup> /d	8149 l/d	0,18 l/m <sup>2</sup> /d	2315 l/d
Lavagem Tipo 2	0,16 l/m <sup>2</sup> /d	1024 l/d	0,05 l/m <sup>2</sup> /d	291 l/d
Lavagem Tipo 3	0,90 l/m <sup>2</sup> /d	584 l/d	0,26 l/m <sup>2</sup> /d	166 l/d
Torneira de Jardim	2,43 l/m <sup>2</sup> /d	3600 l/d	0,69 l/m <sup>2</sup> /d	1023 l/d
Vazamento	0,59 l/m <sup>2</sup> /d	13000 l/d	0,17 l/m <sup>2</sup> /d	3693 l/d

**Quadro 6. Indicadores de Consumo ICC.**

<b>Instituto Central de Ciências (ICC)</b>				
Consumo Anual	90204,08 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	247134,47 l/d			
Consumo Per Capita	27,51 l/p/d			
Consumo Per Area	3,83 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	445600,70 l/d			
Consumo Faturado	247134,47 l/d			
Fator de Correção	0,55			
Discrepância	44,54%			

<b>Usos-Finais de Água</b>				
	I <sub>est</sub>	D <sub>est</sub>	I <sub>cor</sub>	D <sub>cor</sub>
Descarga Sanitária	22,26 l/p/d	199985 l/d	12,35 l/p/d	110914 l/d
Lavatório	4,06 l/p/d	36472 l/d	2,25 l/p/d	20228 l/d
Bebedouro	8,17 l/p/d	73442 l/d	4,53 l/p/d	40732 l/d
Lavagem Tipo 1	0,22 l/m <sup>2</sup> /d	10506 l/d	0,12 l/m <sup>2</sup> /d	5827 l/d
Lavagem Tipo 2	0,22 l/m <sup>2</sup> /d	2555 l/d	0,12 l/m <sup>2</sup> /d	1417 l/d
Lavagem Tipo 3	0,35 l/m <sup>2</sup> /d	359 l/d	0,19 l/m <sup>2</sup> /d	199 l/d
Torneira de Jardim	0,96 l/m <sup>2</sup> /d	6374 l/d	0,54 l/m <sup>2</sup> /d	3535 l/d
Vazamento	1,79 l/m <sup>2</sup> /d	115908 l/d	1,00 l/m <sup>2</sup> /d	64284 l/d

Quadro 7. Indicadores de Consumo SG 1.

Instituto de Artes (IDA/SG 1)				
Consumo Anual	481,00 $m^3/ano$			
Consumo Diário	1317,81 $l/d$			
Consumo Per Capita	4,64 $l/p/d$			
Consumo Per Area	0,48 $l/m^2/d$			
Consumo Estimado	9463,70 $l/d$			
Consumo Faturado	1317,81 $l/d$			
Fator de Correção	0,14			
Discrepância	86,08%			

Usos-Finais de Água				
	I <sub>est</sub>	D <sub>est</sub>	I <sub>cor</sub>	D <sub>cor</sub>
Descarga Sanitária	13,03 $l/p/d$	3701 $l/d$	1,81 $l/p/d$	515 $l/d$
Lavatório	1,24 $l/p/d$	35 $l/d$	0,17 $l/p/d$	49 $l/d$
Bebedouro	1,59 $l/p/d$	451 $l/d$	0,22 $l/p/d$	63 $l/d$
Lavagem Tipo 1	0,58 $l/m^2/d$	813 $l/d$	0,08 $l/m^2/d$	113 $l/d$
Lavagem Tipo 2	0,08 $l/m^2/d$	20 $l/d$	0,01 $l/m^2/d$	3 $l/d$
Lavagem Tipo 3	4,54 $l/m^2/d$	334 $l/d$	0,63 $l/m^2/d$	47 $l/d$
Torneira de Jardim	5,63 $l/m^2/d$	3600 $l/d$	0,78 $l/m^2/d$	501 $l/d$
Vazamento	0,07 $l/m^2/d$	192 $l/d$	0,01 $l/m^2/d$	27 $l/d$

Quadro 8. Indicadores de Consumo IPOL-IREL.

Instituto de Ciências Políticas – Instituto de Relações Internacionais (IPOL-IREL)				
Consumo Anual	1844,50 $m^3/ano$			
Consumo Diário	5053,42 $l/d$			
Consumo Per Capita	5,45 $l/p/d$			
Consumo Per Area	0,93 $l/m^2/d$			
Consumo Estimado	41896,56 $l/d$			
Consumo Faturado	5053,42 $l/d$			
Fator de Correção	0,12			
Discrepância	87,94%			

Usos-Finais de Água				
	I <sub>est</sub>	D <sub>est</sub>	I <sub>cor</sub>	D <sub>cor</sub>
Descarga Sanitária	13,25 $l/p/d$	12294 $l/d$	1,60 $l/p/d$	1483 $l/d$
Lavatório	19,91 $l/p/d$	18475 $l/d$	2,40 $l/p/d$	2228 $l/d$
Bebedouro	3,85 $l/p/d$	3574 $l/d$	0,46 $l/p/d$	431 $l/d$
Lavagem Tipo 1	0,79 $l/m^2/d$	1301 $l/d$	0,09 $l/m^2/d$	157 $l/d$
Lavagem Tipo 2	0,21 $l/m^2/d$	315 $l/d$	0,03 $l/m^2/d$	38 $l/d$
Lavagem Tipo 3	2,31 $l/m^2/d$	354 $l/d$	0,28 $l/m^2/d$	43 $l/d$
Torneira de Jardim	6,73 $l/m^2/d$	5367 $l/d$	0,81 $l/m^2/d$	647 $l/d$
Vazamento	0,04 $l/m^2/d$	216 $l/d$	0,00 $l/m^2/d$	26 $l/d$

**Quadro 9. Indicadores de Consumo PJC.**

<b>Pavilhão João Calmon (PJC)</b>				
Consumo Anual	1909,53 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	5231,58 l/d			
Consumo Per Capita	6,40 l/p/d			
Consumo Per Area	1,79 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	14162,88 l/d			
Consumo Faturado	5231,58 l/d			
Fator de Correção	0,37			
Discrepância	63,06%			
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>I<sub>est</sub></b>	<b>D<sub>est</sub></b>	<b>I<sub>cor</sub></b>	<b>D<sub>cor</sub></b>
Descarga Sanitária	11,79 l/p/d	9647 l/d	4,36 l/p/d	3563 l/d
Lavatório	3,46 l/p/d	2827 l/d	1,28 l/p/d	1044 l/d
Bebedouro	0,80 l/p/d	658 l/d	0,30 l/p/d	243 l/d
Lavagem Tipo 1	0,23 l/m <sup>2</sup> /d	441 l/d	0,08 l/m <sup>2</sup> /d	163 l/d
Lavagem Tipo 2	0,23 l/m <sup>2</sup> /d	135 l/d	0,08 l/m <sup>2</sup> /d	50 l/d
Lavagem Tipo 3	1,80 l/m <sup>2</sup> /d	240 l/d	0,66 l/m <sup>2</sup> /d	89 l/d
Torneira de Jardim	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d	0,00 l/m <sup>2</sup> /d	0 l/d
Vazamento	0,07 l/m <sup>2</sup> /d	216 l/d	0,03 l/m <sup>2</sup> /d	80 l/d

**Quadro 10. Indicadores de Consumo SG 12.**

<b>Serviços Gerais 12 (SG 12)</b>				
Consumo Anual	3992,50 m <sup>3</sup> /ano			
Consumo Diário	10938,36 l/d			
Consumo Per Capita	48,61 l/p/d			
Consumo Per Area	2,00 l/m <sup>2</sup> /d			
Consumo Estimado	15717,30 l/d			
Consumo Faturado	10938,36 l/d			
Fator de Correção	0,70			
Discrepância	30,41%			
<b>Usos-Finais de Água</b>	<b>I<sub>est</sub></b>	<b>D<sub>est</sub></b>	<b>I<sub>cor</sub></b>	<b>D<sub>cor</sub></b>
Descarga Sanitária	21,11 l/p/d	4749 l/d	14,69 l/p/d	3305 l/d
Lavatório	3,42 l/p/d	770 l/d	2,38 l/p/d	536 l/d
Bebedouro	1,18 l/p/d	266 l/d	0,82 l/p/d	185 l/d
Lavagem Tipo 1	0,02 l/m <sup>2</sup> /d	100 l/d	0,02 l/m <sup>2</sup> /d	70 l/d
Lavagem Tipo 2	0,06 l/m <sup>2</sup> /d	50 l/d	0,04 l/m <sup>2</sup> /d	35 l/d
Lavagem Tipo 3	1,67 l/m <sup>2</sup> /d	169 l/d	1,16 l/m <sup>2</sup> /d	117 l/d
Torneira de Jardim	0,96 l/m <sup>2</sup> /d	1620 l/d	0,67 l/m <sup>2</sup> /d	1127 l/d
Vazamento	1,46 l/m <sup>2</sup> /d	7994 l/d	1,02 l/m <sup>2</sup> /d	5563 l/d



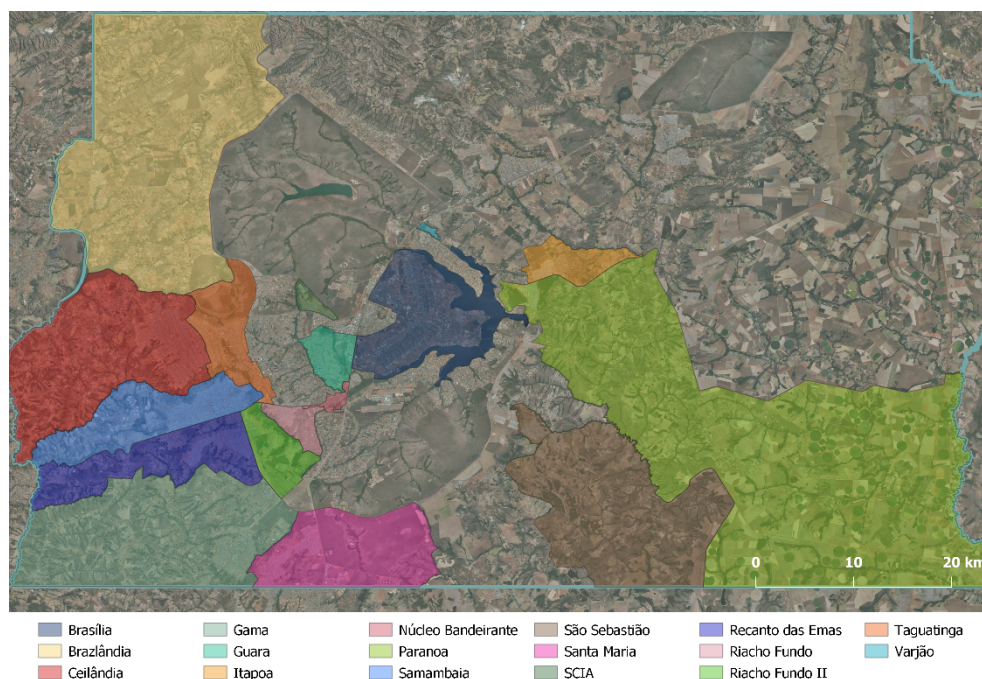
### 3.5. Edificações de Saúde

Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) caracteriza-se como qualquer edificação e/ou unidade destinada à prestação de assistência à saúde à população, que demande o acesso de pacientes, em regime de internação ou não, qualquer que seja o seu nível de complexidade (BRASIL, 2002).

No Distrito Federal, as principais tipologias de EAS são Unidades Básicas de saúde (UBS), Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e Hospitais. Essas edificações estão distribuídas por todas as 31 (trinta e uma) regiões administrativas, divididas em 7 (sete) Regiões de Saúde (Centro sul, Centro Norte, Oeste, Sudoeste, Norte, Leste e Sul), que atendem desde as necessidades em atenção primária até as de maior complexidade (BRASIL, 2016).

As UBS's estão distribuídas por todas as regiões administrativas: RA I – Brasília, RA II – Gama, RA III – Taguatinga, RA IV – Brazlândia, RA V – Sobradinho, RA VI – Planaltina, RA VII – Paranoá, RA VIII – Núcleo Bandeirante, RA IX – Ceilândia, RA X – Guará, RA XI – Cruzeiro, RA XII – Samambaia, RA XIII – Santa Maria, RA XIV – São Sebastião, RA XV – Recanto das Emas, RA XVI – Lago Sul, RA XVII – Riacho Fundo, RA XVIII – Lago Norte, RA XIX – Candangolândia, RA XX – Águas Claras, RA XXI – Riacho Fundo II, RA XXII – Sudoeste/Octogonal, RA XXIII – Varjão, RA XXIV – Park Way, RA XXV – SCIA (*Setor Complementar de Indústria e Abastecimento - "Cidade Estrutural" e "Cidade do Automóvel"*), RA XXVI – Sobradinho II, RA XXVII – Jardim Botânico, RA XXVIII – Itapoã, RA XXIX - SIA (*Setor de Indústria e Abastecimento*), RA XXX – Vicente Pires, RA XXXI – FERCAL; as UPA's estão presentes nas regiões: RA IX – Ceilândia, RA XII – Samambaia, RA VIII – Núcleo Bandeirante, RA XIV – São Sebastião, RA XV – Recanto das Emas e RA V – Sobradinho; e os Hospitais encontram-se em: RA I – Brasília, RA II – Gama, RA XIII – Santa Maria, RA III – Taguatinga, RA IX – Ceilândia, RA XII – Samambaia, RA X – Guará, RA IV – Brazlândia, RA V – Sobradinho, RA VI – Planaltina e RA VII – Paranoá (MINSAUDE, 2017). As regiões selecionadas para a coleta de dados estão representadas na Figura 128.

**Figura 128:** Regiões Administrativas selecionadas para coleta de dados.



Fonte: Adaptado do Geoportal - SEGETH

Como conceituação, UBS caracteriza-se por uma unidade para realização de atendimentos de atenção básica e integral a uma população, de forma programada ou não, nas especialidades básicas, além de poder oferecer assistência odontológica e de outros profissionais de nível superior (MINSAUDE, 2018). UPA é o estabelecimento de saúde de complexidade intermediária entre as Unidades Básicas de Saúde e a Rede Hospitalar, devendo com estas compor uma rede organizada de atenção às urgências, e deve prestar atendimento resolutivo e qualificado aos pacientes acometidos por quadros agudos ou agudizados de natureza clínica e prestar primeiro atendimento aos casos de natureza cirúrgica ou de trauma, estabilizando os pacientes e realizando a investigação diagnóstica inicial, definindo, em todos os casos, a necessidade ou não, de encaminhamento a serviços hospitalares de maior complexidade (GDF, 2017). Hospital é parte integrante de uma organização médica e social, cuja função básica consiste em proporcionar à população assistência médica integral, curativa e preventiva, sob quaisquer regimes de atendimento, inclusive o domiciliar (BRASIL, 1977).

De acordo com a PORTARIA SES/DF N° 77, de 14 de fevereiro de 2017, as UBS's são classificadas em:

- Unidade Básica de Saúde tipo 1 (UBS 1): unidades com uma a três equipes de Saúde da Família;
- Unidade Básica de Saúde tipo 2 (UBS 2): unidades com mais de três equipes de Saúde da Família;
- Unidade Básica de Saúde Rural (UBS Rural): unidades localizadas em território classificado pelo Plano de Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT) como rural;
- Unidade Básica de Práticas Integrativas e Promoção da Saúde (UBS PIS): São unidades voltadas para a atenção, ensino, pesquisa e matriciamento em PIS;
- Unidade Básica de Saúde Escola (UBS ESCOLA): são unidades voltadas para a atenção à saúde, ensino, pesquisa e preceptoria para estudantes de acordo com regulamentação específica;
- Unidade Básica de Saúde Prisional (UBS Prisional) - São UBS que desenvolvem atividades de acordo com a Política Nacional de Atenção Integral à Saúde das Pessoas Privadas de Liberdade no Sistema Prisional, em parceria com a Secretaria de Estado de Segurança Pública e da Paz Social do Distrito Federal.

As UPA's são caracterizadas em função do porte, conforme (MINSAUDE, 2018):

- Porte I: tem o mínimo de 7 leitos de observação. Capacidade de atendimento médio de 150 pacientes por dia. População na área de abrangência de 50 mil a 100 mil habitantes.
- Porte II: tem o mínimo de 11 leitos de observação. Capacidade de atendimento médio de 250 pacientes por dia. População na área de abrangência de 100 mil a 200 mil habitantes.
- Porte III: tem o mínimo de 15 leitos de observação. Capacidade de atendimento médio de 350 pacientes por dia. População na área de abrangência de 200 mil a 300 mil habitantes.

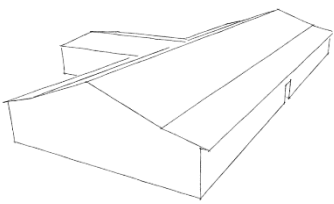
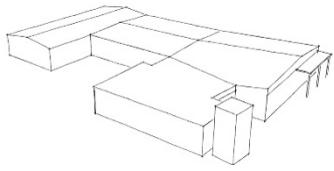
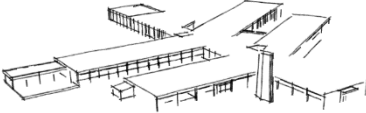
Além dos hospitais regionais, o Distrito Federal possui atualmente Unidades de Referência Distrital, em que são realizados atendimentos especializados (MINSAUDE, 2016):

- Hospital de Apoio de Brasília – HAB;
- Hospital São Vicente de Paula – HSVP;
- Hospital Materno Infantil de Brasília – HMIB.

Os serviços ofertados por cada estabelecimento assistencial de saúde são diferenciados. A Unidade básica de Saúde (UBS) é definida como porta de entrada à Rede de Atenção à Saúde, conhecida popularmente como Centros ou Postos de Saúde. Com relação a prestação do serviço, 50% das vagas são agendadas e 50% são abertas para as demandas consideradas emergenciais. A Unidade de Pronto Atendimento (UPA 24h) presta o primeiro atendimento em casos emergenciais, estabilizando os pacientes, e realiza a investigação diagnóstica inicial para verificar a necessidade de encaminhamento do paciente a serviços hospitalares de maior complexidade. Os hospitais realizam atendimento especializado ou de média complexidade, compreendidos entre ambulatorial e emergência, e as unidades possuem atendimento especializado ou de média complexidade. As emergências recebem pacientes das UPA's, das UBS's no caso da região não ser contemplada com UPA, e aqueles transportados por ambulâncias do Corpo de Bombeiros do DF e do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

Para desenvolvimento da pesquisa nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde foram selecionadas edificações dentre as três tipologias: (i) UBS, (ii) UPA e (iii) Hospitais; e por meio dos dados coletados foi possível estabelecer as principais características tipológicas das edificações. O número de amostragem por tipologia foi representado por 97 UBS's, 5 UPA's e 11 Hospitais (Tabela 110).

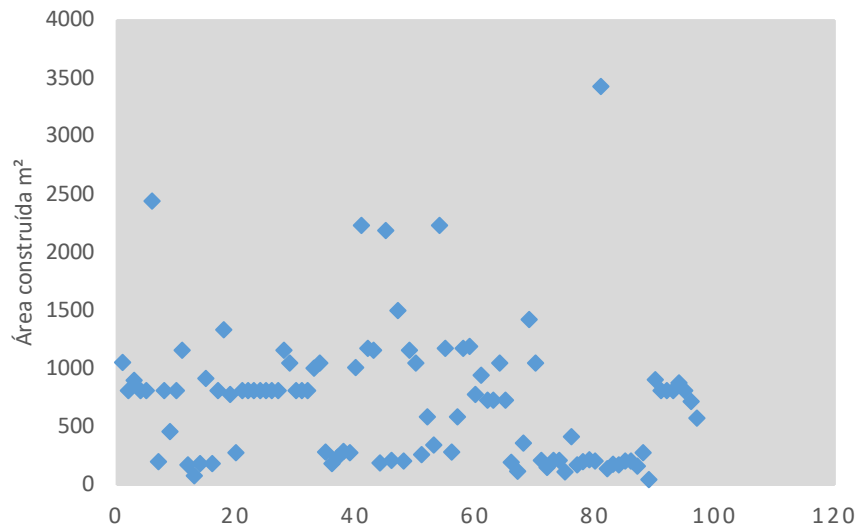
**Tabela 110:** Principais características das edificações de saúde.

Tipologia	Características	<i>n</i>	Média
<b>Unidade Básica de Saúde - UBS</b>			
	Área Cobertura	97	719 m <sup>2</sup>
	Área Piso	97	720 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	97	1
	Nº de Pessoas	97	51
	Consumo Mensal	97	55 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo Per Capita	97	35 l/p/d
<b>Unidade de Pronto Atendimento - UPA</b>			
	Área Cobertura	05	1816 m <sup>2</sup>
	Área Piso	05	1817 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	05	1
	Nº de Pessoas	05	226
	Consumo Mensal	05	190 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo Per Capita	05	28 l/p/d
<b>Hospital</b>			
	Área Cobertura	11	17859 m <sup>2</sup>
	Área Piso	11	17859 m <sup>2</sup>
	Nº de pavimentos	11	1
	Nº de Pessoas	11	1828
	Consumo Mensal	11	3259 m <sup>3</sup> /mês
	Consumo Per Capita	11	59 l/p/d

### 3.5.1. Áreas

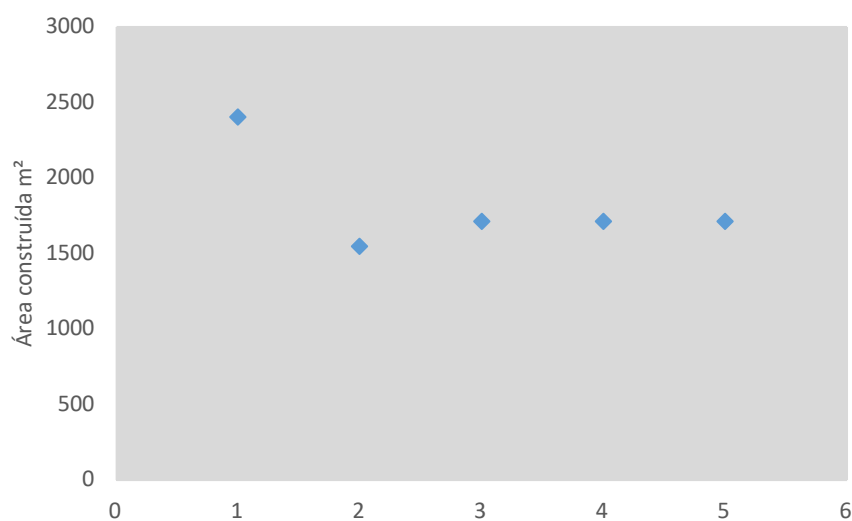
A Figura 129 apresenta um diagrama de dispersão das áreas construídas das Unidades Básicas de Saúde para os 97 estabelecimentos analisados, dentre as 167 existentes no Distrito Federal. A área mínima é de 44,30 m<sup>2</sup>, a máxima de 3.426,66 m<sup>2</sup> e a mediana, 811,00 m<sup>2</sup>. Pode ser observado que a maioria das edificações encontram na faixa mediana.

**Figura 129:** Diagrama de dispersão da área – UBS.



A Figura 130 apresenta um diagrama de dispersão das áreas construídas das Unidades de Pronto Atendimento para os 05 estabelecimentos analisados, dentre as seis UPAS existentes no Distrito Federal, localizadas nas regiões de Ceilândia, Núcleo Bandeirante, Recanto das Emas, Samambaia, São Sebastião e Sobradinho. A área mínima é de 1.547,45 m<sup>2</sup>, a máxima de 2.401,57 m<sup>2</sup> e a mediana, 1.710,00 m<sup>2</sup>. Pode ser observado que 03 edificações encontram na faixa mediana.

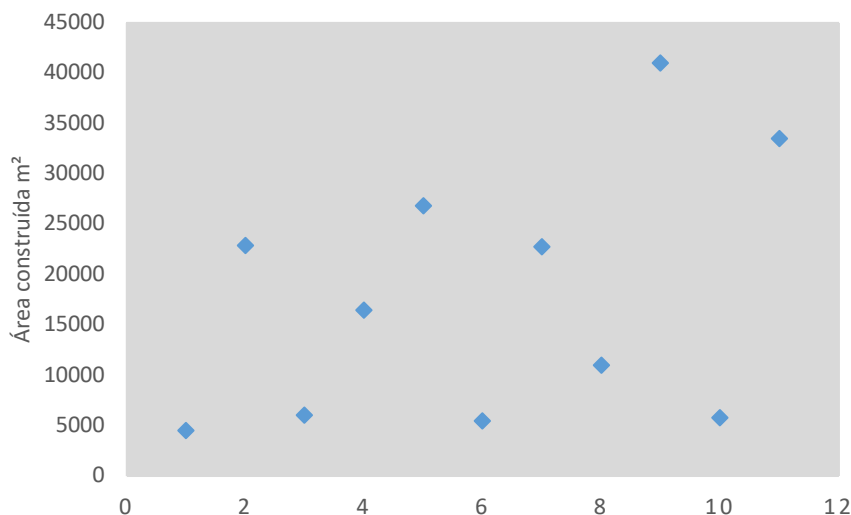
**Figura 130:** Diagrama de dispersão da área – UPA.



A Figura 131 apresenta um diagrama de dispersão das áreas construídas dos Hospitais para os 11 estabelecimentos analisados, dentre os 15 Hospitais públicos existentes no Distrito Federal, localizadas nas regiões de Brasília, Gama, Taguatinga, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Paranoá,

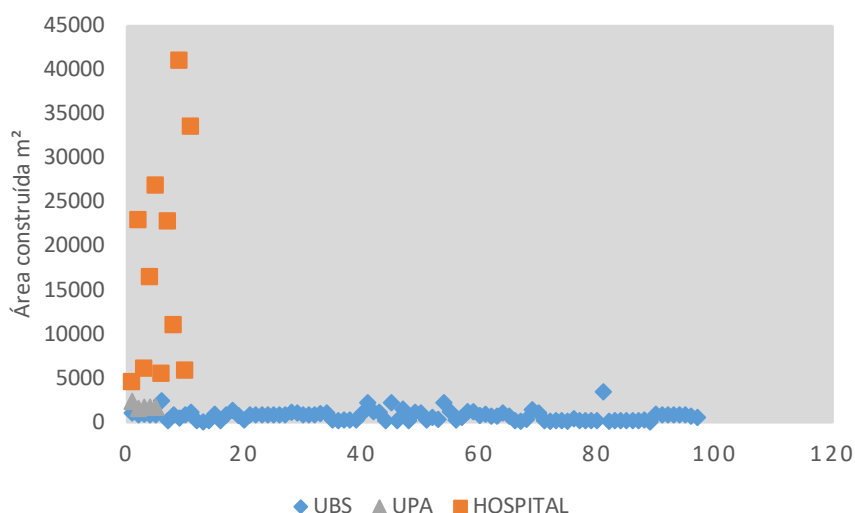
Ceilândia, Guará, Samambaia e Santa Maria. A área mínima é de 4.520,00 m<sup>2</sup>, a máxima de 41.000,00 m<sup>2</sup> e a mediana, 16.480,47 m<sup>2</sup>. Observa-se que os hospitais encontram nas diversas faixas de áreas construídas, com predominância entre a faixa mínima e mediana.

**Figura 131:** Diagrama de dispersão da área – Hospital.



A Figura 132 demonstra claramente a relação direta entre tipo de estabelecimento e área construída. Conforme verificado, as menores áreas construídas estão presentes nas edificações pertencentes as Unidades Básicas de Saúde. Algumas áreas de edificações em que se localizam as UPA's coincidem com as áreas das UBS's, outras estão em uma faixa superior. Já as edificações destinadas aos Hospitais se destacam entre as demais com as maiores áreas.

**Figura 132:** Diagrama de dispersão total das áreas construídas dos Estabelecimentos de Saúde – UBS, UPA e Hospitais.

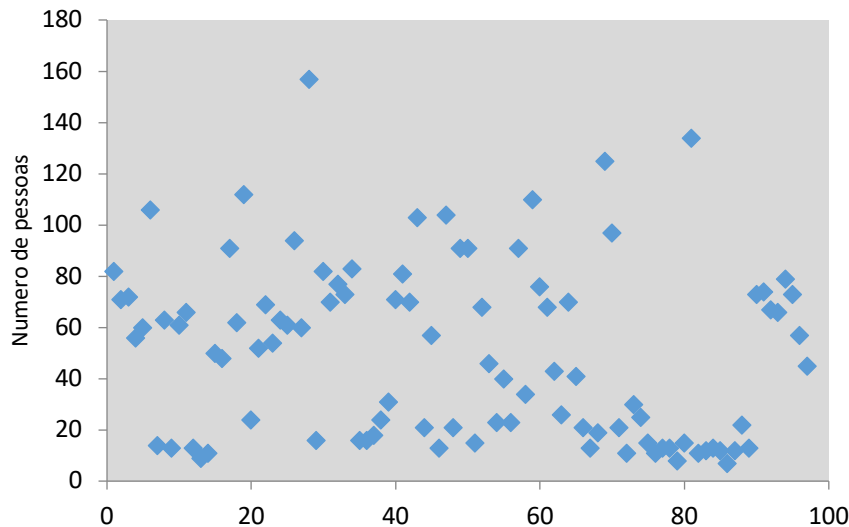


### 3.5.2. População

Os dados relativos a população das UBS's, compreendem servidores e funcionários terceirizados, denominados como população fixa. Não foi possível obter dados referentes à população flutuante, caracterizada pelo número de atendimentos realizados. Dentre os resultados encontrados, tem-se

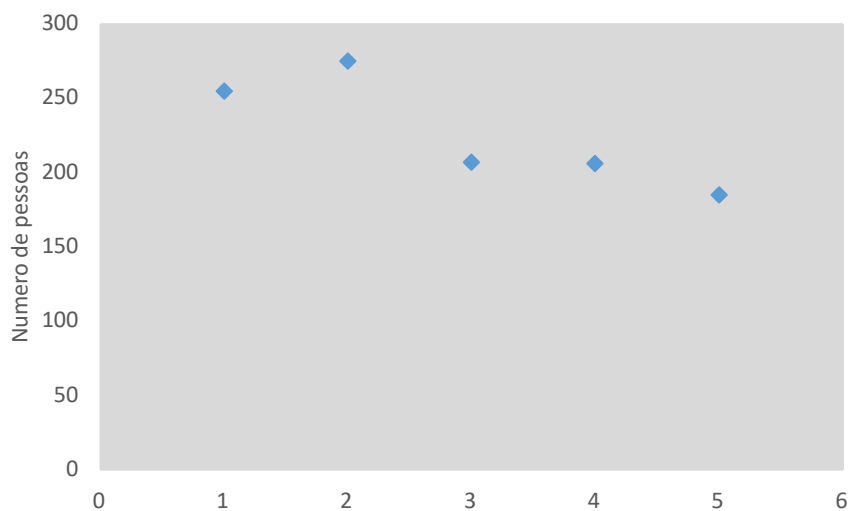
população mínima de 7 pessoas, a máxima de 157 pessoas, e a mediana, 52 pessoas (Figura 133). A relação entre o número de pessoas e a área é de  $0,06 p/m^2$ .

**Figura 133:** Diagrama de dispersão da população - UBS.

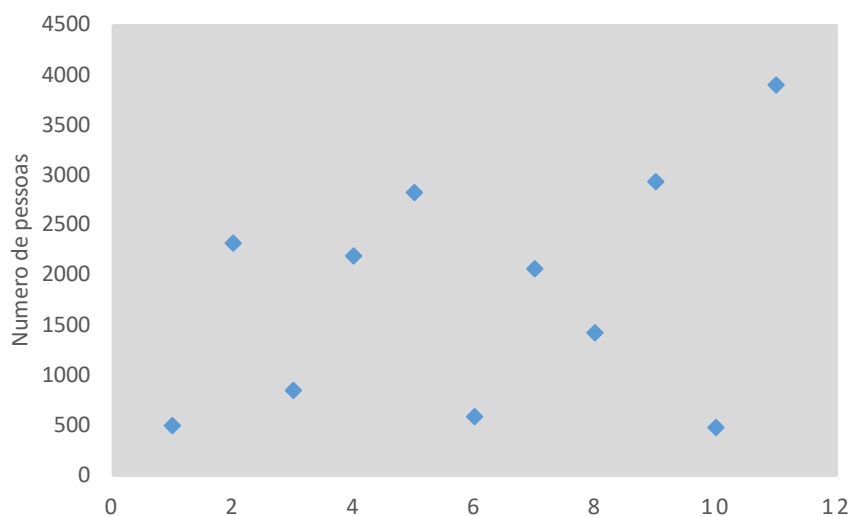


Os dados relativos a população das UPA's, compreendem população fixa e flutuante, constituída por servidores, funcionários terceirizados e leitos. Dentre os resultados encontrados, tem-se população mínima de 185 pessoas, a máxima de 275 pessoas, e a mediana, 207 pessoas (Figura 134). A relação entre o número de pessoas e a área é de  $0,12 p/m^2$ .

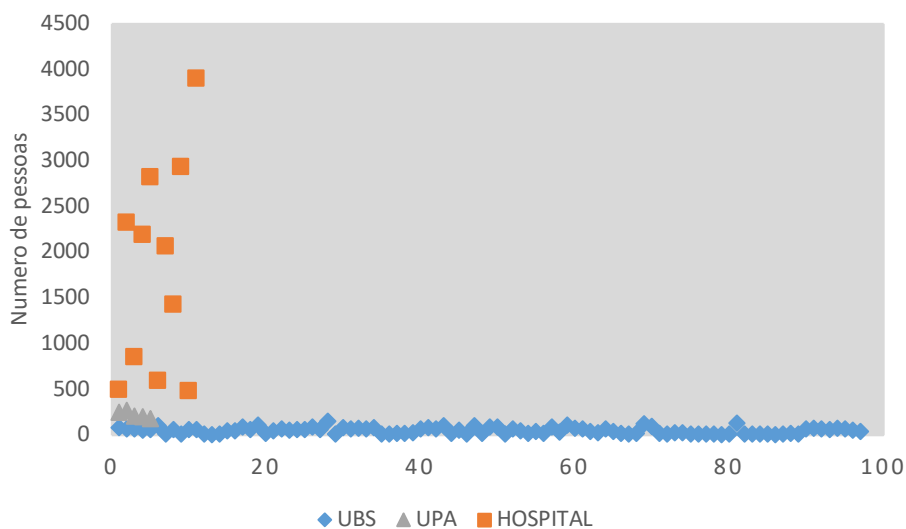
**Figura 134:** Diagrama de dispersão da população - UPA.



Os dados relativos a população dos hospitais, compreendem população fixa e flutuante, constituída por servidores, funcionários terceirizados e leitos. Dentre os resultados encontrados, tem-se população mínima de 482 pessoas, a máxima de 3.903 pessoas, e a mediana, 2.068 pessoas (Figura 135). A relação entre o número de pessoas e a área é de  $0,13 p/m^2$ .

**Figura 135:** Diagrama de dispersão da população - Hospital.

Em relação às três tipologias, o gráfico aponta que a população dos hospitais se destaca em relação aos demais em razão do grande número de servidores e funcionários terceirizados, além da diferenciação nos serviços ofertados às pessoas e atendimentos realizados diariamente (Figura 136).

**Figura 136:** Diagrama de dispersão total da população dos Estabelecimentos de Saúde – UBS, UPA e Hospitais.

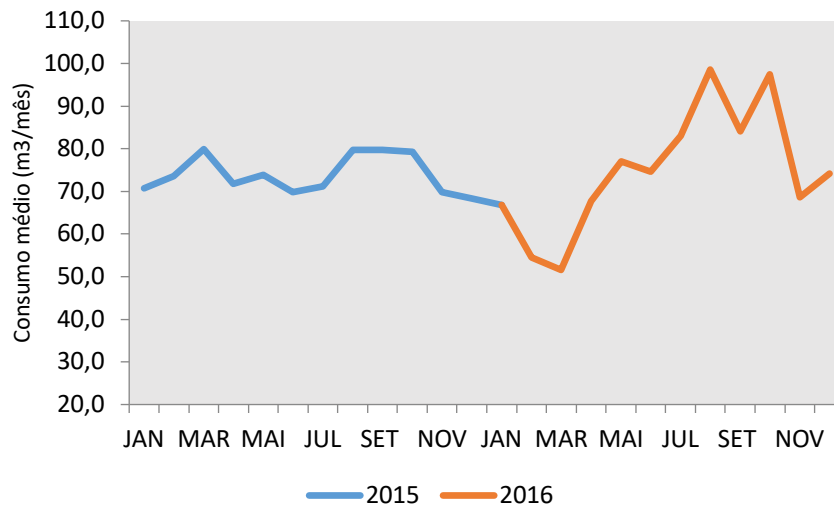
### 3.5.3. Consumo predial

Dados relativos ao histórico do consumo predial foram obtidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, compreendendo uma média histórica de dois anos, entre janeiro de 2014 a dezembro de 2015 para cada tipologia. Nas UBS's observou-se um mínimo de 0,62 m<sup>3</sup>/mês, um máximo de 1.001,88 m<sup>3</sup>/mês, e uma mediana equivalente a 44,83 m<sup>3</sup>/mês, para uma amostragem de 97 estabelecimentos.



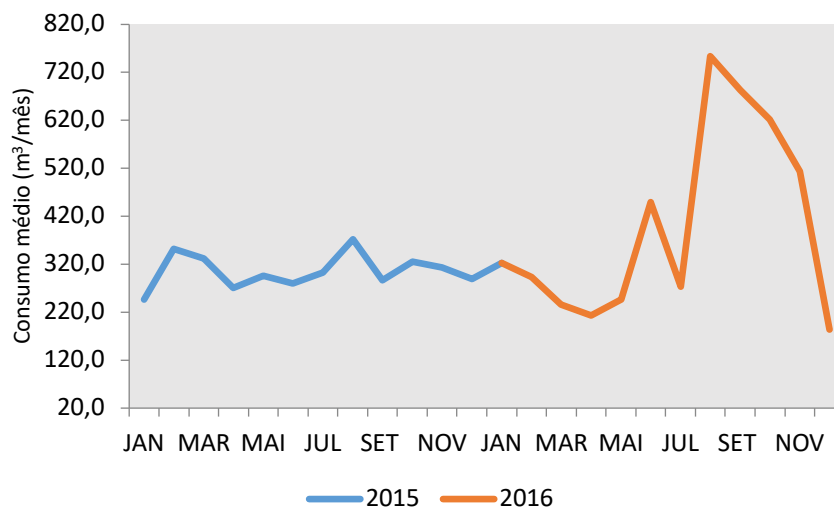
Em 2015 foi verificado um consumo regular durante o ano com pequeno declive nos meses de novembro e dezembro. Em 2016 o consumo continuou a diminuir até março, e em seguida teve aumento gradativo entre os demais meses, com picos registrados em agosto e outubro. Assim como no ano anterior, os meses de novembro e dezembro registraram os menores consumo. Comparando os dois anos, em 2016 o consumo foi mais elevado apesar da crise hídrica que afetou o Distrito Federal nesse período. Provavelmente o número de atendimentos realizados foi maior que o ano anterior, o que influi no aumento do consumo (Figura 137).

**Figura 137:** Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UBS.



Nas UPA's o consumo manteve-se regular ao longo do ano de 2015. Iniciou 2016 com a média do ano anterior e a partir do mês de maio verifica-se aumento gradativo no consumo, com o maior pico registrado no mês de agosto. O aumento do consumo pode ter sido motivado pelo maior número de atendimentos e internações, como também, número de acompanhantes e visitantes. O consumo mínimo das UPA's foi de 159,54 m<sup>3</sup>/mês, enquanto o máximo foi de 967,04 m<sup>3</sup>/mês, e uma mediana equivalente a 221,08 m<sup>3</sup>/mês, para uma amostragem de 05 estabelecimentos (Figura 138).

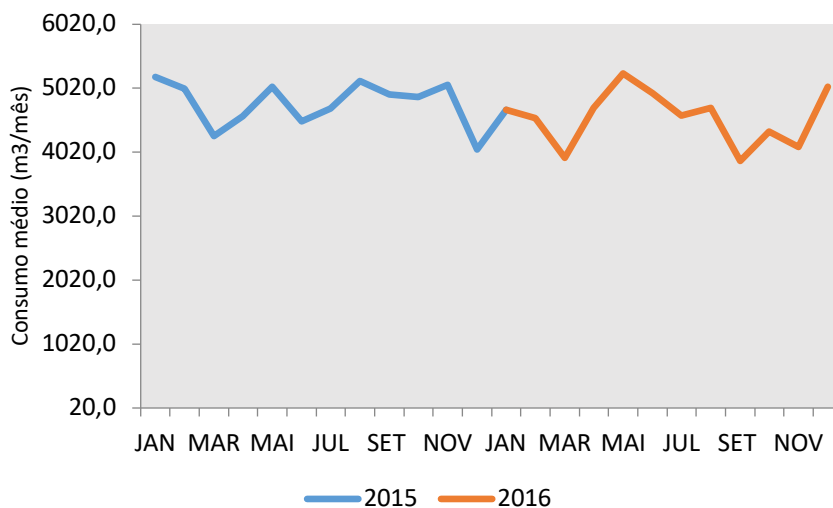
**Figura 138:** Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UPA.





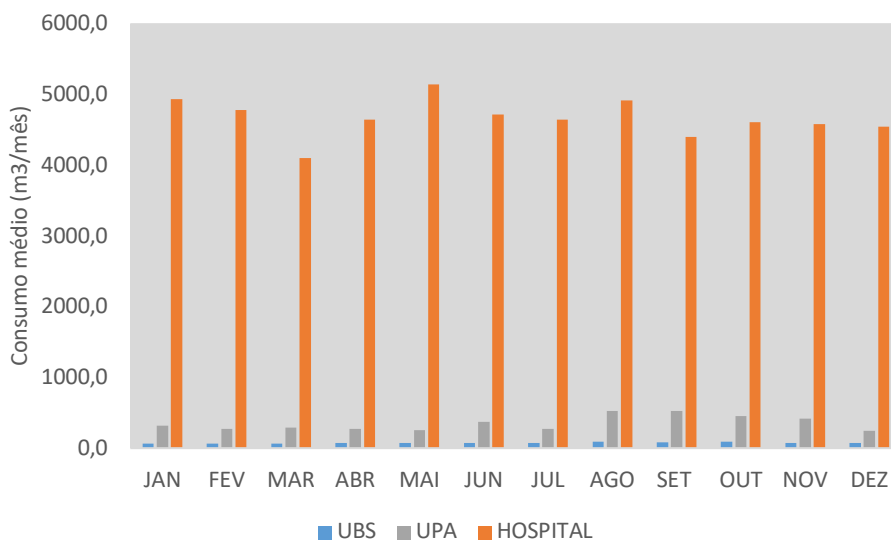
Nos hospitais o consumo manteve regular ao longo dos dois anos, com pequenas variações registradas entre os meses, mantendo-se na média de consumo. O consumo mínimo foi de 1.102,95 m<sup>3</sup>/mês, enquanto o máximo foi de 11.420,13 m<sup>3</sup>/mês, e uma mediana equivalente a 3.377,83 m<sup>3</sup>/mês, para uma amostragem de 11 estabelecimentos (Figura 139).

**Figura 139:** Evolução do consumo de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – Hospital.



Para analisar o consumo predial mensal foi realizado uma média dos anos de 2014 e 2015 para cada tipologia e verificado um consumo de 73,5 m<sup>3</sup>/mês para as UBS's, 352,3 m<sup>3</sup>/mês para as UPA's e 4.672,00 m<sup>3</sup>/mês para os Hospitais. O consumo de água demonstrou uma relação direta com o número de atendimentos realizados, serviços ofertados e população. Os maiores consumos foram registrados nos hospitais e os menores nas UBS's (Figura 140).

**Figura 140:** Consumo predial médio de água dos últimos x anos (m<sup>3</sup>/mês) – UBS, UPA e Hospitais.



As variações mensais do consumo médio de água ao longo do ano foram analisadas através do número de amostras para cada tipologia estudada. Para determinar o consumo de água para cada Estabelecimento Assistencial de Saúde por dia, foi dividido a média do consumo anual da edificação (m<sup>3</sup>/ano) por 365 dias do ano e multiplicado por 1000, encontrando o volume em litros por dia (l/d).

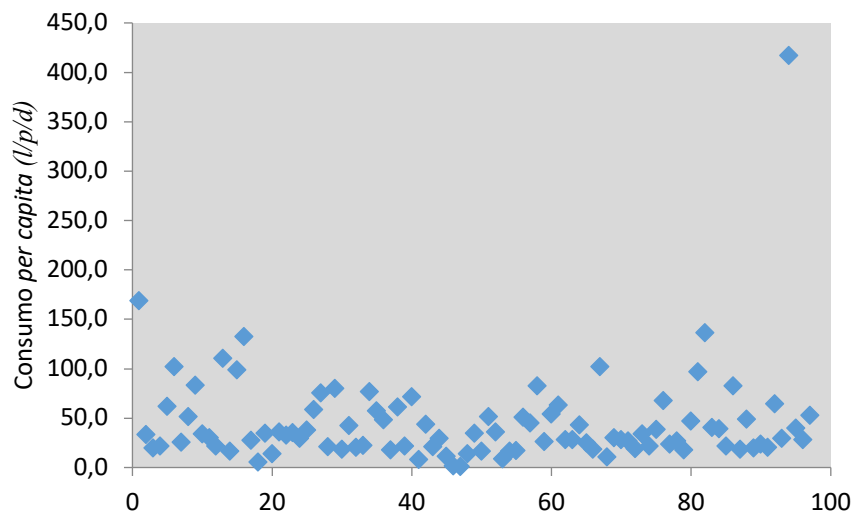
O consumo médio diário das UBS's foi de 2.415,42 *l/d*, das UPA's 11.582,19 *l/d* e dos Hospitais, 153.600,24 *l/d*.

### 3.5.4. Consumo *per capita*

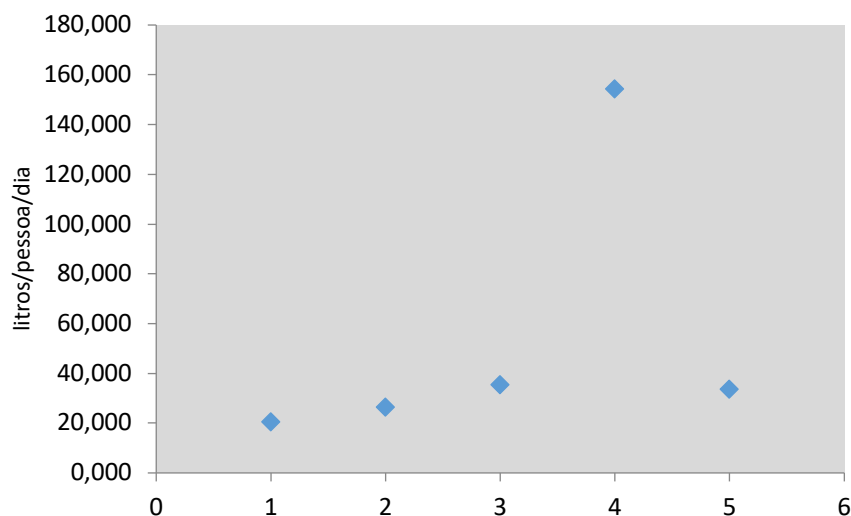
Para calcular o consumo *per capita*, foi dividido o consumo diário pela população total diária (servidores, funcionários terceirizados e leitos), e obtido um indicador em litro/pessoa/dia (*l/p/d*).

A Figura 141 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por pessoa e por dia para as 97 Unidades Básicas de Saúde analisadas e obteve como resultado um consumo médio de 45,7 litros por pessoa por dia (*l/p/d*). O consumo de água *per capita* na maioria das edificações analisadas variou entre mínimo de 1,38 *l/p/d*, UBS 1 Paranoá, Qd. 21 Conjunto 15 AE, e máxima de 416,94 *l/p/d*, UBS 06 Taguatinga, QSC 01 área especial nº 1 - setor "C" Sul.

**Figura 141:** Diagrama de dispersão do consumo *per capita* (*l/p/d*) – UBS.



**Figura 142:** Diagrama de dispersão do consumo *per capita* (*l/p/d*) – UPA.

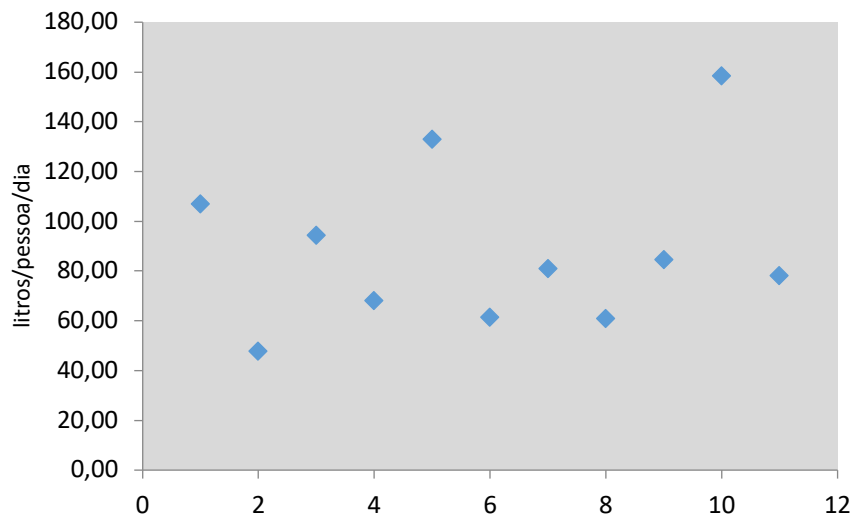


A Figura 142 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por pessoa e por dia para as 05 Unidades de Pronto Atendimento analisadas e obteve como resultado um consumo médio de 29,1

litros por pessoa por dia (*l/p/d*). O consumo de água *per capita* na maioria das edificações analisadas variou entre mínimo de 20,57 *l/p/d*, UPA Ceilândia, e máximo de 35,66 *l/p/d*, UPA Recanto das Emas.

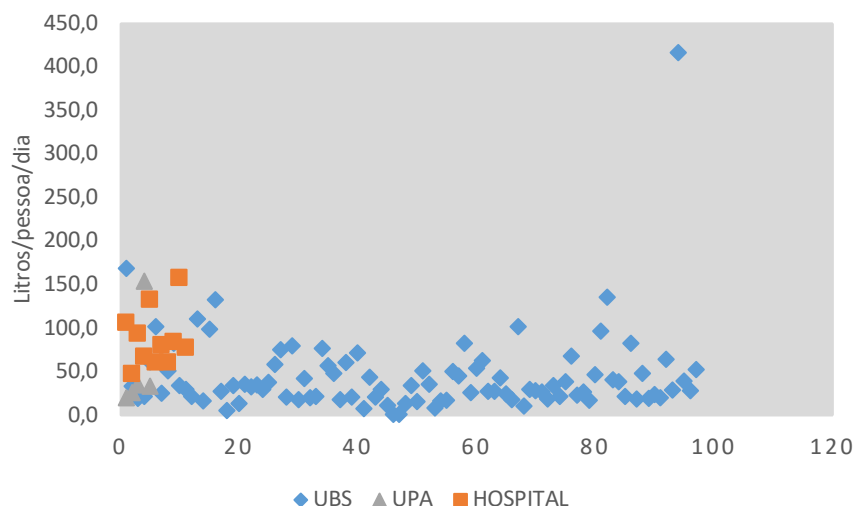
A Figura 143 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por pessoa e por dia para os 11 Hospitais analisadas e obteve como resultado um consumo médio de 79,4 litros por pessoa por dia (*l/p/d*). O consumo de água *per capita* na maioria das edificações analisadas variou entre mínimo de 60,81 *l/p/d*, Hospital Regional de Samambaia, e máximo de 106,87 *l/p/d*, Hospital de Apoio de Brasília.

**Figura 143:** Diagrama de dispersão do consumo per capita (*l/p/d*) – Hospitais.



A Figura 144 demonstra claramente a relação direta entre o consumo de água e população para cada tipologia analisada. Dependendo dos serviços ofertados há um aumento do número de servidores em função da diversidade de especialidades médicas, o que conseqüentemente eleva o número de atendimentos realizados diariamente e o consumo de água. Conforme verificado os menores consumos por pessoa por dia foram identificados nas UPA's e maiores consumos foram identificados nas UBS's e Hospitais. Destaca-se que o consumo nos Hospitais teve uma grande variação dependendo da especialidade de atendimentos de cada unidade.

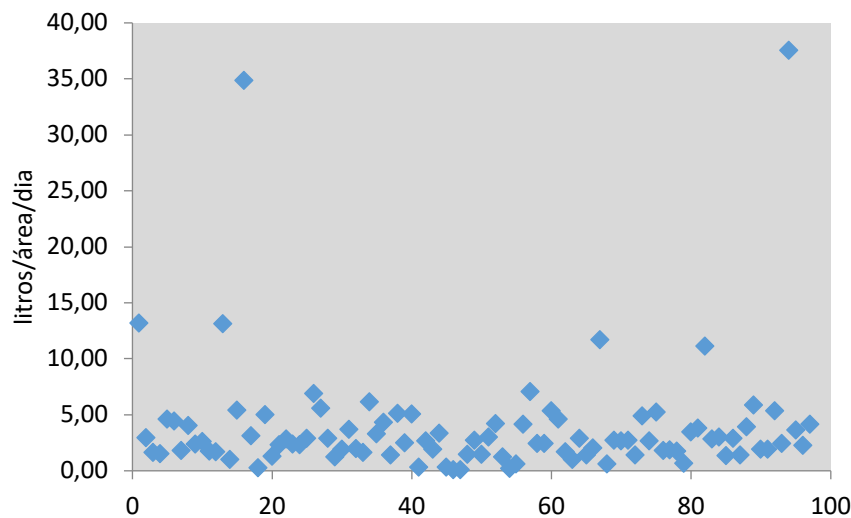
**Figura 144:** Diagrama de dispersão do consumo per capita (*l/p/d*) – UBS, UPA e Hospitais.



### 3.5.5. Consumo *per area*

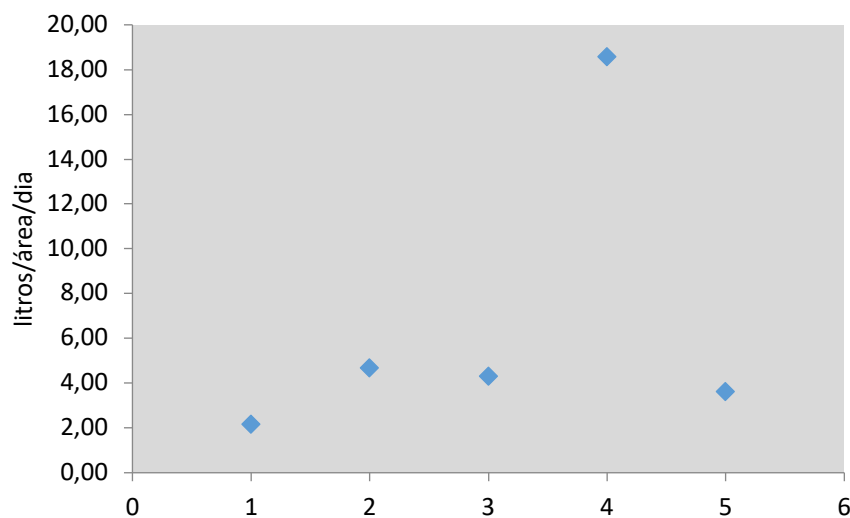
Para calcular o consumo *per area*, foi dividido o consumo diário pela área construída, e obtido um indicador em litro/área/dia ( $l/m^2/d$ ). A Figura 145 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por área e por dia para as 97 Unidades Básicas de Saúde analisadas e obteve como resultado um consumo médio de  $3,8 l/m^2/d$ . O consumo de água *per area* na maioria das edificações analisadas variou entre mínima de  $0,10 l/m^2/d$ , UBS Núcleo Bandeirante, rua 2 - setor dos engenheiros e UBS Paranoá, Qd. 21 Conjunto 15 AE; e máxima de  $37,53 l/m^2/d$ , UBS 06 em Taguatinga, QSC 01 área especial nº 1 - setor "C" Sul.

**Figura 145:** Diagrama de dispersão do consumo *per area* ( $l/m^2/d$ ) – UBS.



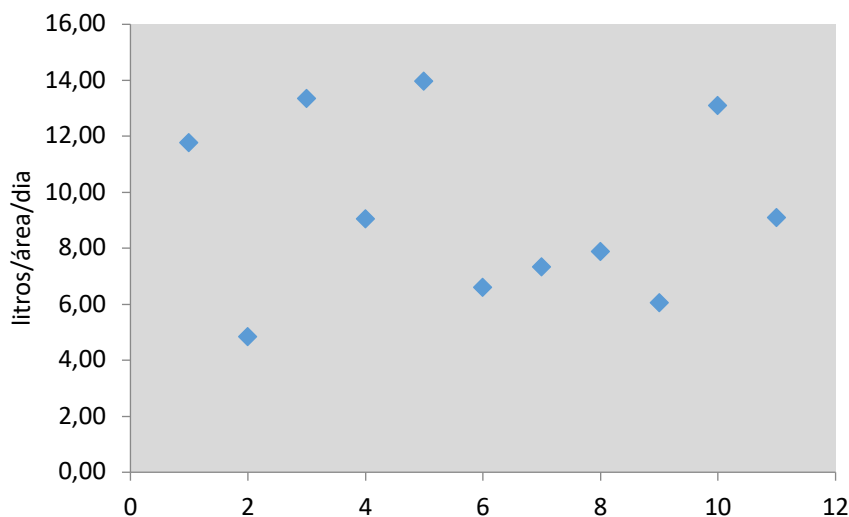
A Figura 146 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por área e por dia para as 05 Unidades de Pronto Atendimento analisadas e obteve como resultado um consumo médio de  $6,7 l/m^2/d$ . O consumo de água *per area* na maioria das edificações analisadas variou entre mínimo de  $2,18 l/m^2/d$ , UPA Ceilândia e máxima de  $18,59 l/m^2/d$ , UPA Samambaia.

**Figura 146:** Diagrama de dispersão do consumo *per area* ( $l/m^2/d$ ) – UPA.



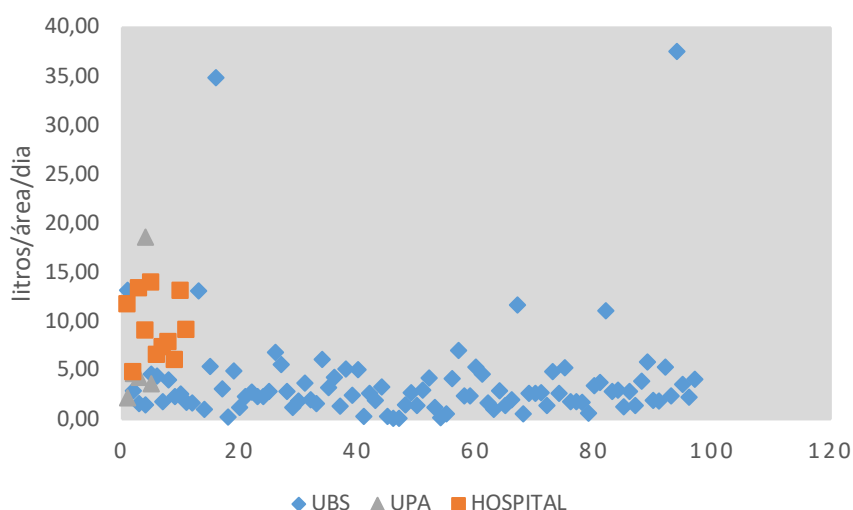
A Figura 147 mostra um diagrama de dispersão do consumo de água por área e por dia para os 11 Hospitais analisadas e obteve como resultado um consumo médio de  $9,4 \text{ l/m}^2/\text{d}$ . O consumo de água *per area* na maioria das edificações analisadas variou entre mínima de  $4,84 \text{ l/m}^2/\text{d}$ , Hospital Materno infantil de Brasília e máxima de  $13,97 \text{ l/m}^2/\text{d}$ , Hospital Regional do Gama.

**Figura 147:** Diagrama de dispersão do consumo per area ( $\text{l/m}^2/\text{d}$ ) – Hospital.



Resultados demonstraram que o consumo por área por dia ( $\text{l/m}^2/\text{d}$ ) dos hospitais, em média são maiores do que o consumo das UBS's e UPA's, o que pode ser justificado por apresentarem as maiores áreas construídas (Figura 148). No entanto, duas Unidades Básicas de Saúde apresentaram maior consumo dentre as três tipologias, UBS 06 localizada em Taguatinga, QSC 01 área especial nº 1 - setor "C" sul e UBS 01 localizada em Ceilândia, EQNP 07/11, com  $37,52$  e  $34,84 \text{ l/m}^2/\text{d}$  respectivamente, seguidas pela UPA Samambaia, QS 107 - conjunto 4 área especial, com  $18,59 \text{ l/m}^2/\text{d}$ .

**Figura 148:** Diagrama de dispersão do consumo per area ( $\text{l/m}^2/\text{d}$ ) – UBS, UPA e Hospitais.



### 3.5.6. Usos-finais de água

Para a análise dos usos-finais nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde do Distrito Federal (EAS) foram selecionados um edifício para cada tipologia: Unidade Básica de Saúde (UBS), Unidade de

Pronto Atendimento (UPA) e Hospital. A seleção ocorreu em função da área média das edificações para cada tipologia e da liberação de acesso à UBS e UPA pela Secretaria de Infraestrutura de Saúde do Distrito Federal – SINFRA/SES DF, e ao Hospital, pela gerência administrativa do edifício analisado.

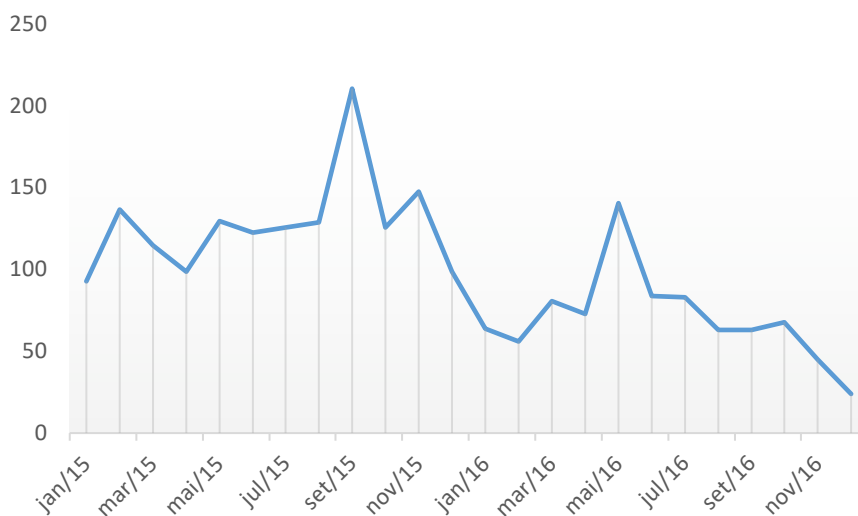
#### *Unidade Básica de Saúde*

A Unidade Básica de Saúde, também conhecida como Centro de Saúde nº13, está localizada na Asa Norte, Entrepradra 114/115, DF. Foi inaugurada há mais de trinta anos e passou por uma reforma em 2011 para ampliação de espaços e serviços gerais de manutenção predial. O horário de funcionamento é de 07:00 às 19:00h, de segunda a sexta-feira, e 07:00h às 12:00h, aos sábados. A UBS oferece atendimento ambulatorial e conta com profissionais nas seguintes especialidades: médico da estratégia de saúde da família, enfermeiro, técnico de enfermagem, farmacêutico, psicólogo clínico, cirurgião dentista, técnico em saúde bucal, fisioterapeuta e nutricionista.

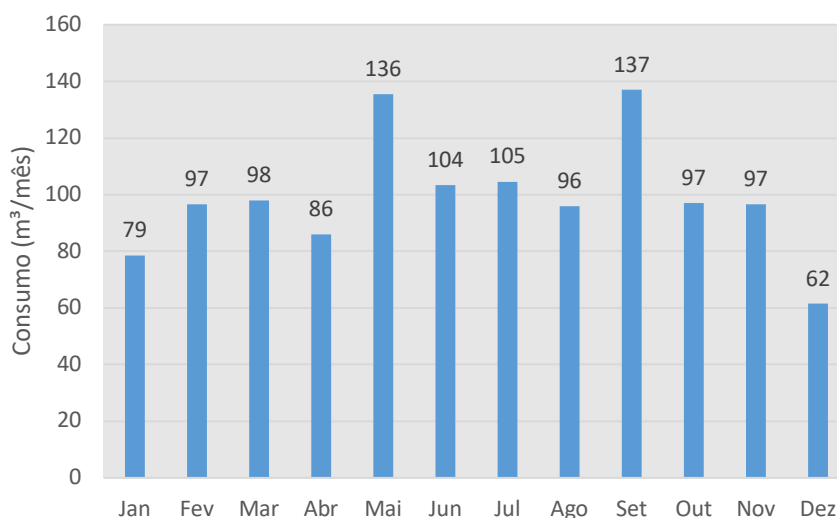
É caracterizada por uma edificação térrea, com área construída de 811,00 m<sup>2</sup> e área verde aproximada de 447,16 m<sup>2</sup>, sendo 289,14 m<sup>2</sup> canteiros com vegetação localizados no recuo frontal do edifício, entre o acesso de pedestres e estacionamento público, e 158,02 m<sup>2</sup>, destinado a horta, localizada no fundo do edifício, limitando-se com o estacionamento interno dos servidores. E ainda há um espaço para convivência e realização de palestras na área externa ao edifício. A UBS está dividida em setores administrativo, assistencial e atendimento ao público. O setor administrativo é composto por salas dos servidores e funcionários terceirizados, sala de reunião, copa, banheiros, núcleo de regulação, controle e avaliação, entre outros. O setor assistencial, por laboratório, central de material de esterilização e expurgo, e pelo setor de atendimento, compreendido por todas as salas destinadas ao atendimento dos pacientes, como consultórios médicos, sala de acolhimento, curativos, medicação, coleta de exames e banheiros.

A população é composta pelo número de pessoas fixas, com 57 servidores efetivos e 06 funcionários terceirizados, e também pelo número de pessoas flutuantes, caracterizadas pelo número de atendimentos realizados nas especialidades médicas e de enfermagem, acolhimentos, vacinação e odontologia. O número de atendimentos realizados no mês de agosto de 2018 foi de 3.078 pacientes; a população total/dia é de 181 pessoas e a relação entre o número de pessoas por área construída é de 0,22 *pessoa/m<sup>2</sup>*. O maior índice da população total diária está representado pelo número de pacientes, com 65%.

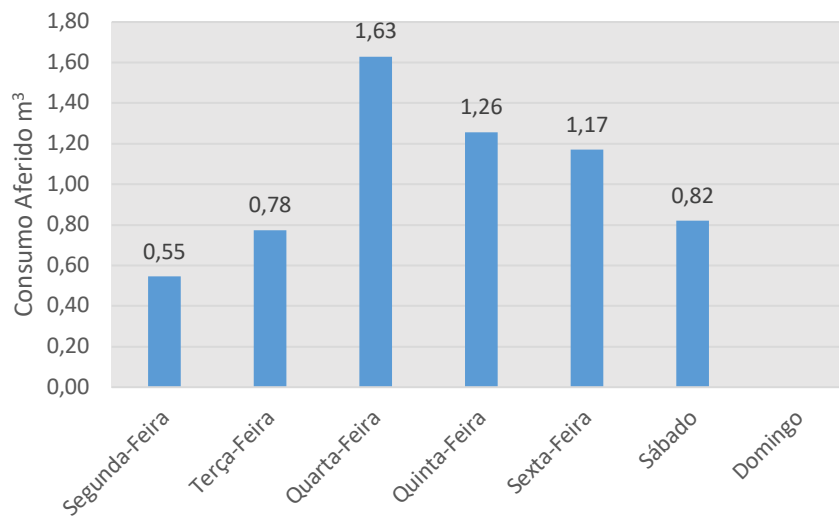
Os dados de consumo foram fornecidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal por um período de dois anos, entre os meses de janeiro de 2015 a dezembro de 2016. O consumo no ano de 2015 manteve-se na média mensal de 128 m<sup>3</sup>, com destaque para o mês de setembro, registrando um consumo elevado de 211 m<sup>3</sup>. Em 2016 o consumo foi inferior quando comparado ao ano anterior, com média mensal de 70 m<sup>3</sup>. Observa-se um declínio gradual com registro de pico elevado no mês de maio, com consumo de 141 m<sup>3</sup>. Esses consumos destacados podem ter sido provocados por manutenções prediais ou aumento no número de atendimentos realizados no estabelecimento, o que influencia diretamente no consumo do edifício, visto que o serviço de limpeza segue um cronograma de rotina diária nas dependências internas (Figura 149).

**Figura 149:** Evolução do consumo de água dos anos de 2015 e 2016 ( $m^3/mês$ ).

Para analisar o consumo predial mensal foi realizado uma média entre os anos de 2015 e 2016 e verificado um consumo de  $99 m^3/mês$ . O consumo máximo foi registrado no mês de setembro, com volume de  $137 m^3/mês$ , e mínimo no mês de dezembro,  $62 m^3/mês$  (Figura 150).

**Figura 150:** Consumo mensal médio dos anos de 2015 e 2016.

Dados de consumo de água ao longo da semana foram obtidos por leituras diárias do hidrômetro da Unidade Básica de saúde entre os dias 01 a 15 de outubro de 2018, com a finalidade de verificar o consumo por dia da semana e possíveis vazamentos. Observou-se um consumo diário médio equivalente a  $1,03 m^3$ . Valores chegaram a um máximo de  $1,63m^3$  no meio da semana, quarta-feira, e o menor valor foi registrado na segunda-feira,  $0,55 m^3$ . Apesar do funcionamento da UBS finalizar 12h aos sábados, o consumo de água foi superior a outros dias da semana, como segunda e terça-feira, o que pode ser justificado pela realização da limpeza pesada em todo o edifício. No domingo não há registro de consumo porque os atendimentos são realizados de segunda a sábado (Figura 151).

**Figura 151:** *Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.*

Para determinar o consumo de água da edificação por dia, foi dividido a média do consumo anual da edificação ( $m^3/ano$ ) por 365 dias do ano e multiplicado por 1000, encontrando o volume em litros por dia ( $l/d$ ). Para calcular o consumo *per capita*, foi dividido o consumo diário pela população total diária (servidores, funcionários terceirizados, voluntários, pacientes internados, acompanhantes e visitantes), e obtido um indicador em litro/pessoa/dia ( $l/p/d$ ). E para calcular o consumo *per area*, foi dividido o consumo diário pela área construída, e obtido um indicador em litro/área/dia ( $l/m^2/d$ ). O resultado do indicador *per capita* foi de 17,98  $l/p/d$  e *per area*, 4,02  $l/m^2/d$ .

A coleta de dados dividiu-se em quatro fases: 1) coleta de dados primários; 2) auditoria de consumo de água; 3) levantamento/installação de data-loggers; e 4) desinstalação/fechamento. Anteriormente a coleta de dados e instalação dos equipamentos, foi agendada uma visita com a gestora do estabelecimento para obter contato de pessoas chave, entender o funcionamento do edifício analisado e traçar um cronograma de instalação/desinstalação de equipamentos *data-loggers*.

Como ponto de partida, foram coletados dados primários para caracterização do edifício. O histórico de consumo de água da edificação foi obtido após análise documental das contas de água por um período de dois anos, compreendido entre 2015 e 2016. Os dados de consumo foram obtidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Dados referentes a população, compreendida entre número de pessoas fixas (servidores e funcionários terceirizados) e número de pessoas flutuantes (número de atendimentos realizados) possibilitaram a identificação da quantidade de pessoas consumidoras de água, e foram fornecidos pela gerente da unidade. As áreas da edificação (cobertura e jardim) foram obtidas utilizando imagens aéreas disponíveis no Google Earth® com sua ferramenta para medir distâncias e áreas. A área construída foi fornecida pela Secretaria de Estado de Saúde – SES/DF e as áreas dos ambientes internos (corredores, banheiros e salas) foram obtidas através de levantamento *in loco* com uso de trena.

A segunda fase se apropriou de diferentes técnicas de auditoria do consumo de água para caracterizar os usos-finais de água em lavatórios, chuveiros, descargas sanitárias, pias, tanques e lavagem de pisos. A auditoria do consumo de água é composta por vistoria hidráulica, medições gerais e específicas, questionários, diários de registro ou registros fotográficos e observações *in loco*.



A auditoria do consumo de água iniciou-se por meio de uma vistoria hidráulica *in loco* para a identificação, especificação e medição da vazão dos equipamentos consumidores de água, com o objetivo de averiguar as condições do sistema hidráulico e detectar eventuais ineficiências e vazamentos para estimar suas perdas. Para coleta de dados referente a vazão dos equipamentos consumidores de água (lavatórios, chuveiros, pias, tanques, torneiras de uso geral e torneiras de jardim) foi utilizado como técnica, a medição do tempo necessário para encher um recipiente de um litro. Nos vazamentos aparentes identificados, foi utilizado como técnica a medição da perda de água de cada ponto de vazamento para encher um recipiente medidor durante cinco segundos. Por meio de medições diárias foi realizado o registro do consumo do hidrômetro durante o período de quinze dias para verificar o consumo ao longo da semana e possíveis vazamentos.

Entrevistas estruturadas foram realizadas para coletar informações referentes às características de ocupação e uso da edificação, dias e horários de funcionamento, atividades relacionadas à limpeza e irrigação. Foi realizada observação *in loco* durante um dia nos processos de lavagem de pisos e limpeza de ambientes internos para estimar o volume de água utilizado, o tempo de abertura de torneiras e sua respectiva vazão.

Dados referentes ao número dos equipamentos hidrossanitários foram coletados durante uma visita técnica realizada na edificação. E foi quantificado 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.).

A terceira fase contou com a instalação de equipamentos de medição *data-loggers* em pontos de uso para registrar eventos de consumo de água em lavatórios, chuveiros, pias de cozinha e torneiras de uso geral. Destaca-se que a instalação desses equipamentos serviu como base dessa etapa, e as demais técnicas (entrevistas estruturadas, questionários, observações *in-loco*, etc.) foram utilizadas com o intuito de validar/verificar resultados obtidos nas medições dos *data-loggers*, ou como técnica complementar, quando a instalação dos equipamentos era inviável pela grandeza do estabelecimento.

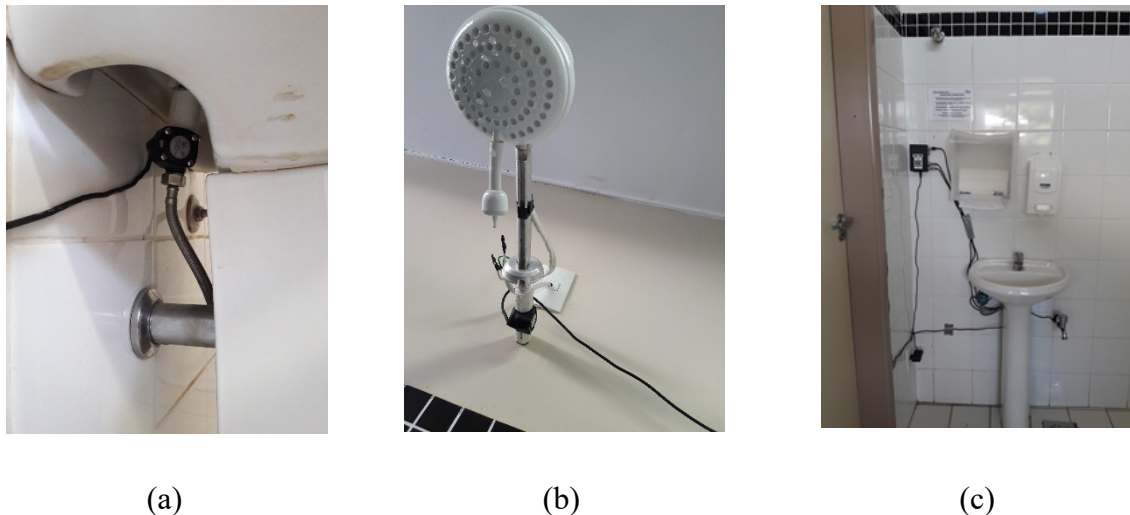
Em alguns casos, era inviável instalar medidores de fluxo em todos os pontos de uso de água do estabelecimento analisado. Para tanto, informações adicionais foram coletadas para gerar indicadores de uso-final de água *per capita* (banheiros, lavanderias, cozinha, etc.) ou *per area* (lavagem de pisos internos, limpeza de ambientes, etc.) por tipo de ambiente analisado. Com isso, o indicador pôde ser multiplicado pelo número total de usuários ou área para estimar o volume total utilizado por uso-final do estabelecimento.

Na UBS, os *data-loggers* foram instalados nos lavatórios de consultórios, sala de vacinação, sala de curativos, sala de coleta de exames, sala do serviço de segurança; nas pias da sala de medicação, expurgo e central de material de esterilização; pia de cozinha da copa; tanques, do depósito de material de limpeza e o da área externa ao edifício e nos lavatórios e chuveiros dos banheiros, administrativos e de atendimento aos pacientes (Figura 152).

Para estimar o consumo de água utilizada pelos vasos sanitários foram realizadas entrevistas e observações para registrar o número de vezes em que a descarga sanitária era acionada por dia, enquanto as vazões dos aparelhos sanitários foram definidas conforme especificações do fabricante.

Resultados demonstraram um consumo predial médio de  $1.190,50 \text{ m}^3/\text{ano}$ , com uma demanda mensal equivalente a  $99,21 \text{ m}^3/\text{mês}$  e  $3,31 \text{ m}^3/\text{dia}$  e um consumo *per capita* de  $17,98 \text{ l/p/d}$ . A Tabela 111 faz um resumo dos valores médios de vazão, frequência, uso (*l/d*), e indicadores de consumo de água *per capita* de cada equipamento consumidor: litro por funcionário por dia (*l/func/d*); litro por paciente por dia (*l/pac/d*) e litro por metro quadrado por dia (*l/m<sup>2</sup>/d*). Os equipamentos que apresentaram maiores indicadores de consumo foram: vasos sanitários dos funcionários ( $11,05 \text{ l/func/d}$ ) e vasos sanitários dos pacientes ( $5,88 \text{ l/pac/d}$ ).

**Figura 152:** Medidor de fluxo instalado na torneira do lavatório do banheiro (a), medidor de fluxo instalado no chuveiro (b), módulo data-logger fixado na parede do banheiro (c).



**Tabela 111:** Indicadores de consumo individual.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Uso (l/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Uso	Indicador-Consumo
<b>Administrativo e copa</b>						<b>1,06 l/func/d</b>	<b>1,08 l/func/d</b>
Lavatório (2)	0,04 l/s	16	9	6,06	6,15	0,10 l/func/d	0,10 l/func/d
Pia de cozinha com filtro (1)	0,06 l/s	7	157	60,69	61,66	0,96 l/func/d	0,98 l/func/d
<b>Atendimento</b>						<b>3,20 l/func/d</b>	<b>3,84 l/func/d</b>
Lavatório (15)	0,05 l/s	18	146	139,12	152,21	2,2 l/func/d	2,42 l/func/d
Pia (4)	0,03 l/s	11	100	38,30	48,73	0,61 l/func/d	0,77 l/func/d
Ducha higiênica (2)	0,02 l/s	1	12	0,64	0,32	0,01 l/func/d	0,01 l/func/d
Vaso sanitário (3)	0,07 l/s	92	47	300,00	522,00	0,37 l/func/d	0,64 l/func/d
<b>Assistência</b>						<b>0,03 l/pac/d</b>	<b>0,03 l/pac/d</b>
Lavatório (1)	0,05 l/s	10	5	2,54	2,54	0,02 l/pac/d	0,02 l/pac/d
Pia (3)	0,03 l/s	6	4	0,82	1,51	0,01 l/pac/d	0,01 l/pac/d
<b>Banheiro pacientes</b>						<b>4,92 l/pac/d</b>	<b>7,88 l/pac/d</b>
Lavatório (5)	0,27 l/s	17	39	181,50	236,41	1,53 l/pac/d	2,00 l/pac/d
Vaso sanitário (4)	0,07 l/s	92	62	400,00	696,00	3,38 l/pac/d	5,88 l/pac/d
Ducha higiênica (2)	0,02 l/s	1	25	1,28	0,64	0,01 l/pac/d	0,01 l/pac/d
<b>Banheiro funcionários</b>						<b>8,66 l/func/d</b>	<b>13,38 l/func/d</b>
Lavatório (6)	0,06 l/s	17	135	136,71	138,54	2,17 l/func/d	2,20 l/func/d
Chuveiro (4)	0,08 l/s	106	1	8,64	8,64	0,14 l/func/d	0,14 l/func/d
Vaso sanitário (4)	0,07 l/s	92	62	400,00	696,00	6,35 l/func/d	11,05 l/func/d
<b>Lavagem de pisos</b>						<b>0,43 l/m<sup>2</sup>/d</b>	<b>0,43 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Tanque (2)	0,09 l/s	44	59	224,76	225,14	0,28 l/m <sup>2</sup> /d	0,28 l/m <sup>2</sup> /d
Torneira de uso geral (5)	0,27 l/s	22	20	122,27	122,37	0,15 l/m <sup>2</sup> /d	0,15 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Irrigação</b>						<b>3,33 l/m<sup>2</sup>/d</b>	<b>3,33 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Torneira de jardim (1)	0,24 l/s	1800	1	525,69	525,69	3,33 l/m <sup>2</sup> /d	3,33 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Vazamento</b>							

Lavatório (1)	0,001 l/s	16086	1	12,16	12,16
---------------	-----------	-------	---	-------	-------

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/d = litro por dia; n/d = número por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/func/d = litro por funcionário por dia; l/pac/d = litro por paciente por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

Os setores que apresentaram maiores taxas de consumo foram: banheiro pacientes (27%), banheiro funcionários (25%) e atendimento (21%), enquanto o setor administrativo e copa (2%), e assistência (0,12%) tiveram as menores taxas de consumo diário por pessoa.

Com os indicadores de uso-final por equipamento foi calculado o consumo de água total e comparado a média mensal fornecida pela CAESB, a fim de verificar a discrepância entre consumo medido e consumo faturado. O consumo anual medido pela concessionária foi equivalente a 1.190,50  $m^3/ano$  ou seja, 3.261,64  $l/dia$ . Esse valor foi obtido dividindo o consumo anual por 365 dias do ano e multiplicando por 1000, para transformar a unidade metro cúbicos ( $m^3$ ) em litros ( $l$ ). O consumo medido através do levantamento de usos-finais foi de 3.456,71  $l/dia$ , obtendo uma discrepância de 5,98% quando subtraído o consumo medido pelo consumo faturado pela concessionária.

Os resultados demonstraram que os vasos sanitários foram os maiores consumidores de água na edificação, com 55%, seguido pelos lavatórios, 16% e irrigação, 15%. Os menores consumos foram registrados na ducha higiênica, 0,03%, chuveiros, 0,25% e pias, 1%. Embora a lavagem de pisos seja realizada diariamente, o consumo do tanque, local no qual a água é retirada para lavagem, foi de apenas 7%.

#### *Unidade de Pronto Atendimento*

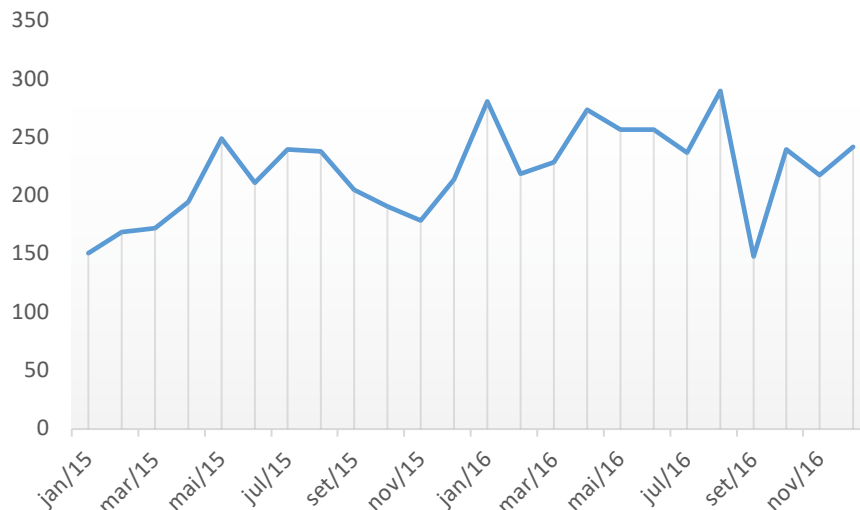
A Unidade de Pronto Atendimento Núcleo Bandeirante, inaugurada em 2012, está localizada na Área Especial da Estrada Parque Núcleo Bandeirante (EPNB) e caracteriza-se por uma edificação térrea, com área construída de 1.547,45  $m^2$  e área verde aproximada de 954,92  $m^2$ . O edifício está setorizado em administração, assistência, atendimento e limpeza/manutenção/ vigilância. No setor administrativo estão distribuídas as salas administrativas e diretoria, almoxarifado, copa, refeitório, vestiários, repouso dos plantonistas, banheiros administrativos e depósito de material de limpeza. Na assistência, encontram-se as salas de internação amarela com 9 leitos, e vermelha com 4 leitos, posto de enfermagem, observação pediátrica, central de material de esterilização e expurgo, sala de medicação com 2 leitos extras, sala de procedimentos e laboratório de análises clínicas. O setor de atendimento é caracterizado pela recepção e atendimento geral dos pacientes que chegam à unidade, onde estão os consultórios para atendimento médico, sala de triagem, sala de odontologia, coleta de exames, sala de exame eletrocardiograma, raio X, banheiros e ainda, depósito de material de limpeza. No setor de limpeza/manutenção/ vigilância há um tanque, banheiro e copa. E o funcionamento é realizado todos os dias durante o período de 24h.

A população da UPA é formada por 197 servidores efetivos, 26 voluntários e 37 funcionários terceirizados. Dentre os servidores efetivos, 22 médicos, 26 enfermeiros, 69 Técnicos de enfermagem, 16 Técnicos administrativos, 10 Técnicos em Raio X, 14 Técnicos de laboratório, 7 Bioquímicos, 1 Farmacêutico, 11 Motoristas, 1 Assistente Social, 3 Dentistas, 3 Técnicos em Higiene Dental, 5 Nutricionistas, 6 Auxiliar operacional de serviços diversos (AOSD) Laboratório, 3 AOSD diversos. Quanto aos funcionários terceirizados, são 14 da limpeza, 16 vigilância, 5 copeiras e 2 conveniados FUNAP/DF, Fundação de Amparo ao Trabalhador Preso do Distrito Federal.

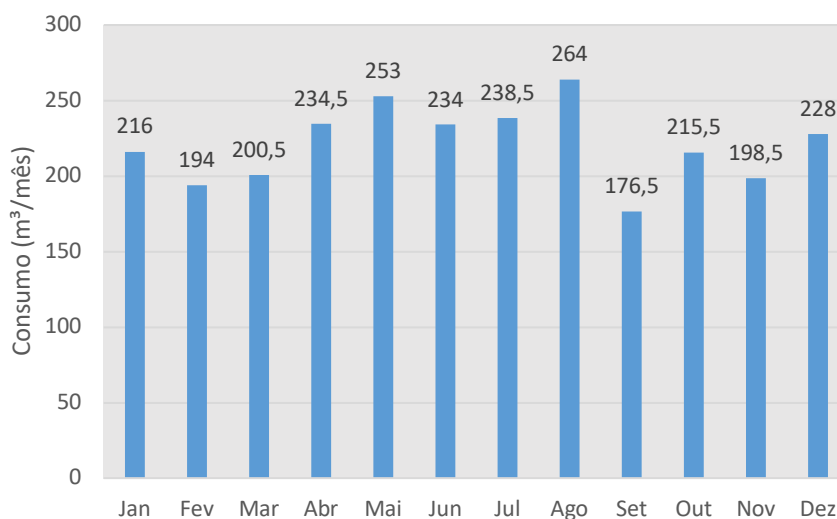
O número médio de atendimentos mensal é de 2.830, sendo 392 internações, 336 pacientes odontológicos, 1.906 atendimentos em emergência de clínica médica e 196 exames diversos solicitados por outras unidades. Em média, o número de acompanhantes por mês é de 600 pessoas e o número de visitantes, 1.560. A população total/dia é de 426 pessoas e a relação entre o número de pessoas por área construída é de 4,70 *pessoa/m<sup>2</sup>*. O maior índice da população total diária está representado pelo número de servidores, com 46%.

No ano de 2015 verifica-se um aumento de consumo gradativo ao longo dos meses, com pico registrado no mês de maio, 249 m<sup>3</sup>. Nos meses de outubro e novembro há uma diminuição do consumo, com 191 m<sup>3</sup> e 179 m<sup>3</sup> respectivamente. Há uma redução de consumo no início do ano de 2016 e se prolonga até o mês de fevereiro, com 219 m<sup>3</sup>, e a partir desse período o consumo teve grande variação, com pico elevado no mês de agosto, 290 m<sup>3</sup> e menores consumos no mês seguinte, com mínimo em setembro, 148 m<sup>3</sup>. Quando comparado os dois anos, verifica-se que em 2016 o consumo foi mais elevado (Figura 153).

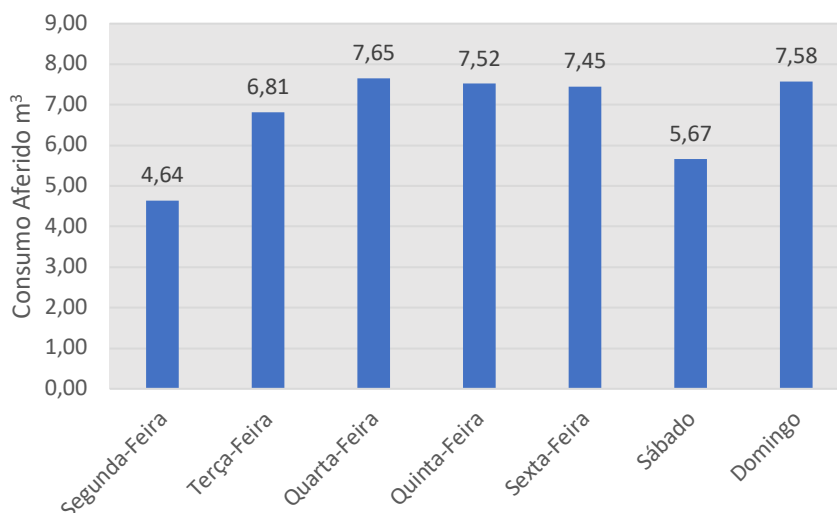
**Figura 153:** *Evolução do consumo de água dos anos de 2015 e 2016 (m<sup>3</sup>/mês).*



A partir da média de consumo entre os anos de 2015 e 2016, resultou-se numa média mensal de 221,08 m<sup>3</sup>/mês. O consumo máximo foi registrado no mês de agosto, com volume de 264 m<sup>3</sup>/mês, e mínimo no mês de setembro, 176,5 m<sup>3</sup>/mês (Figura 154).

**Figura 154:** *Consumo mensal médio dos anos de 2015 e 2016.*

Dados de consumo de água ao longo da semana foram obtidos por leituras diárias do hidrômetro da Unidade de Pronto Atendimento entre os dias 27 de outubro a 11 de novembro de 2018, com a finalidade de verificar o consumo por dia da semana e possíveis vazamentos. Observou-se um consumo diário médio equivalente a 6,76 m<sup>3</sup>. Valores chegaram a um máximo de 7,65 m<sup>3</sup> do meio da semana, quarta-feira, e o menor valor foi registrado na segunda-feira, 4,64 m<sup>3</sup>. Verificou-se uma diminuição do consumo ao sábado, mas no domingo foi praticamente equivalente ao consumo registrado na quarta-feira, justificado pelo horário de funcionamento da UPA e número de atendimentos realizados (Figura 155).

**Figura 155:** *Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.*

O procedimento de coleta seguiu aquela descrita para a Unidade Básica de Saúde, com algumas modificações para adaptar ao Estabelecimento de saúde analisado: 1) coleta de dados primários; 2) auditoria de consumo de água; 3) levantamento/instalação de data-loggers; e 4) desinstalação/fechamento.

Na primeira fase, caracterizada pela coleta de dados primários, foram obtidos dados de consumo de janeiro de 2015 a dezembro de 2016. Esses dados foram fornecidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; os dados sobre população, compreendida entre número de pessoas fixas (servidores, funcionários terceirizados e voluntários) e número de pessoas flutuantes (número de pacientes, acompanhantes e visitantes) foram fornecidos pelo Gerente Administrativo da Unidade de Pronto Atendimento, contendo número total de servidores e funcionários terceirizados, número de voluntários, internações, atendimentos odontológicos, atendimentos em emergência de clínica médica, exames diversos, número de leitos, média mensal de acompanhantes e visitantes, e número de refeições diárias. As áreas da edificação (cobertura e jardim) foram obtidas utilizando imagens aéreas disponíveis no Google Earth® com sua ferramenta para medir distâncias e áreas, e a área construída foi fornecida pela Secretaria de Estado de Saúde – SES/DF.

Na segunda fase foi realizada vistoria hidráulica *in loco*, medições diárias para registro do consumo do hidrômetro durante o período de quinze dias, levantamento de vazões dos equipamentos consumidores de água, entrevistas estruturadas com os responsáveis pela limpeza, com a responsável pela empresa que realiza a distribuição das refeições e também com alguns servidores de cada setor da edificação para entender os usos e atividades desenvolvidas na UPA. E ainda, observado o processo de limpeza dos pisos internos da edificação e levantado o número dos equipamentos hidrossanitários.

Na terceira fase, os *data-loggers* foram instalados no tanque do depósito de material de limpeza; em cinco lavatórios, dois vasos sanitários e chuveiro do banheiro/vestiário masculino; lavatório, vaso sanitário e chuveiro do banheiro do repouso masculino; lavatório do refeitório; pia e filtro da copa do servidor; pia do laboratório de análises clínicas; lavatório e pia da sala de medicação; pia e ducha higiênica da sala de procedimentos (curativos); nos lavatórios da sala de odontologia, consultório, sala de exames eletrocardiograma e sala de coleta de exames; lavatório e vaso sanitário dos banheiros feminino e masculino para atendimento aos pacientes, localizados junto a recepção do Estabelecimento de saúde (Figura 156).

**Figura 156:** Medidor de fluxo instalado na torneira dos lavatórios do banheiro/vestiário masculino (a), módulo *data-logger* fixado na parede do banheiro (b), medidor de fluxo instalado no vaso sanitário (c).



(a)



(b)



(c)



A desinstalação dos *data-loggers*, caracterizada pela quarta fase foi realizada após o período de medição, compreendido entre 7 a 10 dias.

A UPA obteve um consumo predial médio de 2.653,00  $m^3/ano$ , com uma demanda mensal equivalente a 221,08  $m^3/mês$  e 7,37  $m^3/dia$  e um consumo *per capita* de 17,05  $l/p/d$ . A Tabela 112 faz um resumo dos valores médios de vazão, frequência, uso ( $l/d$ ), e indicadores de consumo de água *per capita* de cada equipamento consumidor: litro por funcionário por dia ( $l/func/d$ ); litro por paciente por dia ( $l/pac/d$ ); litro por metro quadrado por dia ( $l/m^2/d$ ); e litro por refeição por dia ( $l/r/d$ ). Os equipamentos que apresentaram maiores indicadores de consumo foram: vasos sanitários do banheiro dos pacientes (7,10  $l/pac/d$ ) e vasos sanitários do banheiro dos funcionários (6,22  $l/func/d$ ).

**Tabela 112:** Indicadores de consumo individual.

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Uso (l/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Uso	Indicador-Consumo
<b>Administrativo</b>						<b>11,66 <math>l/func/d</math></b>	<b>11,77 <math>l/func/d</math></b>
Lavatório (2)	0,08 $l/s$	18	0,09	0,14	15,02	0,0005 $l/func/d$	0,06 $l/func/d$
<b>Copas &amp; Refeitório</b>						<b>6,03 <math>l/func/d</math></b>	<b>6,06 <math>l/func/d</math></b>
Pia de cozinha (3)	0,08 $l/s$	22	768	1401,85	1405,62	5,39 $l/func/d$	5,41 $l/func/d$
Filtro (2)	0,04 $l/s$	33	52	61,50	64,01	0,24 $l/func/d$	0,25 $l/func/d$
Buffet de banho maria (1)	0,16 $l/s$	301	2	77,62	77,63	0,40 $l/r/d$	0,40 $l/r/d$
<b>Atendimento</b>						<b>0,82 <math>l/func/d</math></b>	<b>0,85 <math>l/func/d</math></b>
Lavatório (10)	0,04 $l/s$	11	254	110,82	114,11	0,43 $l/func/d$	0,44 $l/func/d$
Pia (4)	0,05 $l/s$	13	67	40,86	41,82	0,16 $l/func/d$	0,16 $l/func/d$
Filtro (2)	0,04 $l/s$	33	52	61,50	64,01	0,24 $l/func/d$	0,25 $l/func/d$
Ducha higiênica (1)	0,01 $l/s$	31	1	0,15	0,46	0,001 $l/func/d$	0,002 $l/func/d$
<b>Assistência</b>						<b>4,94 <math>l/pac/d</math></b>	<b>4,99 <math>l/pac/d</math></b>
Lavatório (1)	0,07 $l/s$	10	22	14,91	15,08	0,16 $l/pac/d$	0,16 $l/pac/d$
Pia (2)	0,04 $l/s$	12	126	57,41	62,21	0,61 $l/pac/d$	0,66 $l/pac/d$
Pia para expurgo (1)	0,04 $l/s$	5400	0,4	92,57	92,57	0,98 $l/pac/d$	0,98 $l/pac/d$
Expurgo (1)	6,00 $lpf$	---	0,4	2,57	2,57	0,03 $l/pac/d$	0,03 $l/pac/d$
Equipamento de laboratório (1)	0,04 $l/s$	1050	7	298,09	298,09	3,16 $l/pac/d$	3,16 $l/pac/d$
<b>Banheiro pacientes</b>						<b>9,11 <math>l/pac/d</math></b>	<b>9,13 <math>l/pac/d</math></b>
Lavatório (8)	0,07 $l/s$	10	178	119,30	120,61	1,26 $l/pac/d$	1,28 $l/pac/d$
Chuveiro (3)	0,08 $l/s$	95	10	71,54	71,80	0,76 $l/pac/d$	0,76 $l/pac/d$
Vaso sanitário (7)	0,07 $lpf$	85	120	668,87	669,33	7,09 $l/pac/d$	7,10 $l/pac/d$
<b>Banheiro funcionários</b>						<b>6,40 <math>l/func/d</math></b>	<b>9,44 <math>l/func/d</math></b>
Lavatório (14)	0,07 $l/s$	15	668	638,43	644,82	2,46 $l/func/d$	2,48 $l/func/d$
Chuveiro (8)	0,08 $l/s$	95	27	190,77	191,46	0,73 $l/func/d$	0,74 $l/func/d$
Vaso sanitário (8)	0,07 $l/s$	98	122	833,77	1617,20	3,21 $l/func/d$	6,22 $l/func/d$
Ducha higiênica (2)	0,08 $l/s$	15	0,5	0,57	0,63	0,002 $l/func/d$	0,002 $l/func/d$
<b>Lavagem de pisos</b>						<b>0,06 <math>l/m^2/d</math></b>	<b>0,06 <math>l/m^2/d</math></b>
Tanque (2)	0,20 $l/s$	22	22	95,19	95,24	0,06 $l/m^2/d$	0,06 $l/m^2/d$
<b>Vazamento</b>							
Lavatório do banheiro: manutenção e vigilância	0,0001 $l/s$	86400	1	10,00	10,00		
Vaso sanitário banheiro: uso dos pacientes	0,0017 $l/s$	86400	1	144,00	144,00		

$l/s$  = litro por segundo;  $lpf$  = litro por fluxo;  $l/d$  = litro por dia;  $n/d$  = número por dia;  $l/p/d$  = litro por pessoa por dia;  $l/r/d$  = litro por refeição por dia;  $l/func/d$  = litro por funcionário por dia;  $l/pac/d$  = litro por paciente por dia;  $l/m^2/d$  = litro por metro quadrado por dia

Com os resultados de consumo individual, foi realizado uma estimativa do volume de água utilizado diariamente em cada setor: administrativo, atendimento, assistência, banheiros pacientes e funcionários, lavagem de pisos e vazamentos. O maior consumo registrado foi resultante do banheiro dos funcionários, com 2.454,11 *l/d*.

Os setores que apresentaram maiores taxas de consumo foram: banheiro funcionários (42%), setor administrativo (27%) e banheiro pacientes (15%), enquanto a lavagem de pisos (1%) e setor de atendimentos (4%).

Com os indicadores de uso-final por equipamento foi calculado o consumo de água total e comparado a média mensal fornecida pela CAESB, a fim de verificar a discrepância entre consumo medido e consumo faturado. O consumo anual medido pela concessionária foi equivalente a 2.653,00 *m³/ano* ou seja, 7.268,49 *l/dia*. O consumo medido através do levantamento de usos-finais foi de 5.818,27 *l/dia*, obtendo uma discrepância de -19,95%.

Os resultados demonstraram que os vasos sanitários foram os maiores consumidores de água na edificação, com 39%, seguido pelas pias de cozinha, 24% e lavatórios, 16%. Ressalta-se que apesar dos vasos sanitários instalados na UPA terem como característica o uso da caixa acoplada, a quantidade de água utilizada para a descarga representou uma parcela significativa do consumo total do edifício analisado. As pias de cozinha, presentes em apenas três copas, também foram representativas no resultado dos usos-finais. E quanto aos lavatórios presentes em determinados ambientes, possuem torneira automática de pressão: consultório 3, sala de expurgo, sala de medicação, sala de esterilização de material, sala de exame eletrocardiograma, e em um dos sanitários feminino próximo à entrada da UPA.

Os menores consumos foram registrados na ducha higiênica, 0,02%, no expurgo, 0,04%, e buffet de banho maria, 1%. As duchas higiênicas apresentaram baixo consumo de água e estão presentes em apenas três ambientes, sala de curativos, vestiários feminino e masculino. O expurgo, localizado na central de material de esterilização/expurgo, não é utilizado com frequência, apenas em casos específicos para descarte de material biológico. E o buffet de banho maria, utilizado para aquecer os alimentos servidos no refeitório, o que justificam os menores consumos dos usos-finais. Embora a lavagem de pisos seja realizada diariamente, o consumo do tanque foi de apenas 2%. Toda água utilizada para limpeza do edifício é retirada dos tanques localizados nos dois depósitos de material de limpeza e o baixo consumo obtido no uso-final levantado é devido ao processo de limpeza por causa das características do piso elevado.

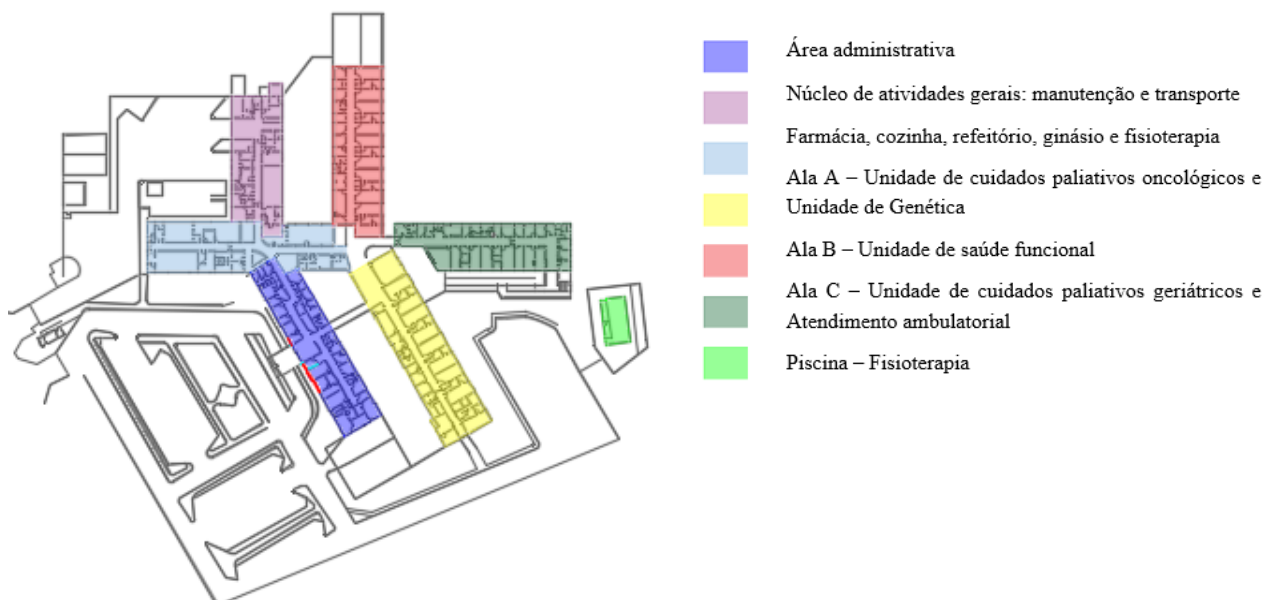
### *Hospital*

O Hospital de Apoio de Brasília (HAB), inaugurado em 1994, destaca-se por realizar atendimento ambulatorial especializado, cuidados paliativos, reabilitação adulto e infantil; como também, ser centro de referência em doenças neuromusculares e genética – triagem neonatal e doenças raras de origem genética. A edificação está localizada no setor Noroeste de Brasília, possui pavimentos predominantemente térreos, com exceção da Ala C, edificada com dois pavimentos. No edifício estão distribuídas as Alas de internação (A, B e C); área administrativa; núcleo de atividades gerais: manutenção e transporte; farmácia, cozinha, refeitório, ginásio e fisioterapia; atendimento ambulatorial; Unidade de Genética; e Fisioterapia. Próximo a Ala C há uma piscina com área de



superfície 63,57 m<sup>2</sup>, onde são realizadas as atividades de hidroterapia. A área construída é de 4.520,00 m<sup>2</sup> e a área verde existente entre os blocos e no entorno do edifício tem aproximadamente 3.324,00 m<sup>2</sup> (Figura 157).

**Figura 157:** Planta baixa do Hospital de apoio de Brasília com setorização das áreas de serviço e atendimento.



Atualmente o Hospital de Apoio de Brasília é considerado como uma das Unidades de Referência Distrital, em que são realizados atendimentos especializados. Tem como finalidade o cuidado com a saúde, fundamentada no princípio da humanização e qualidade de vida. Sua edificação sofreu alterações físicas ao longo do tempo em função dos novos usos, novos equipamentos e necessidades de trabalho, o que implicou diretamente no remanejamento dos espaços e adaptação do existente.

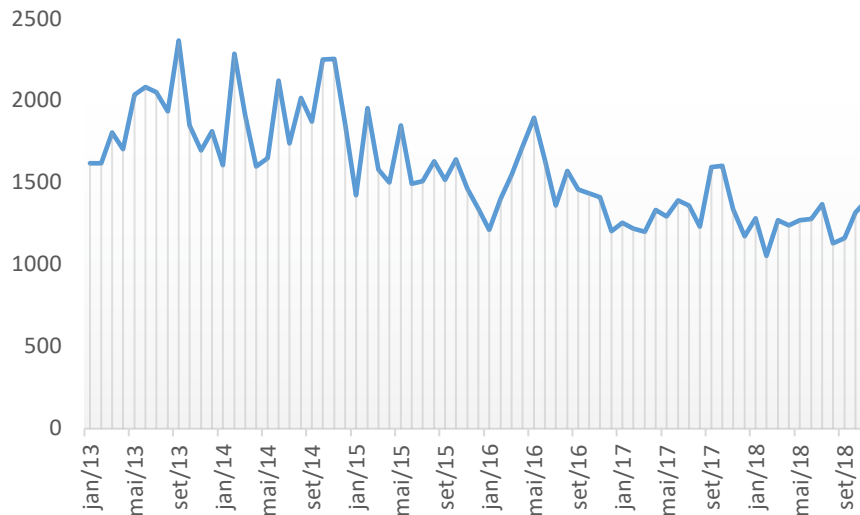
A população do HAB é composta pelo número de pessoas fixas, compreendida pelos servidores e funcionários terceirizados, e também pelo número de pessoas flutuantes, caracterizados pelo número de internações, acompanhantes, visitantes e voluntários. O hospital possui 59 leitos distribuídos em 21 enfermarias, sendo 7 na Ala de internação A – Unidade de cuidados paliativos oncológicos, 10 Ala de internação B – Unidade de saúde funcional e 4 Ala de internação C – Unidade de cuidados paliativos geriátricos; 347 servidores; 92 funcionários terceirizados, sendo 29 pertencentes a equipe de limpeza, 20 da vigilância e 43 da alimentação. Em média, o número de acompanhantes/mês é de 500 pessoas e o número de visitantes/mês, 920.

O número de internações entre os meses de janeiro a julho de 2018 foi de 339 pacientes, sendo 202 na ala de internação A, 67 na ala de internação B, 70 na ala de internação C, obtendo como média mensal de internação de 56,5 pacientes/mês. Considerando que alguns servidores trabalham em regime de escala, a população total/dia é de 445 pessoas.

A relação entre o número de pessoas por área construída é de 0,1 *pessoa/m*<sup>2</sup>. Em geral observou-se uma população diária equivalente a 247 servidores, 92 funcionários terceirizados, 1,7 voluntários, 56,5 internações, 16,7 acompanhantes e 30,7 visitantes. O maior índice da população total diária está representado pelo número de servidores, com 55,6%.

O número médio mensal de atendimentos no ambulatório é de 1.183 e a especialidade com maior número de atendimentos foi de fisioterapia geral, com 348 pacientes por mês. O número médio mensal de atendimentos no ambulatório de genética é de 588 e a especialidade médica com maior número de atendimentos foi geneticista, com 188 pacientes por mês. O número de internações entre os meses de janeiro a julho de 2018 foi de 339, obtendo uma média mensal de 56,5 pacientes por mês.

**Figura 158:** *Evolução do consumo de água dos últimos anos (m<sup>3</sup>/mês).*



Dados relativos ao histórico do consumo mensal de água foram obtidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal e complementados pela Diretoria Administrativa do Hospital de Apoio de Brasília, compreendendo uma média histórica de seis anos, entre janeiro de 2013 a novembro de 2018 (Figura 158).

Observa-se uma redução no consumo ao longo dos anos, principalmente no segundo semestre de 2016 até o final de 2018, que pode ter sido provocado pelo agravamento da crise hídrica que afetou Distrito Federal em 2016. Com a diminuição da oferta de água as atividades de limpeza foram restringidas à parte interna do edifício. Nas áreas externas a limpeza passou a ser realizada em caso de extrema necessidade devido as condições de higiene.

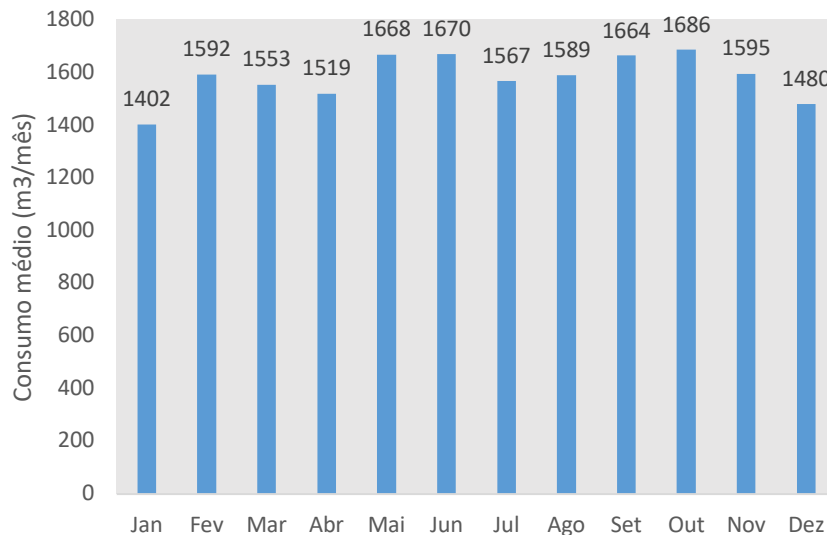
No ano de 2013 verifica-se um aumento de consumo gradativo ao longo dos meses, registrando seu ápice em setembro. Em 2014 o consumo variou ao longo dos meses, com picos mais elevados nos meses de fevereiro, junho, outubro e novembro; e menores consumos foram registrados nos meses de abril e maio. Em 2015 o consumo teve uma diminuição gradativa, com apenas dois registros de elevação, no mês de fevereiro e maio. O ano de 2016 iniciou com aumento no consumo que prolongou até maio, e nos demais meses verificou-se redução no consumo. Em 2017 observa-se um consumo regular entre os meses com pequena elevação nos meses de agosto e setembro. E em 2018 foi registrado um dos menores consumos mensais comparados aos demais anos analisados.

De maneira geral, as variações no consumo de água apresentaram-se constantes, com registros de alguns picos que podem ter sido motivados por manutenções prediais, como limpeza de caixa d'água, troca de registros ou aparelhos hidrossanitários, ou mesmos lavagens de ambientes não programados na rotina diária. A limpeza segue um cronograma diário em função do tipo do estabelecimento e das

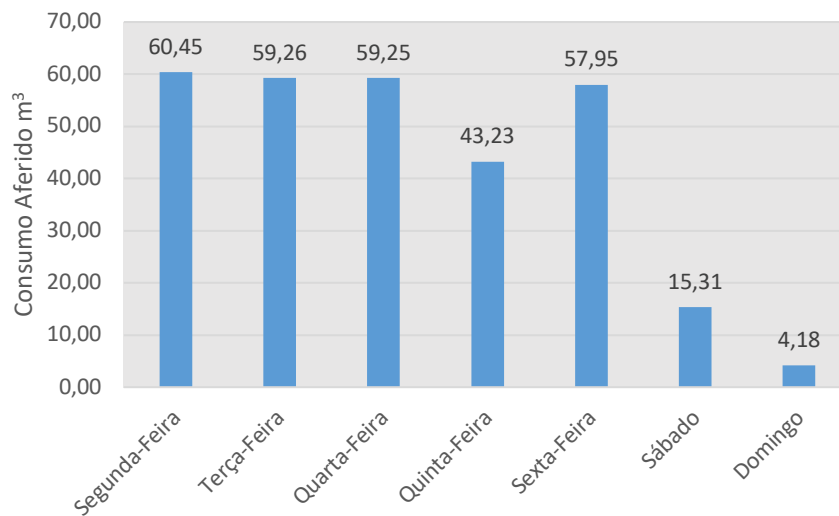
necessidades de higiene local, com exceção à limpeza de áreas externas que teve sua restrição em função da crise hídrica. Essas pequenas variações também podem ter ocorridos em função do número de atendimentos realizados e internações, o que aumenta ou diminui o consumo de água.

Para analisar o consumo predial mensal foi realizado uma média entre os anos de 2013 a 2018 e verificado um consumo de  $1.582 \text{ m}^3/\text{mês}$ . O consumo máximo foi registrado no mês de maio, com volume de  $1.668 \text{ m}^3/\text{mês}$ , e mínimo no mês de janeiro,  $1.402 \text{ m}^3/\text{mês}$  (Figura 159).

**Figura 159:** Consumo mensal médio dos últimos seis anos.



Os dados de consumo de água ao longo da semana foram obtidos por leituras diárias do hidrômetro do hospital entre os dias 04 a 18 de abril de 2018, com a finalidade de verificar o consumo por dia da semana e possíveis vazamentos. Observou-se um consumo diário médio equivalente a  $42,80 \text{ m}^3$ . Valores chegaram a um máximo de  $60,45 \text{ m}^3$  durante o início da semana, e os menores valores foram registrados aos finais de semana,  $15,31 \text{ m}^3$  ao sábado e  $4,18 \text{ m}^3$ , domingo (Figura 160). Esse consumo reduzido pode ser justificado pela menor ocupação do edifício aos finais de semana, tanto pela população fixa quanto flutuante. Os pacientes da Ala de internação B recebem licença temporária para irem para casa e o número de acompanhantes e visitantes apresenta-se em menor número por causa da redução de pacientes internados, o que conseqüentemente diminui o número de roupas na lavanderia e também na quantidade de alimentos preparados na cozinha. Outro fator relevante são os atendimentos ambulatoriais, odontológicos e exames, que são realizados apenas de segunda a sexta. O principal consumo de água aos finais de semana é decorrente da lavagem terminal programada, devido ao processo de limpeza que inclui lavagem de pisos, paredes dos banheiros, janelas e lixeiras, além do tempo de duração em cada ambiente.

**Figura 160:** *Variação diária média do consumo de água ao longo da semana.*

Para determinar consumo *per capita* e consumo *per area* foi utilizado o mesmo procedimento descrito para a Unidade Básica de Saúde. O resultado do indicador *per capita* foi de 113,46 l/p/d e *per area*, 11,16 l/m<sup>2</sup>/d.

Seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente, a coleta de dados dividiu-se em: 1) coleta de dados primários; 2) auditoria de consumo de água; 3) levantamento/instalação de data-loggers; e 4) desinstalação/fechamento. Inicialmente foi agendada uma visita com a gestora do estabelecimento analisado para obter contato de pessoas chave, entender o funcionamento do edifício analisado e traçar um cronograma de instalação/desinstalação de equipamentos *data-loggers*.

Na primeira fase foi realizada coletados dados primários para caracterização do edifício. O histórico de consumo de água da edificação foi obtido após análise documental das contas de água por um período de seis anos, compreendido entre 2013 a 2018. Os dados de consumo referente ao período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 foram obtidos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, e complementados pela Diretoria Administrativa do Hospital de Apoio de Brasília, com informações relativas ao consumo de janeiro de 2017 a novembro de 2018. Dados referentes a população, compreendida entre número de pessoas fixas (servidores e funcionários terceirizados) e número de pessoas flutuantes (número de internações, acompanhantes e voluntários) possibilitaram a identificação da quantidade de pessoas consumidoras de água. Esses dados também foram fornecidos pela Diretoria Administrativa do Hospital de Apoio de Brasília, contendo médias mensais do número de acompanhantes e visitantes, número total de servidores e funcionários terceirizados, compreendidos entre limpeza, vigilância e alimentação; número total de internações entre os meses de janeiro a julho de 2018, número de atendimentos ambulatoriais por um período de 03 (três) meses, referentes a agosto, setembro e outubro de 2018 e o número de refeições fornecidas no período de 01 a 30 de setembro de 2018, para pacientes, acompanhantes, refeições servidas no refeitório e venda de tickets.

Para obter o número de servidores de um dia específico, foi consultado o site da Secretaria de Saúde do Distrito Federal (SESDF, 2018), e verificado a escala dos servidores nos três turnos, manhã, tarde e noite, nos dias 26, 27 e 28 de outubro de 2018. As áreas da edificação (cobertura e jardim) foram

obtidas utilizando imagens aéreas disponíveis no Google Earth® com sua ferramenta para medir distâncias e áreas. A área construída foi fornecida pela Secretaria de Estado de Saúde – SES/DF e as áreas dos ambientes internos (corredores, banheiros enfermarias, salas administrativas e outros) foram obtidas através de levantamento *in loco* com uso de trena e consulta a planta baixa do edifício, desenhada no programa AutoCad por alunos do curso de Engenharia Civil da Mobilidade do Instituto Federal de Goiás – IFG, Campus Anápolis, durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado “*Componente Sociocultural, Educação Ambiental, Patologias Estruturais e Computação*” vinculado ao “*Projeto Eficiência Hídrica em Unidades de Saúde: diagnóstico e soluções*” (Aprovado no Edital 05/2016 FAP-DF). Por último, a superfície e volume da piscina foram levantadas *in loco* com uso de trena para medir o perímetro e profundidade.

Na segunda fase diferentes técnicas de auditoria do consumo de água foram utilizadas para caracterizar os usos-finais de água em lavatórios, chuveiros, descargas sanitárias, pias de cozinha, tanques, máquinas de lavar roupas, lavagem de pisos e limpeza da piscina, como: vistoria hidráulica *in loco*, medições diárias para registro do consumo do hidrômetro, levantamento de vazões dos equipamentos consumidores de água e entrevistas estruturadas.

A auditoria do consumo de água iniciou-se por meio de uma vistoria hidráulica *in loco* para a identificação, especificação e medição da vazão dos equipamentos consumidores de água, com o objetivo de averiguar as condições do sistema hidráulico e detectar eventuais ineficiências e vazamentos para estimar suas perdas. Para coleta de dados referente a vazão dos equipamentos consumidores de água (lavatórios, chuveiros, pia de cozinha, tanques, torneiras de uso geral e torneiras de jardim) foi utilizado como técnica, a medição do tempo necessário para encher um recipiente de um litro. E para os demais usos, válvulas de descarga e máquina de lavar roupas, as vazões foram definidas conforme especificações do fabricante. Nos vazamentos aparentes identificados, foi utilizado como técnica a medição da perda de água de cada ponto de vazamento para encher um recipiente medidor durante cinco segundos.

Por meio de medições diárias foi realizado o registro do consumo do hidrômetro durante o período de quinze dias para verificar o consumo ao longo da semana e possíveis vazamentos. Hidrômetros foram instalados na tubulação de água fria que alimenta a lavanderia e laboratório separadamente, para medir consumos de água específicos desses setores (Figura 161).

**Figura 161:** *Hidrômetro instalado na lavanderia (a) e instalação do hidrômetro na tubulação que alimenta o laboratório de unidade genética, Ala de internação A (b).*



(a)

(b)

Entrevistas estruturadas foram realizadas para coletar informações referentes às características de ocupação e uso das edificações, dias e horários de funcionamento, atividades relacionadas à limpeza, irrigação, preparo de alimentos, limpeza da piscina, e manutenção do sistema hidráulico. Para realizar entrevista com o responsável pela limpeza da piscina, foi utilizado um aplicativo tradutor entre português e libras chamado “*hand talk*” para facilitar o diálogo em função da deficiência auditiva do entrevistado. O serviço de limpeza da piscina foi acompanhado durante um dia para verificar o processo e estimar o volume de água completado.

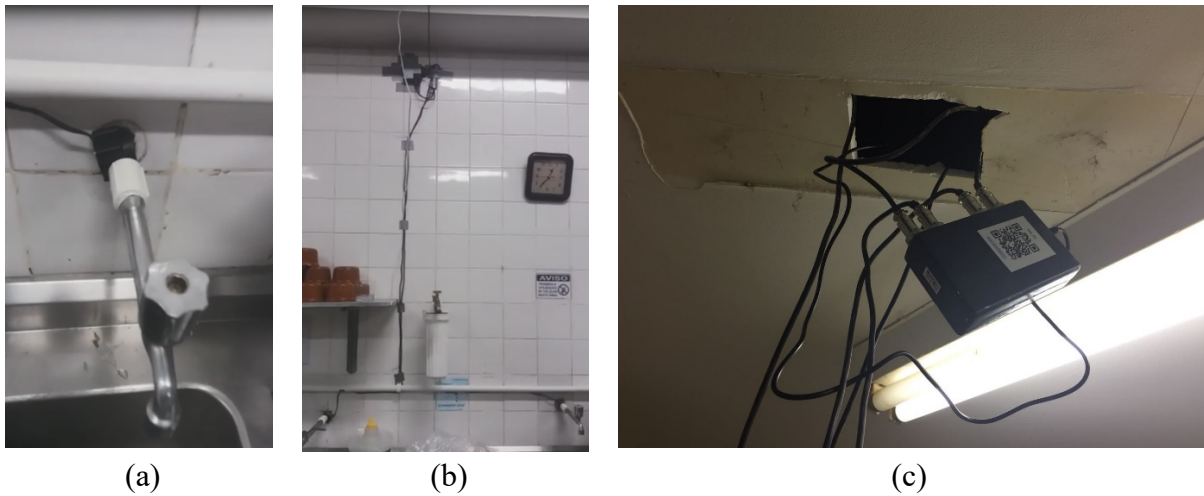
Um acompanhamento da lavagem de roupas durante um dia foi realizado para estimar o consumo de água utilizado na lavanderia, cronometrando o tempo de abertura do registro para cada ciclo de lavagem, pois os *data-loggers* não são aplicáveis a este tipo de equipamento. Em paralelo, foram utilizados dados dos registros de pesagem de roupas e o número de lavagens diárias durante um ano para estimar o volume de água utilizado. Foi realizada observação *in loco* durante um dia nos processos de lavagem de pisos e limpeza de ambientes internos para estimar o volume de água utilizado, o tempo de abertura de torneiras (mangueiras, lavadoras, etc.) e sua respectiva vazão.

Dados referentes ao número dos equipamentos hidrossanitários foram coletados durante uma visita técnica realizada na edificação. Foi quantificado 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.).

Na terceira fase foram instalados *data-loggers* na torneira da pia de cozinha e filtro da copa, Ala de internação A; na torneira da pia de cozinha e filtro da copa, Ala de internação B; lavatório do refeitório; em seis torneiras de pia localizadas na cozinha, caracterizadas pelo uso: geral, lavagem de hortaliças e lavagem de panelas; também foram instalados no lavatório e chuveiro dos banheiros pertencentes aos quartos andorinha e bem-te-vi, Ala de internação A; João-de-Barro e Papagaio, Ala de internação B; enfermaria 3 e 4, Ala de internação C; lavatório e chuveiro do banheiro administrativo; dois lavatórios e um chuveiro do banheiro feminino da unidade ambulatorial localizada no pavimento inferior da Ala de internação C; e, dois lavatórios e dois chuveiros do banheiro masculino dessa mesma Ala (Figura 162).



**Figura 162:** Medidor de fluxo instalado na torneira da pia da cozinha (a), módulo data-logger fixado na parede, (b) processo de instalação do equipamento dentro do forro de gesso do banheiro (c).



Ainda na terceira fase, foram instalados *mini contadores* junto as válvulas de descarga dos mesmos banheiros em que foram instalados os *data-loggers*, para registrar o número de vezes em que o equipamento era utilizado durante um período de 17 dias. Foi levantado o número de pacientes internados na enfermaria durante o período em que os equipamentos ficaram instalados para calcular a frequência de uso por pessoa/dia.

Para a instalação dos equipamentos *mini contadores* foram retirados os acabamentos das válvulas de descarga, colocados os contadores junto as válvulas e instalado novamente o acabamento. Os *mini contadores* foram pré-adaptados antes do processo de instalação, com a desativação do botão *reset* localizado ao lado do botão que realiza a contagem de uso. Durante o processo de instalação foi utilizado fita adesiva transparente para fixar o equipamento na alvenaria, ao lado da válvula de descarga; e adaptado uma haste junto a chave de regulagem da válvula, com a utilização de palito de picolé e fita adesiva preta. Foram realizados vários testes acionando a válvula de descarga para verificar se a contagem do número de uso do equipamento era registrada (Figura 163).

**Figura 163:** Instalação de *mini contadores* (a) junto a válvula de descarga (b).



As instalações dos *mini contadores* foram realizadas nas válvulas de descarga dos banheiros feminino e masculino da Área Administrativa; banheiros dos quartos andorinha e bem-te-vi, Ala de internação A; banheiros dos quartos joão-de-barro e papagaio, Ala de internação B; enfermaria 3 e 4, Ala de

internação C; banheiros feminino e masculino da unidade ambulatorial localizada no pavimento inferior da Ala de internação C.

**Tabela 113:** *Indicadores de consumo individual.*

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo	Indicador-Consumo
<b>Administrativo</b>							
Lavatório (2)	0,06 l/s	13	41	33,37	41,21	3,8 l/func/d	4,0 l/func/d
Pia (3)	0,18 l/s	72	99	1273,23	1318,80	0,10 l/func/d	0,12 l/func/d
						3,74 l/func/d	3,87 l/func/d
<b>Cozinha/copa/refeitório</b>							
Lavatório (3)	0,06 l/s	434	2	44,94	63,74	21,9 l/func/d	29,1 l/func/d
Pia de cozinha (16)	0,18 l/s	72	527	6790,56	7033,61	0,13 l/func/d	0,19 l/func/d
Filtro (11)	0,07 l/s	122	72	620,23	664,81	19,93 l/func/d	26,93 l/func/d
						1,82 l/func/d	1,95 l/func/d
<b>Atendimento</b>							
Lavatório (16)	0,06 l/s	13	329	266,96	329,69	6,1 l/func/d	6,5 l/func/d
Pia (4)	0,18 l/s	72	132	1697,64	1758,40	0,78 l/func/d	0,97 l/func/d
Filtro (2)	0,07 l/s	122	13	112,77	120,87	4,98 l/func/d	5,16 l/func/d
						0,33 l/func/d	0,35 l/func/d
<b>Assistência</b>							
Lavatório (6)	0,06 l/s	13	124	100,11	123,63	80,7 l/pac/d	83,5 l/pac/d
Pia (12)	0,18 l/s	72	395	5092,92	5275,21	1,29 l/pac/d	1,59 l/pac/d
Pia para expurgo (1)	0,04	5400	1,0	216,00	216,00	65,64 l/pac/d	67,99 l/pac/d
Expurgo (1)	6,00 lpf	---	3	18,00	18,00	2,78 l/pac/d	2,78 l/pac/d
Tanque (1)	0,18 l/s	72	33	424,41	439,60	0,23 l/pac/d	0,23 l/pac/d
Triagem Neonatal	---	---	---	45,46	45,46	5,47 l/pac/d	5,67 l/pac/d
Análises clínicas	---	---	---	332,48	332,48	0,59 l/pac/d	0,59 l/pac/d
Cadeira odontológica (1)	---	---	---	31,68	31,68	4,29 l/pac/d	4,29 l/pac/d
						0,41 l/pac/d	0,41 l/pac/d
<b>Banheiro pacientes</b>							
Lavatório (31)	0,07 l/s	13	621	541,52	673,35	39,1 l/pac/d	40,9 l/pac/d
Chuveiro (29)	0,04 l/s	198	188	1360,41	1366,47	6,98 l/pac/d	8,68 l/pac/d
Vaso Sanitário (33)	9 lpf	---	123	1109,38	1109,38	17,53 l/pac/d	17,61 l/pac/d
Mictório (2)	3 lpf	---	7	22,41	22,41	14,30 l/pac/d	14,30 l/pac/d
						0,29 l/pac/d	0,29 l/pac/d
<b>Banheiro funcionários</b>							
Lavatório (36)	0,03 l/s	11	1053	346,73	380,50	28,8 l/func/d	28,9 l/func/d
Chuveiro (21)	0,04 l/s	14	529	260,78	276,12	1,0 l/func/d	1,1 l/func/d
Vaso Sanitário (30)	9 lpf	---	1022	9198,00	9198,00	0,8 l/func/d	0,8 l/func/d
						27,0 l/func/d	27,0 l/func/d
<b>Manutenção</b>							
Máquina de Lavar Roupa	---	---	---	5626,67	5626,67	17,7 l/kg/d	17,7 l/kg/d
Registro de Piscina	---	---	0,29	1271,43	1271,43	20,0 l/m <sup>2</sup> /d	20,0 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Lavagem de Pisos</b>							
Tanque e torneira geral	---	---	2	783,54	783,54	1,3 l/m <sup>2</sup> /d	1,3 l/m <sup>2</sup> /d
						1,281 l/m <sup>2</sup> /d	1,281 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Vazamento</b>							
Ducha piscina	0,005 l/s	86400	1	432,00	432,00	---	---
Lavatório Consultório 9	0,002 l/s	86400	1	172,80	172,80	---	---
Lavatório (Ala C)	0,001 l/s	86400	1	103,68	103,68	---	---
Lavatório Ambulatório	0,000 l/s	86400	1	17,28	17,28	---	---
Lavatório Banheiro	0,003 l/s	86400	1	241,92	241,92	---	---
Tanque DML	0,000 l/s	86400	1	8,64	8,64	---	---
Pia sala de curativos	0,001 l/s	86400	1	103,68	103,68	---	---
Pia da copa (Ala B)	0,000 l/s	86400	1	8,64	8,64	---	---
Pia Posto enfermagem	0,003 l/s	86400	1	259,20	259,20	---	---
Lavatório	0,001 l/s	86400	1	51,84	51,84	---	---
Pia cozinha (Ala A)	0,004 l/s	86400	1	311,04	311,04	---	---
Lavatório guarita	0,000 l/s	86400	1	17,28	17,28	---	---
Chuveiro subsolo (3)	0,010 l/s	86400	1	2592,00	2592,00	---	---

*l/s = litro por segundo; lpf = litro por fluxo; l/d = litro por dia; n/d = número por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/kg/d = litro por kilo por dia; l/func/d = litro por funcionário por dia; l/pac/d = litro por paciente por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado por dia*

A quarta fase caracteriza-se pela desinstalação dos *data-loggers* e *mini contadores*, após o período de medição, compreendido entre 7 a 10 dias para os *data-loggers*, podendo se estender por mais tempo caso necessário devido a ocorrência de falhas na medição, feriados ou indisponibilidade de acesso às instalações; e 17 dias para os *mini contadores*. Antes da retirada dos *data-loggers*, o cartão de memória SD do equipamento era conferido para verificar o registro das medições de consumo



requeridas durante o período instalado; e no caso dos *mini contadores*, era verificado se constava registro de frequência de uso das válvulas de descarga.

Os resultados do HAB demonstraram um consumo predial médio de 18.408,38  $m^3/ano$ , com uma demanda mensal equivalente a 1.534,03  $m^3/mês$  e 51  $m^3/dia$  e um consumo *per capita* de 113,46  $l/p/d$ . A Tabela 113 faz um resumo dos valores médios de vazão, frequência, uso ( $l/d$ ), e indicadores de consumo de água *per capita* de cada equipamento consumidor: litro por funcionário por dia ( $l/func/d$ ); litro por paciente por dia ( $l/pac/d$ ); litro por metro quadrado por dia ( $l/m^2/d$ ) e litro por kilo por dia ( $l/kg/d$ ). Os equipamentos que apresentaram maior indicador de consumo foram: pias de uso geral, localizadas no setor de assistência, em laboratórios e sala de expurgo (67,99  $l/pac/d$ ); vasos sanitários dos banheiros dos funcionários (27  $l/func/d$ ) e pia de cozinha (26,93  $l/func/d$ ). O maior consumo registrado foi resultante do banheiro dos funcionários, com 9.854,62  $l/d$ .

Em função da área construída do hospital, número de ambientes presentes no edifício e tipo de atendimento prestado, não foi possível a instalação dos *data-loggers* em todos os ambientes com especificidades distintas. Para estimar o consumo de água de equipamentos hidrossanitários desses locais, como salas administrativas, consultórios, farmácia, sala de motoristas, necrotério, fisioterapia, CME, sala dos médicos, posto de enfermagem, laboratórios e outros, foi realizada média de consumo de todos os equipamentos com as mesmas denominações presentes nos ambientes em que foram instalados *data-loggers*. As maiores taxas de consumo foram verificadas no banheiro dos funcionários (23%), cozinha/copa/refeitório (18%) e manutenção e atividades gerais (16%).

Uma estimativa de usos-finais de água por equipamento consumidor foi realizada, agrupando os equipamentos com mesmo nome para levantamento do consumo ( $l/d$ ): descarga sanitária, lavatório, chuveiro, filtro, pia de cozinha, máquina de lavar roupas, lavagem de pisos, equipamentos de laboratório, piscina, tanque, torneira de uso geral e vazamentos encontrados durante o levantamento *in loco*. Dentre os equipamentos que apresentaram maior consumo, estão: vaso sanitário (10.307,38  $l/d$ ), pias (8.352,41  $l/d$ ), pia de cozinha (7.033,61  $l/d$ ) e máquina de lavar roupas (5.627,67  $l/d$ ). A denominação pia de cozinha foi utilizada para todas as pias presentes na cozinha e copas; e pias, aquelas de uso geral, presentes na sala de CME, posto de enfermagem, laboratórios e outros. Os banheiros caracterizados como administrativos, incluem todos aqueles presentes no edifício com exceção aos das enfermarias.

Com os indicadores de uso-final por equipamento foi calculado o consumo de água total e comparado a média mensal fornecida pela CAESB, a fim de verificar a discrepância entre consumo medido e consumo faturado. O consumo anual medido pela concessionária foi equivalente a 18.408,38  $m^3/ano$  ou seja, 50.433,90  $l/dia$ . Esse valor foi obtido dividindo o consumo anual por 365 dias do ano e multiplicando por 1000, para transformar a unidade metro cúbicos ( $m^3$ ) em litros ( $l$ ). O consumo medido através do levantamento de usos-finais foi de 42.841,08  $l/dia$ , obtendo uma discrepância de -15,06% quando subtraído o consumo medido pelo consumo faturado pela concessionária.

Conforme resultados, os vasos sanitários foram os maiores consumidores de água na edificação com 24%, visto que há 67 vasos sanitários instalados na edificação com uso de válvula de descarga. Em seguida, as pias resultaram em 19%. As pias de cozinha também registraram consumo considerável, 16%. As pias de cozinha compreendem todas as pias presentes no ambiente “cozinha”, onde estão

instaladas 8 pias distribuídas de acordo com suas funções, pela área de preparação de alimentos, lavagem de utensílios, lavagem de hortaliças e sala de nutrição; e pias das 11 copas presentes em todas as alas de internação, área administrativa, núcleo de atividades gerais entre outros, e são utilizadas pelos servidores e funcionários terceirizados de cada setor. Na cozinha são preparadas em média 261 refeições/dia e realizada lavagem de utensílios. Juntamente com vasos sanitários e pias de cozinha, a máquina de lavar roupas também obteve consumo representativo, 13%.

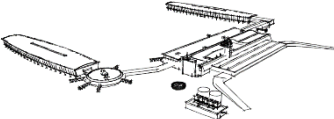
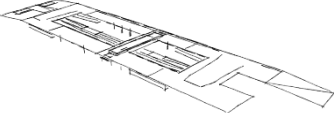
Os menores consumos foram identificados no expurgo, 0,04%; mictório, 0,05%; cadeira odontológica, 0,07%; pia para expurgo, 0,5% e equipamentos de laboratório, 0,88%. Assim como na UPA, o expurgo é utilizado apenas em casos específicos para descarte de material biológico; os mictórios estão localizados no banheiro masculino infantil, no pavimento inferior da Ala C e há apenas duas unidades; o hospital possui uma cadeira odontológica para atendimento de pacientes infantis; e a pia para expurgo, é aquela localizada na sala de expurgo para lavagem do material instrumental.

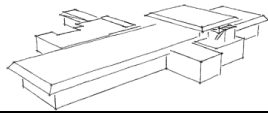
Apesar da limpeza do edifício ser realizada duas vezes ao dia, e ainda, limpezas específicas caracterizadas como “terminal programada”, aos finais de semana, o consumo de água na lavagem de pisos correspondeu apenas a 1%.

### 3.6. Edificações de Transporte

Os edifícios de transporte foram caracterizados conforme os modais correspondentes às atividades realizadas no Distrito Federal. Destacaram-se três tipos de modais de transporte: i) o Rodoviário; ii) Metroviário; iii) e o Aeroviário. No modal Rodoviário, podem ser destacadas a Rodoviária Central e a Rodoviária Interestadual. A Rodoviária Central foi considerada no estudo por atender toda a população urbana do Distrito Federal e por não ter nenhum sistema alternativo de abastecimento de água (a Rodoviária Interestadual já faz o Aproveitamento de Água Pluvial). No modal Metroviário foram analisadas as 24 estações de metrô em funcionamento no Distrito Federal. No modal Aeroviário foi analisado o Terminal de Passageiros 1, já que o Terminal de Passageiros 2 foi desativado para operação de voos. A Tabela 114 apresenta um resumo das principais características (variáveis independentes) das edificações de transporte em análise.

**Tabela 114:** Principais características das edificações de transporte

Tipologia	Características	n	Média
<b>Aeroporto</b>			
	Área construída		110.000 m <sup>2</sup>
	Área verde		600.000m <sup>2</sup>
	Terminal de Passageiros	2	1
	Nº de Aeronaves Mensal		14.761
	Nº de Passageiros Mensal		1.553.203
<b>Central Rodoviária</b>			
	Área construída		20.000m <sup>2</sup>
	Nº de Funcionários	108	
	Nº de Usuário/dia		1.000.000
<b>Metrô - Distrito Federal</b>			
	Área construída		3.517 m <sup>2</sup>
	Extensão da Linha		42.5 Km

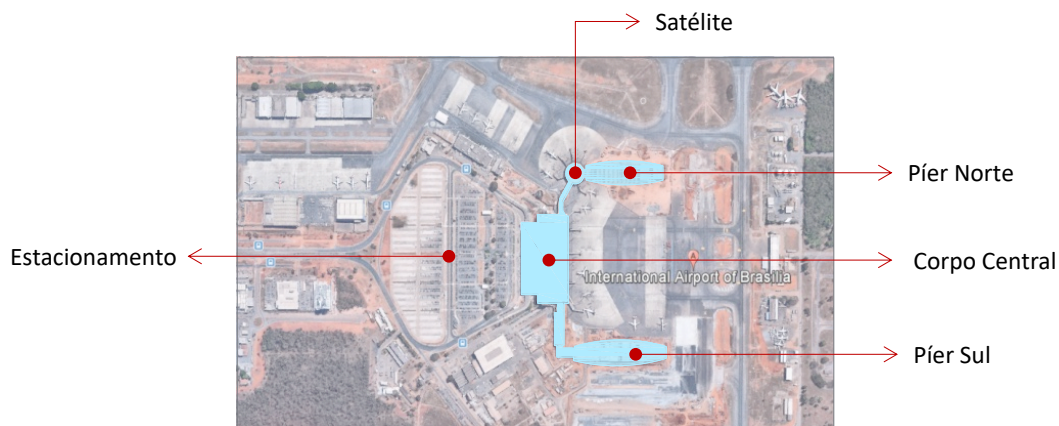


Nº de Estações	24
Nº de Passageiros Mensal	129297

### 3.6.1. Áreas

Texto O Aeroporto Internacional de Brasília é composto por um corpo central conectado às áreas destinadas aos embarques nacional e internacional, que ficam localizados no satélite e em dois piers (norte e sul), conforme pode ser observado na Figura 164. O complexo aeroportuário possui uma área total de 9.947.560m<sup>2</sup> e a parcela de área edificada é de 110.000m<sup>2</sup>. A área verde do complexo é de 600.000m<sup>2</sup> e a área reservada para estacionamento tem capacidade para 3.000 vagas, com aproximadamente 122.439m<sup>2</sup>.

**Figura 164.** Mapa aéreo do aeroporto com destaque para o TP1



A Rodoviária do Plano Piloto tem três níveis para melhor articular o acesso das pessoas com as atividades de cultura, transporte e comércio. Na Figura 165, destacado em vermelho é o pavimento térreo, que foi especialmente designado para o embarque e desembarque de pessoas nos ônibus e é o local de maior fluxo de pessoas, possui uma área de 20.822m<sup>2</sup>. Destacado em azul, é o pavimento do mezanino, um local intermediário de acesso dos pedestres entre os pavimentos superior e térreo, nele estão localizados alguns pontos comerciais, possui uma área de 4.043m<sup>2</sup>. Em amarelo, é o pavimento superior, que está localizado no mesmo nível do Setor de Diversões Sul, mais conhecido pela alcunha de Conic, do Shopping Center Conjunto Nacional, do Teatro Nacional, dos pontos turísticos (biblioteca nacional, museu nacional, catedral) e dos ministérios. Portanto, este pavimento é responsável por conectar as pessoas a estes locais, este pavimento tem 2.171m<sup>2</sup>. O pavimento subterrâneo é recente e foi inaugurado em 2001, quando o metrô consolidou suas operações. Nesse nível, estão localizados alguns comércios, quais sejam: uma unidade de atendimento do Na Hora – Subsecretaria de Modernização do Atendimento Imediato ao Cidadão, outro posto do DF-Trans e um conjunto de banheiros feminino e masculino e possui uma área de 3.178m<sup>2</sup>.

**Figura 165.** *Perspectiva destacando cada pavimento da Rodoviária do Plano Piloto*

Fonte: Adaptado de MUNIZ, 2014

O Metrô-DF possui 42,5 Km de vias operacionais, com 24 estações em funcionamento, além das vias de manobra e estacionamento, que conectam a asa sul do plano piloto às cidades satélites de Ceilândia e Samambaia. As áreas das estações são divididas em AI: Área Interna, AE: Área Externa, AV: Área Verde, AT: Área Total, somatório das respectivas área interna, área externa e área verde e, AC: Área de Cobertura. A Tabela 115 exhibe esses dados para cada estação e a média dessas áreas.

**Tabela 115:** *Áreas das estações estudadas*

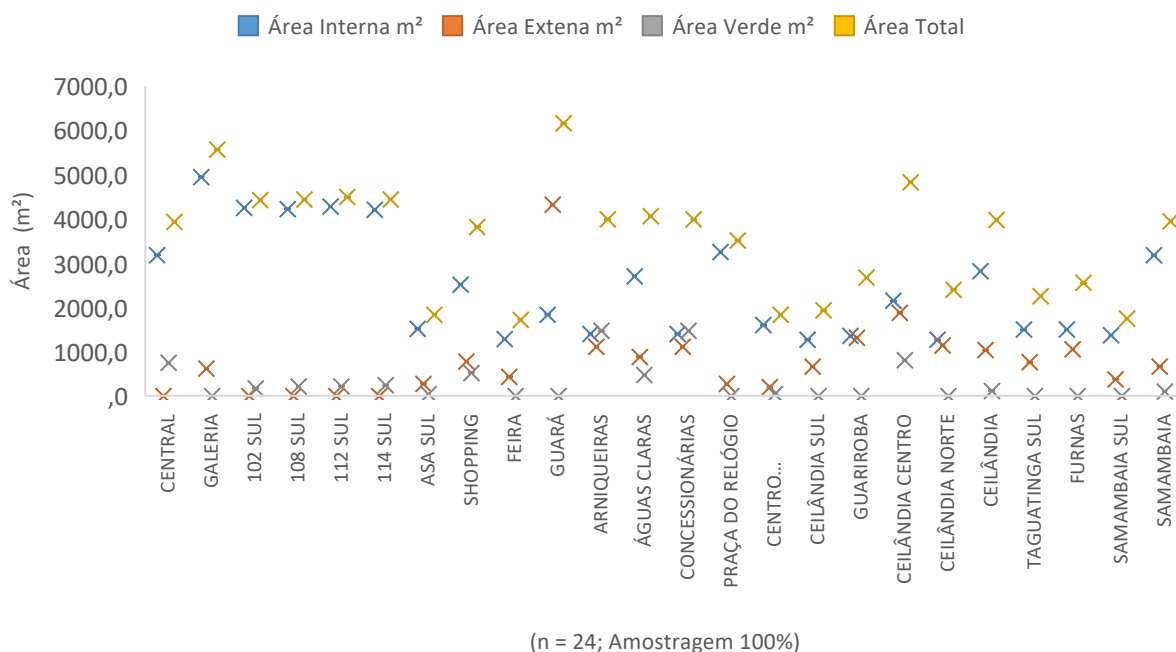
<b>ESTAÇÃO</b>	<b>AI (m<sup>2</sup>)</b>	<b>AE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>AV (m<sup>2</sup>)</b>	<b>AT (m<sup>2</sup>)</b>	<b>AC (m<sup>2</sup>)</b>
Feira	1.281	437	----	1.717	----
Samambaia Sul	1.365	379	----	1.744	1.362
Centro Metropolitano	1.600	193	42	1.835	275
Asa Sul	1.519	278	39	1.836	275
Ceilândia Sul	1.275	656	----	1.931	275
Taguatinga Sul	1.497	760	----	2.257	1.008
Ceilândia Norte	1.267	1.134	----	2.401	8.409
Furnas	1.496	1.055	----	2.551	1.822
Guariroba	1.349	1.314	----	2.663	1.800
Praça do Relógio	3.246	265	----	3.511	704
Shopping	2.517	772	522	3.811	2.076
Central	3.178	----	745	3.924	4.007
Samambaia	3.167	669	106	3.943	2.076
Ceilândia	2.820	1.034	117	3.971	----
Arniqueiras	1.404	1.108	1.466	3.978	1.950
Concessionárias	1.404	1.108	1.466	3.978	1.720
Águas Claras	2.698	883	471	4.053	1.737
102 Sul	4.245	----	173	4.418	4.526
108 Sul	4.218	----	218	4.435	1.722
114 Sul	4.196	----	240	4.437	2.422
112 Sul	4.270	----	218	4.487	2.235
Ceilândia Centro	2.146	1.877	803	4.827	2.235
Galeria	4.941	613	----	5.555	1.860
Guará	1.836	4.311	----	6.146	2.781
<b>Média</b>	<b>2.456</b>	<b>785</b>	<b>276</b>	<b>3.517</b>	<b>2.149</b>

Foi verificado que não são realizadas limpeza nas áreas externas das estações. Portanto, devemos nos ater à área interna (AI) para a construção dos indicadores de consumo. Quanto às áreas verdes (AV), apesar de constarem na arquitetura e no planejamento das estações, elas não são irrigadas, por isso

muitas estações apresentam grandes canteiros secos sem vegetação ou quando tem, é no período de chuva e se restringe aos locais onde os canteiros tem abertura para o ambiente externo. A única exceção dentre as estações é a estação central que tem um canteiro verde irrigado. Diante disso, destacam-se as estações galeria com maior AI e a estação Ceilândia Norte com menor AI, com áreas bem distantes da média 2.456m<sup>2</sup>.

A Figura 166 apresenta um diagrama de dispersão em que podem ser identificadas as estações cujas áreas são semelhantes (ex.: 102 sul, 108 sul, 112 sul e 114 sul). Essa observação é relevante para verificar se os consumos dessas estações são próximos ou equivalentes. Caso haja discrepância será investigado os motivos que levam à essas variações, visto que, a princípio, o método de lavagem e os padrões de uso são semelhantes.

**Figura 166:** Diagrama de dispersão da área

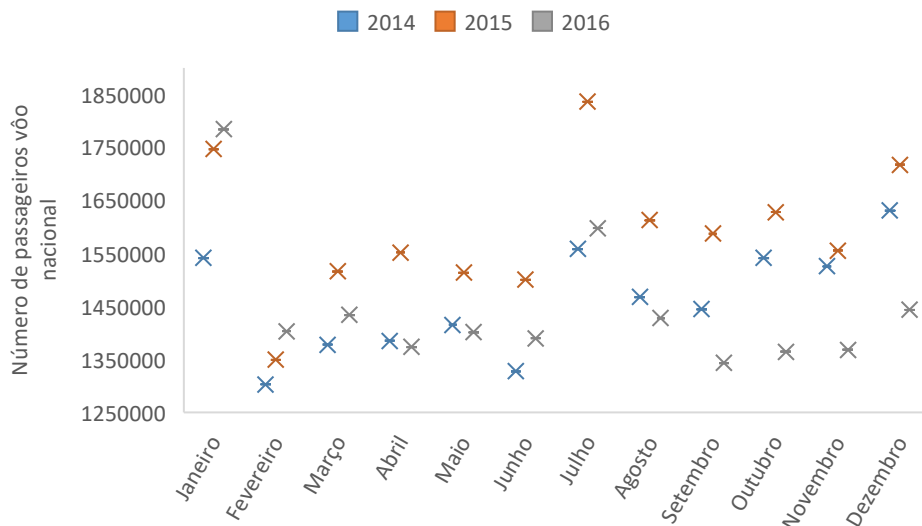


**3.6.2. População**

Os dados de população analisados do Aeroporto Internacional de Brasília, foi composta exclusivamente pela população flutuante (passageiros), visto que não foi possível obter os dados referentes ao número de funcionários. O aeroporto divide sua população flutuante de acordo com o tipo de voo que cada passageiro realiza. Portanto, são divididos em: Nacional e Internacional.

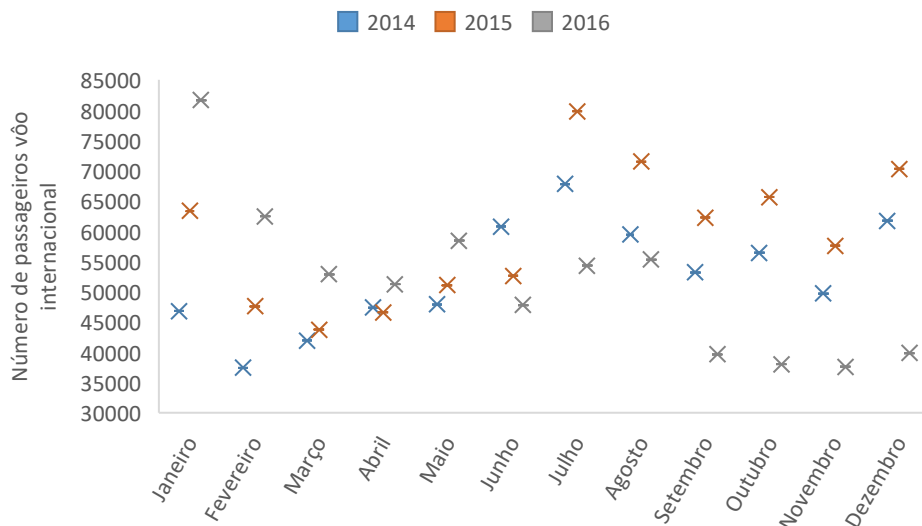
A Figura 167, apresenta um diagrama de dispersão do fluxo de passageiros em voos nacionais no AIB entre os anos 2014 e 2016. Pode ser observado nesse gráfico que há um crescimento de passageiros no período de férias, entre os meses, dezembro, janeiro e julho.

**Figura 167:** Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) nacional.



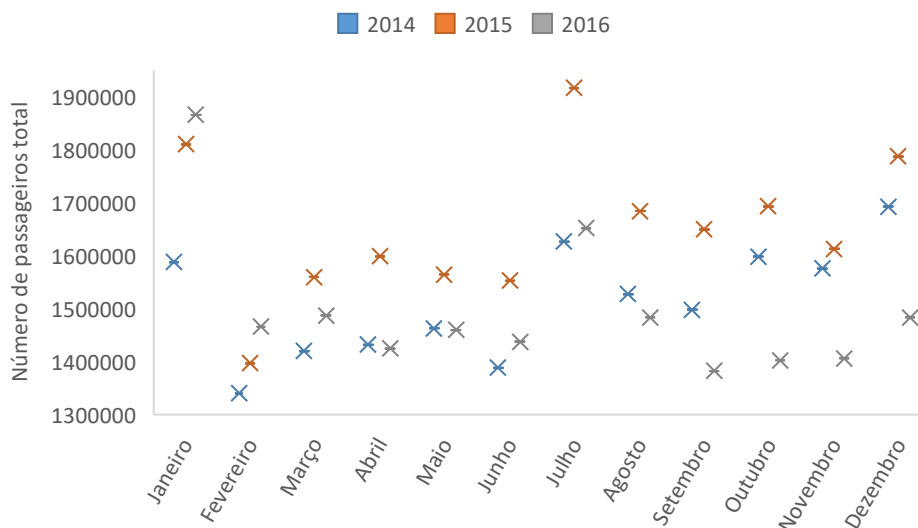
O diagrama de dispersão da população flutuante de passageiros internacional, Figura 168, mostra que o padrão de viagens em voos internacional se assemelha aos voos nacionais com maior número de viagens nos períodos de férias (janeiro, julho e dezembro).

**Figura 168:** Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) internacional.



A Figura 169, é o somatório de passageiros em voos nacionais e internacionais. Esse conjunto de dados gerados, mostra os picos de viagens nos meses de janeiro, julho e dezembro.

**Figura 169:** Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros) total.



O número de passageiros total, que esteve no aeroporto entre os anos 2014 e 2016 está exibido, também na Tabela 116. Estes serão os dados utilizados para a construção dos indicadores de consumo do aeroporto.

**Tabela 116.** Número de passageiros por mês dos anos 2014 a 2016

	2014	2015	2016
Janeiro	1587717	1809509	1865344
Fevereiro	1339930	1396958	1465409
Março	1419737	1559386	1486614
Abril	1431979	1598268	1424576
Mai	1462731	1564248	1459745
Junho	1388457	1552533	1437283
Julho	1626025	1915763	1651307
Agosto	1527124	1683667	1483206
Setembro	1497741	1649173	1382595
Outubro	1597652	1692848	1402282
Novembro	1575326	1612543	1405747
Dezembro	1691948	1786900	1483045

A administração da rodoviária utiliza a estimativa de 1.000.000 de passageiros por dia para os projetos internos da administração, dado pela estimativa do DF-Trans do número de embarques diários nos ônibus coletivos em todo o DF. É considerado, portanto, pela administração, que todas essas pessoas, são potenciais usuárias da Rodoviária. No entanto, dados mais específicos de estimativa pelo DF-Trans, calcula que dessa estimativa geral, 700.000 pessoas circulam diariamente a rodoviária. Essas estimativas fornecidas são baseadas nas informações das companhias de transporte que atuam no DF que informam periodicamente informações das viagens realizadas.

No caso da população fixa, trabalhou-se com o número de funcionários da limpeza composta de 108 pessoas. São 4 equipes que trabalham 12h e folgam 36h. Cada equipe é composta por 108 funcionários distribuídas meio a meio em dois turnos (54F/T/d, Funcionários/Turno/dia).



**Tabela 117:** *Distribuição dos funcionários por estação*

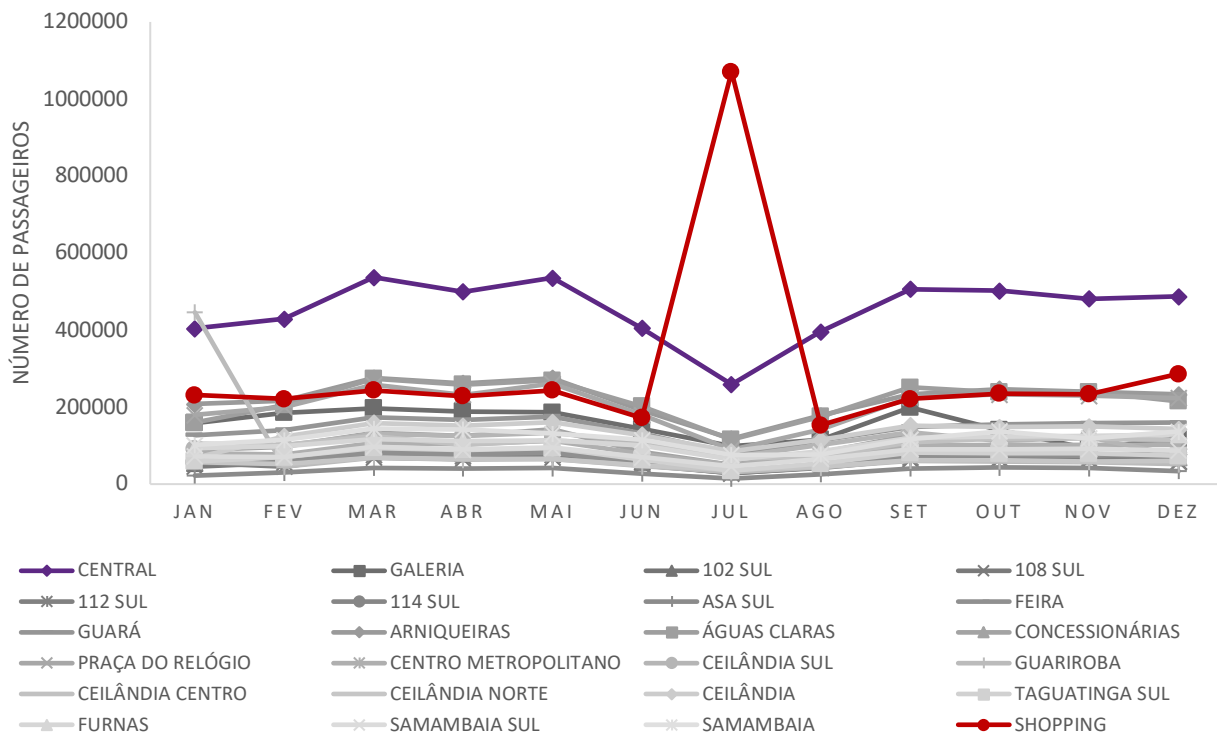
Localidade	N Funcionários	Área Interna (m <sup>2</sup> )
Central	18	3,178
Galeria	15	4,941
102 Sul	11	4,245
108 Sul	6	4,218
112 Sul	12	4,270
114 Sul	11	4,196
Asa Sul	11	1,519
Shopping	17	2,517
Feira	12	1,281
Guará	10	1,836
Arniqueiras	12	1,404
Águas Claras	15	2,698
Concessionárias	11	1,404
Praça do Relógio	15	3,246
Centro Metropolitano	13	1,600
Ceilândia Sul	11	1,275
Guariroba	11	1,349
Ceilândia Centro	14	2,146
Ceilândia Norte	11	1,266
Ceilândia	14	2,820
Taguatinga Sul	12	1,497
Furnas	11	1,496
Samambaia Sul	11	1,365
Samambaia	15	3,167
<b>Média</b>	<b>12</b>	<b>2.456</b>

A população fixa, que será exposta para as estações do metrô, é composta pelo efetivo da empresa Dinâmica que trabalha diariamente na Sede e nas 24 Estações desta companhia, prestando serviços nas áreas de limpeza, conservação e copeiragem. São no total 475 funcionários. No entanto, serão expostos apenas os 299 funcionários distribuídos nas 24 estações de metrô em funcionamento, conforme a Tabela 117.

A população flutuante, composta pelos passageiros do Metrô-DF, só apresenta dados referentes ao ano de 2016. A Figura 170, abaixo, apresenta um diagrama de dispersão do fluxo de passageiros ao longo do ano de 2016. O objetivo dessa análise é verificar quais estações costumam ter maior contingente populacional, e verificar se estações com maior população tendem a consumir mais água.

**Figura 170:** *Diagrama de dispersão da população flutuante (passageiros).*





A estação central ao longo de todo o ano é a estação que apresenta maior contingente populacional. Isto se deve, possivelmente, por estar localizada embaixo da Rodoviária Central, edifício público de transporte de extrema relevância para Brasília, onde a partir dela é possível pegar um ônibus de integração para qualquer região da cidade. Ainda, por estar localizada próximo à grandes edifícios públicos de escritórios, muitas pessoas utilizam este meio de transporte para se deslocarem ao trabalho parando nesta estação, isto pode ser evidenciado no diagrama de dispersão que apresenta reduções bruscas no número de pessoas que trafegam na estação central nos períodos de férias em especial julho e janeiro. O período de férias de julho gera outro movimento interessante, que se trata do aumento expressivo na estação shopping. Nas demais estações observa-se uma uniformidade do fluxo de pessoas com redução, também, no período de julho.

### 3.6.3. Consumo predial

Este item trata do levantamento de informações que possibilitam a consolidação do Diagnóstico de Consumo Predial dos edifícios de transporte analisados (Aeroporto Internacional de Brasília, Rodoviária do Plano Piloto e Metrô-DF). O estudo foi realizado por meio dos dados referentes aos consumos de água em m<sup>3</sup>, mensal, de uma média histórica de no mínimo 3 anos. Esse diagnóstico será apresentado de maneira separada, pois cada edifício tem escala de valores muito diferentes, tanto no que se refere ao período histórico analisado quanto aos volumes de água registrados e as áreas.

#### *Aeroporto Internacional de Brasília*

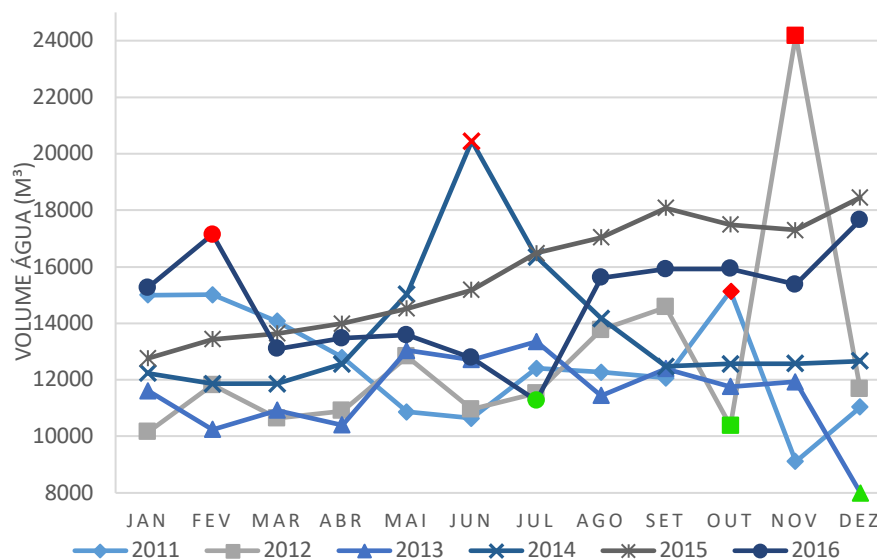
Os dados de consumo de todo o Terminal de Passageiros 1 (TP1) é referente aos anos 2011-2016. Este terminal dispõe atualmente de 38 restaurantes, que não pagam conta de água individualizada. No entanto, o aeroporto já possui toda instalação para que essa individualização ocorra. Com cerca de 50 hidrômetros instalados, parte atenderá os restaurantes (estabelecimentos maiores) e os demais serão divididos com os demais estabelecimentos comerciais de quiosques de acordo com a área. A individualização das contas de água é importante para que cada proprietário tenha maior consciência

do consumo de água gerado pelo estabelecimento e a partir disso, buscar maneiras de otimizar seu consumo visando redução de custos e economia de água.

Como essa individualização não ocorreu até o período analisado, o volume apresentado nas contas de água, é resultado da somatória do volume de água gasto com a manutenção do TP1 e dos gastos com preparo de alimentos e manutenção de cada restaurante.

Para analisar o comportamento do consumo de água ao longo dos anos 2011-2016, foi gerado um gráfico de consumo conforme a Figura 171. Os pontos destacados em vermelho são os meses com maiores picos de consumo e em verde os meses com consumo muito abaixo da média. Foi questionado à Inframérica os motivos que podem ter levado a esses grandes aumentos ou reduções no consumo mensal.

**Figura 171:** Evolução do consumo de água dos últimos 6 anos ( $m^3/mês$ )



Em resposta, a Inframérica informou que os anos 2011 e 2012 não seria possível informar pois a gestão nesse período era realizada por outra empresa. Para as demais series históricas do consumo foram feitos os seguintes esclarecimentos, para o ano de 2013, a redução de consumo não pode ser relacionada à algum evento especial que tenha ocorrido no aeroporto. O aumento do consumo em junho de 2014, pode estar associado ao aumento do número de operações, que ocorreu devido ao evento esportivo internacional de futebol masculino, a COPA (2014). Em fevereiro de 2016, há um aumento do consumo de água, seguido de redução gradual até julho do mesmo ano. Esse evento está relacionado com o aumento de operações em fevereiro motivado pelas festas de Carnaval, período que aumenta o número de passageiros. A queda pode estar relacionada com a diminuição de passageiros.

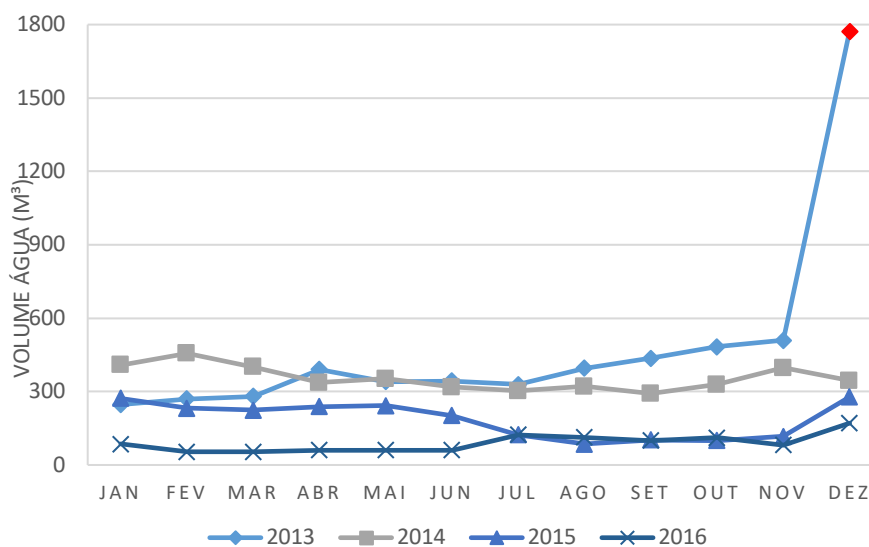
O ano de 2015 apresenta uma progressão no consumo de água ao longo de todo o ano. No ano seguinte (2016), observa-se que o consumo em janeiro é próximo a dezembro segue com um aumento no consumo, motivado pelo período de férias e carnaval e o ano segue a partir de março com consumo mais contido que no ano anterior (2015). Essa redução pode ter sido motivada pela crise hídrica que afetou o Distrito Federal já no início de 2016.

### Rodoviária Plano Piloto

Os dados de consumo da Rodoviária do Plano Piloto, foram fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, e são referentes aos anos 2013-2016. Os dados de consumo predial fornecidos pela CAESB separam os hidrômetros em duas categorias, comercial e público. Para alcançar o objetivo proposto do trabalho foram analisados os hidrômetros da categoria: público. São esses os hidrômetros que medem o consumo de água dos banheiros e das lavagens de pisos. A água utilizada na categoria comercial é aquela consumida pelas lojas e lanchonetes espalhadas pela rodoviária.

Tendo delimitado o grupo de hidrômetros a serem trabalhados (público), o ponto de partida para a análise foi avaliar se houve grande variabilidade ao longo dos meses em relação à média e identificar as possíveis causas. A Figura 172 mostra que há certa regularidade nos volumes de água e apenas em dezembro de 2013 ocorreu consumo anormal, provavelmente decorrente de um problema grave em alguma parte do sistema hidráulico. Informações precisas dos motivos que levaram a esse pico de consumo não foi possível obter, por causa de problemas de comunicação interna na administração e do acesso à informação. Em 2014, ocorreu um aumento em janeiro e em fevereiro, comparado ao ano de 2013, mas a tendência em todos os outros meses foi de redução, em relação ao ano anterior.

**Figura 172:** Evolução do consumo de água dos últimos 4 anos ( $m^3/mês$ )



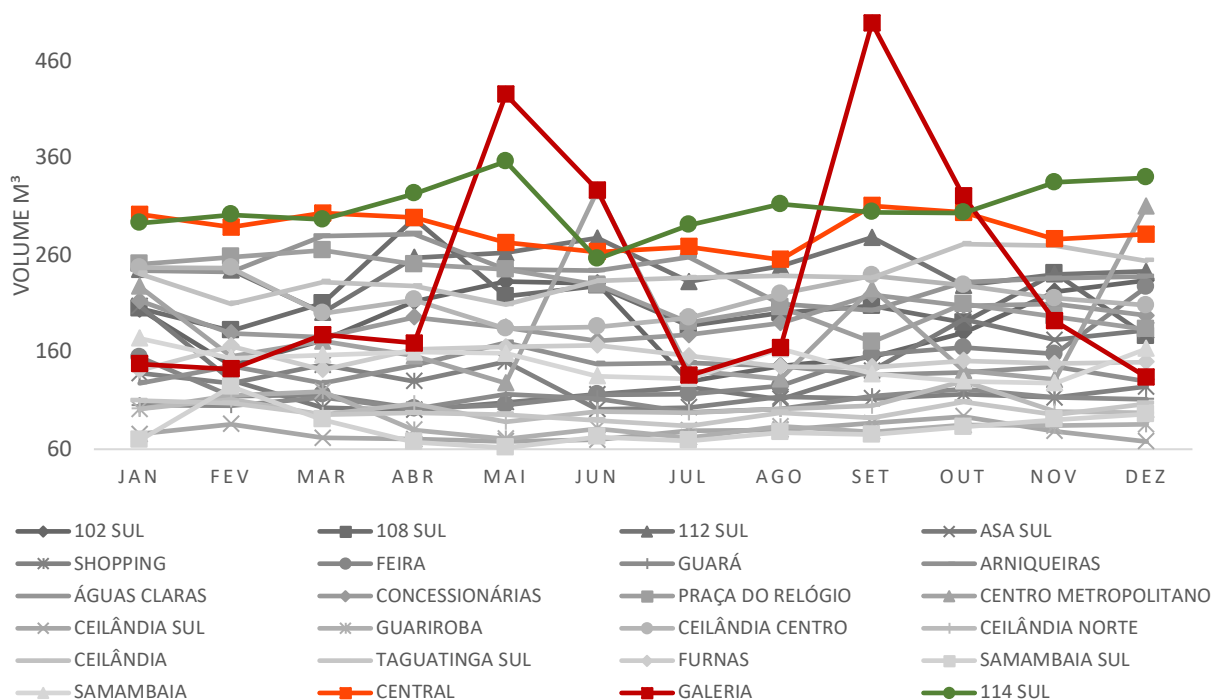
A Figura 172 mostra de maneira clara a tendência de redução do consumo a partir de julho de 2015 mantendo uma linha de redução até junho de 2016. Essa redução no consumo anual apresentada pode ser explicada pelos esforços da equipe de manutenção, em reduzir o consumo em meio à crise hídrica que o Distrito Federal enfrentava. Foi informado pelo chefe da equipe de limpeza, que eles têm buscado sempre reduzir o consumo de água a partir de cronogramas de limpeza mais rígidos. A grande redução observada em 2016, em relação aos anos anteriores, deveu-se à alteração nos cronogramas de lavagem de pisos. Até junho de 2015, eram realizadas duas lavagens pesadas diariamente. A partir de 2016 só são realizadas uma lavagem pesada no período noturno, a partir das 23h. No período diurno, só é permitida manutenção com pano úmido, salvo em casos de necessidade, onde é realizada uma limpeza pontual no local onde pode ter ocorrido algum acidente.

### Metrô-DF

A consolidação do Diagnóstico de Consumo Predial das estações do Metrô-DF foi realizado por meio dos dados referentes aos consumos mensais de água em m<sup>3</sup>, de janeiro de 2010 a setembro de 2018, das 24 estações de metrô em funcionamento. Devido ao grande número de estações e da quantidade de dados, estes, foram sintetizados a partir da média de consumo de cada mês para todos os anos analisados, ver Figura 173.

A Figura 173 destaca as estações Central, 114 Sul, e Galeria duas primeiras com volumes médios superiores às demais estações em todos os meses do ano, e a última com dois grandes picos nos meses de maio e setembro. Para melhor compreender o comportamento do consumo nessas estações, elas foram escolhidas para uma análise do consumo mês a mês de cada ano, que serão melhor abordados nos gráficos das figuras subsequentes.

**Figura 173:** Média de consumo 2010-2018 de todas as estações

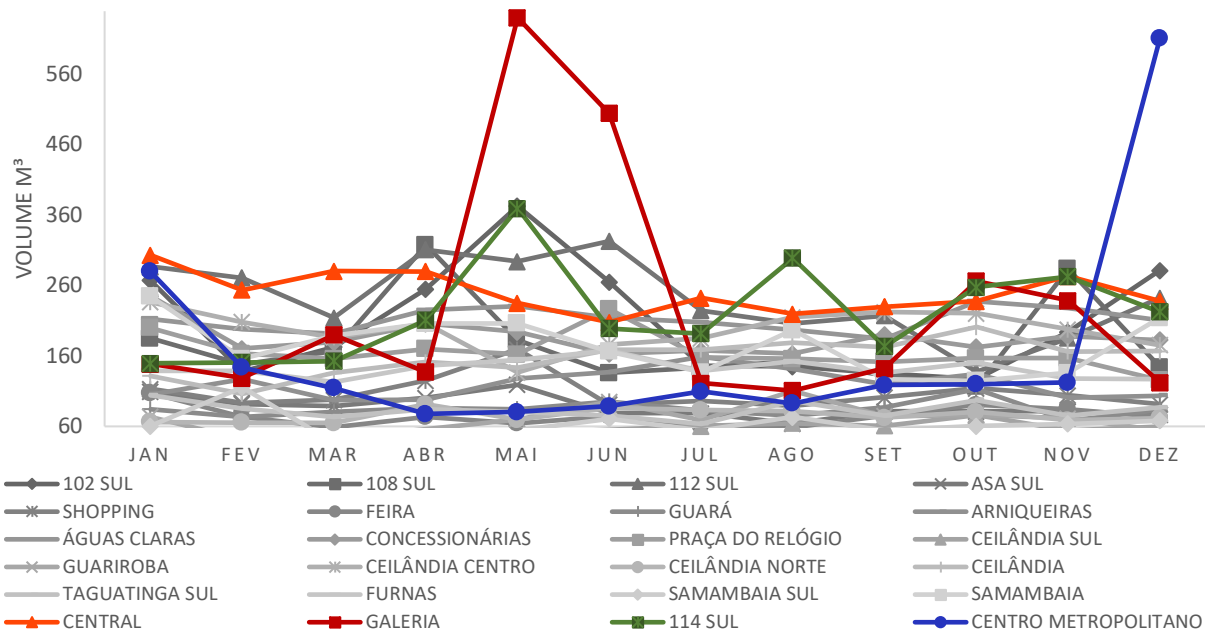


Em primeiro lugar para iniciar a investigação do consumo predial nas três edificações destacadas, é importante trazer uma informação muito importante apresentada pela Companhia Metroviária, de que entre 2011 e 2015 o metrô estava com um contrato emergencial com a empresa terceirizada responsável pela manutenção predial de todas as estações. Com menos fiscais tomando conta dessas edificações, vazamentos não eram consertados imediatamente e assim o padrão de consumo ficava prejudicado. Esse cenário pode ter corroborado para que houvessem maiores irregularidades durante esse período, e consumos anormais puxam a média para cima e podem mascarar os resultados mais próximos da realidade de consumo considerada padrão. Diante disso, as médias foram recalculadas retirando esses anos para verificar se o padrão do consumo geral apresenta uma mudança significativa.

A Figura 174, apresenta esse novo padrão de consumo e conforme pode ser observado as três edificações destacadas anteriormente se mantem em evidencia com maiores consumos. Pode ser destacado, ainda, com maior clareza a estação Centro Metropolitano com um consumo anormal em

dezembro. Diante disso essas quatro estações serão investigadas de maneira mais minuciosa para identificar quais as principais fragilidades do sistema hidráulico desse tipo de edificação. Entender essas fragilidades é essencial para um sistema eficiente e preparado para assumir um novo padrão de abastecimento de água não potável no futuro.

**Figura 174:** Média de consumo de 2010, 2016, 2017, 2018 de todas as estações

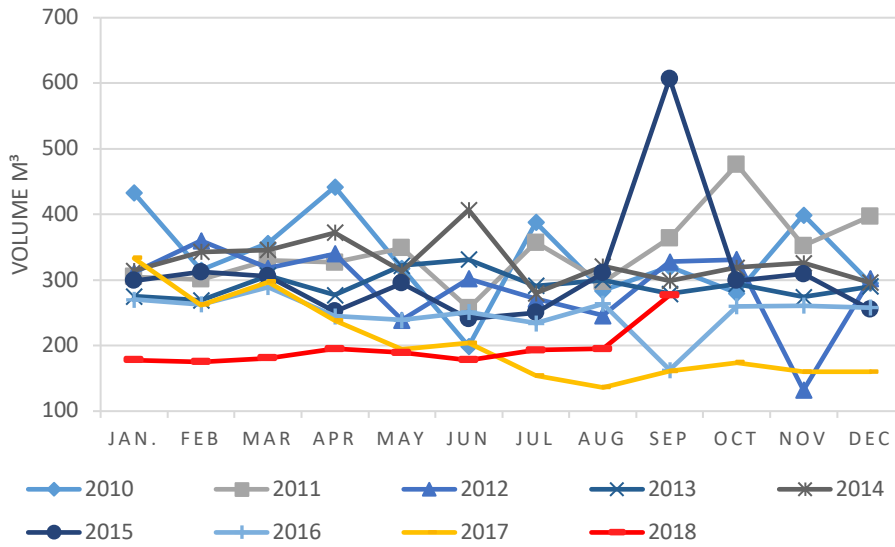


A estação central é a estação que recebe o maior número de pessoas e a que possui o maior número de funcionários. Esses fatores podem estar associados ao maior consumo na média geral que aponta essa edificação com maior consumo constante ao longo do ano. A Figura 175, aponta um consumo elevado em 2015, ano em que a situação da manutenção predial ainda não estava regularizada, mas em geral o consumo só apresenta constância em 2017. O padrão de consumo deste ano, 2017, tende a um declínio gradual até setembro de 2017 quando o consumo é estabilizado e constante até agosto de 2018, e volta a ter um aumento em setembro.

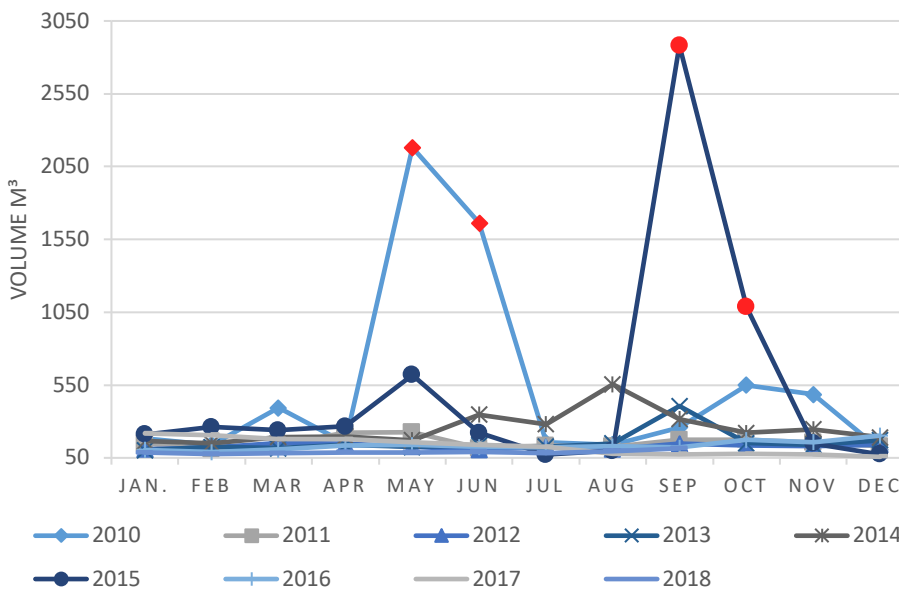
A Figura 176, mostra o consumo de água para cada ano e mês da estação Galeria. Estão destacados quatro pontos de grande pico, com consumos acima de 1000m³ em 2010 e próximo à 3000m³ em 2015. Esses valores devem ser decorrentes de algum defeito na entrada de água da caixa d'água, e atrapalham a análise de dados dos demais anos já que aumenta demais a escala de valores do consumo e dificulta ver e analisar seu comportamento. Por isso, foi gerado o gráfico da Figura 177, retirando esses quatro valores, e substituindo pela média dos dois meses anteriores do ano analisado. Assim, o novo valor adotado em maio de 2010 é igual à média de março e abril do mesmo ano, e o valor adotado em junho de 2010 é igual a média do novo valor de maio e abril, essa regra foi utilizada para os valores anormais de setembro e outubro de 2015. Novamente vemos falhas graves no sistema ainda em 2010, nos meses de março, outubro e novembro, e em 2015 em maio. Além desses valores, observa-se irregularidades em 2013, em setembro, e em 2014 nos meses de junho e agosto. A maior parte dessas anomalias estão dentro do período em que estava vigente o contrato emergencial de manutenção predial das estações (2011-2015). O ano de 2016 se destaca pelo declínio nos volumes

mensais de água que se estabiliza em 2018, mas apresenta um aumento em setembro, que é importante ser investigado para verificar como serão os meses subsequentes.

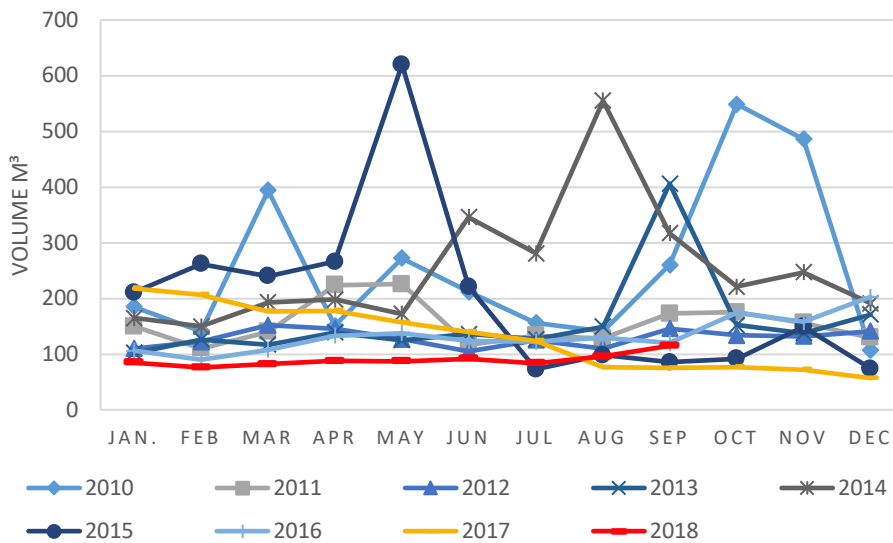
**Figura 175:** *Consumo Estação Central (2010-2018)*



**Figura 176:** *Consumo Estação Galeria (2010-2018)*

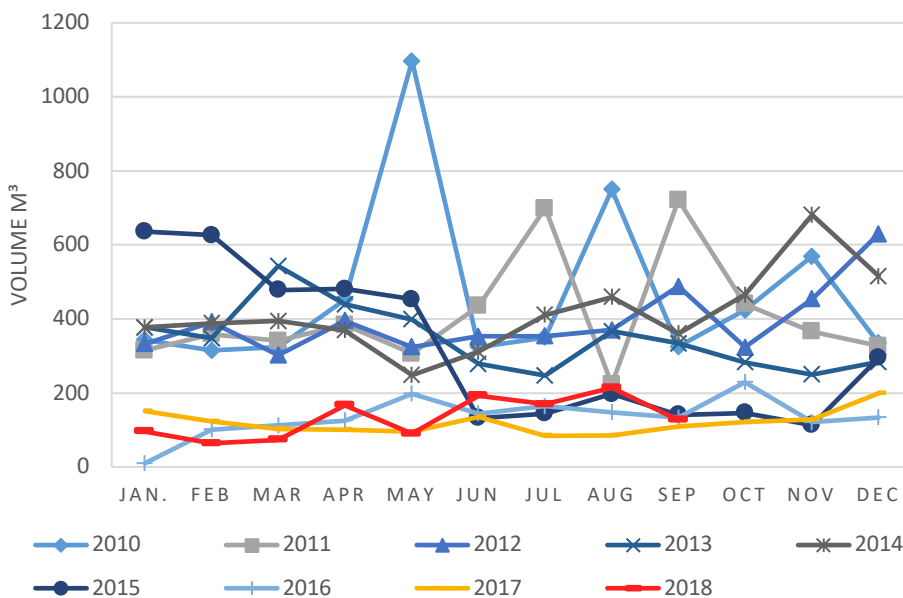


**Figura 177:** Consumo Estação Galeria (2010-2018) sem outliers



A estação 114 Sul apresenta dados de consumo muito irregulares durante vários anos, indicando fragilidade no sistema hidráulico do local. Em junho de 2015 podemos observar pelo gráfico que foi realizada alguma manutenção no sistema que resultou em uma redução significativa no consumo e se manteve estável durante os próximos meses do ano e se estende com certa regularidade até 2017. No entanto, 2018 já é possível observar que há pouca estabilidade do sistema com aumentos e reduções regulares.

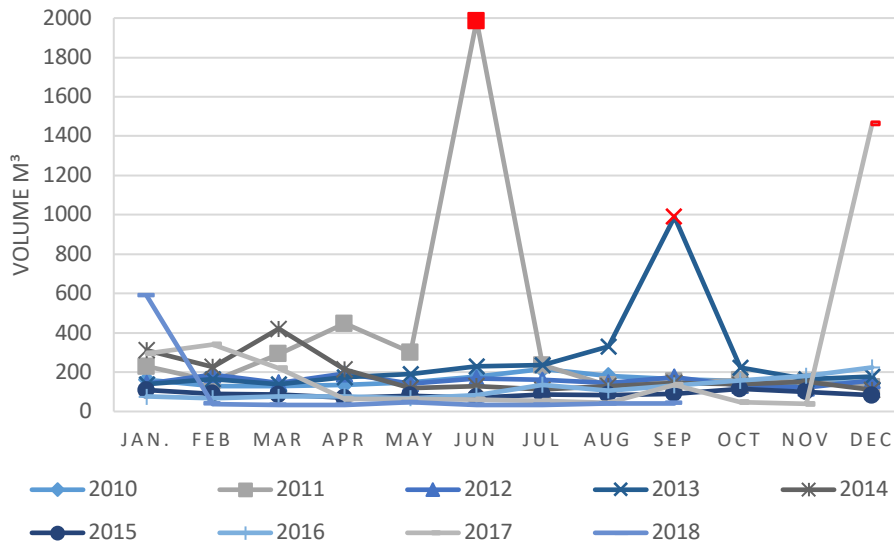
**Figura 178:** Consumo Estação 114 Sul (2010-2018)



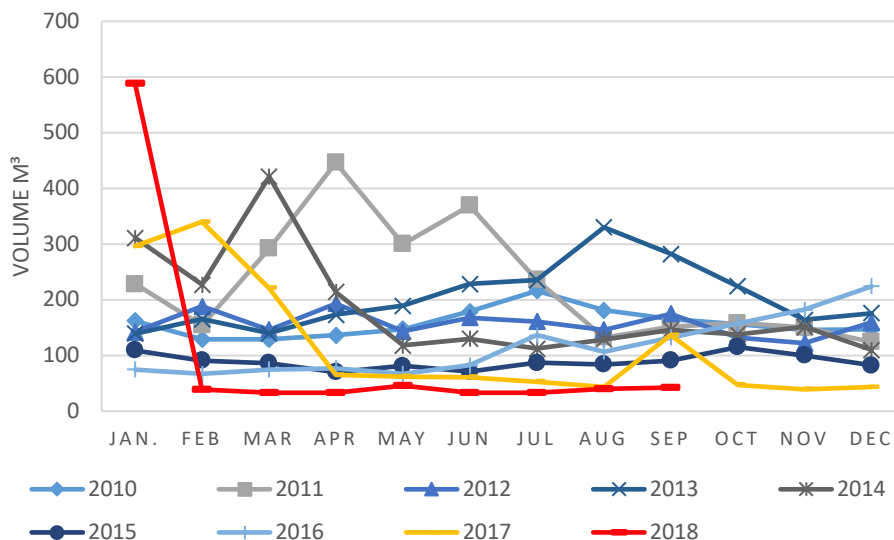
A estação centro metropolitano tem três picos com volume de consumo muito superior à média do consumo da estação com consumos acima de 1000m<sup>3</sup>, nos anos de 2011, 2013 e 2017, conforme pode ser observado na Figura 179. Diante disso esses meses foram substituídos pela média dos dois meses anteriores dos respectivos anos que apresentaram essas anomalias para viabilizar uma análise do comportamento do consumo nessa estação de maneira mais adequada. A Figura 180, mostra com

mais clareza uma grande irregularidade no consumo de água em todos os anos inclusive nos anos de 2017 e 2018, após os novos contratos de manutenção predial. Esse resultado aponta que há a necessidade em verificar todas as instalações hidráulicas e tomar medidas efetivas para estabilizar o sistema.

**Figura 179:** Consumo Estação Centro Metropolitano (2010-2018)



**Figura 180:** Consumo Estação Centro Metropolitano (2010-2018) sem outliers



Diante das análises detalhadas das estações Central, Galeria, 114 Sul e Centro Metropolitano, foi observado pouca regularidade ao longo do ano e entre os anos. O ano de 2017 foi marcado por um declínio do consumo que pode ter sido estimulado pela crise hídrica e as pressões para que houvessem reduções de consumo de água em edificações públicas. No entanto, ainda foi verificada irregularidades em 2017 e 2018 na estação Centro Metropolitano que deve ser investigado pela companhia para que seu consumo consiga atingir maior regularidade. É sugerido, também, que haja uma equipe para monitorar constantemente os consumos em todas as estações analisando o



comportamento do uso da água para que seja possível implantar medidas efetivas para reduzir o consumo e manter a estanqueidade das estações.

### 3.6.4. Consumo per capita e Consumo per area

A partir das informações coletadas foram gerados indicadores de consumo, que permitem avaliar de maneira rápida a quantidade de água gasta pela edificação em relação ao número de pessoas (consumo *Per Capita*) e, à sua área construída (consumo *Per Area*). Assim, para saber o volume *Per Capita*, foi dividido a média diária do consumo de água, pela média do número de pessoas que frequentam a rodoviária diariamente. E, para calcular o *Consumo Per Area*, foi dividido a diária do consumo de água pela área lavável total. A partir desses indicadores é possível calcular de maneira prática a média de consumo de qualquer edificação das tipologias correspondentes, que tenham os mesmos padrões. Ou seja, a partir desses indicadores é possível prever o consumo diário de cada edificação desde que seja conhecido a área construída ou a média do número de passageiros que utilizam o espaço.

#### *Aeroporto Internacional de Brasília*

A Tabela 118 apresenta um resumo das informações coletadas e os consumos *per capita* e *per área* do AIB. Como pode ser observado, o resultado desses indicadores são altos, o que indica que há outros consumos, variáveis, que tem grande impacto no consumo de água desta edificação. Durante a entrevista estruturada com a equipe do Departamento de Meio Ambiente da Inframérica, foi informado que grande parte do consumo da edificação é dado pelos *Chillers* do ar condicionado.

**Tabela 118.** Consumo per capita e per area AIB

AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA		
Área Interna (sem Sala VIP)	108.500	m <sup>2</sup>
Área Interna (Sala VIP)	1.500	m <sup>3</sup>
Área cobertura	54.270	m <sup>2</sup>
Área Pistas	292.500	m <sup>2</sup>
Área Verde	600.000	m <sup>2</sup>
Area total	402.500	m <sup>2</sup>
População flutuante	51.773	p/d
Consumo Anual	24.994	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	68.477	l/d
Consumo Per Capita	9,57	l/p/d
Consumo Per Area	4,41	l/m <sup>2</sup> /dia

#### *Rodoviária Plano Piloto*

A Tabela 119 apresenta um resumo das informações coletadas e os consumos *per capita* e *per área* da Rodoviária do Plano Piloto. Para esta edificação, o consumo *Per Capita* é baixo o que indica que nem todos os usuários desta edificação utilizam os equipamentos sanitários da rodoviária. O indicador do consumo *Per Area* é alto em relação aos indicadores de limpeza de piso, com mais de dois litros por metro quadrado.

**Tabela 119.** Consumo per capita e per area Rodoviária do Plano Piloto

RODOVIÁRIA PLANO PILOTO		
Área Construída	27.036	m <sup>2</sup>
Área Verde	---	m <sup>2</sup>
Área Banheiros	410	m <sup>2</sup>
Número de Funcionários Limpeza	108	p/d
Número de Passageiros que Usam Banheiro	10746	p/d

Número de Passageiros	700000	<i>p/d</i>
Consumo Anual	27.441	<i>m<sup>3</sup>/ano</i>
Consumo Diário	75.181	<i>l/d</i>
Consumo <i>Per Capita</i>	0,1	<i>l/p/d</i>
Consumo <i>Per Area</i>	2,78	<i>l/m<sup>2</sup>/dia</i>

### ***Metrô-DF***

Dentre as edificações de transporte o metrô é especial por ter ao longo do percurso 24 estações, ou seja, 24 edificações. Com as informações obtidas de população, área e consumo de cada estação foram gerados indicadores base, ver Tabela 120, ao final, foi calculada a média de todos os indicadores de todas as estações gerando um indicador geral. O consumo *per capita* muito baixo em relação à população flutuante nas estações, esse resultado é pertinente visto que todos os aparelhos sanitários da edificação são de uso exclusivo para funcionários. Ainda, durante a entrevista com o chefe de manutenção das estações foi informado que o fluxo de passageiros não influencia no cronograma de lavagem dos pisos da plataforma. Portanto, esse indicador (*l/p/d*) não é o mais aconselhável de ser utilizado para o consumo nessas edificações. Os indicadores *Per Area*, não apresentam grandes variações entre as estações e pode ser uma maneira prática de prever o consumo de água de uma nova estação, em especial com o indicador geral médio de 3 *l/m<sup>2</sup>/d*.

***Tabela 120. Consumo per capita e per area das estações do METRÔ-DF***

Estação	Média consumo ( <i>l/d</i> )	Média Passageiros ( <i>p/d</i> )	AI ( <i>m<sup>2</sup></i> )	Indicadores Base	
				<i>l/p/d</i>	<i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
Central	10560	453344	3,178	0.02	3
Galeria	9692	151834	4,941	0.06	2
102 Sul	6931	68775	4,245	0.10	2
108 Sul	8296	56220	4,218	0.15	2
112 Sul	8975	59220	4,270	0.15	2
114 Sul	13060	68488	4,196	0.19	3
Asa Sul	5763	33657	1,519	0.17	4
Shopping	4567	294961	2,517	0.02	2
Feira	5559	66730	1,281	0.08	4
Guará	4088	143793	1,836	0.03	2
Arniqueiras	5462	223013	1,404	0.02	4
Águas Claras	8855	216966	2,698	0.04	3
Concessionárias	6388	106427	1,404	0.06	5
Praça Do Relógio	8858	204320	3,246	0.04	3
Centro					
Metropolitano	6736	90491	1,600	0.07	4
Ceilândia Sul	3208	108486	1,275	0.03	3
Guariroba	3352	86489	1,349	0.04	2
Ceilândia Centro	8149	103841	2,146	0.08	4
Ceilândia Norte	4162	56829	1,267	0.07	3
Ceilândia	9546	131925	2,820	0.07	3
Taguatinga Sul	3703	72550	1,497	0.05	2
Furnas	5722	106810	1,496	0.05	4
Samambaia Sul	3074	80415	1,365	0.04	2
Samambaia	4851	117555	3,167	0.04	2
<b>Média</b>	<b>6648</b>	<b>129297</b>	<b>2,456</b>	<b>0.07</b>	<b>3</b>

O levantamento detalhado dos usos finais de água foi realizado na estação 114 Sul, e dados mais detalhados do consumo para esta estação estão descritos na Tabela 121. O consumo Per Capita utilizado nesse estudo de caso foi o número médio de funcionários total dessa estação, 31, visto que são os únicos que tem autorização para utilizar as instalações hidrossanitárias do local. Esse indicador elevado de 42 l/p/d, indica que não há outras variáveis com maior impacto no consumo desta edificação. Para avaliar os usos finais com maior impacto na estação foram instalados equipamentos de medição em todos os pontos de uso de água, melhor detalhado a seguir.

**Tabela 121.** Consumo per capita e per area estação 114 Sul

METRÔ-DF - ESTAÇÃO 114 SUL		
Área Interna	4196	m <sup>2</sup>
Área cobertura	986	m <sup>2</sup>
Área total	5182	m <sup>2</sup>
Média área banheiros	30	m <sup>2</sup>
População flutuante	68488	
População fixa	31	
Consumo Anual	473	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Diário	1.296	l/d
Consumo Per Capita	42	l/p/d
Consumo Per Area	0,31	l/m <sup>2</sup> /dia

### 3.6.5. Usos-finais de água

A análise dos usos-finais de água nos estudos de caso do Aeroporto, da Rodoviária e do Metrô, são fundamentais para realizar o cálculo de previsão de demanda de água não potável das edificações, e para a análise da oferta de águas cinzas que cada edificação é capaz de produzir. A partir disso, é possível identificar quais as melhores medidas para a redução do consumo predial de água potável.

#### *Aeroporto*

O Aeroporto Internacional de Brasília é considerado um ponto estratégico de segurança pública nacional, por isso a análise de sua planta técnica com as áreas de toda edificação não foi autorizada. No entanto, foi possível através da comunicação com o departamento de meio ambiente da Inframérica obter informações sobre o consumo predial de água para os usos finais de limpeza de pisos, de desemborramento das pistas de pouso e decolagem e, de irrigação.

A equipe de limpeza segue um cronograma rigoroso e faz diariamente um *checklist* por todo aeroporto para garantir que todos os ambientes foram limpos. A equipe de manutenção divide as áreas do aeroporto em três categorias: Área pública de livre acesso, Área restrita doméstica, local onde os passageiros e funcionários de voos domésticos tem acesso e, Área restrita internacional, local onde passageiros e funcionários de voos internacionais tem acesso. O somatório de todas essas áreas é de 110.000m<sup>2</sup>.

A empresa responsável pela manutenção do aeroporto informou as especificações e a marca dos equipamentos utilizados para realizar a limpeza desses ambientes, com isso foi possível consultar o catálogo técnico desses produtos e calcular o consumo médio dos equipamentos (ver Tabela 122).

**Tabela 122.** Especificação dos equipamentos utilizados na limpeza dos pisos

<b>Modelo lavadora: Brava Tenent</b>	<b>Volume tanque (l)</b>	<b>Área limpeza estimada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Consumo Calculado Equipamento (l/m<sup>2</sup>)</b>
5680	151	1500	0,10
B70	102	1380	0,07
A5	70	700	0,10

O modelo da lavadora A5, é utilizada somente para a limpeza das salas Vips do aeroporto. A área dessas salas é de 1.500m<sup>2</sup>. As máquinas B70 e 5680 são utilizadas em todos os demais ambientes. O consumo calculado que será utilizado para estimar o volume médio gasto na limpeza desses pisos será a média do consumo das duas máquinas utilizadas, portanto, 0,09L/m<sup>2</sup>. A partir dessas informações foi feito o cálculo de previsão da quantidade de água gasta para limpar o TP1. Foi informado que todo o Terminal é limpo duas vezes por dia, com essas informações foi gerada a Tabela 123, que apresenta o volume de água diário gasto para limpeza dos pisos do terminal.

**Tabela 123.** *Volume de água gasto para limpeza do TP1*

	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Consumo (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume (l)</b>	<b>Volume Diário (l/d)</b>
TP1 (sem as salas Vip)				19530
Vip)	108500	0,09	9765	
Salas Vip	1500	0,1	150	300
Volume total				19830

A frenagem dos aviões deixa resíduo de borracha no solo, que periodicamente deve ser removido. Essa limpeza é realizada 8 vezes ao ano, e cada procedimento leva 6 dias para ser concluído. O consumo médio diário estimado pelo aeroporto é de 6.000 litros. Portanto, anualmente são gastos 288.000 litros de água para o processo de desemborrachamento das pistas de pouso e decolagem do aeroporto, dividindo esse resultado por 365 dias, consumo desse uso-final por dia ao longo do ano é de 789 litros por dia.

Quanto ao processo de irrigação, as áreas verdes do aeroporto (600.000m<sup>2</sup>) são irrigadas diariamente de segunda à sexta, para cada dia são utilizados 4 caminhões pipa contratados com capacidade de 10.000 litros e 3 caminhões Lemasa da Inframérica com capacidade de 9.000 litros. Sendo assim, em cada procedimento de irrigação são consumidos cerca de 67.000 litros de água. O volume diário desse uso-final é dado pelo somatório do volume gasto para a irrigação de segunda a sexta, dividido por 7 dias da semana, 47.857 litros por dia.

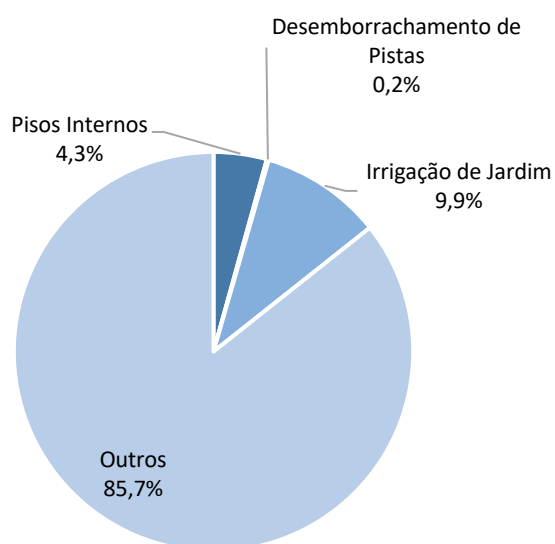
A Tabela 124 apresenta os usos-finais do Aeroporto Internacional de Brasília com seus indicadores de consumo. O indicador de consumo da lavagem de piso foi referente aos 110.000m<sup>2</sup> de área construída lavável. O desemborrachamento de pistas é realizado apenas 8 vezes ao ano, por isso o indicador de consumo é tão baixo. O maior consumo do aeroporto são em outros usos, conforme pode ser observado de maneira mais clara na *Figura 181*.

**Tabela 124.** Usos Finais AIB

Equipamento	Vazão	Tempo (d)	Freq.	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Limpeza de pisos</b>					
Pisos Internos	0.10 l/m <sup>2</sup>	2	n/d	20900	0.2 l/m <sup>2</sup> /d
Desemborrachamento de Pistas		6*	8 n/a	789	0.003 l/m <sup>2</sup> /d
<b>Irrigação</b>					
Irrigação de Jardim			1	47857	0.1 l/m <sup>2</sup> /d
Outros			1	415657	3.8 l/m <sup>2</sup> /d

*d = dia; n/d = número por dia; n/a = número por ano; l/d = litro por dia; l/p/d = litro por pessoa por dia; l/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia*

A Figura 181, apresenta o consumo setorizado dos usos-finais do aeroporto de Brasília.

**Figura 181.** Consumo Setorizado Usos-Finais AIB

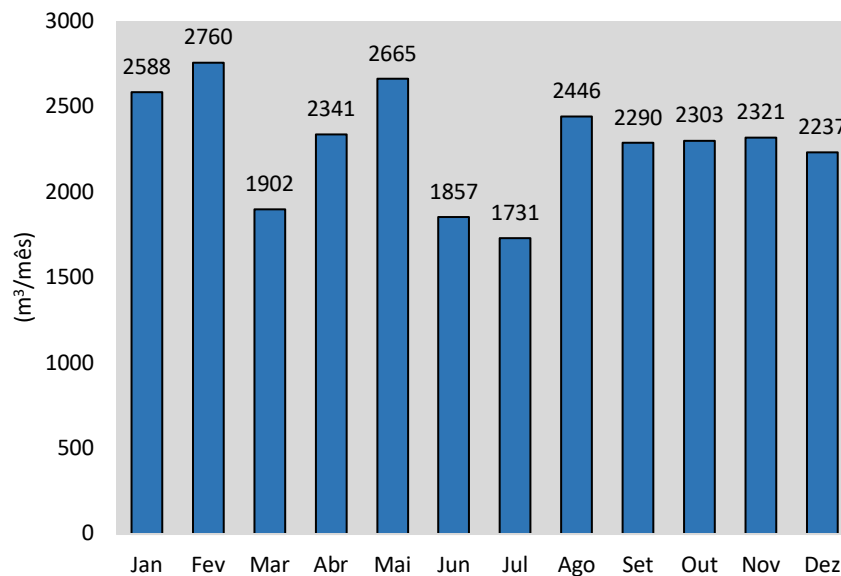
A discrepância dos usos finais com as outras atividades que envolvem o consumo de água do aeroporto é zero ou seja explica 100% todo o consumo de água dessa edificação.

**Tabela 125.** Discrepâncias Usos-Finais

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Pisos Internos	20900
Desemborrachamento de Pistas	789
Irrigação de Jardim	47857
Outros	415657
<b>Total Estimado</b>	<b>485,203</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>485,203</b>
<b>Discrepância</b>	<b>0.00%</b>

A Rodoviária do Plano Piloto possui ao todo 10 banheiros de acesso ao público, 5 femininos e 5 masculinos. Desses, 4 ficam abertos 24h, o do pavimento térreo e os demais ficam abertos 15h. O método utilizado para gerar os indicadores de consumo nesta edificação foi com base nos questionários e na observação dos usos, conforme a metodologia descrita. A Figura 182, apresenta a evolução do consumo de água ao longo do ano de 2015. Podem ser observado três meses com redução no consumo de água março junho e julho. Essa redução pode ser explicada por serem meses em que há menor número de pessoas circulando na rodoviária, março período de carnaval, junho e julho, férias.

**Figura 182.** Consumo mensal (2016) – Rodoviária



A Tabela 126, apresenta os resultados obtidos do consumo de cada aparelho sanitário por dia para todos os ambientes de acesso público, em especial os banheiros. Esses foram os locais em que foram autorizados pela administração para serem estudados. A vazão descrita foi medida com o auxílio de um recipiente de um litro milimetrado e um cronometro, essa medição foi realizada em todos os banheiros durante a vistoria, e cada banheiro teve sua média de vazão para cada equipamento sanitário, em especial os lavatórios, a vazão dos vasos sanitários e dos mictórios, foi dado pelo fabricante. Assim, com a frequência contabilizada e a vazão calculada, foi gerado o consumo diário *l/dia* de cada aparelho. Ainda, foi anotado o número de pessoas que entraram no banheiro cada dia, em média são 10.746 pessoas ou seja cerca de 1,5% da população que frequenta o local diariamente utiliza os banheiros. Para gerar os indicadores de consumo dos usos-finais dessa edificação foi utilizado o número de pessoas que entram nos banheiros, ao invés da população total de 700.000, pois os indicadores estavam com valores muito baixos.

A lavagem dos pisos da área de circulação da rodoviária é realizada pela mesma técnica em todos os pavimentos e ambientes, com uso de baldes. Foi informado, que para a lavagem dos 27.036m<sup>2</sup> da

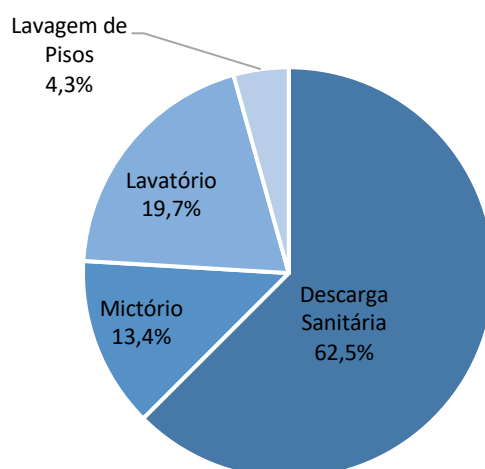
edificação, são utilizados cerca de 29 baldes de 60 litros, uma vez ao dia. A lavagem dos pisos dos banheiros é contabilizada separadamente e é realizada duas vezes ao dia. Nesses ambientes são utilizados cerca de 2 baldes de 7,5litros. Para os indicadores de limpeza de piso a área utilizada foi a área construída total. A Tabela 126 apresenta um resumo do consumo médio diário para o uso final de limpeza dos pisos e o indicador de consumo.

**Tabela 126.** Consumo diário e indicadores de consumo – Rodoviária

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Subsolo Masculino</b>					<b>0.3 l/p/d</b>
Lavatório	0.13 l/s	5	1252	765	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	256	1536	0.1 l/p/d
Mictório	1 lpf	---	820	820	0.1 l/p/d
<b>Térreo Masculino 1</b>					<b>0.4 l/p/d</b>
Lavatório	0.12 l/s	5	1580	929	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	262	1572	0.1 l/p/d
Mictório	1 lpf	---	1674	1674	0.2 l/p/d
<b>Térreo Masculino 2</b>					<b>0.4 l/p/d</b>
Lavatório	0.10 l/s	7	1580	1106	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	262	1572	0.1 l/p/d
Mictório	1 lpf	---	1674	1674	0.2 l/p/d
<b>Mezanino Masculino</b>					<b>0.3 l/p/d</b>
Lavatório	0.09 l/s	8	1252	868	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	256	1536	0.1 l/p/d
Mictório	1 lpf	---	820	820	0.1 l/p/d
<b>Superior Masculino</b>					<b>0.2 l/p/d</b>
Lavatório	0.11 l/s	6	1270	768	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	132	792	0.1 l/p/d
Mictório	1 lpf	---	870	870	0.1 l/p/d
<b>Subsolo Feminino</b>					<b>0.4 l/p/d</b>
Lavatório	0.12 l/s	7	992	881	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	642	3852	0.4 l/p/d
<b>Térreo Feminino 1</b>					<b>0.5 l/p/d</b>
Lavatório	0.07 l/s	7	1475	723	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	844	5064	0.5 l/p/d
<b>Térreo Feminino 2</b>					<b>0.6 l/p/d</b>
Lavatório	0.14 l/s	8	1475	1652	0.2 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	844	5064	0.5 l/p/d
<b>Mezanino Feminino</b>					<b>0.4 l/p/d</b>
Lavatório	0.07 l/s	9	992	604	0.1 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	642	3852	0.4 l/p/d
<b>Superior Feminino</b>					<b>0.3 l/p/d</b>
Lavatório	0.07 l/s	8	572	308	0.03 l/p/d
Descarga Sanitária	6 lpf	---	404	2424	0.2 l/p/d
<b>Lavagem de Pisos</b>					<b>0.1 l/m<sup>2</sup>/d</b>
Limpeza Piso Banheiros	150 l	---	2	300	0.01 l/m <sup>2</sup> /d
Limpeza Piso Geral	1740 l	---	1	1740	0.06 l/m <sup>2</sup> /d

*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/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia*

Cerca de 80% da demanda anual de água, da rodoviária, é proveniente dos usos não potáveis de lavagem de pisos, vasos sanitários e mictórios (ver Figura 183).

**Figura 183.** *Consumo nos usos finais – Rodoviária*

O consumo diário de toda academia foi estimado a partir do consumo em cada uso final e comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Este consumo faturado foi calculado para o ano de 2015, a partir da soma do consumo mensal de cada fatura, dividido por 365 dias. Com isso foi medido a discrepância entre esses resultados, observou-se uma discrepância de aproximadamente 41%. Esse resultado é positivo visto que nessa contabilidade apresentada não foi inserido os banheiros de acesso restrito pela administração e nem os usos das unidade de atendimento do Na Hora – Subsecretaria de Modernização do Atendimento Imediato ao Cidadão, e dos postos do DF-Trans. No entanto, conforme esperado o maior consumo de água da rodoviária é dado pelos ambientes de acesso ao público, com cerca de 60%, pois há banheiros acessíveis em todos os pavimentos com horários amplos de funcionamento em especial no pavimento de maior movimentação, o térreo, em que os banheiros ficam aberto 24h.

**Tabela 127.** *Uso final – Rodoviária*

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Descarga Sanitária	27264
Mictório	5858
Lavatório	8604
Lavagem de Pisos	2040
<b>Total Estimado</b>	<b>43,766</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>75,181</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-41.79%</b>

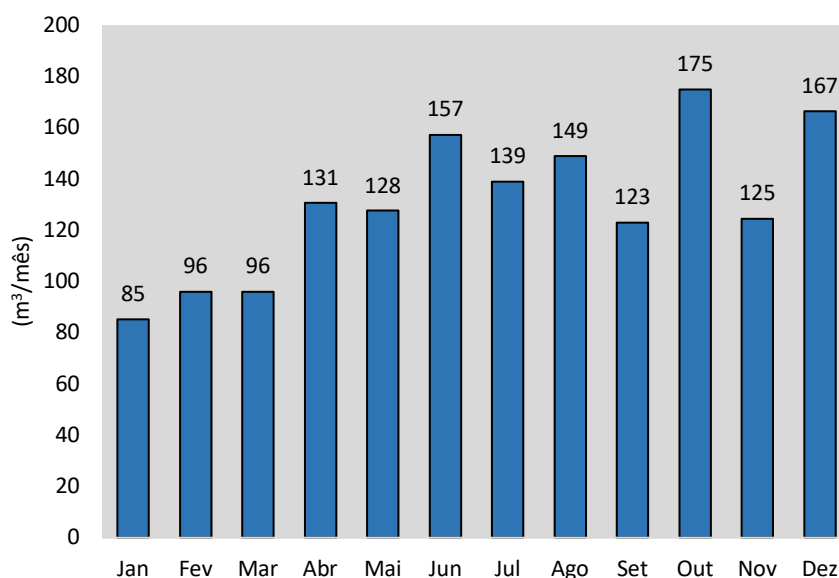
### **Metrô**

O Metrô-DF forneceu todos os dados de consumo desde o ano de 2010 até outubro de 2018. O consumo de água no metrô teve grande variação ao longo desse período em especial na estação em análise. Entre os anos de 2011 e 2015, estava em vigência um contrato emergencial e foi um dos



motivos que teve um grande aumento no consumo de água. A partir de 2016 foram tomadas algumas medidas como o fechamento dos pontos de água nas plataformas, reduzindo o número de pontos de água para realização da limpeza o que proporcional grande economia de água. Foi, também, um período crítico do abastecimento para o DF o que ocasionou algumas mudanças de cronograma para reduzir o consumo de água. Diante dessa conjuntura, para avaliar o consumo da estação 114 Sul ao longo do ano foi calculado a média do consumo mês a mês dos anos de 2016 à outubro de 2018. A Figura 184, mostra essa evolução do consumo e observa-se um consumo maior nos meses de junho, outubro e dezembro. Foi questionado quais os principais fatores ou eventos puderam ter influenciado esse aumento, e não houve nenhum evento especial que tivesse impacto nesse consumo. Os meses entre janeiro e março, são os meses com menor consumo, apesar de poder estar relacionado com o fluxo populacional reduzido essa justificativa não pode ser aplicada, visto que, o número de funcionário não é alterado, e o cronograma de limpeza permanece o mesmo.

**Figura 184.** *Consumo mensal (2016-2018) – Estação 114 Sul*



Com as medidas de redução do consumo de água nas estações, os únicos pontos de água da estação 114 Sul estão localizados nos banheiros, feminino e masculino, a copa e um tanque externo utilizado para instalar a mangueira que faz a limpeza de toda a plataforma. Foram instalados os equipamentos de medições em todos os pontos de uso de água durante sete dias consecutivos. A Tabela 128, apresenta os resultados obtidos, de vazão e consumo diário de cada uso final de água, e foram gerados os indicadores de consumo para cada. A população utilizada foi o número de funcionários que total que trabalham diariamente nesta estação (31), e para a limpeza de pisos, a área construída. Cada banheiro tem uma torneira de uso geral que é utilizada para a limpeza desses locais, está inserido, portanto, no setor de limpeza de pisos (4.196m<sup>2</sup>).

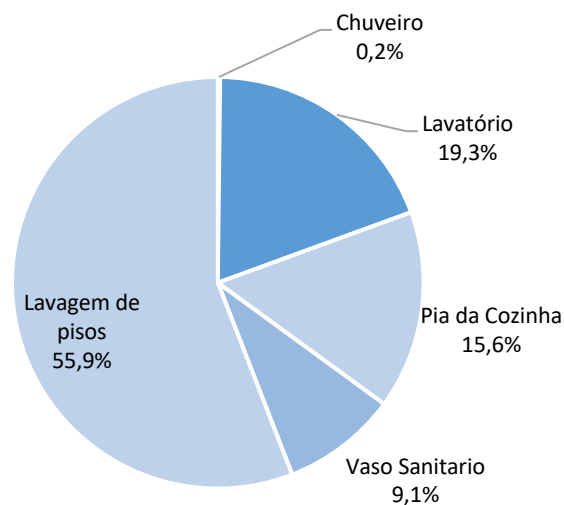
**A**

Figura 185, mostra a proporção do consumo nos usos finais analisados da estação 114 Sul. Observa-se que o maior consumo é para a limpeza de pisos com mais de 55%. O usos não potáveis nesta edificação representam 65% do consumo total de água desta edificação.

**Tabela 128.** Consumo diário e indicadores de consumo – Estação 114 Sul

Equipamento	Vazão	Tempo (s)	Freq. (n/d)	Consumo (l/d)	Indicador-Consumo
<b>Banheiro Feminino Operação</b>					
Chuveiro	0.08 l/s	75	1	6	0.2 l/p/d
Lavatório	0.10 l/s	32	155	496	16.0 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf		27	164	5.3 l/p/d
<b>Banheiro Masculino Operação</b>					
Lavatório	0.07 l/s	13	140	120	3.9 l/p/d
Vaso Sanitário	6.00 lpf		21.0	126	4.1 l/p/d
<b>Copa</b>					
Pia da Cozinha	0.05 l/s	52	180.0	499	16.1 l/p/d
<b>Limpeza de pisos</b>					
Tanque	0.08 l/s	105	205	1628	0.4 l/m <sup>2</sup> /d
Torneira de Uso Geral FEM	0.13 l/s	180	3	70	0.02 l/m <sup>2</sup> /d
Torneira de Uso Geral MASC	0.15 l/s	198	3	89	0.02 l/m <sup>2</sup> /d

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/m<sup>2</sup>/d = litro por metro quadrado dia

**Figura 185.** Consumo nos usos finais – Estação 114 Sul

O consumo diário da estação foi estimado a partir do consumo em cada uso final e comparados com o consumo diário faturado pela CAESB. Este consumo faturado foi calculado para os anos de 2016 a 2018, a partir da soma da média do consumo mensal de cada fatura, dividido por 365 dias. Com isso foi medido a discrepância entre esses resultados, observou-se uma discrepância de aproximadamente 25%. Esse resultado é positivo tendo em vista que o consumo da estação ainda não atingiu seu ponto de equilíbrio, e ainda assim, os resultados dos consumo de cada uso final está próximo da realidade vivenciada na estação.

**A partir do estudo de caso foi gerado o modelo representativo para todas as estações do Metrô-DF, a partir dos dados do levantamento quantitativo de todas as estações. A**

Tabela 130, apresenta as médias do número de funcionários, população flutuantes, áreas de todas as estações e seus consumos. A partir dessas informações coletadas e analisadas, foi possível aplicar um fator de correção para cada uso final, gerando indicadores que pudessem ser aplicados à todas as estações.

**Tabela 129. Uso final – Estação 114 Sul**

Usos-Final de Água	Consumo (l/d)
Chuveiro	6
Lavatório	616
Pia da Cozinha	499
Vaso Sanitario	290
Lavagem de pisos	1787
<b>Total Estimado</b>	<b>3,197</b>
<b>Média Faturada</b>	<b>4,301</b>
<b>Discrepância</b>	<b>-25.67%</b>

**Tabela 130. Informações Gerais - Metrô-DF**

METRÔ DO DISTRITO FEDERAL (todas)		
Metrô - DF (n=24)		
Nº de Funcionários	31	p
População Flutuante Média	129297	p/d
Área Construída Média	2456	m <sup>2</sup>
Área Verde Média	276	m <sup>2</sup>
Área de Cobertura	2119	m <sup>2</sup>
Área Interna Total	4196	m <sup>2</sup>
Número de Pavimentos	2	pav
Consumo Anual	1094	m <sup>3</sup> /ano
Consumo Mensal	91	m <sup>3</sup> /mês
Consumo Diário	3039	l/d
Consumo Per Capita	45	l/p/d
Consumo Per Area	0.4	l/m <sup>2</sup> /d

A discrepância das estações foi de 50%. Em outras palavras os usos finais obtidos com a estação 114 Sul consegue explicar cerca de 50% do consumo em todas as estações. Cada estação apresenta suas particularidades de consumo como porosidade do piso, que é um dos fatores do aumento do consumo na lavagem de pisos das estações da Asa Sul até Ceilândia e Samambaia, portanto o resultados é satisfatório e para a implantação de um projeto de aproveitamento de água pluvial ou reúso de água cinza, recomenda-se realizar um análise mais profunda. A Tabela 131, apresenta os resultados dos indicadores corrigidos para uma estação genérica que pode servir de modelo para aplicar uma regra prática do consumo de água nesse tipo de edificação.

**Tabela 131. Modelo Representativo - Metrô-DF**

METRÔ DO DISTRITO FEDERAL (todas)	Dest (l/d)	Dcor (l/d)	Indicador-Consumo	
Chuveiro	6	12	0.4	l/p/d
Tanque (Lavagem área interna metrô)	1628	3259	1.3	l/m <sup>2</sup> /d
Lavatório	616	1232	39.7	l/p/d

Torneira de Uso Geral (Lavagem pisos banheiro)	159	317	0.1	<i>l/m<sup>2</sup>/d</i>
Pia da Cozinha	499	998	32.2	<i>l/p/d</i>
Vaso Sanitário	290	581	31	<i>l/p/d</i>
<b>TOTAL</b>	<b>3197</b>	<b>6400</b>		
<b>Discrepância</b>	<b>50%</b>			
Consumo Diário Médio Faturado	6400			
Consumo Diário Médio Estimado	3197			
Fator de Correção	2.00			

## 4. Análise de Viabilidade Técnica

A instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas em novas edificações são facilmente executadas de maneira que a rede de distribuição de água não potável esteja separada da rede de água potável e, no caso de sistemas de reúso de águas cinzas, a rede de coleta de águas cinzas seja separada da rede de esgotamento sanitário. Porém, considerando o estoque residencial existente no Distrito Federal, este estudo avalia possíveis soluções voltadas à adaptação predial para a implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas.

### 4.1. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais

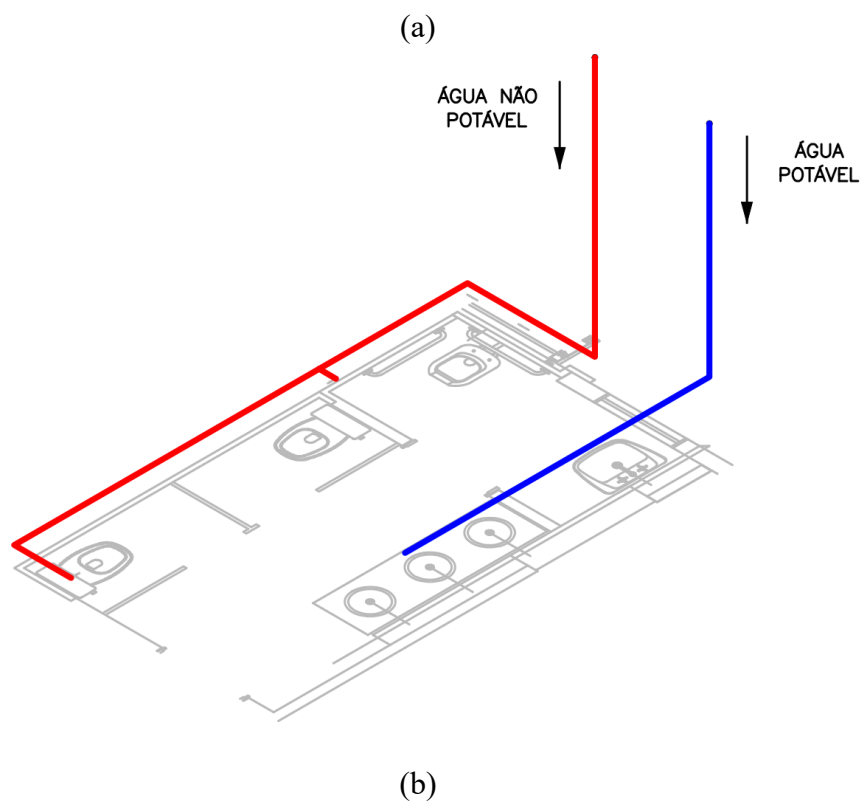
Verifica-se que, por um lado, a grande maioria das residências unifamiliares não contém uma rede de coleta de águas pluviais, por isso, a instalação de calhas, tubos de queda, coletores e rede de drenagem se torna necessário. A composição de cada tubulação de coleta de águas pluviais foi determinada de acordo com a área mínima de captação necessária para suprir a demanda, reduzindo assim os custos de instalação desnecessários e otimizando os sistemas de captação de água da chuva. De modo a simplificar a instalação, os reservatórios de retenção (cisternas) foram planejados para serem localizados em frente da casa, ao lado da rede de coleta de drenagem urbana, reduzindo os custos de instalação das tubulações de drenagem de águas pluviais.

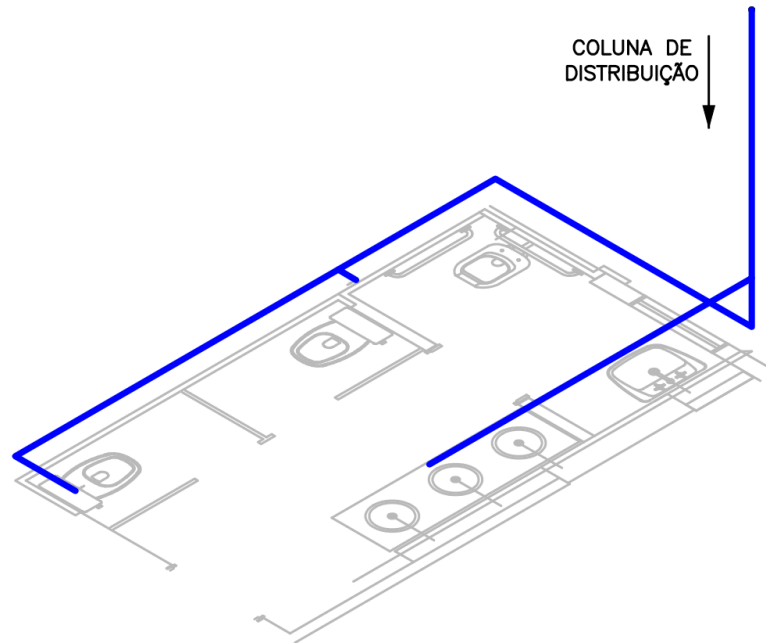
Por outro lado, devido à sua escala de construção, todos os blocos de apartamentos já apresentam, em suas instalações, tubulações de coleta de água pluviais, o que resultaria apenas em pequenas alterações do sistema existente. Neste caso, a tubulação de coleta de águas pluviais foi considerada para captar a água da chuva necessária para suprir a demanda. Hipoteticamente, isto seria feito ao nível do solo, quer por desvio de uma parte dos tubos de coleta existentes, ou através da utilização de uma câmara de desvio, para separar o volume necessário de água pluvial para um reservatório de retenção (cisterna) localizado na proximidade do edifício. O extravasor do reservatório de retenção (cisterna) e o filtro pluvial poderiam ser facilmente adaptadas para a rede de drenagem existente. A maioria dos blocos de apartamentos possuem um reservatório inferior, que armazena a água potável proveniente do cavalete de entrada antes de ser bombeada para o reservatório superior. Porém, foi constatado que existem reservatórios inferiores desativados, não sendo utilizados e, em alguns casos, a alimentação da água potável é feita diretamente ao reservatório superior, sem o uso de bomba de

recalque. Neste caso, esses reservatórios desativados poderiam ser adaptados e utilizados como reservatórios de retenção (cisternas) para armazenagem de águas pluviais.

Em ambos os casos (residências unifamiliares e multifamiliares), sistemas de aproveitamento de águas pluviais isolados, de distribuição direta em torneiras de uso geral ou torneiras de jardim para lavagem de pisos e irrigação provaram ser de fácil adaptação predial e necessitando apenas de pequenos investimentos em equipamentos e mão de obra. Resultados indicam que em alguns casos, sistemas de aproveitamento de águas pluviais integrados, de distribuição indireta a pontos de uso interno, em descargas sanitárias ou lavanderias, necessitariam de pouca intervenção predial para utilizar águas pluviais em descargas sanitárias ou em lavagem de roupas. As edificações que apresentaram em sua rede de distribuição de água, colunas de água independentes alimentando água para a lavanderia (tanque e máquina lavar roupas) ou para válvulas de descargas sanitárias, podem ser facilmente adaptadas para o aproveitamento de águas pluviais. Neste caso, seria possível, instalar (ou aproveitar) um reservatório para a distribuição de águas pluviais, e adaptar, na cobertura, o barrilete de maneira que as colunas de água existentes possam ser utilizadas para distribuição de água pluvial em descarga sanitária ou na lavanderia (Figura 186a). No caso de residências que não apresentaram essa característica, como por exemplo, banheiros com uma única coluna de água, necessitam uma maior intervenção para adaptação predial, podendo inviabilizar o investimento pelo alto grau de reforma necessária (Figura 186b).

**Figura 186:** Coluna de água independente (a) que permite fácil adaptação predial; e coluna de água ramificada (b) que necessita de reforma predial para o uso não potável de água.





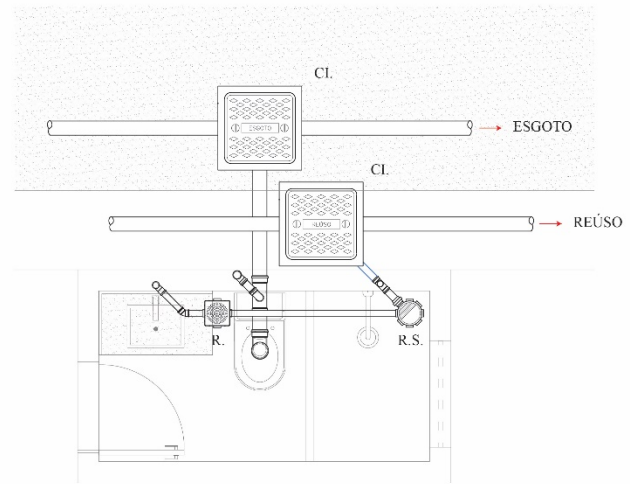
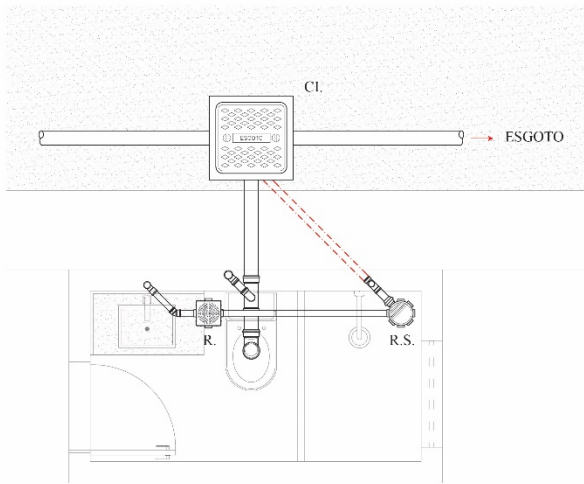
#### 4.2. Sistemas de reúso de águas cinzas

Foram encontrados três tipos diferentes de configuração hidráulica de esgotamento sanitário em banheiros. A primeira, contém tubos de descarga das águas cinzas provenientes de lavatórios, chuveiros ou banheiras separadas da tubulação de águas negras do vaso sanitário que, em um segundo momento, se reúnem em uma caixa de inspeção localizada no exterior do edifício residencial. Neste caso, a adaptação predial para a coleta de águas cinzas pode ser feita de maneira simples, sem grandes investimentos em reforma predial.

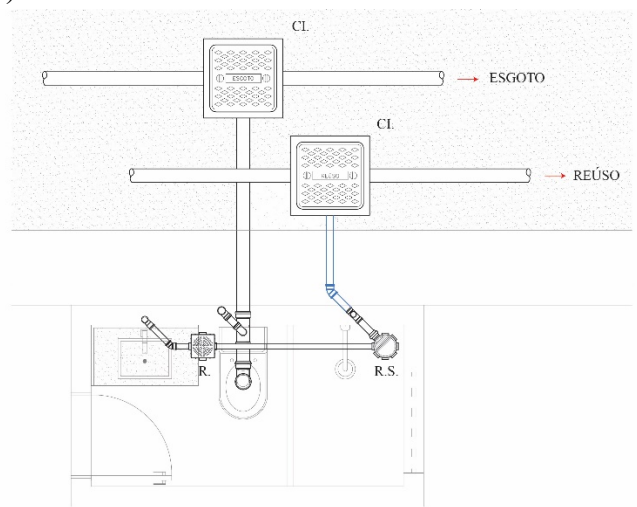
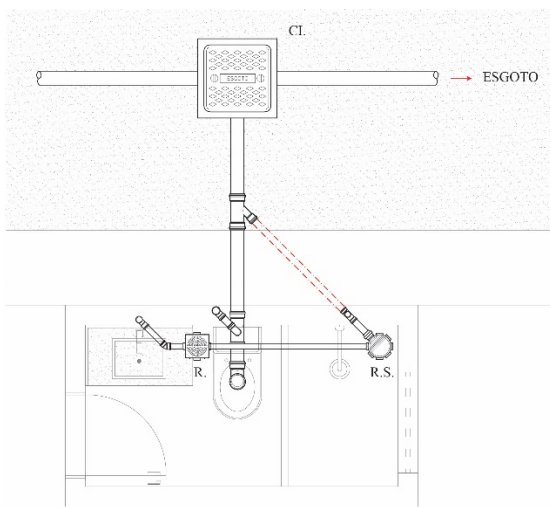
A Figura 187 apresenta uma possível solução para a adaptação predial para a coleta de águas cinzas. Os outros dois tipos eram compostos pela conexão do ramal de esgoto secundário (águas cinzas) com o ramal de esgoto primário (águas negras). Em alguns casos, a conexão do ramal de esgoto acontece do lado de fora da residência, o que permite uma intervenção para a coleta de águas cinzas do banheiro (Figura 187b). Quando essa conexão ocorre abaixo do piso, sua adaptação predial fica mais complicada. Em edificações térreas, as tubulações de esgotamento sanitário estão normalmente localizadas abaixo do piso e, para tanto, seria necessário quebrar parte do contra piso para adaptação predial, o que levaria a grandes custos de investimento. Em edificações em alturas, essa adaptação seria necessariamente executada no andar inferior, desde que houvesse um *shaft* vertical para adaptação (Figura 187c).

**Figura 187:** Possíveis adaptações prediais para a coleta de águas cinzas

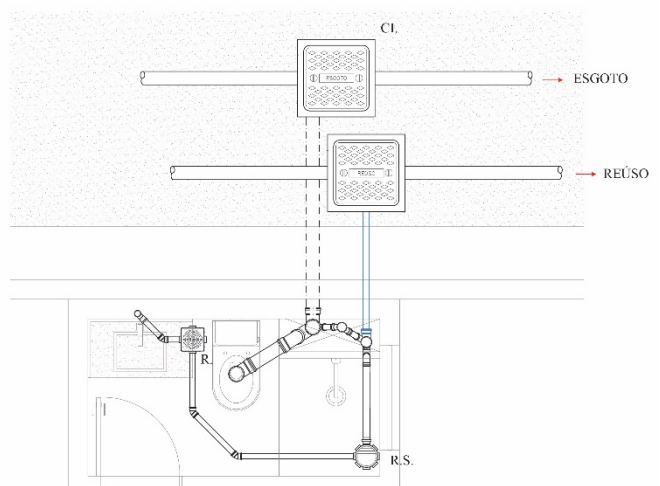
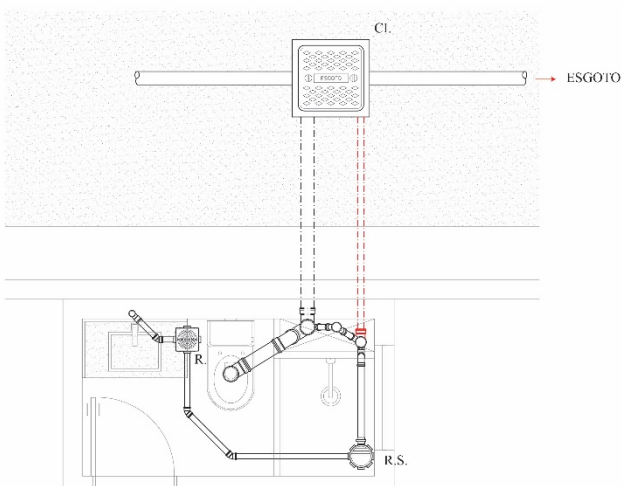
(a)



(b)



(c)





## 5. Análise de Viabilidade Ambiental

A análise de viabilidade ambiental é dividida em duas etapas. A primeira etapa, presente neste relatório, faz uma análise do desempenho de diferentes sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas na escala da edificação. Baseado nos modelos representativos, foram realizadas simulações de oferta e demanda de água para identificar o potencial de redução do consumo de água para as diferentes tipologias não-residenciais. A segunda etapa, a ser abordada no Relatório Técnico 7, agrega os valores obtidos para a escala urbana, utilizando uma abordagem *bottom-up* para estimar os benefícios ambientais promovidos na exploração de recursos hídricos pela redução da demanda urbana de água.

### 5.1. Sistemas de aproveitamento de água de águas pluviais

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais nas diferentes tipologias não-residenciais, foi necessário estimar a oferta de águas pluviais e a demanda de água em usos não potáveis. Baseado nos modelos representativos, dados primários relativos à população (fixa ou total), área verde e de pisos foram utilizados para estimar a demanda de água utilizando os indicadores de usos finais. Para cada tipologia não-residencial foram criados diferentes tipos de cenários de demandas de uso não-potável.

A oferta de água pluvial foi estimada de acordo com os valores médios da área de cobertura e dados de precipitação média diária do Distrito Federal fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologias - INMET. Devido ao fato de que a maioria das coberturas eram compostas por telhas de fibrocimento, um coeficiente de 0,9 foi usado para considerar as perdas de água da chuva durante o escoamento. Filtros comercialmente disponíveis com 90% de eficiência também foram considerados como uma base para estimar a oferta de água pluvial.

Para cada cenário, simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas foram realizadas para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais. Em geral, podemos observar que, em um primeiro momento, na medida em que há aumento a capacidade de armazenamento da cisterna, as economias geradas pelo aproveitamento de águas pluviais aumentam. Porém, existe um ponto em que por mais que aumente o volume da cisterna, as economias geradas pelo sistema ficam estagnadas. Isso é devido ao limite da oferta (área de cobertura disponível) e demanda (usos não potáveis). Com isso, a capacidade de armazenamento ideal foi definida como o menor volume de armazenamento de água pluvial capaz de promover o maior nível de economia de água. Em situações cujo a demanda de água não potável era superior a 50% da oferta de água pluvial, a implementação do sistema de aproveitamento de água pluvial foi considerada inviável tecnicamente, por não possuir uma área de cobertura grande o suficiente.

#### 5.1.1. Edificações Hoteleiras

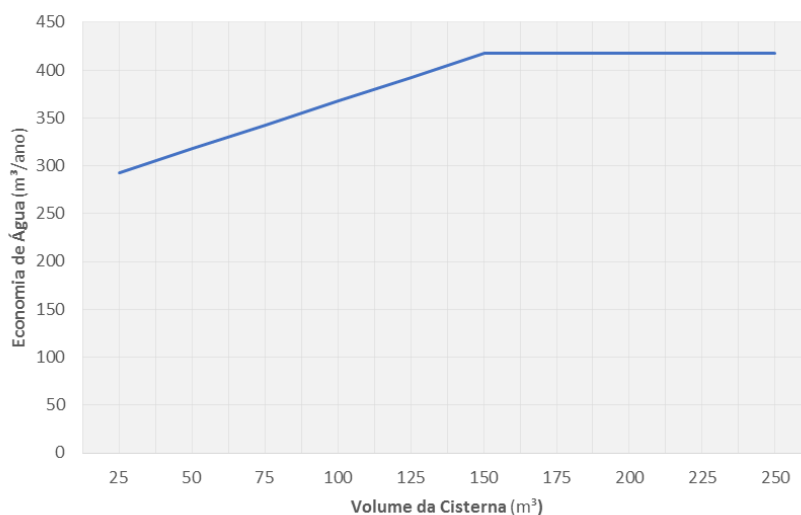
Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais nas diferentes tipologias hoteleiras foi necessário estimar a oferta de águas pluviais e a demanda de água em usos não potáveis. Baseado nos modelos representativos, dados primários relativos ao número de hóspedes, funcionários e população fixa, área verde e de pisos foram utilizados para estimar a demanda de água utilizando os indicadores de usos finais de água internos e externos. Foram



consideradas para análise diferentes cenários para uso na irrigação, lavagem de pisos, descarga sanitária e lavagem de roupa.

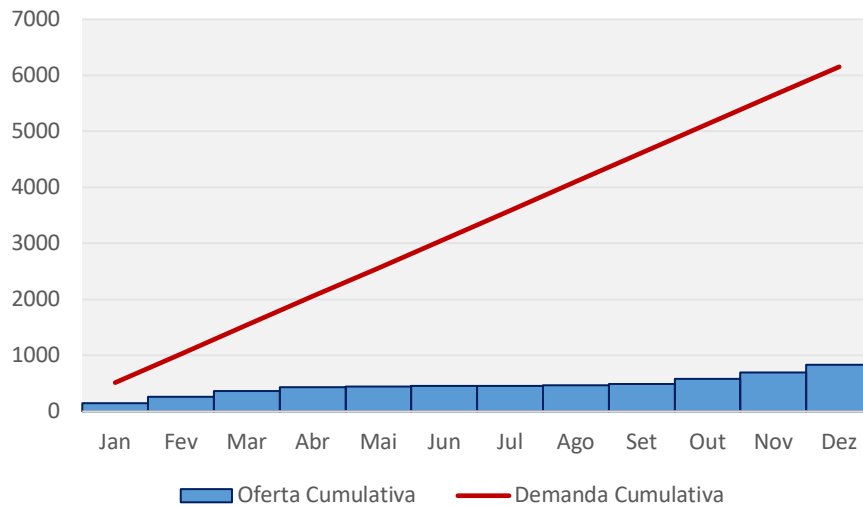
Para cada cenário foram realizadas simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas comercialmente disponíveis para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais. Resultados das simulações demonstraram que nos edifícios hoteleiros de baixa densidade para o uso *Irrigação e Lavagem de Pisos*, a economia de água potável pode chegar a 418 m<sup>3</sup>/ano (Figura 188). Em geral, podemos observar que, em um primeiro momento, na medida em que há aumento a capacidade de armazenamento da cisterna, as economias geradas pelo aproveitamento de águas pluviais sobem. Porém, em cada caso, existe um ponto em que por mais que aumente o volume da cisterna, as economias geradas pelo sistema ficam estagnadas. Isso é devido ao limite da oferta (área de cobertura disponível) e demanda (usos não potáveis).

**Figura 188.** Economia de água por volume de reservatório – hotel baixa densidade: *Irrigação e Lavagem de Pisos*.

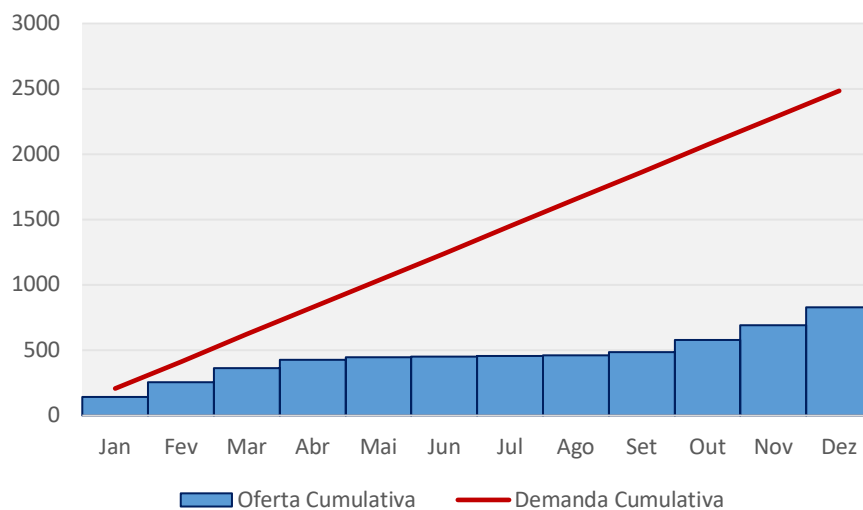


Resultados das simulações sugerem que é inviável aproveitar as águas pluviais em descargas sanitárias (Figura 189) ou sua combinação com irrigação e lavagem de pisos (Figura 189) pois a área disponível no telhado é insuficiente para suprir a sua elevada demanda.

**Figura 189.** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em edificações hoteleiras de baixa densidade.

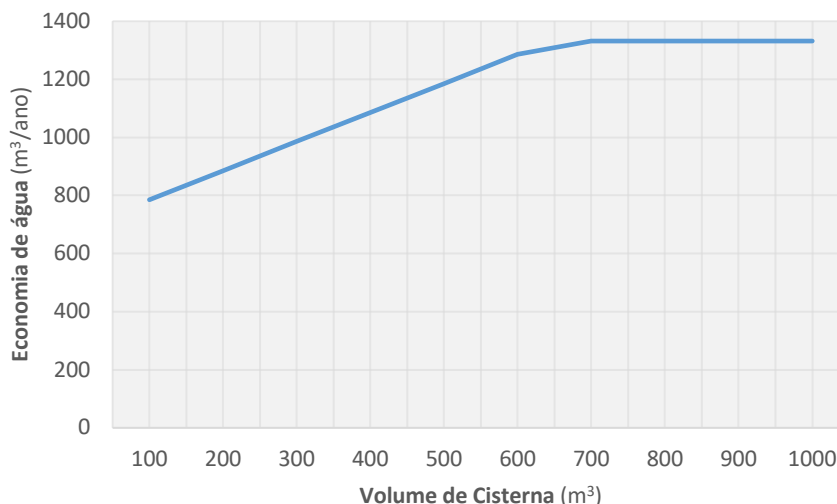


**Figura 190.** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.



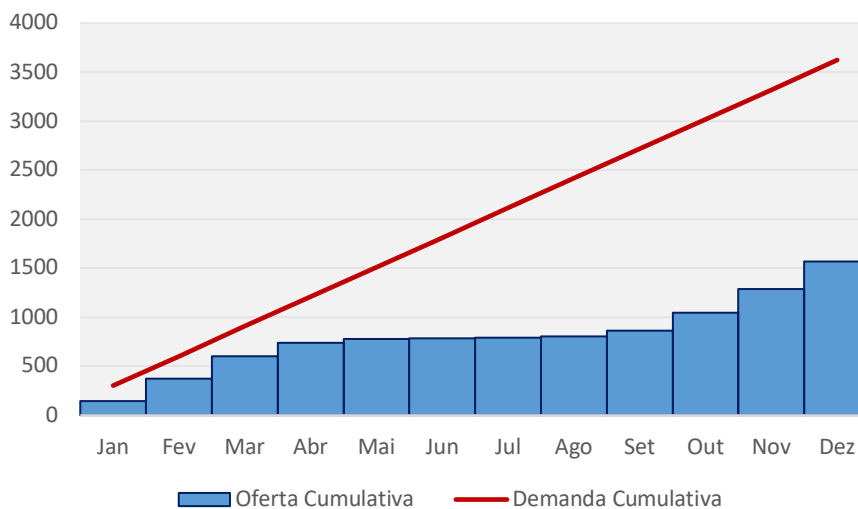
A Figura 191 apresenta o resultado da simulação realizada para estimar o potencial de redução do consumo de água potável por diferentes capacidades de cisterna para hotéis de alta densidade para aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos. A economia de água potável chegou até 1.332 m<sup>3</sup>/ano com uma cisterna de até 700m<sup>3</sup> de capacidade de armazenamento.

**Figura 191.** Economia de água por volume de reservatório – hotel alta densidade: Irrigação e Lavagem de Pisos.

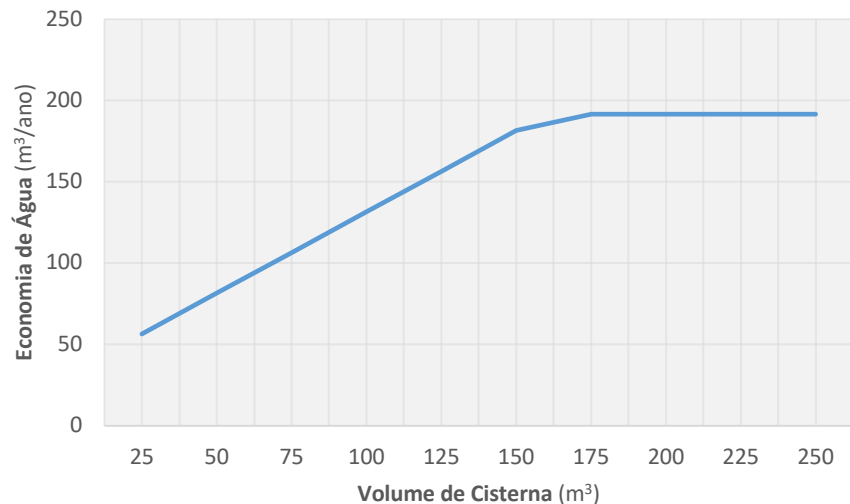


Por um lado, o aproveitamento de água pluvial em descargas sanitárias foi tecnicamente inviável pois não há área de cobertura suficiente para suprir a demanda de água necessária para esse ponto de consumo no hotel, como podemos observar na Figura 192. Por outro lado, os resultados das simulações demonstraram que *Lavagem de Roupa*, a economia de água potável é de 41 a 131 m³/ano (Figura 193).

**Figura 192.** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em edificações hoteleiras de alta densidade.



**Figura 193.** Economia de água por volume de reservatório – hotel alta densidade: *Lavagem de Roupa*.



### 5.1.2. Edificações Comerciais

Foram considerados os seguintes cenários para as simulações de economia de água pelo aproveitamento de águas pluviais em edificações comerciais i) *Lavagem de Pisos*; ii) *Descarga Sanitária*; e iii) *Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária*.

Em alguns tipos de edifícios comerciais foi necessário acrescentar cenários diferentes dos demais (*Máquina de Lavar Roupa*; e *Lavagem de Veículos*), devido aos tipos de atividades que são desenvolvidas na construção. O cenário *Lavagem de Veículos* foi considerado apenas em Galpão Comercial de Concessionária de Veículos.

Resultados das simulações em **Blocos Comerciais** demonstraram que no **Bloco Lago Norte**, para o uso *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de até 257 m³/ano; para *Descarga Sanitária* de 640 m³/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* de 898 m³/ano. Com os dados resultantes dos cenários analisados para o **Bloco Lago Sul**, verificou-se que para *Lavagem de Pisos*, poupa-se até 255 m³/ano de água potável; em *Descarga Sanitária* de 300 m³/ano; já em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, economiza-se até 408 m³/ano.

No **Bloco Asa Norte**, no cenário de *Lavagem de Pisos*, é possível economizar até 113 m³/ano de água potável, enquanto em *Descarga Sanitária* 303 m³/ano; e em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitárias* 416 m³/ano. Em relação ao **Bloco Asa Sul**, no emprego da *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de até 69 m³/ano; para *Descarga Sanitária* de 156 m³/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* de 211 m³/ano.

Quanto ao **Bloco Sudoeste/Octogonal**, contactou-se que para *Lavagem de Pisos*, gera uma economia de até 330 m³/ano de água potável; em *Descarga Sanitária* de 462 m³/ano; já em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, economiza-se até 682 m³/ano; e em *Descarga Sanitária, Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupa* é de 683 m³/ano.

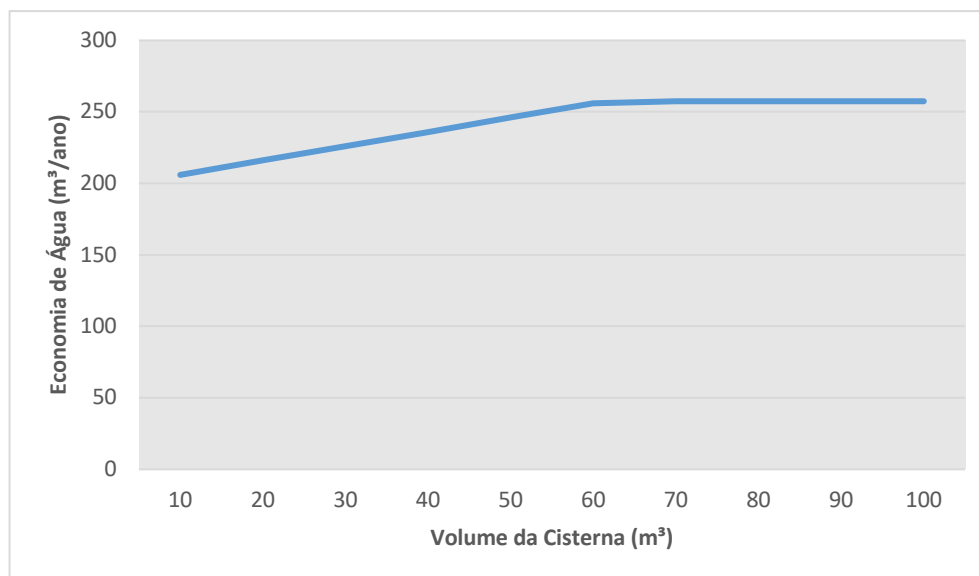
No **Bloco Águas Claras**, os resultados apontam que é viável poupar até 281 m³/ano de água potável com *Lavagem de Pisos*; em *Descarga Sanitária* até 418 m³/ano; no emprego de *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* é economizado até 699 m³/ano; e em *Descarga Sanitária, Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupa* é de 709 m³/ano (Figura 194-Figura 226).

Referente às simulações de **Galpões Comerciais**, constatou-se que em **Galpão Comercial de Concessionária de Veículos** para o uso *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de até 157 m<sup>3</sup>/ano; para *Descarga Sanitária* de 141 m<sup>3</sup>/ano; para *Lavagem de Veículos* o valor de 1053 m<sup>3</sup>/ano; e no cenário *Lavagem de Veículos, Descarga Sanitária & Lavagem de piso* economiza-se até 1508 m<sup>3</sup>/ano de água potável.

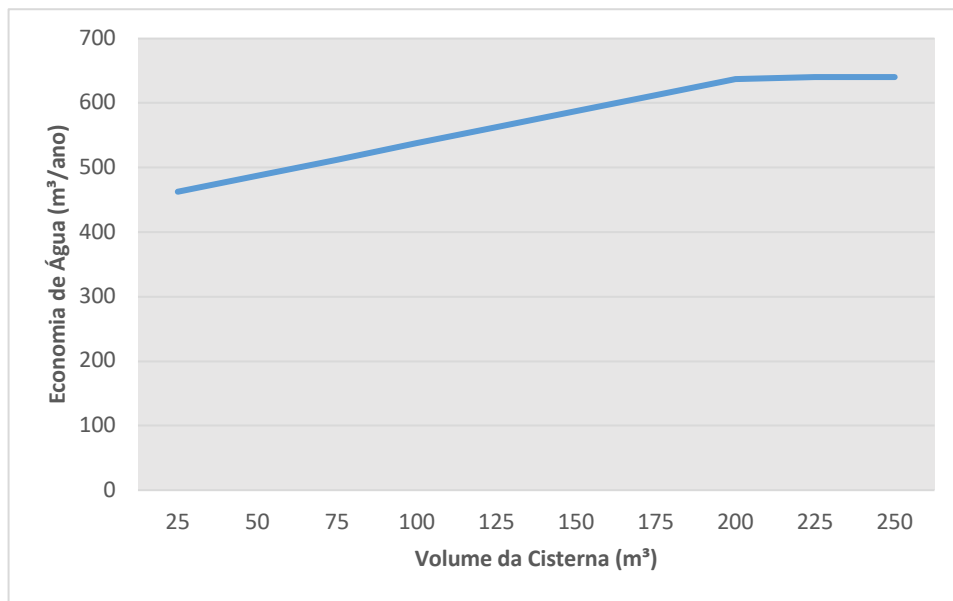
Em relação ao **Galpão Comercial de Material de Construção**, o emprego da *Lavagem de Pisos* gera uma economia de água potável de até 110 m<sup>3</sup>/ano; para *Descarga Sanitária* de 410 m<sup>3</sup>/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* de 479 m<sup>3</sup>/ano. Com os dados resultantes dos cenários analisados para ao **Galpão Comercial de Supermercado**, verificou-se que para *Lavagem de Pisos*, poupa-se até 160 m<sup>3</sup>/ano de água potável; em *Descarga Sanitária* de 529 m<sup>3</sup>/ano; já em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, economiza-se até 727 m<sup>3</sup>/ano (Figura 194-Figura 226).

As análises das simulações em **Centro Comercial** atestaram que no cenário de *Lavagem de Pisos*, é possível economizar até 19.767 m<sup>3</sup>/ano de água potável por ano, isto é, uma economia de água muito importante. Entretanto, para os cenários em *Descarga Sanitária* e em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitárias* o aproveitamento de água pluvial foi tecnicamente inviável, pois não há área de cobertura suficiente para suprir a demanda de ambos os cenários, ou seja, a demanda de água pluvial vai além da capacidade de oferta (Figura 194-Figura 226).

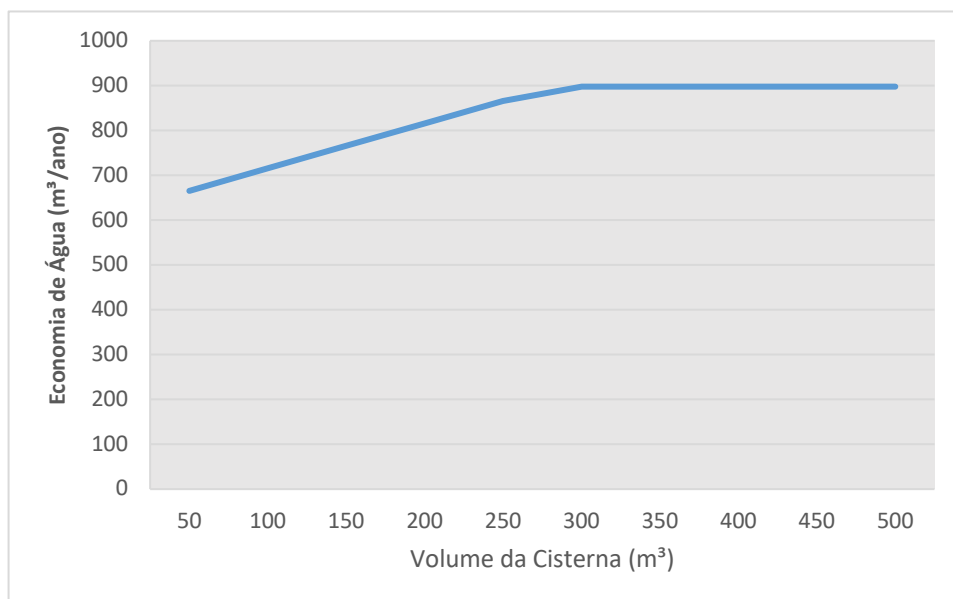
**Figura 194:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Lago Norte:** *Lavagem de Pisos*.



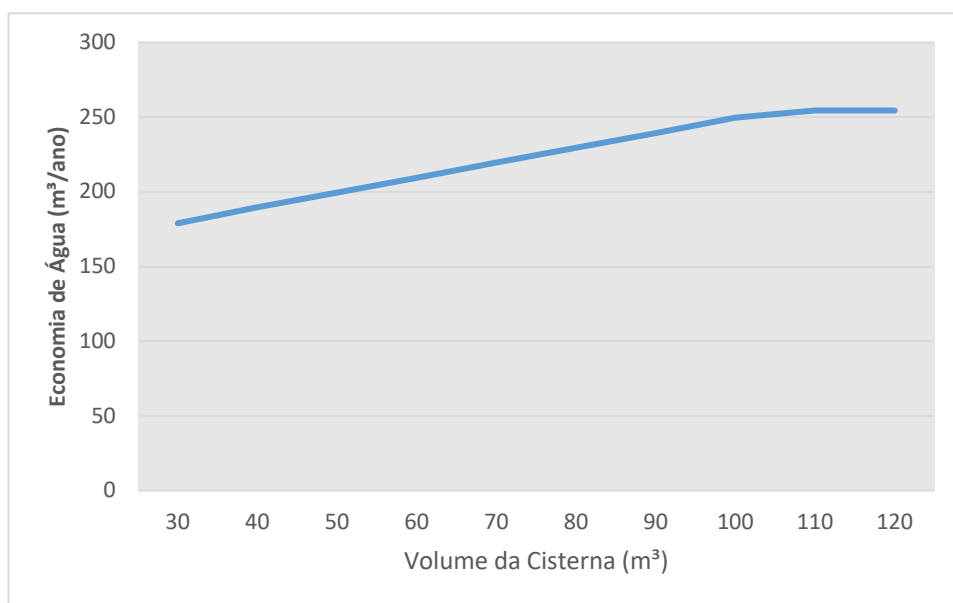
**Figura 195:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Lago Norte:** Descarga Sanitária.



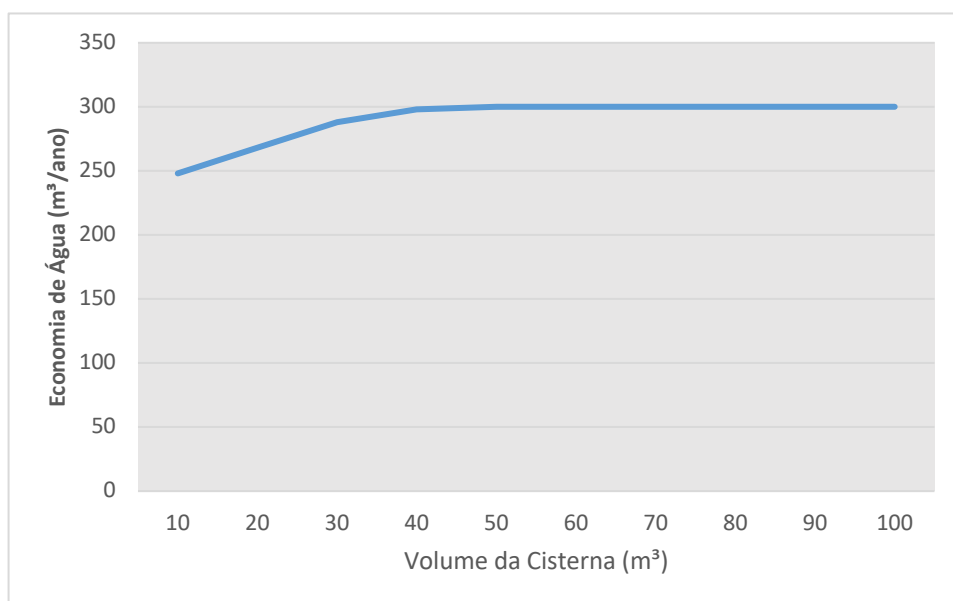
**Figura 196:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Lago Norte:** Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.



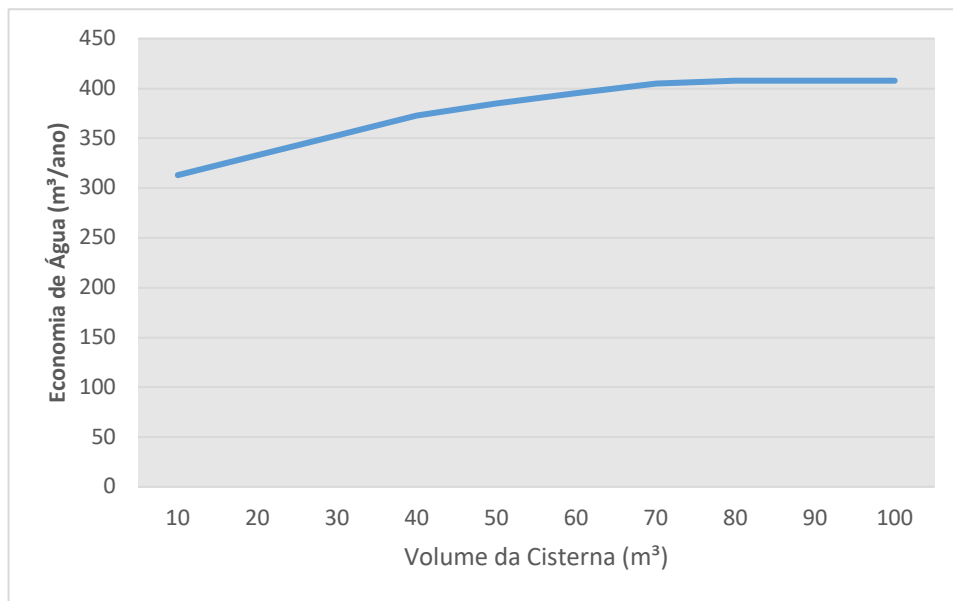
**Figura 197:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos.*



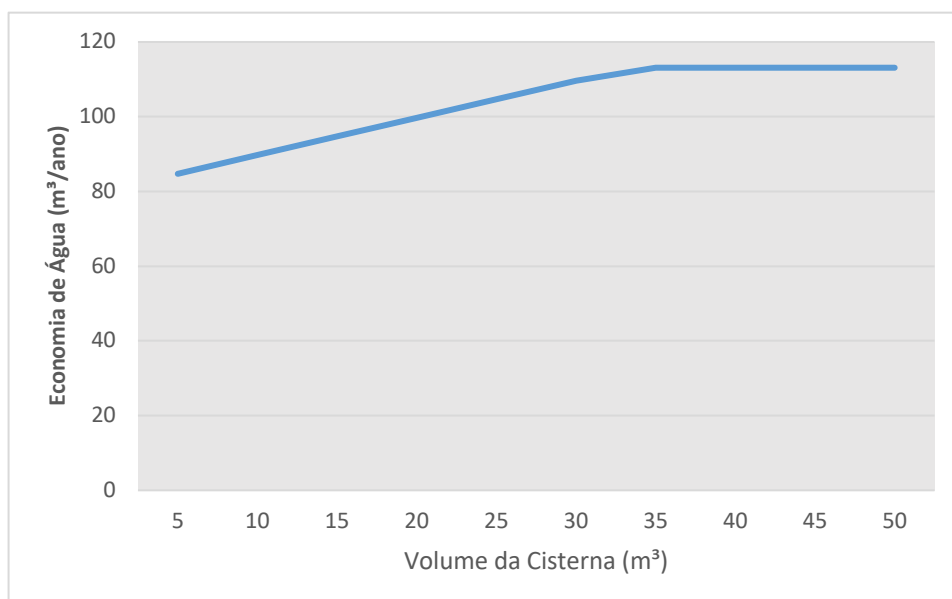
**Figura 198:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Lago Sul: Descarga Sanitária.*



**Figura 199:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Lago Sul:** Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.

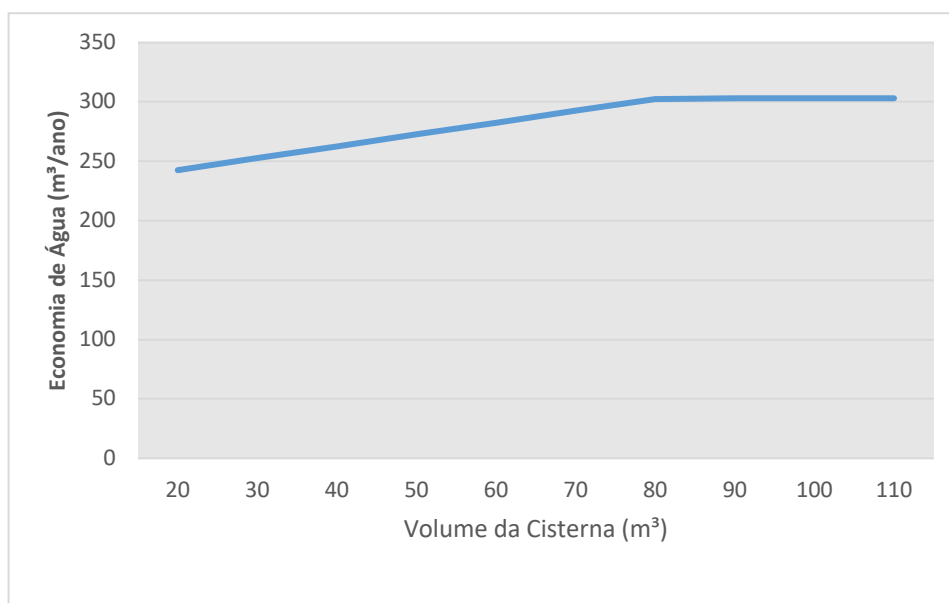


**Figura 200:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Asa Norte:** Lavagem de Pisos.

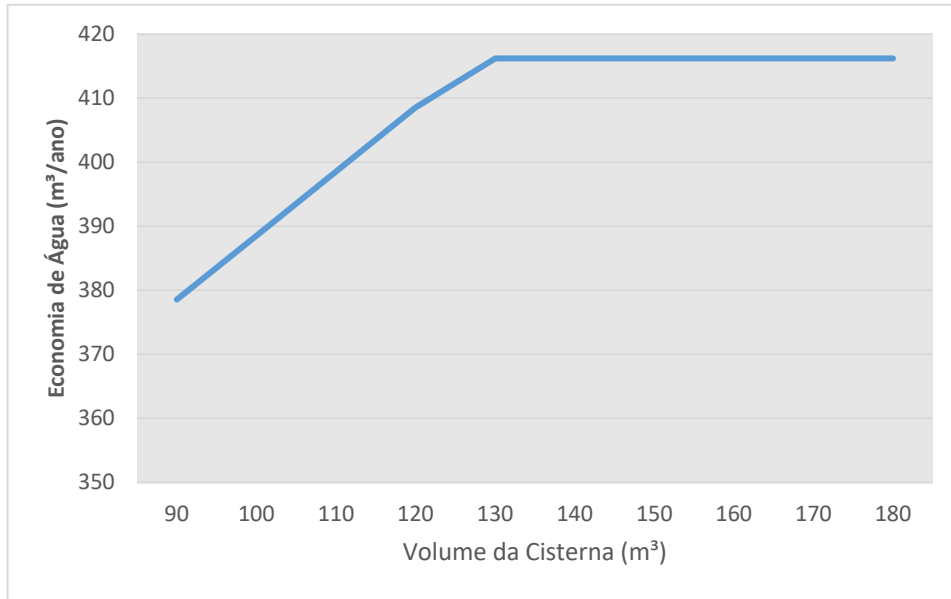




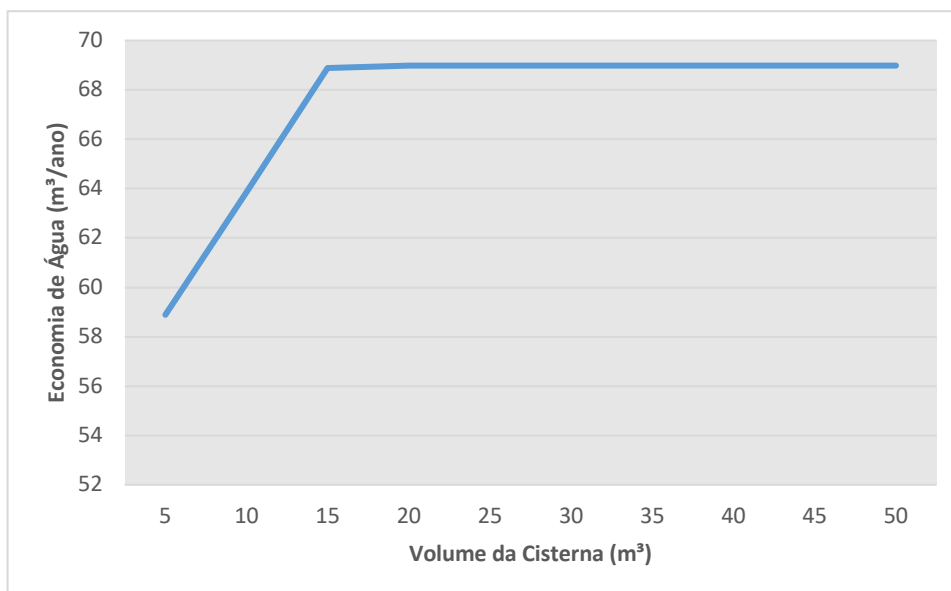
**Figura 201:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Asa Norte: Descarga Sanitária.*



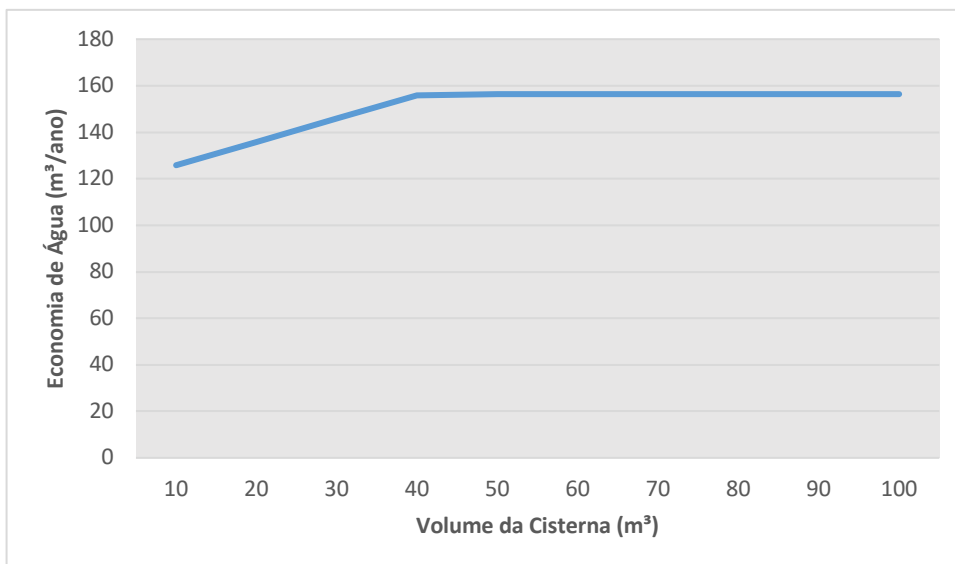
**Figura 202:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*



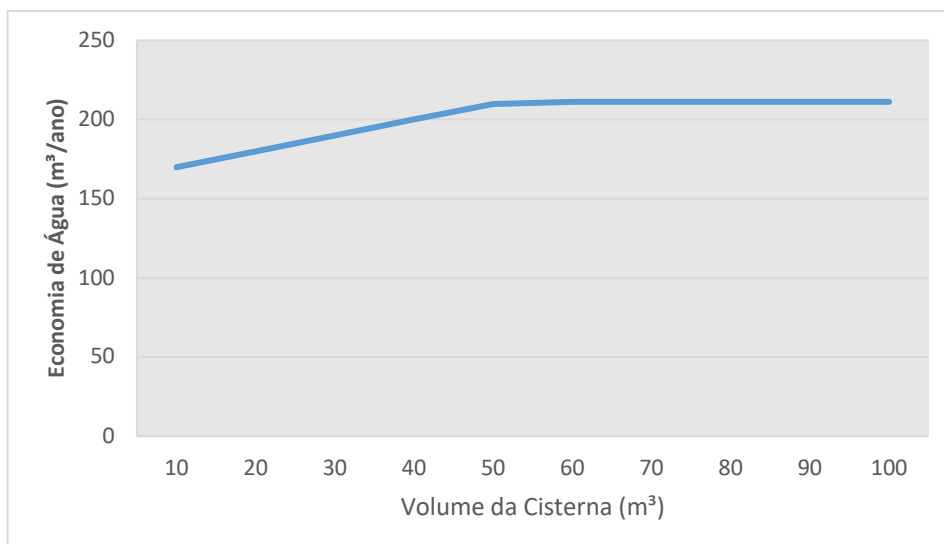
**Figura 203:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Asa Sul:** Lavagem de Pisos.



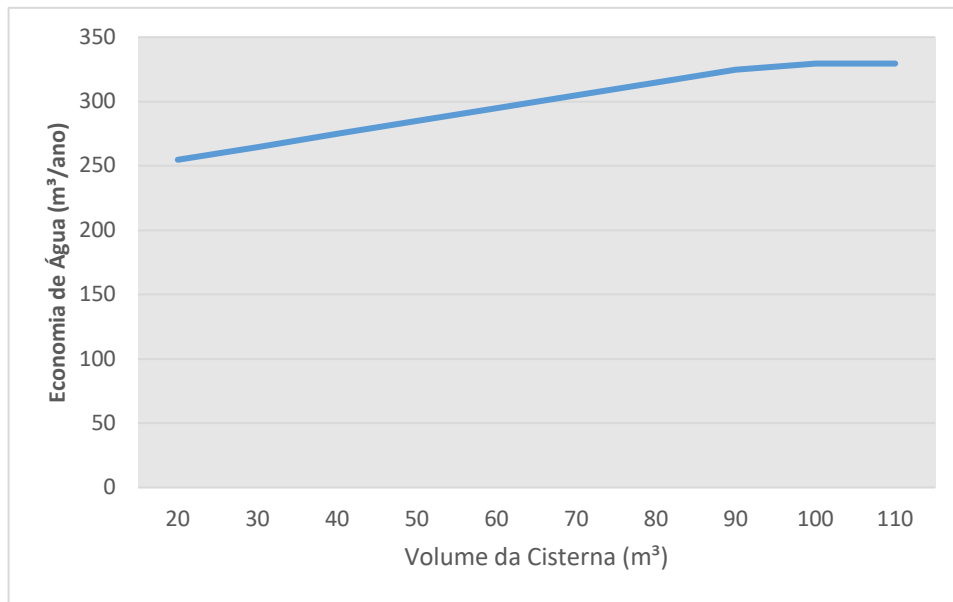
**Figura 204:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Asa Sul:** Descarga Sanitária.



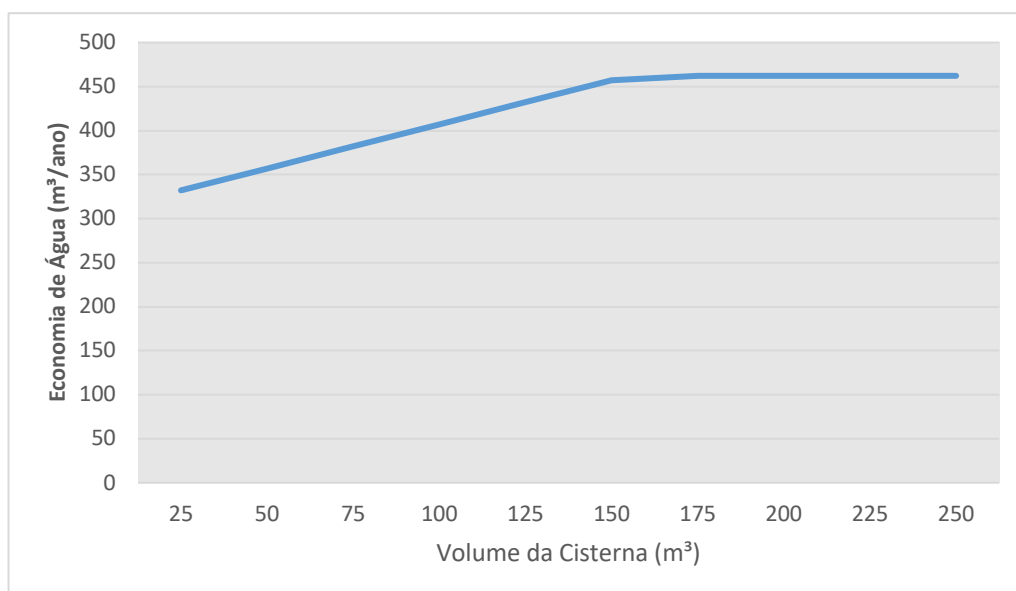
**Figura 205:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*



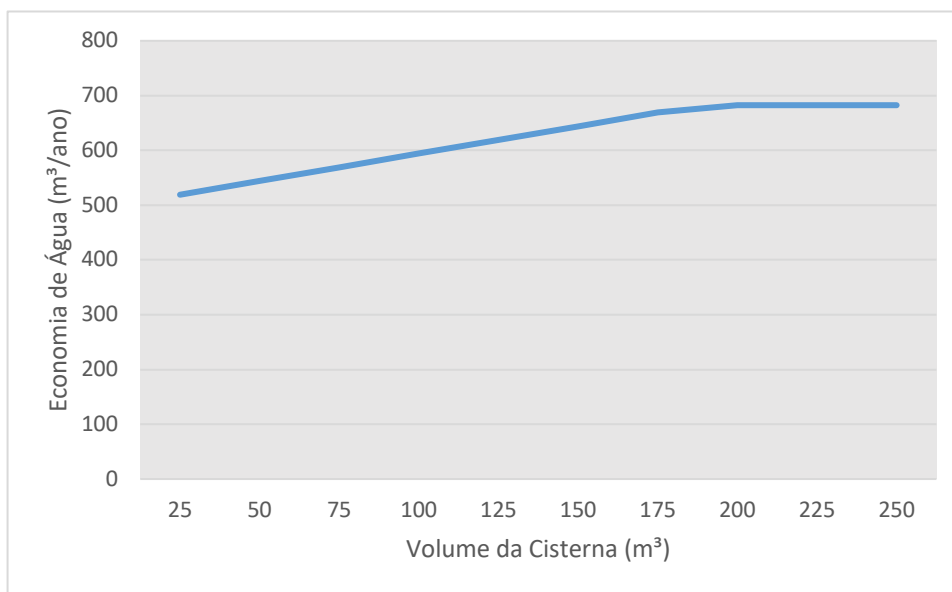
**Figura 206:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos.*



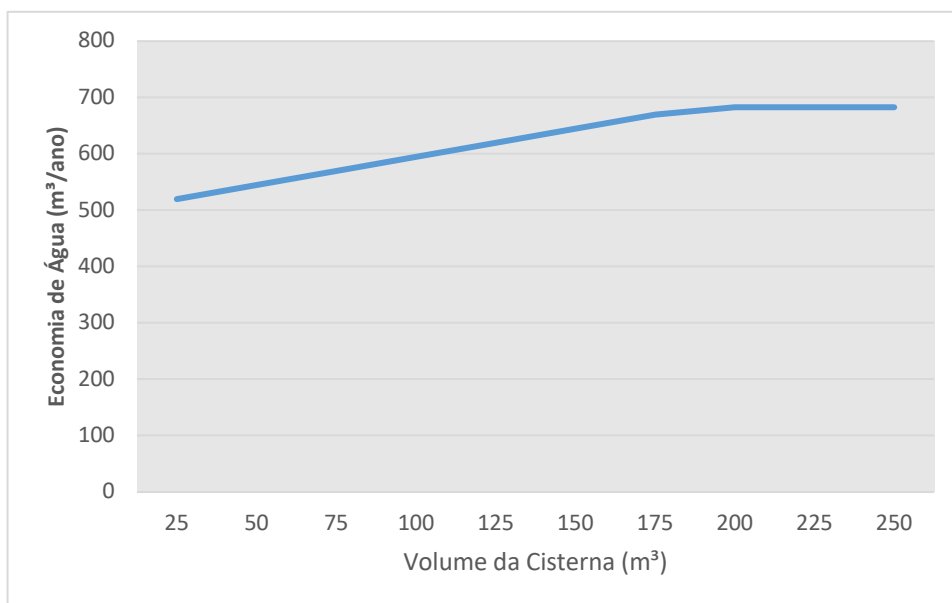
**Figura 207:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal:** Descarga Sanitária.



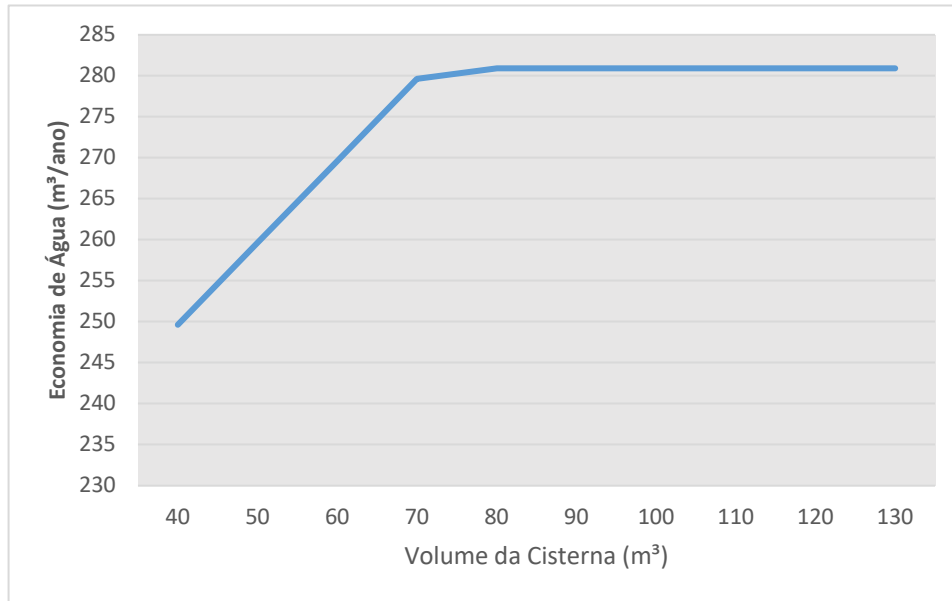
**Figura 208:** Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.



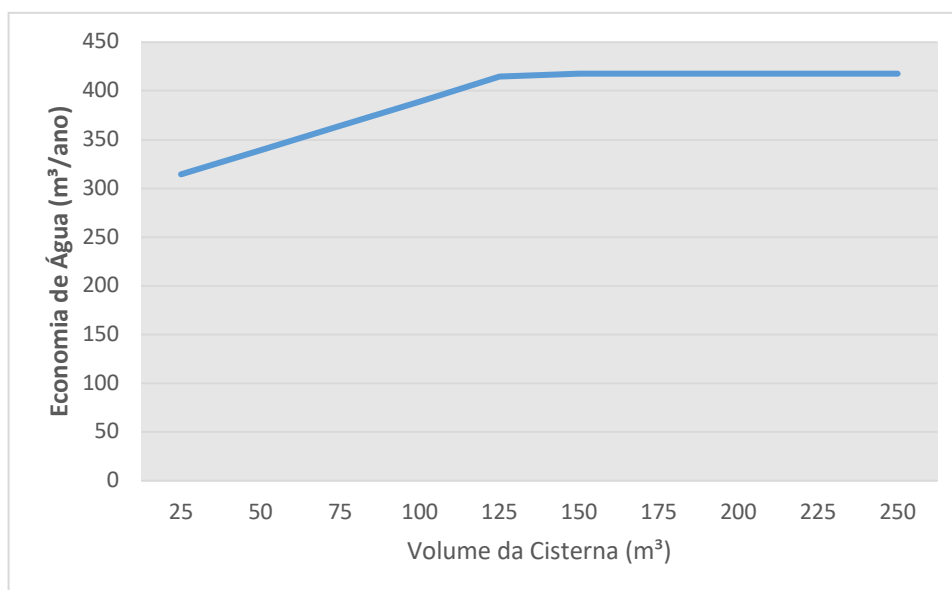
**Figura 209:** Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupas.



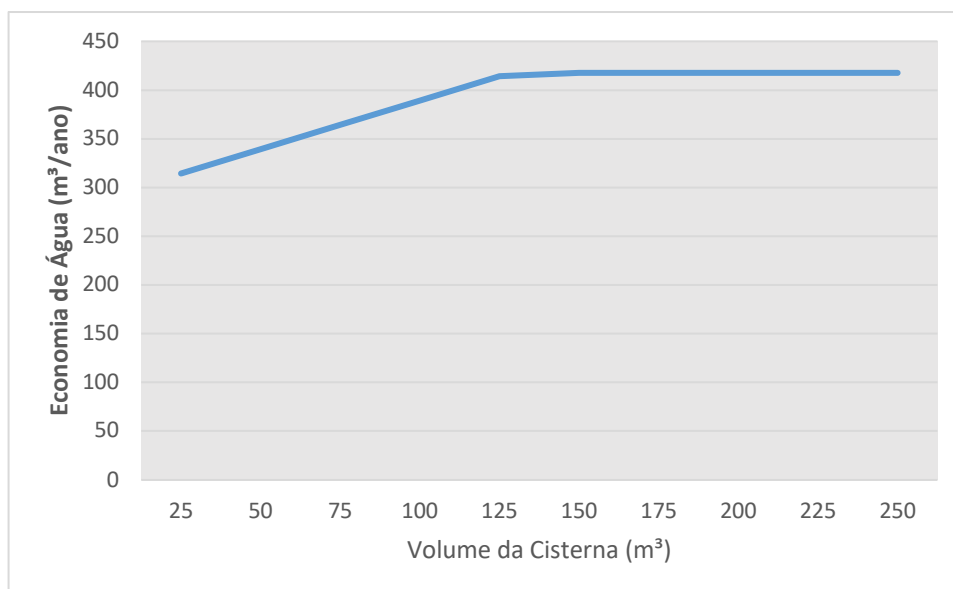
**Figura 210:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Águas Claras:** Lavagem de Pisos.



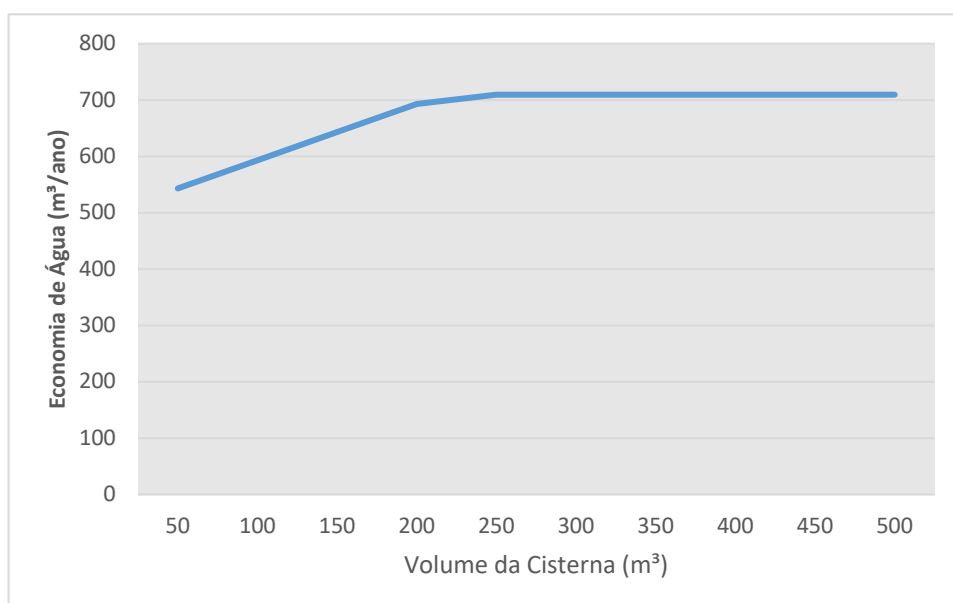
**Figura 211:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Bloco Comercial Águas Claras:** Descarga Sanitária.



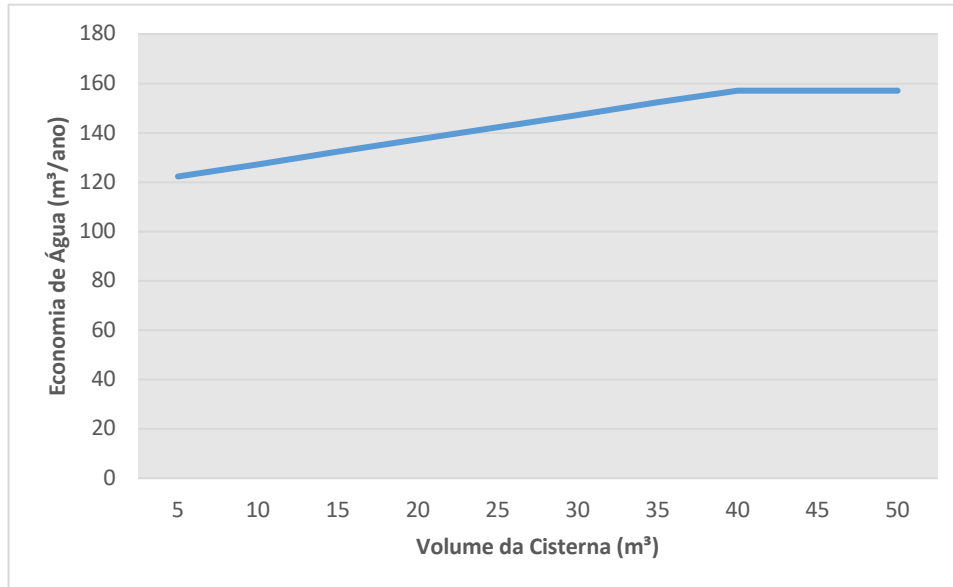
**Figura 212:** Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária



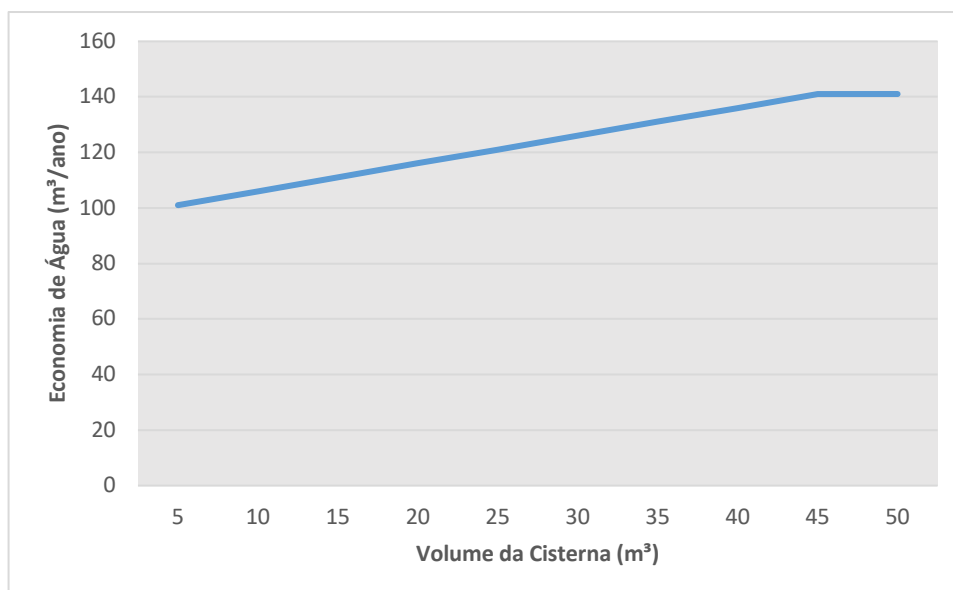
**Figura 213:** Economia anual de água por volume de reservatório – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupas.



**Figura 214:** Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Pisos.

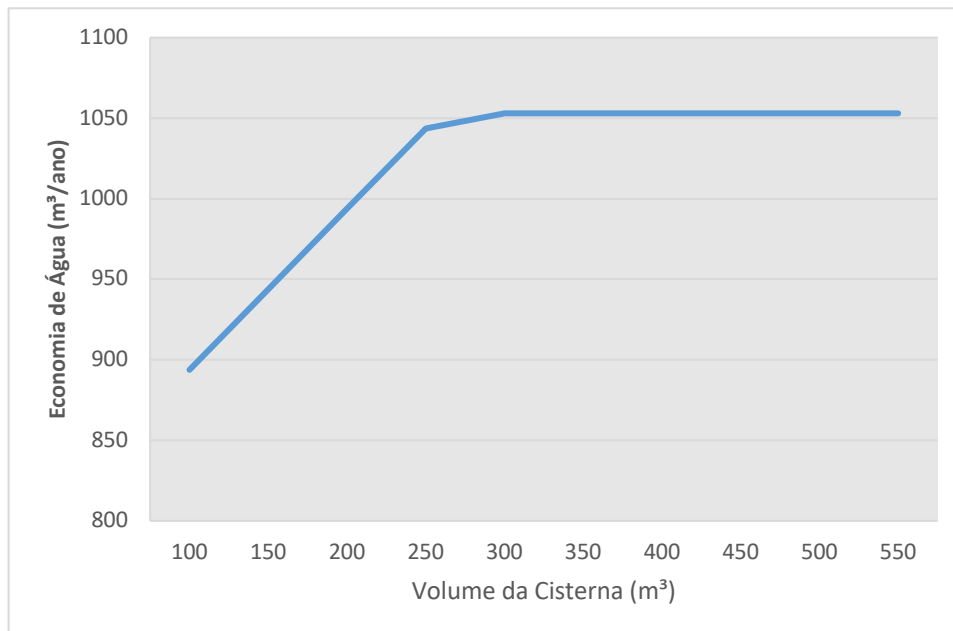


**Figura 215:** Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Descarga Sanitária.

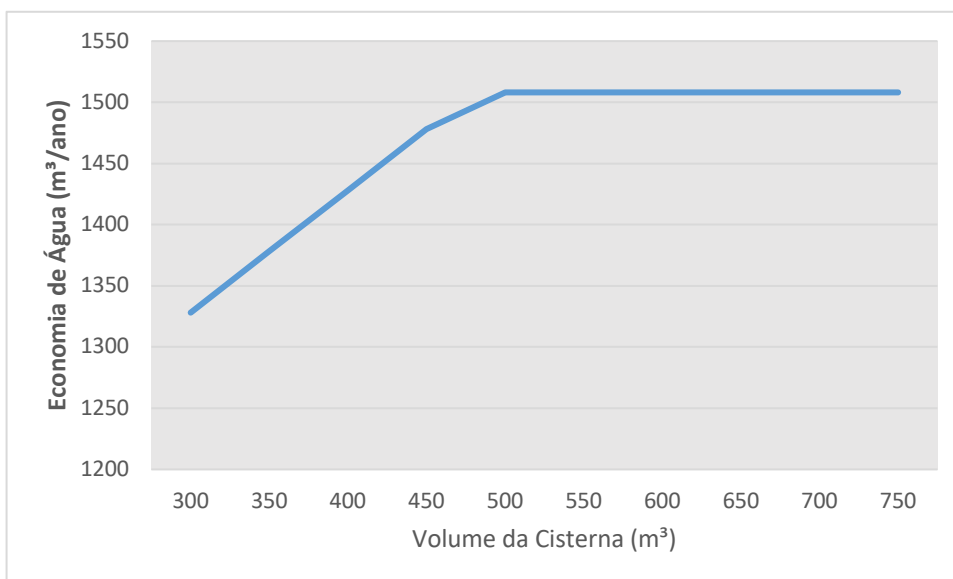




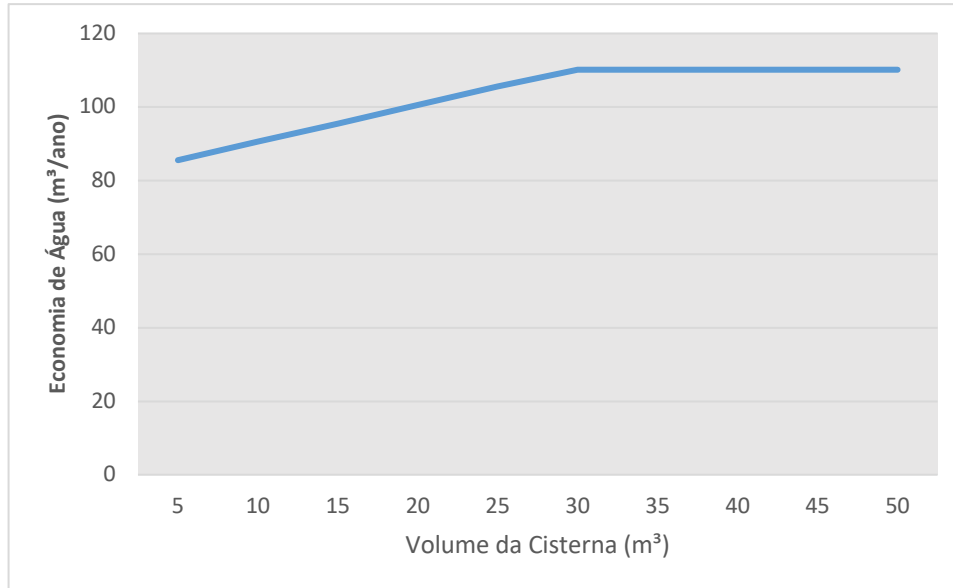
**Figura 216:** Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos.



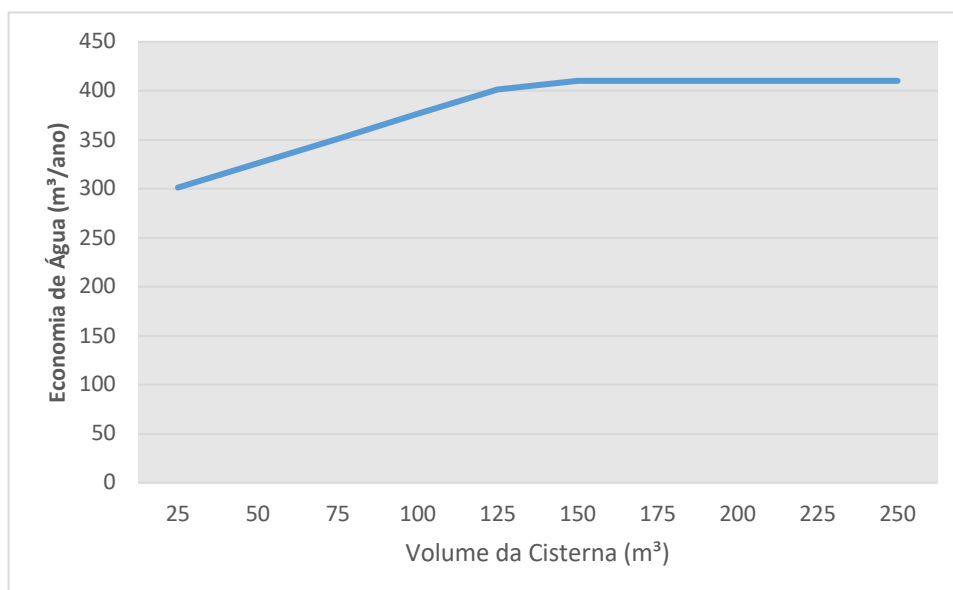
**Figura 217:** Economia anual de água por volume de reservatório – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos; Descarga Sanitária & Lavagem de piso.



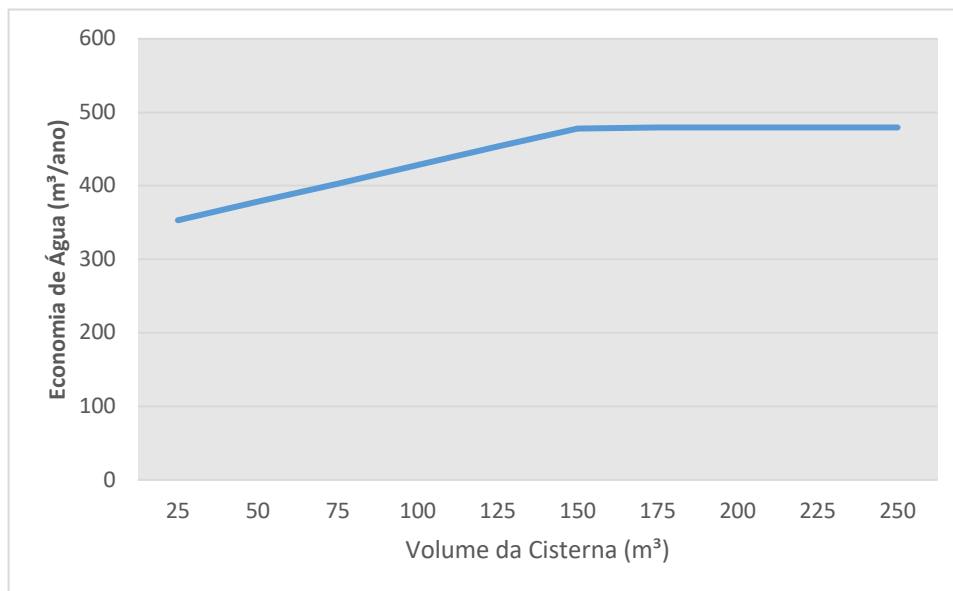
**Figura 218:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Galpão Comercial de Materiais de Construção: Lavagem de Pisos.*



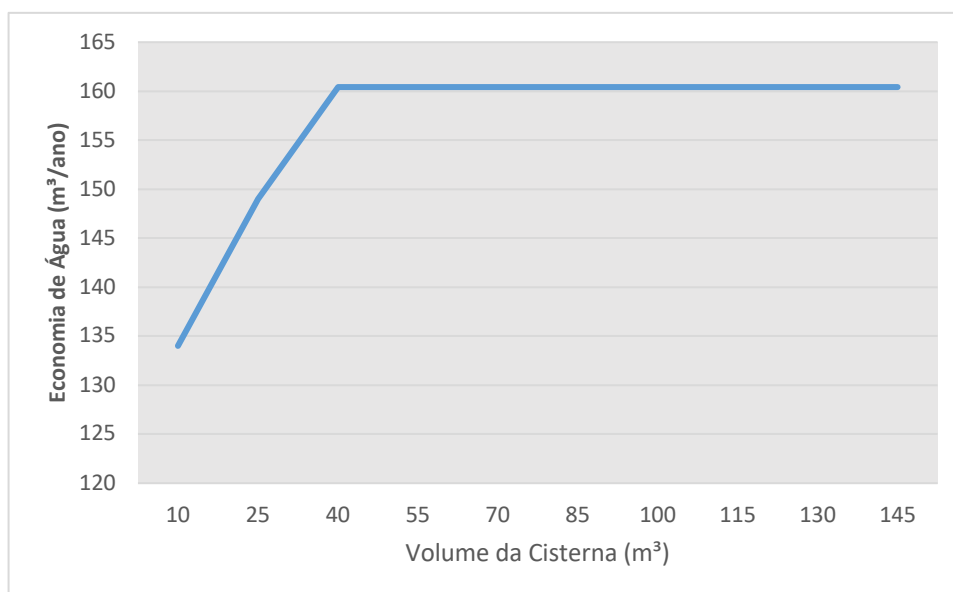
**Figura 219:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Galpão Comercial de Materiais de Construção: Descarga Sanitária.*



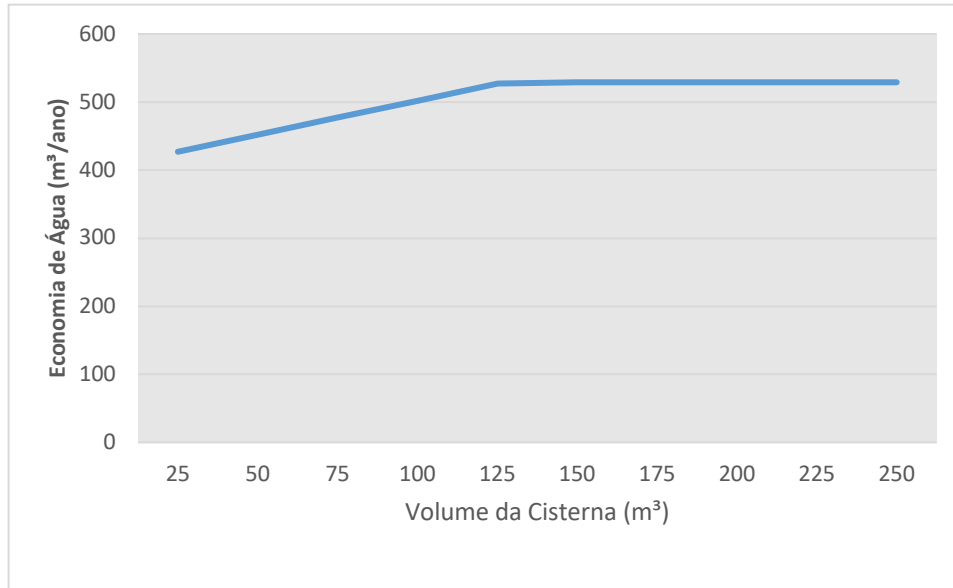
**Figura 220:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Galpão Comercial de Materiais de Construção: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*



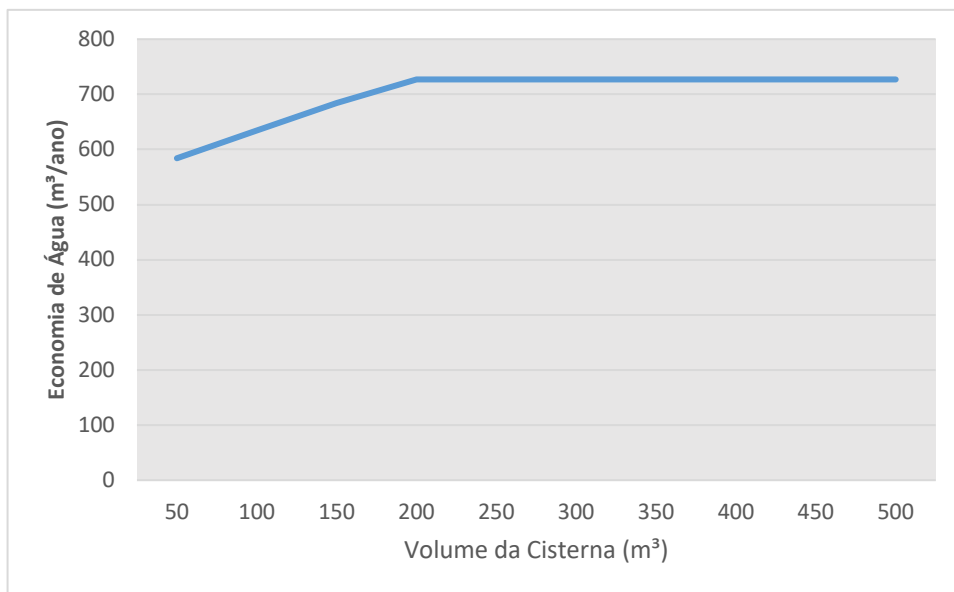
**Figura 221:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos.*



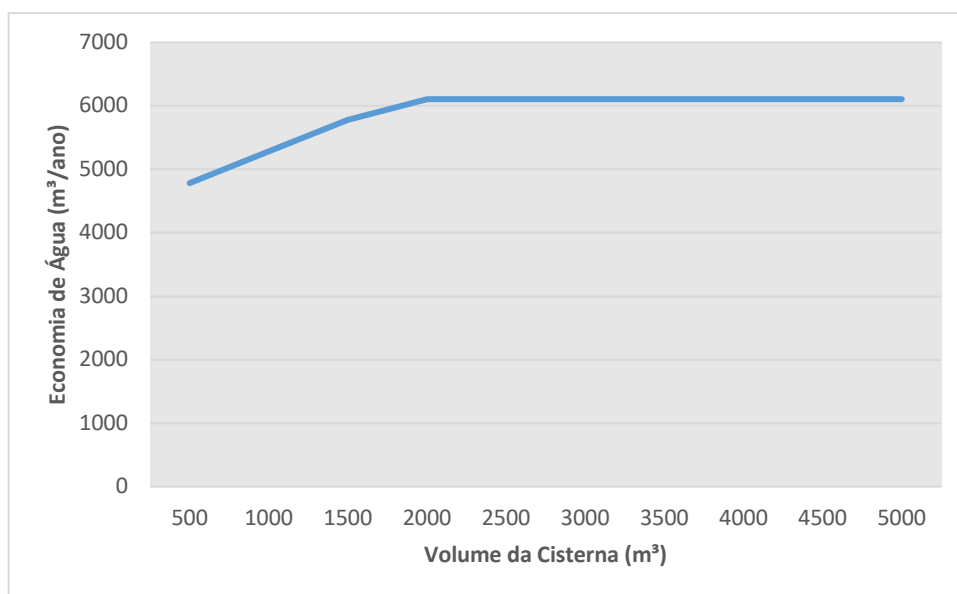
**Figura 222:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Galpão Comercial de Supermercado: Descarga Sanitária.**



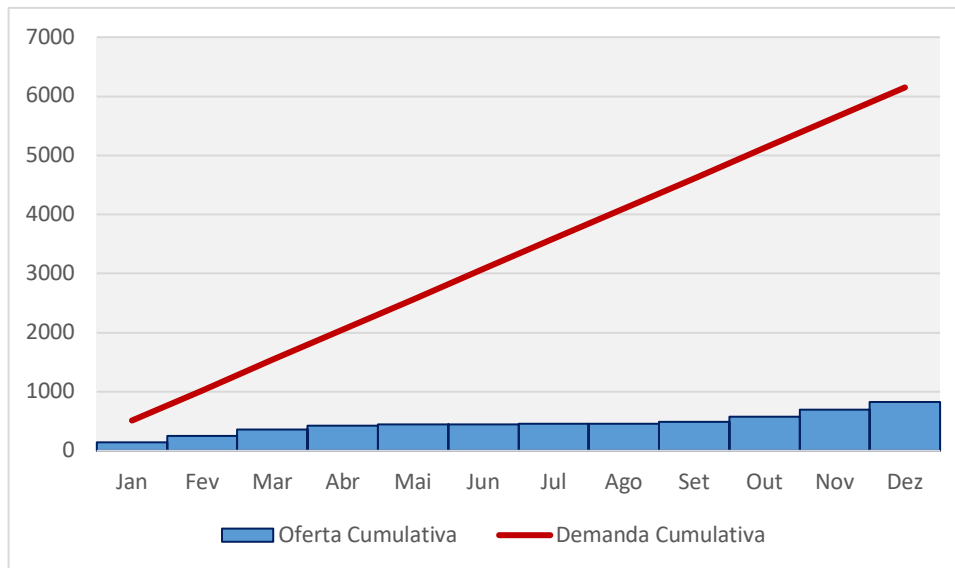
**Figura 223:** Economia anual de água por volume de reservatório – **Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária**



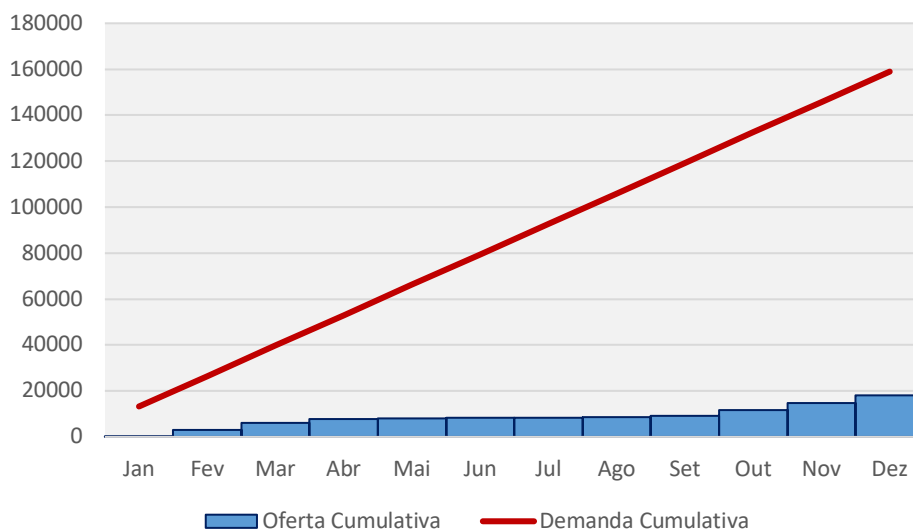
**Figura 224:** Economia anual de água por volume de reservatório – *Centro Comercial: Lavagem de Pisos.*



**Figura 225:** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em Centros Comerciais.



**Figura 226:** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em lavagem de pisos e descarga sanitária em Centros Comerciais.



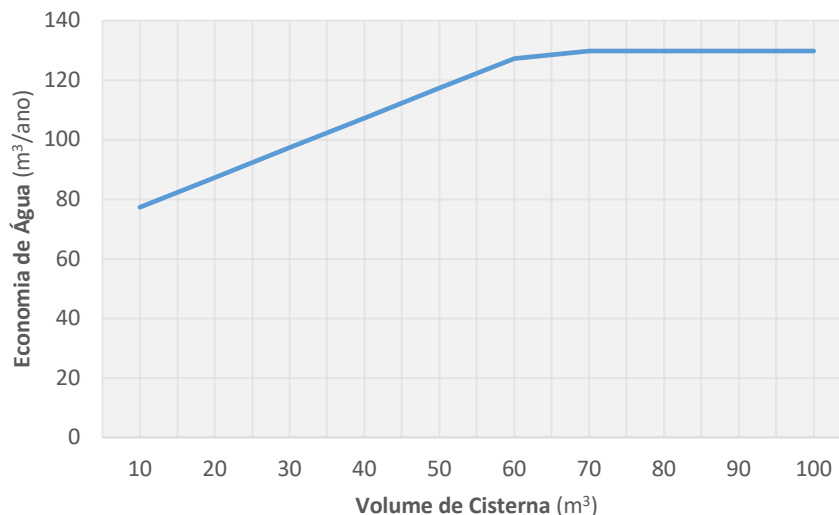
### 5.1.3. Edificações de Escritórios

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais nas diferentes tipologias de escritórios foi necessário estimar a oferta de águas pluviais e a demanda de água em usos não potáveis. Baseado nos modelos representativos, dados primários relativos ao número de população fixa e flutuante, área verde e de pisos foram utilizados para estimar a demanda de água utilizando os indicadores de usos finais de água internos e externos. Foram consideradas para análise a água pluvial para uso na irrigação, lavagem de pisos, descarga sanitária e ar condicionado, inclusive alguns associados.

A Figura 227 apresenta o resultado da simulação realizada para estimar o potencial de redução do consumo de água potável por diferentes capacidades de cisterna para escritórios, para uso na

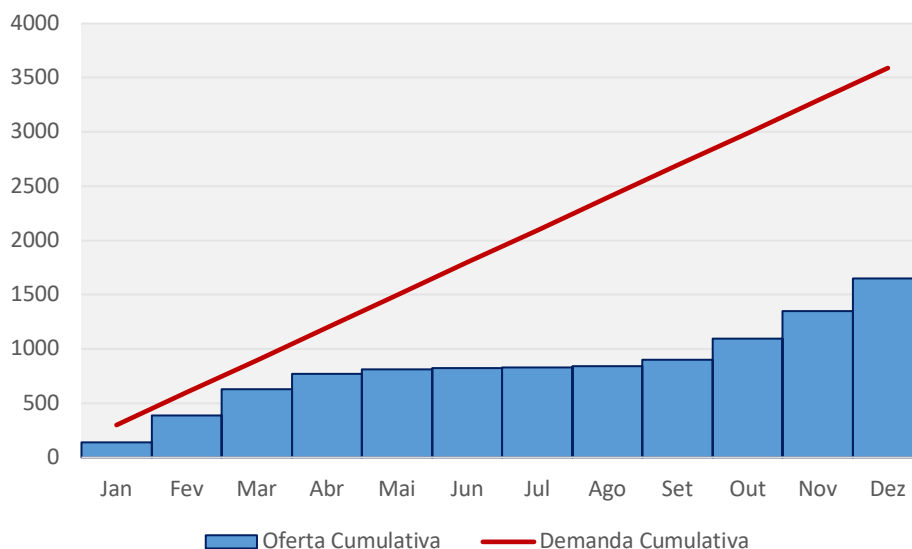
*Irrigação e lavagem de pisos.* A economia de água potável chegou a 130 m<sup>3</sup>/ano com uma cisterna de até 70 m<sup>3</sup>.

**Figura 227.** Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação e Lavagem de Pisos.



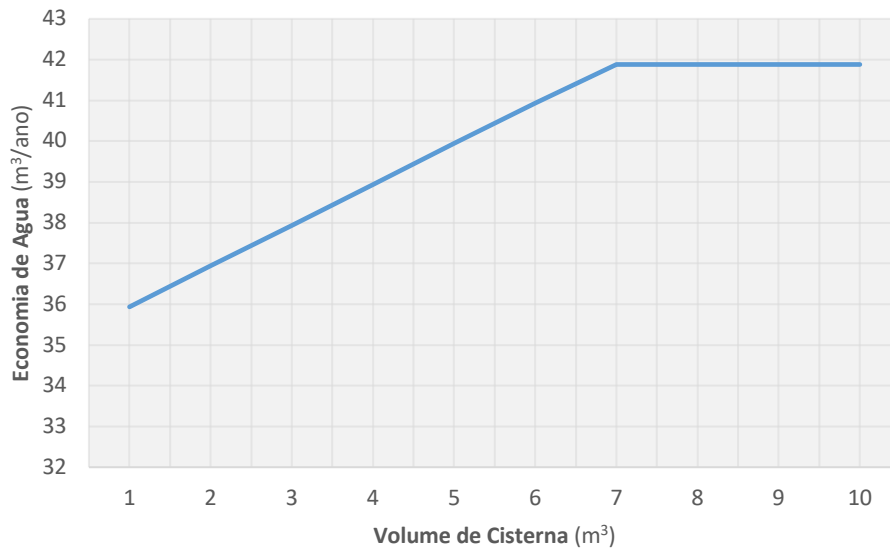
Para a tipologia de escritório o aproveitamento de água pluvial para uso na descarga sanitária demonstrou-se tecnicamente inviável, pois não há área de cobertura suficiente para suprir a demanda de água necessária (Figura 228).

**Figura 228:** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga sanitária em Edificações de Escritórios.

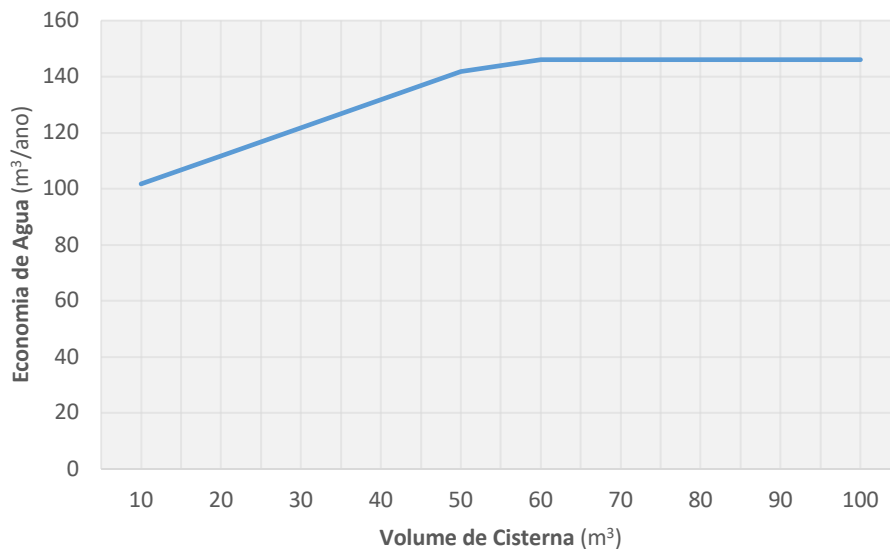


A Figura 229 e a Figura 230 apresenta o resultado da simulação realizada para estimar o potencial de redução do consumo de água potável por diferentes capacidades de cisterna para uso em ar condicionado e irrigação, lavagem de pisos e ar condicionado em edificações de escritórios. A economia de água potável para uso não-potável em sistema central de ar condicionado foi de até 42 m<sup>3</sup>/ano utilizando um volume de cisterna de até 7 m<sup>3</sup>, e de até 146 m<sup>3</sup>/ano com um volume de cisterna de até 60 m<sup>3</sup> em irrigação, lavagem de pisos e sistema de ar condicionado central.

**Figura 229.** Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação, Lavagem de Pisos e Ar Condicionado.



**Figura 230.** Economia anual de água por volume de reservatório – escritórios: Irrigação, Lavagem de Pisos e Ar Condicionado.

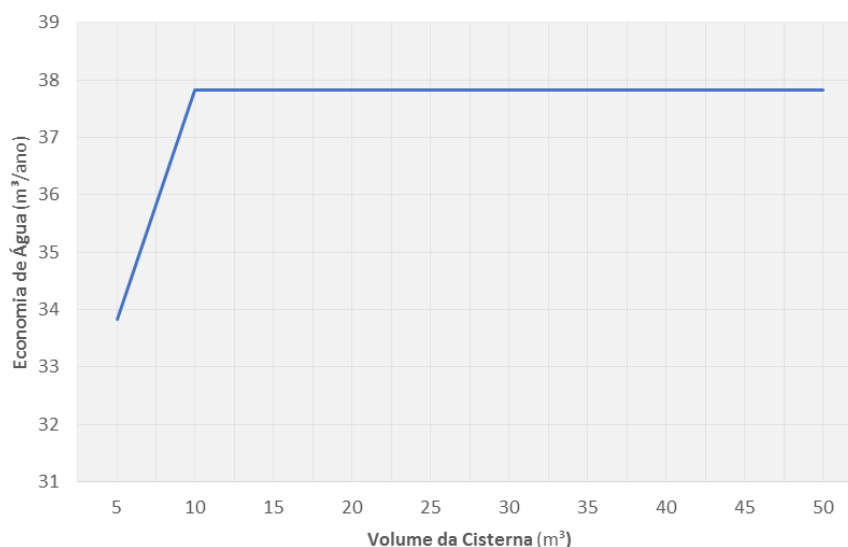


#### 5.1.4. Edificações de Ensino

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais nas diferentes tipologias de ensino do infantil ao superior, foi necessário estimar a oferta de águas pluviais e a demanda de água em usos não potáveis. Baseado nos modelos representativos, dados primários relativos ao número de funcionários e alunos, área verde e de pisos foram utilizados para estimar a demanda de água utilizando os indicadores de usos finais de água internos e externos. Quatro tipos diferentes de demandas de águas pluviais foram considerados para análise: i) *Irrigação e lavagem de pisos*; ii) *Irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária*; iii) *Descarga sanitária*; e iv) *Irrigação, lavagem de pisos, lavagem de roupa e descarga sanitária*.

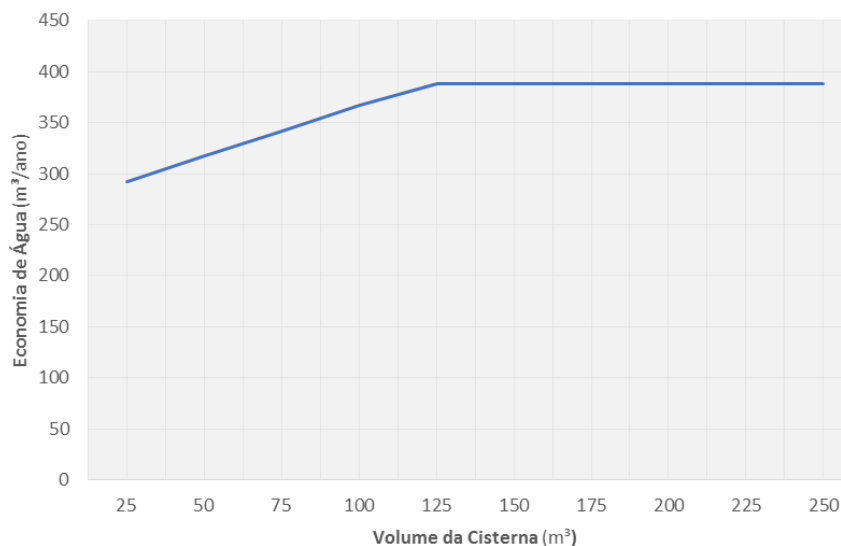


**Figura 231:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação e lavagem de pisos.

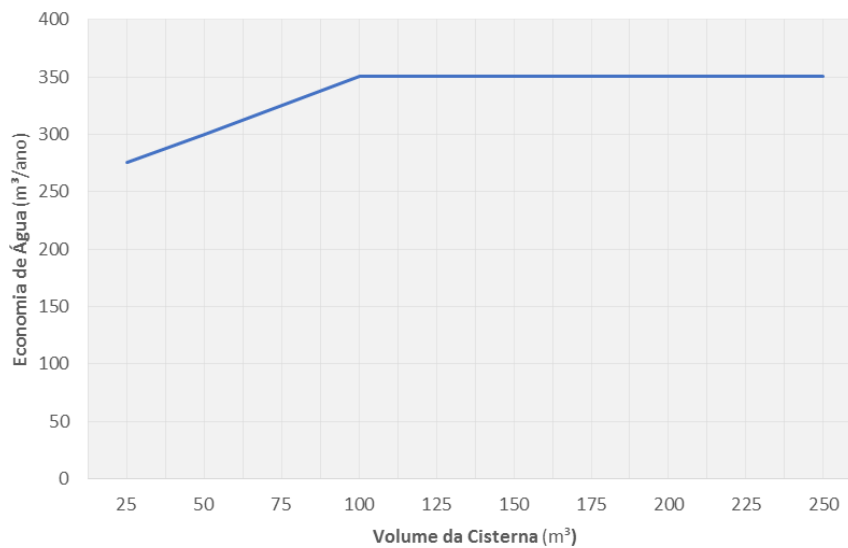


Para cada cenário, simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas comercialmente disponíveis foram realizadas para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais em edifícios escolares de Ensino Infantil, Fundamental I e II, Médio e Superior. Em geral, podemos observar que, em um primeiro momento, na medida em que há aumento a capacidade de armazenamento da cisterna, as economias geradas pelo aproveitamento de águas pluviais sobem. Porém, em cada caso, existe um ponto em que por mais que aumente o volume da cisterna, as economias geradas pelo sistema ficam estagnadas. Isso é devido ao limite da oferta (área de cobertura disponível) e demanda (usos não potáveis). Com isso, a capacidade de armazenamento ideal foi definida como o menor volume de armazenamento de água pluvial capaz de promover o maior nível de economia de água.

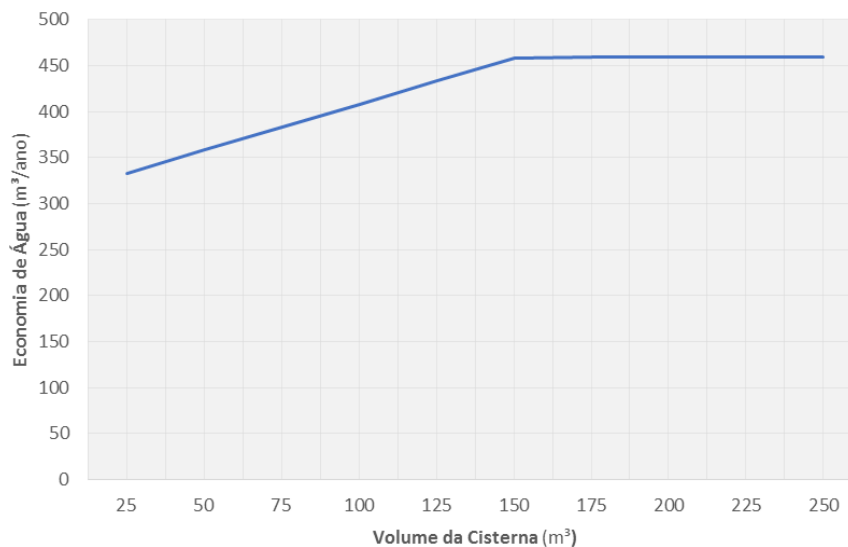
**Figura 232:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.



**Figura 233:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para descarga sanitária.



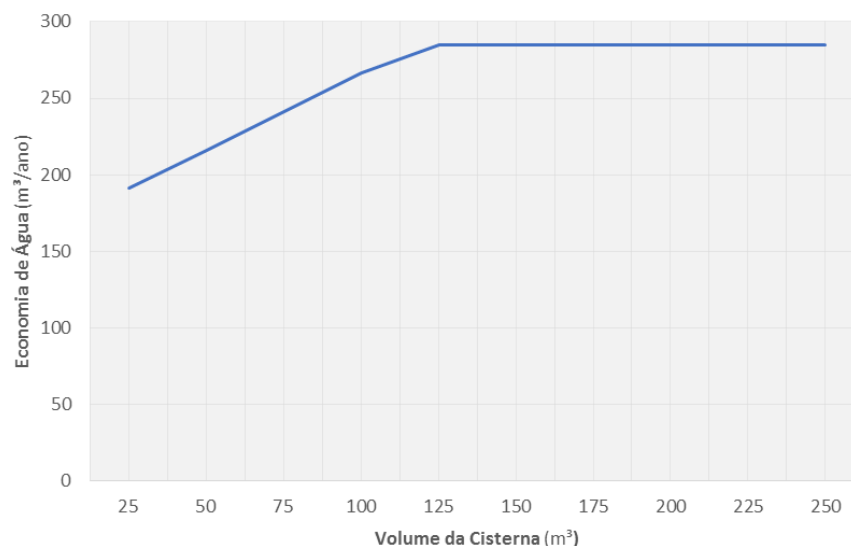
**Figura 234:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino infantil, para irrigação, lavagem de pisos, lavagem de roupa e descarga sanitária.



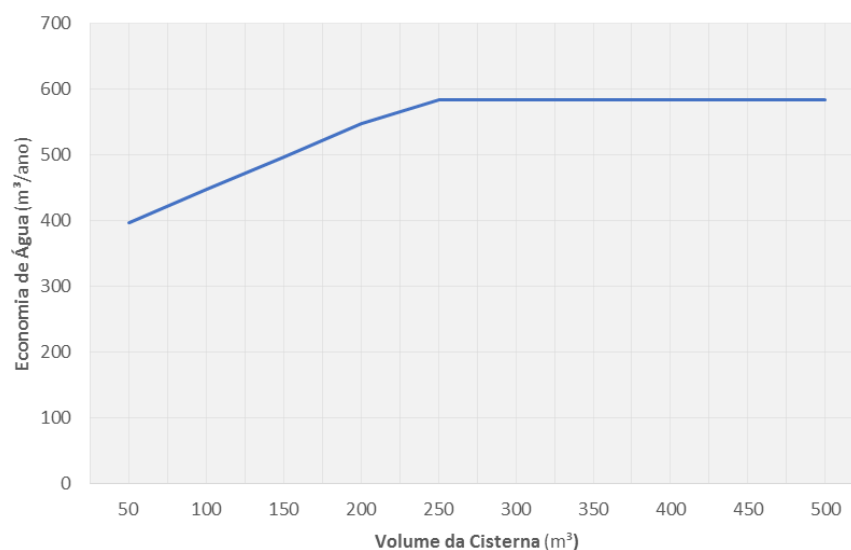
A economia de água potável variou de 33 m³/escola/ano a 458 m³/escola/ano, dependendo do cenário de demanda e capacidade de cisterna, considerando o ciclo de vida útil positivo (viável a taxa de retorno). O aproveitamento de águas pluviais tanto para descarga sanitária quanto para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitárias se mostrou viável em edifícios escolares de ensino infantil semelhantes aos avaliados em função de sua razoável demanda de água em relação ao bom índice de oferta de água pluvial. Resultados das simulações demonstraram no ensino infantil, para o uso na *Irrigação e Lavagem de Pisos*, a economia de água potável variou entre 33 e 37 m³/ano; para *Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária*, 292 e 388 m³/ano; para *Descarga Sanitária*, 275

e 350 m<sup>3</sup>/ano e para *Irrigação, Lavagem de Pisos, Lavagem de Roupa & Descarga Sanitária*, 333 e 458 m<sup>3</sup>/ano (Figuras 231 a 234).

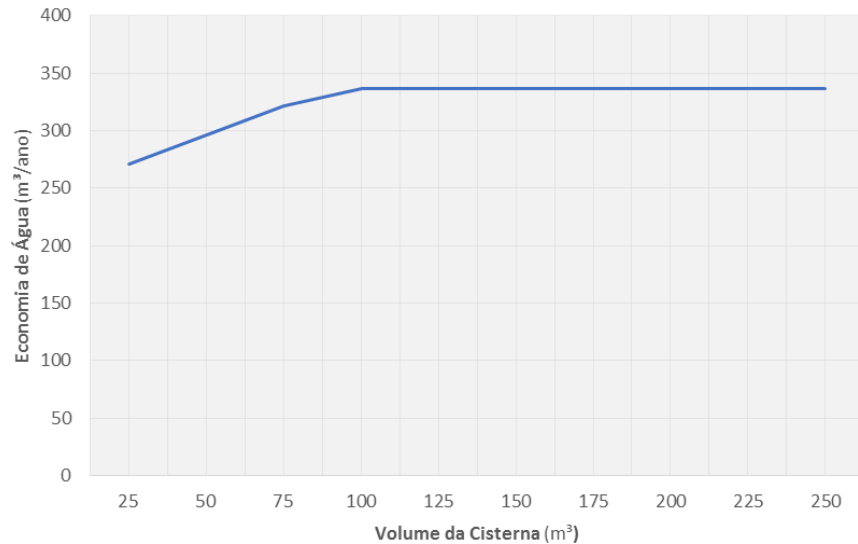
**Figura 235:** *Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para irrigação e lavagem de pisos.*



**Figura 236:** *Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.*



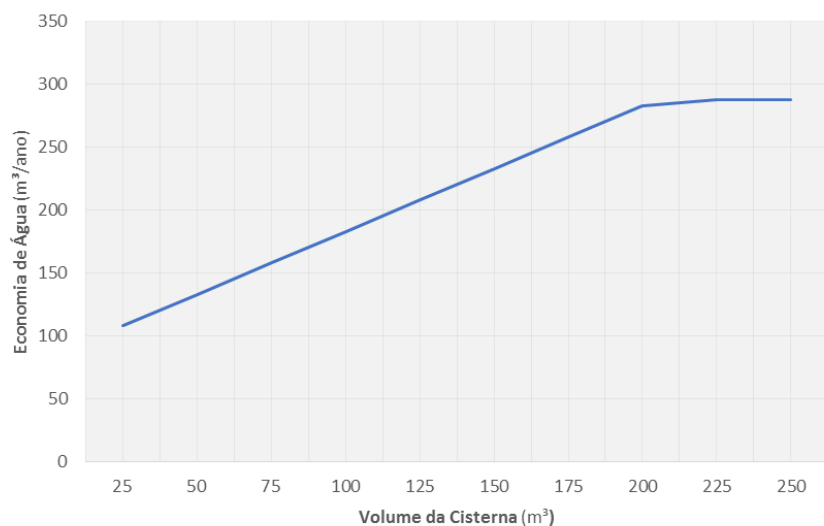
**Figura 237:** *Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental I, para descarga sanitária.*



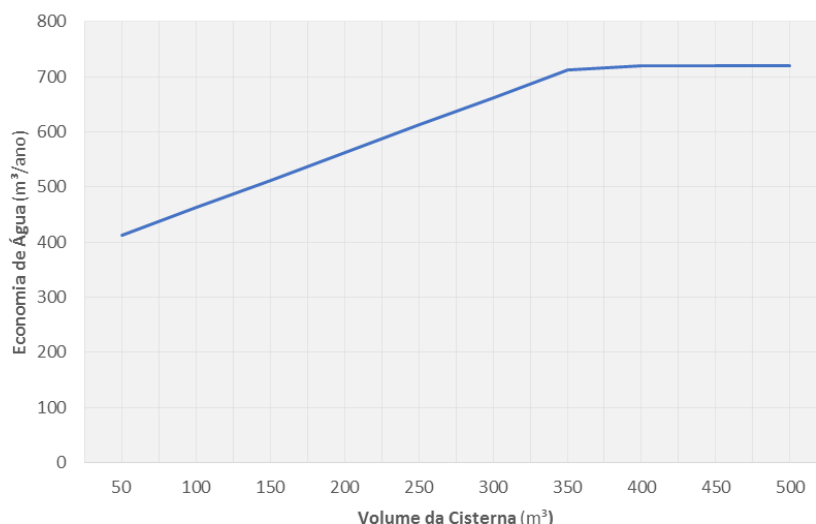
Os resultados das simulações para os edifícios de ensino fundamental I demonstraram que, para o uso na *Irrigação e Lavagem de Pisos*, a economia de água potável variou entre 191 e 241 m³/ano; para *Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária*, 397 e 547 m³/ano; e para *Descarga Sanitária*, 271 e 336 m³/ano (Figuras 236 a 237).

Os resultados das simulações para os edifícios de ensino fundamental II demonstraram que, para o uso na *Irrigação e Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de 108 m³/ano; para *Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária*, 412 a 562 m³/ano; e para *Descarga Sanitária*, 322 a 431 m³/ano (Figuras 238 a 240).

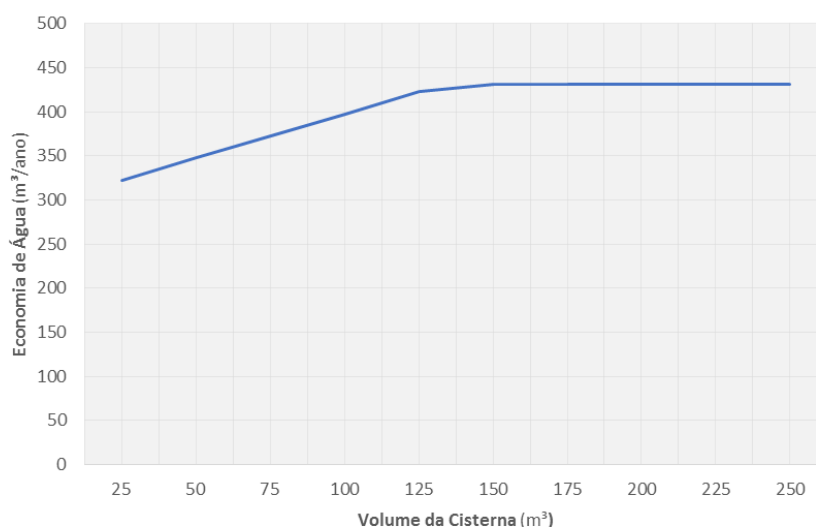
**Figura 238:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para irrigação e lavagem de pisos.



**Figura 239:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.

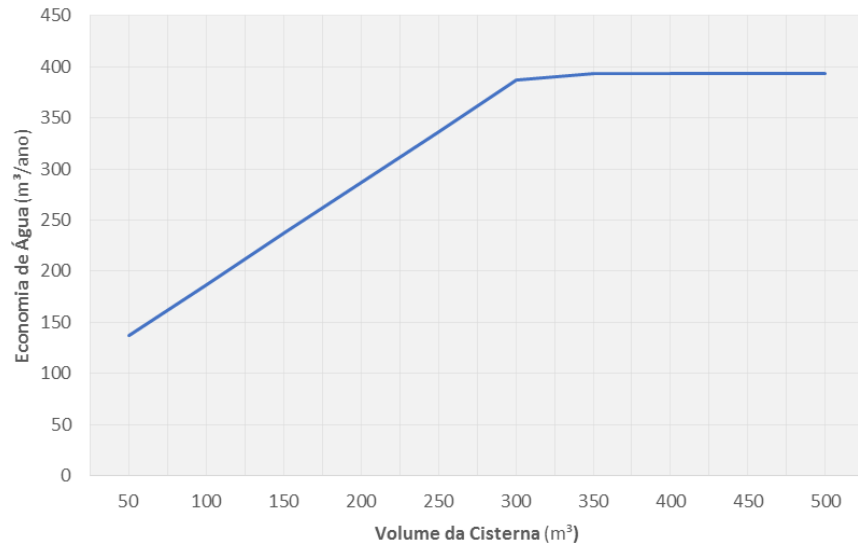


**Figura 240:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino fundamental II, para descarga sanitária.

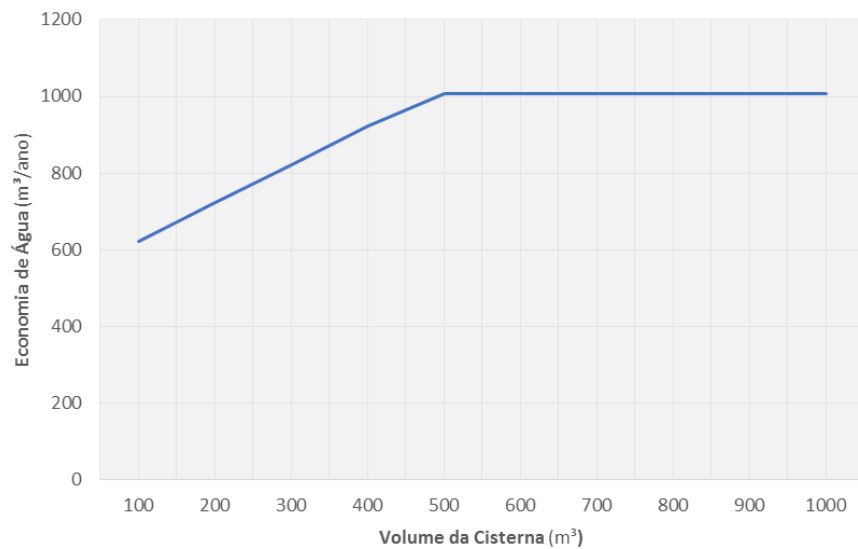


Os resultados das simulações para os edifícios de ensino médio demonstraram que, para o uso na *Irrigação e Lavagem de Pisos*, a economia de água potável variou entre 92 a 132 m³/ano; para *Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária*, 571 a 821 m³/ano; e para *Descarga Sanitária*, 413 a 522 m³/ano (Figuras 241 a 244).

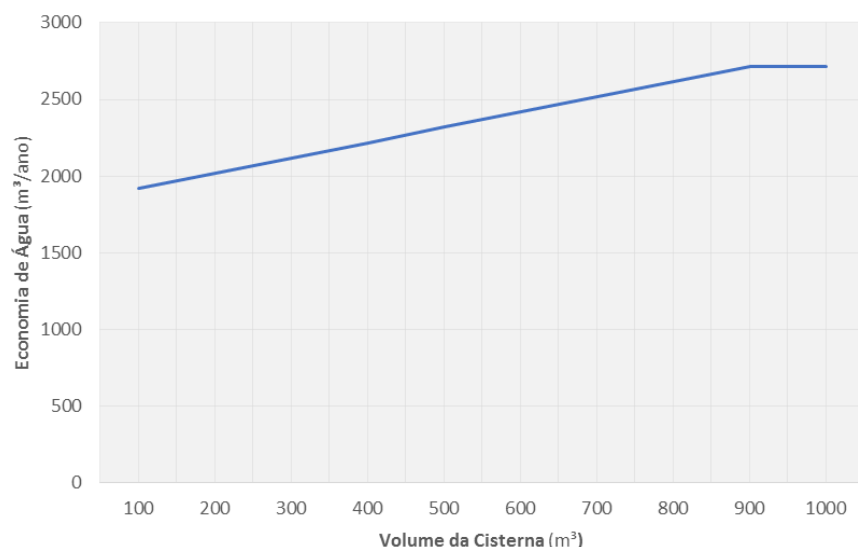
**Figura 241:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para irrigação e lavagem de pisos.



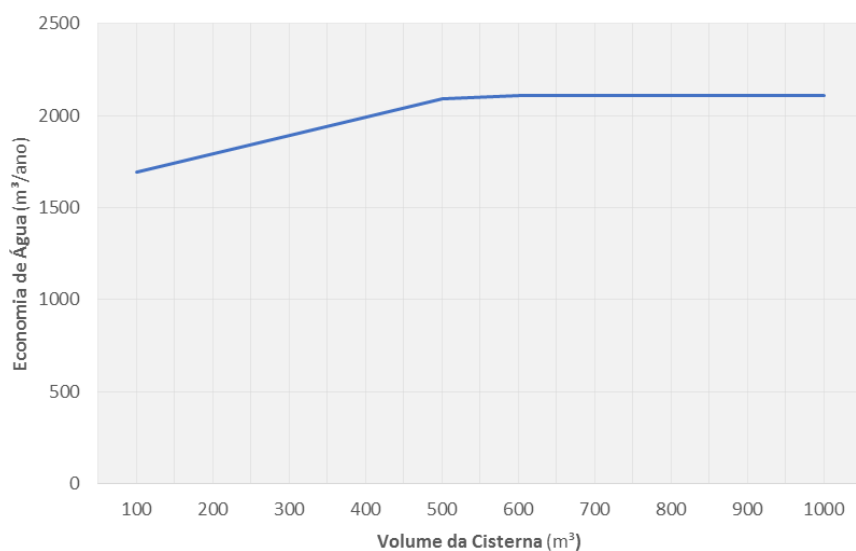
**Figura 242:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.



**Figura 243:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino médio, para descarga sanitária. Economia anual de água por volume de reservatório – ensino superior, para irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.



**Figura 244:** Economia anual de água por volume de reservatório – ensino superior, para descarga sanitária.



### 5.1.5. Edificações de Saúde

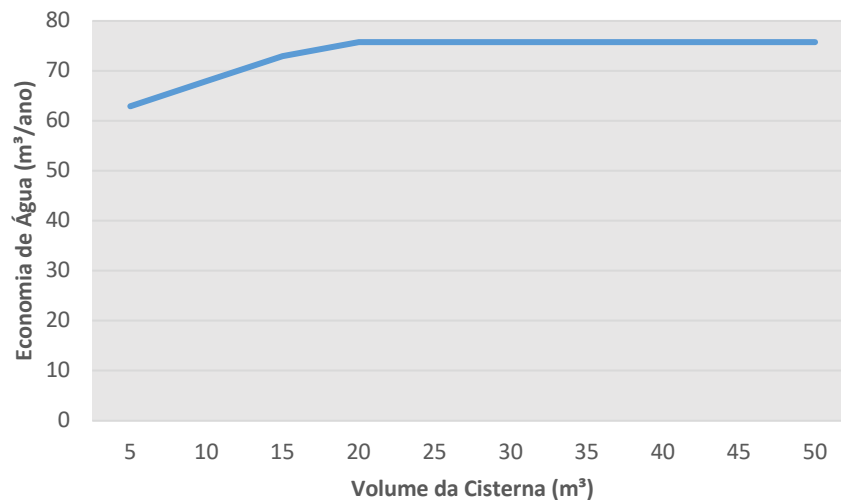
Para os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde foram considerados para análise os seguintes cenários:

- **Unidade Básica de Saúde – UBS:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária;*
- **Unidade de Pronto Atendimento – UPA:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo); Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo);*
- **Hospital:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo); Máquina de Lavar Roupas; Lavagem de pisos & Máquina de Lavar Roupas.*

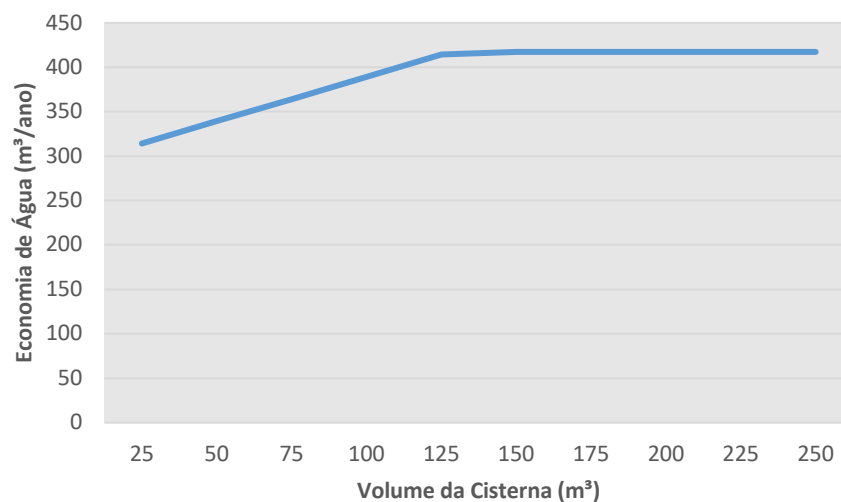
Para cada cenário foram realizadas simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas comercialmente disponíveis para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais. Resultados das simulações demonstraram que na UBS, para o uso

*Lavagem de Pisos*, a economia de água potável variou entre 63 e 76 m<sup>3</sup>/ano; para *Descarga Sanitária*, 314 e 417 m<sup>3</sup>/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, 358 e 493 m<sup>3</sup>/ano. Com os dados resultantes dos cenários analisados para a UPA, verificou-se que para *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável variou entre 71 e 76 m<sup>3</sup>/ano; *Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)*, 645 e 888 m<sup>3</sup>/ano; *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)*, 664 e 924 m<sup>3</sup>/ano. Em Hospitais, para *Lavagem de Pisos*, a economia de água variou entre 588 e 729 m<sup>3</sup>/ano; *Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)*, 7493 e 9402 m<sup>3</sup>/ano; *Máquina de Lavar Roupas*, 4062 e 5192 m<sup>3</sup>/ano; *Lavagem de Pisos & Máquina de Lavar Roupas*, 4627 e 6146 m<sup>3</sup>/ano (Figura 245 - Figura 254).

**Figura 245:** Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Lavagem de Pisos.

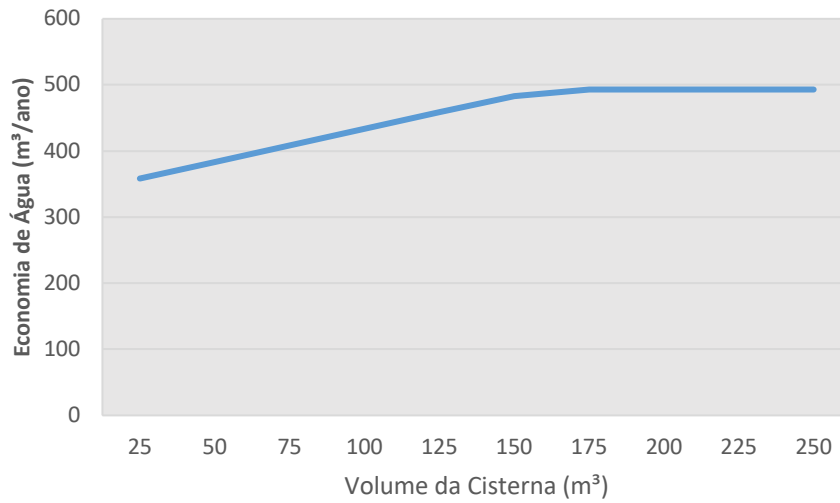


**Figura 246:** Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Descarga Sanitária.

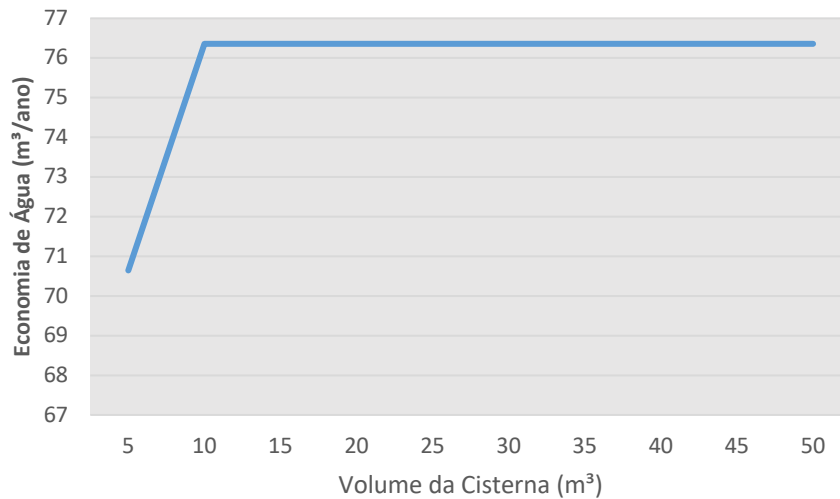




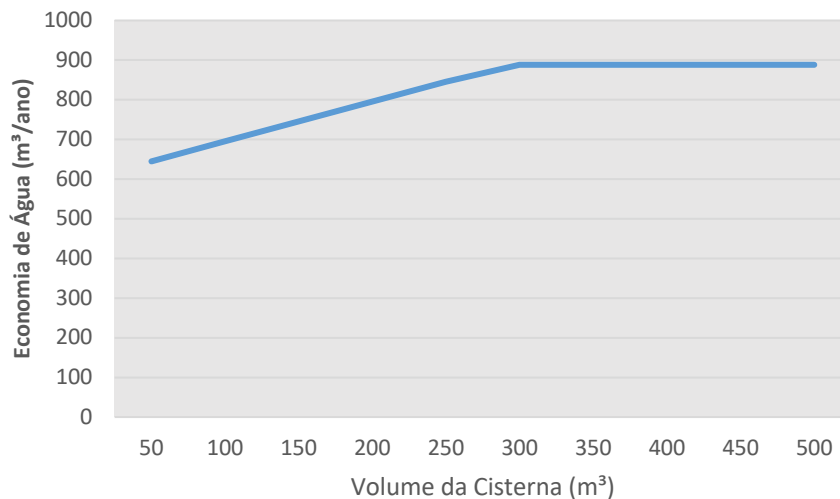
**Figura 247:** Economia anual de água por volume de reservatório – UBS: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.



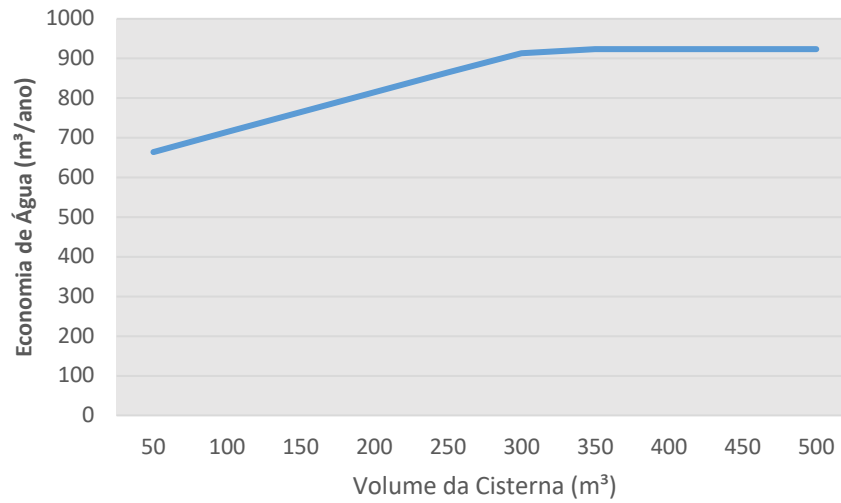
**Figura 248:** Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Lavagem de Pisos.



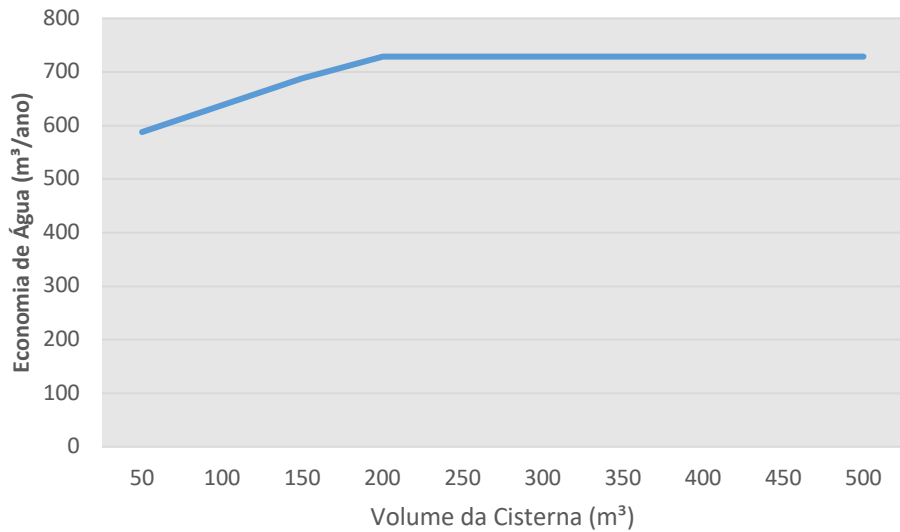
**Figura 249:** Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Descarga Sanitária (Vaso sanitário e Expurgo).



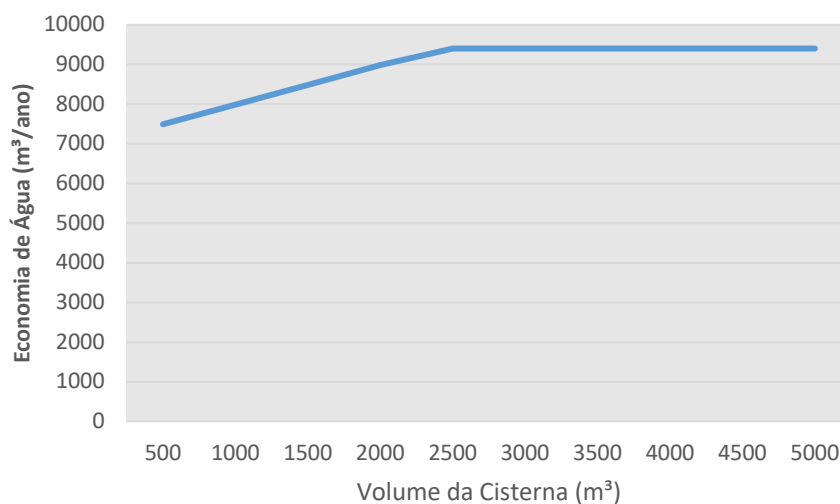
**Figura 250:** Economia anual de água por volume de reservatório – UPA: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).



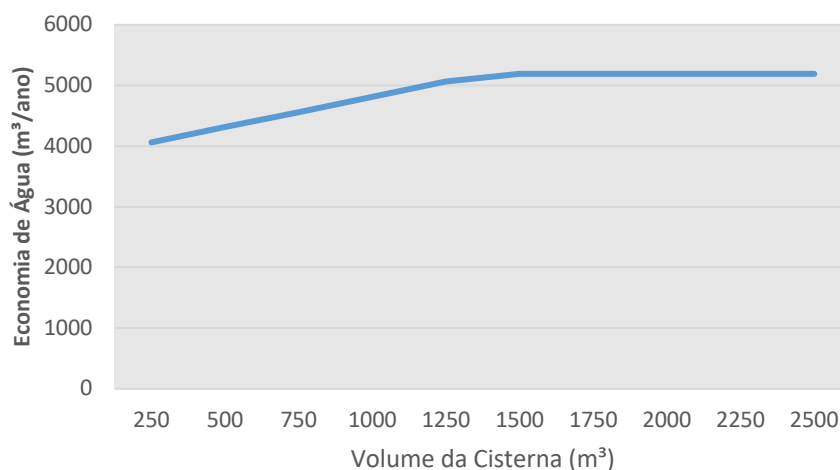
**Figura 251:** Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Lavagem de Pisos.



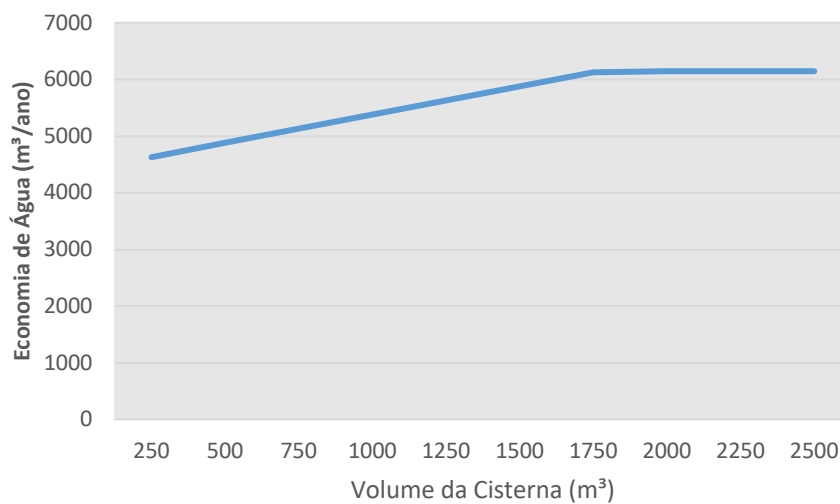
**Figura 252:** Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo).



**Figura 253:** Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Máquina de Lavar Roupas.



**Figura 254:** Economia anual de água por volume de reservatório – Hospital: Lavagem de Pisos & Máquina de Lavar Roupas.



### 5.1.6. Edificações de Transporte

Para as edificações de transporte foram considerados para análise os seguintes cenários:

- **Aeroporto Internacional de Brasília - AIB:** *Lavagem de Pisos; Irrigação; Lavagem de Pisos, Irrigação & Descarga Sanitária.*
- **Rodoviária do Plano Piloto:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária.*
- **Metrô-DF:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária; Lavagem de pisos & Descarga Sanitária.*

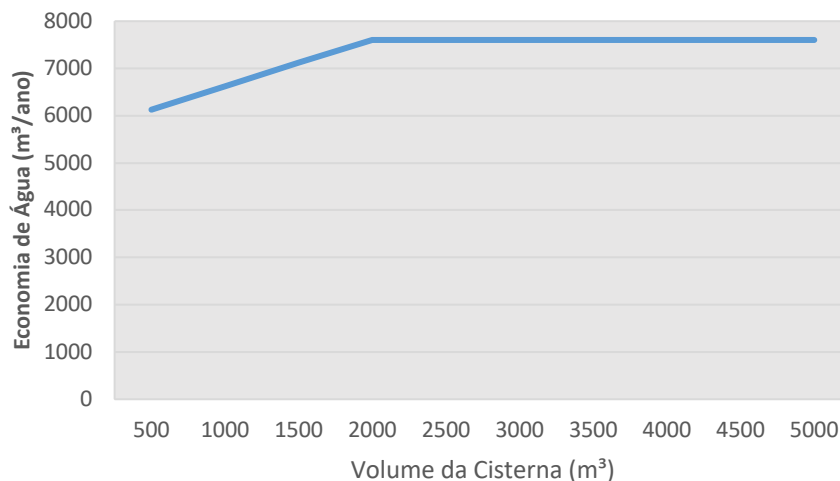
Para cada cenário foram realizadas simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais. As Figuras 255 a 262 ilustram os resultados obtidos.

Os resultados demonstraram que para o Aeroporto Internacional de Brasília, no Cenário 1 (Lavagem de Pisos), a economia de água varia entre 6283 m<sup>3</sup>/ano e 7603 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 500m<sup>3</sup> e 2000m<sup>3</sup> para os valores mínimo e máximo apresentados; no Cenário 2 (Irrigação), a economia de água varia entre 2667 m<sup>3</sup>/ano e 6283 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 1000m<sup>3</sup> e 5000m<sup>3</sup> respectivamente; no Cenário 3 (Desemborrachamento de Pistas, Irrigação & Lavagem de Pisos), a economia de água varia entre 6115 m<sup>3</sup>/ano e 10387 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 1000m<sup>3</sup> e 6115m<sup>3</sup>.

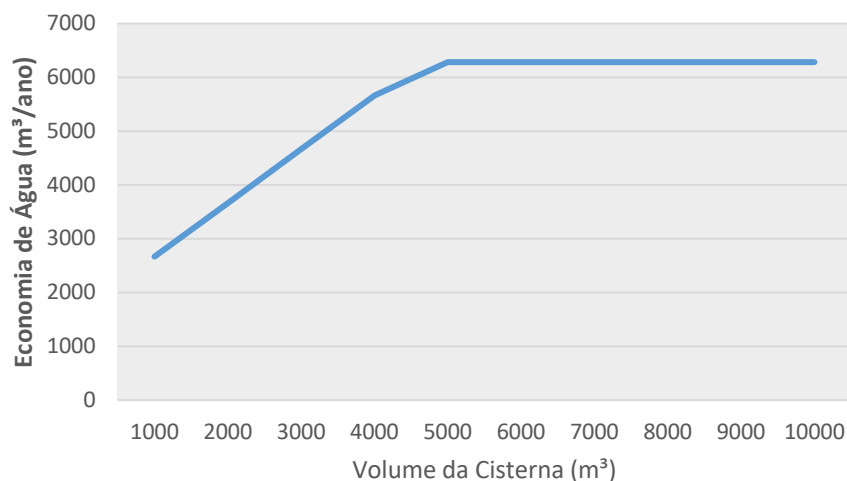
Para a Rodoviária do Plano Piloto, só foi possível promover economia de água no Cenário 1 (Lavagem de Pisos), pois a demanda de água para a Descarga Sanitária do Cenário 2, é muito superior à oferta de água pluvial. Portanto, considerando o Cenário 1, o reservatório atinge o equilíbrio de máximo potencial de redução do consumo de água potável da edificação com 250m<sup>3</sup> de cisterna, acarretando em uma economia de 681 m<sup>3</sup>/ano. Ainda, com uma cisterna de 50m<sup>3</sup> é possível economizar 512m<sup>3</sup> de água potável por ano na rodoviária.

A economia gerada para o Metrô-DF é dada pelo modelo representativo das estações de metrô, que avalia o potencial de economia desse tipo de edificação. No Cenário 1 (Lavagem de Pisos), a economia varia de 413 m<sup>3</sup>/ano e 522 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 25m<sup>3</sup> e 150m<sup>3</sup> para os valores mínimo e máximo apresentados; no Cenário 2 (Descarga Sanitária), a economia varia de 80 m<sup>3</sup>/ano e 105 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 5m<sup>3</sup> e 30m<sup>3</sup>; no Cenário 3 (Descarga Sanitária e Lavagem de Pisos), a economia pode variar de 492 m<sup>3</sup>/ano e 691 m<sup>3</sup>/ano, com cisternas de 25m<sup>3</sup> e 225m<sup>3</sup> respectivamente.

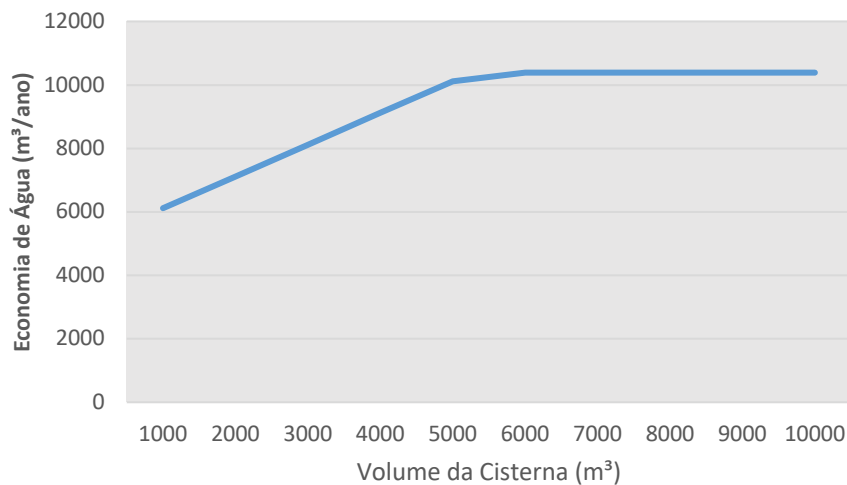
**Figura 255:** *Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Lavagem de Pisos.*



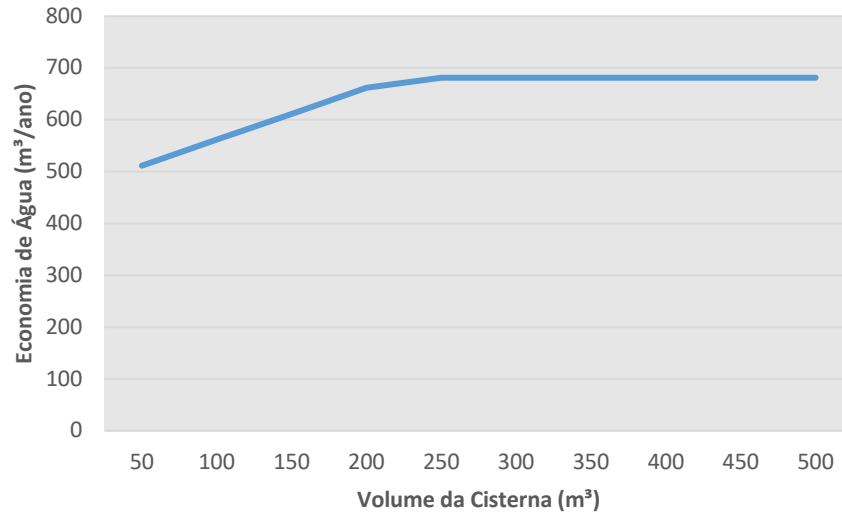
**Figura 256:** Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Irrigação.



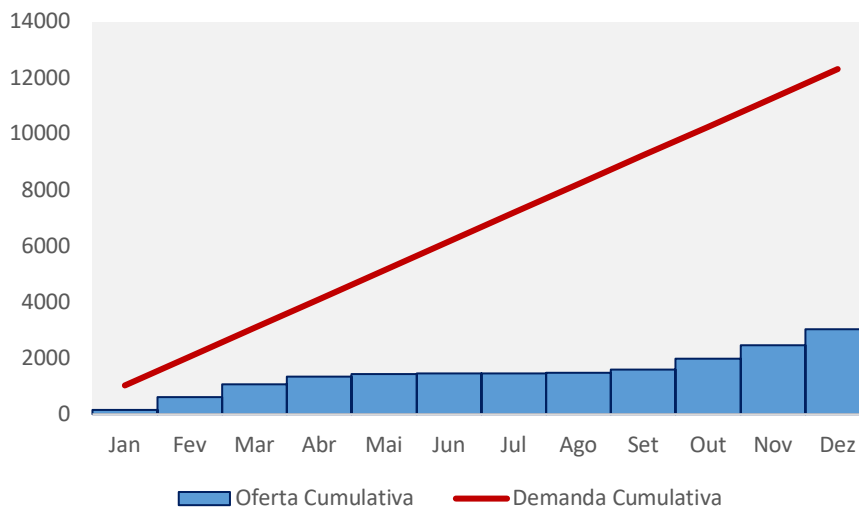
**Figura 257:** Economia anual de água por volume de reservatório – AIB: Lavagem de Pisos, Irrigação & Desemborrachamento de Pistas.



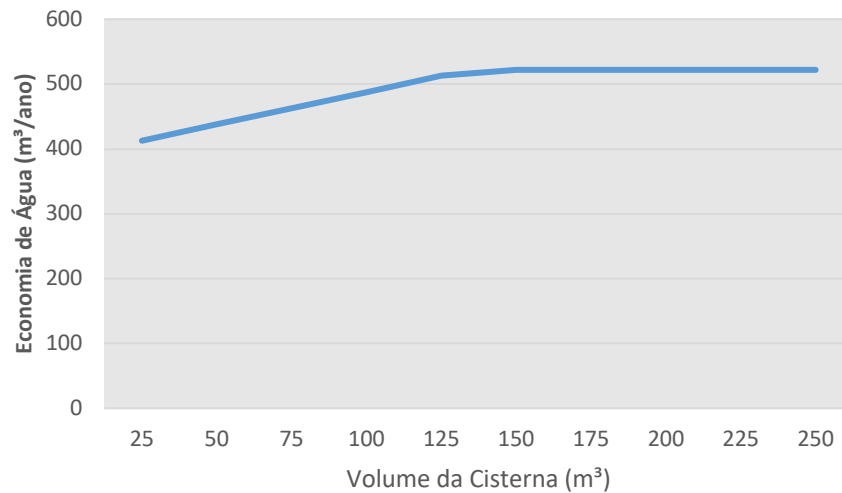
**Figura 258:** Economia anual de água por volume de reservatório – Rodoviária do Plano Piloto: Lavagem de Pisos.



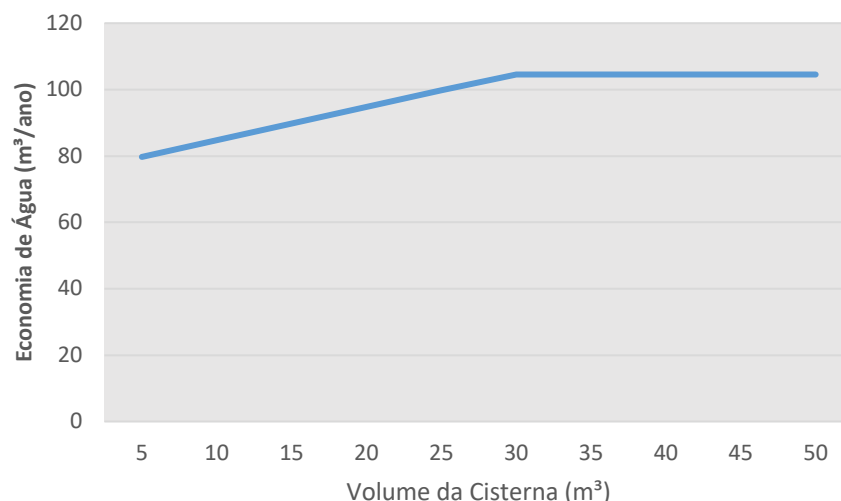
**Figura 259:** Comparação entre a oferta e demanda de águas pluviais em descarga na Rodoviária do Plano Piloto.



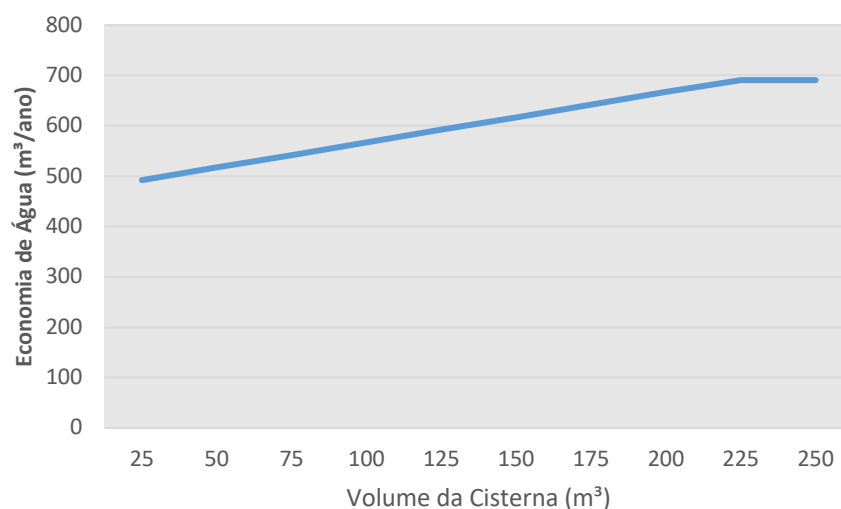
**Figura 260:** Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Lavagem de Pisos.



**Figura 261:** Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Descarga Sanitária.



**Figura 262:** Economia anual de água por volume de reservatório – Metrô-DF: Descarga Sanitária & Lavagem de Piso.



## 5.2. Sistemas de reúso de águas cinzas

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo reúso de águas cinzas das diferentes tipologias não-residenciais, dados de oferta e demanda de águas cinzas foram estimadas baseando-se nos indicadores de uso finais de água aliados aos dados primários referentes a número de pessoas (população fixa ou total), área verde e de pisos dos modelos representativos. Para a oferta de águas cinzas, foi considerado a média diária do volume de efluentes gerados por chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e tanques. Em alguns casos, foram considerados sistema de reúso de águas cinzas provenientes de lavagem de veículos para reúso em lavagem de veículos. Esta análise focou no emprego de unidades de tratamento de águas cinzas comercialmente disponíveis e para isso foram considerados diferentes cenários para análise em função de cada tipologia. A seleção das fontes de águas cinzas foi efetuada levando em conta o nível de reforma necessária para adaptar a rede coletora de águas cinzas das instalações hidráulicas padrão. As unidades de tratamento de águas cinzas foram selecionadas de acordo com os volumes de água cinza a tratar, uma vez que as unidades de tratamento

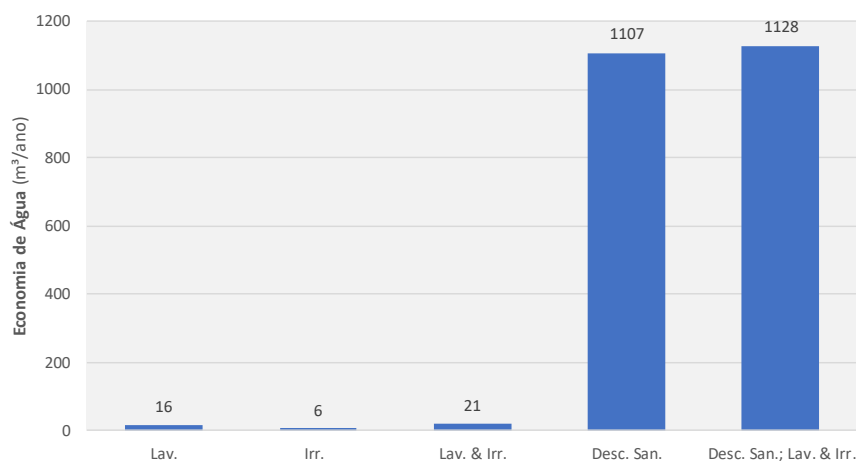
disponíveis comercialmente são vendidas em dimensões predeterminadas de volume diário de tratamento.

### 5.2.1. Edificações Hoteleiras

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias de edifícios hoteleiros, dados de oferta e demanda de águas cinzas foram estimadas baseando-se nos indicadores de uso finais de água internos e externos aliados aos dados primários referentes a número de funcionários, hóspedes e população fixa, área verde e de pisos dos modelos representativos. Para a oferta de águas cinzas foi considerado a média diária do volume de efluentes gerados por chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e tanques, caso existentes e para a demanda de água não potável foram analisados irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.

A seleção das fontes de águas cinzas foi efetuada levando em conta o nível de reforma necessária para adaptar as a rede coletora de águas cinzas das instalações hidráulicas padrão. As unidades de tratamento de águas cinzas foram selecionadas de acordo com os volumes de água cinza a tratar, uma vez que as unidades de tratamento disponíveis comercialmente são vendidas em dimensões predeterminadas de volume diário de tratamento.

**Figura 263:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em hotel de baixa densidade.*



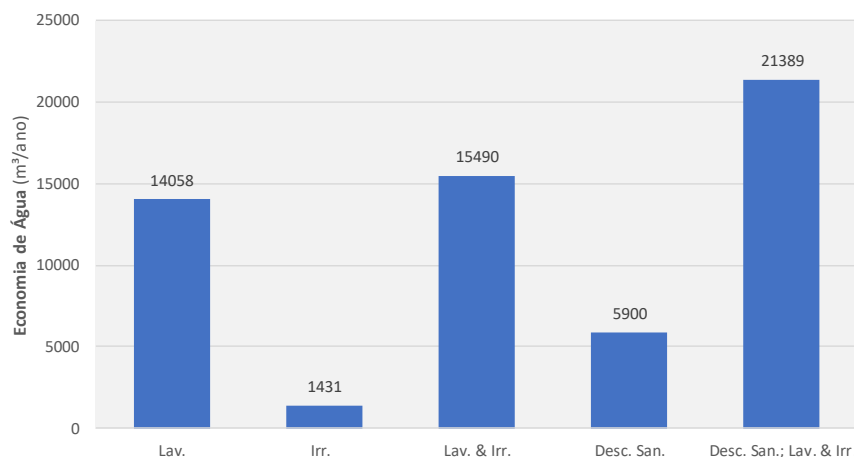
A Figura 263 apresenta o resultado da simulação da redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para hotéis de baixa densidade. A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso não potável em irrigação e ainda lavagem de pisos provou ser limitada para essa tipologia de edifício possivelmente pelo fato da área de irrigação e lavagem encontrada ser muito pequena em contrapartida com o volume de águas cinzas gerados.

Sistemas de tratamento de águas cinzas provaram ser capazes de gerar a maior economia de água em descargas sanitárias e ainda em sistemas mistos de descargas sanitárias, irrigação e lavagem juntos. Apesar de sua relativa complexidade e nível de adaptação predial, sistemas de tratamento de águas cinzas foram capazes de gerar elevados níveis de economias de água chegando a 1.128 m³/ano de baixa densidade.



A Figura 264 apresenta o resultado da simulação da redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para hotéis de alta densidade.

**Figura 264:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em hotel de alta densidade.



A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso se mostrou ilimitada para essa tipologia de edifício. O volume de água cinza gerado gera uma economia de 1431 m³/ano a 21.389 m³/ano de alta densidade (Figura 264).

### 5.2.2. Edificações Comerciais

Foram considerados três diferentes cenários de água não potável para análise em Edifícios Comerciais: i) *Lavagem de Pisos*; ii) *Descarga Sanitária*; e iii) *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*. Foi considerado mais um cenário, o de *Lavagem de Veículos*, em Galpão Comercial de Concessionária de Veículos e em Centro Comercial, distinguindo-os das demais edificações comerciais, por possuírem atividades de comércio e serviços vinculados à lavagem de veículos.

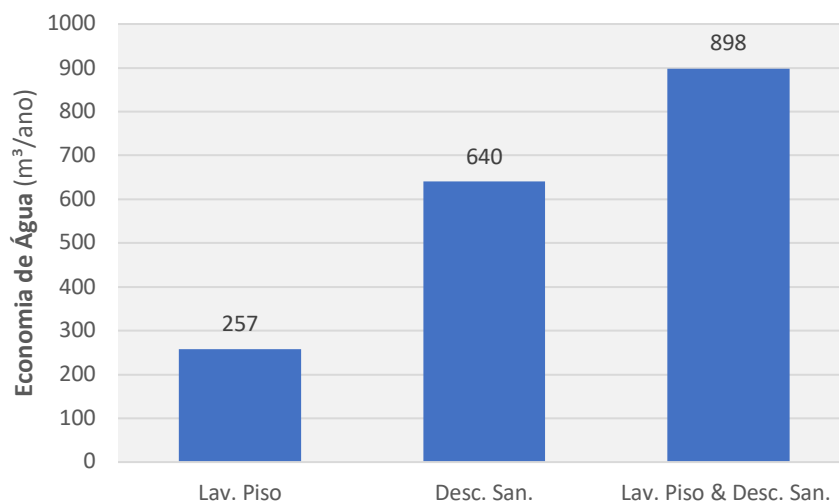
As Figura 265-Figura 274 apresentam um resumo do potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para as diferentes edificações do comércio. Os resultados das simulações para verificar o potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em **Blocos Comerciais** demonstraram que no **Bloco Lago Norte**, nos três cenários (*Lavagem de Pisos*; *Descarga Sanitária*; e *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*) a oferta é maior que a demanda, ou seja, os três são tecnicamente exequíveis. Ainda no Bloco do Lago Norte, a economia de água potável para *Lavagem de Pisos* é de até 257 m³/ano; para *Descarga Sanitária* de 640 m³/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* de 898 m³/ano. Os dados do **Bloco Lago Sul**, apontaram que o cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* não é viável, pois a demanda de água é superior à da oferta. Entretanto, apresentou melhor aproveitamento no uso dos sistemas de reúso de águas cinzas para *Descarga Sanitária* de 169 m³/ano seguido de *Lavagem de Pisos* poupa até 117 m³/ano de água potável. No **Bloco Asa Norte**, apenas o cenário de *Lavagem de Pisos* é viável, podendo economizar até 113 m³/ano de água potável, enquanto em *Descarga Sanitária* e *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitárias*, são inviáveis por apresentarem oferta de água inferior ao da demanda. Todos os cenários tiveram a oferta maior que a demanda no **Bloco Asa Sul**, no emprego da *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de até 69 m³/ano; para *Descarga Sanitária* de 174 m³/ano; e para *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária* de 243 m³/ano. Quanto ao **Bloco**

**Sudoeste/Octogonal**, contactou-se que para *Lavagem de Pisos*, gera uma economia de até 337 m<sup>3</sup>/ano de água potável; em *Descarga Sanitária* de 489 m<sup>3</sup>/ano; já em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a demanda foi superior à oferta impossibilitando sua aplicabilidade. No **Bloco Águas Claras**, os resultados apontam que apenas *Lavagem de Pisos* viável poupando até 281 m<sup>3</sup>/ano de água potável. Todavia, em *Descarga Sanitária* e *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* a demanda foi maior que a oferta, com isso descarta-se o investimento nesses cenários (Figura 265-Figura 274).

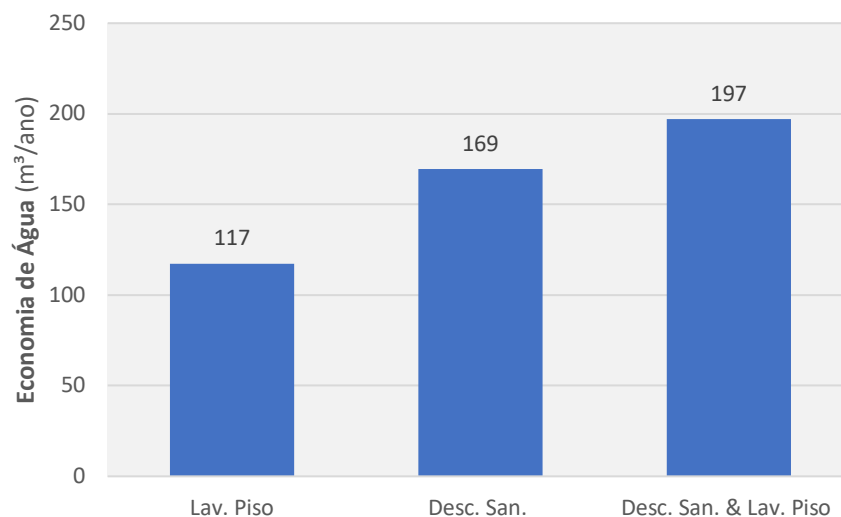
Em **Galpões Comerciais**, constou-se que em **Galpão Comercial de Concessionária de Veículos** todos os cenários foram tecnicamente viáveis. Dessa forma, para o uso *Lavagem de Pisos*, a economia de água potável é de até 152 m<sup>3</sup>/ano; para *Descarga Sanitária* de 141 m<sup>3</sup>/ano; e para *Lavagem de Veículos* o valor de 1208 m<sup>3</sup>/ano. Em relação ao **Galpão Comercial de Material de Construção** e ao **Galpão Comercial de Supermercado**, em ambos, nenhum dos cenários (*Lavagem de Piso*; *Descarga Sanitária*; e *Lavagem de Pisos & Descarga*) foram exequíveis, pois em todos a oferta de água foi inferior à demanda (Figura 265-Figura 274).

As análises das simulações em **Centro Comercial** atestaram que no cenário de *Lavagem de Pisos*, é possível economizar até 6.402 m<sup>3</sup>/ano de água potável por ano e em *Lavagem de Veículos* o total de 21.393 m<sup>3</sup>/ano. Todavia, para os cenários em *Descarga Sanitária* e em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitárias* o reúso de águas cinzas foi tecnicamente inviável, pois a oferta de águas geradas não é suficiente para suprir a demanda de ambos os cenários (Figura 265-Figura 274).

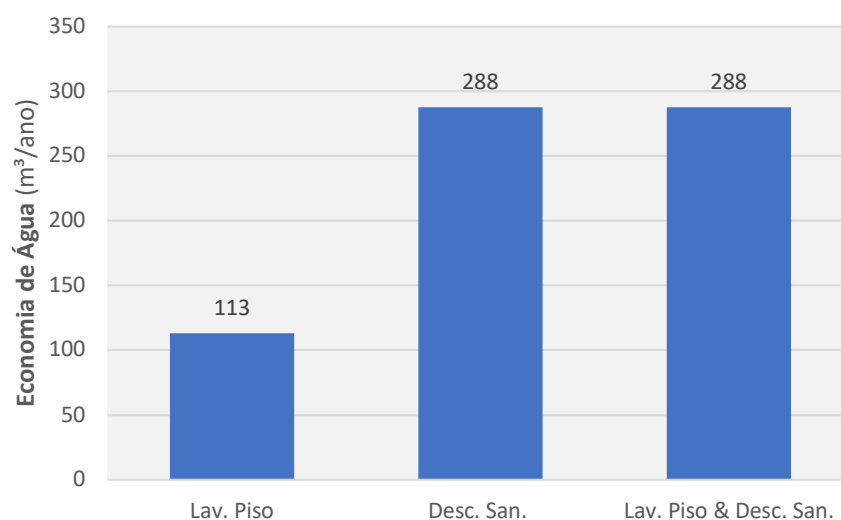
**Figura 265:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o **Bloco Comercial Lago Norte**.



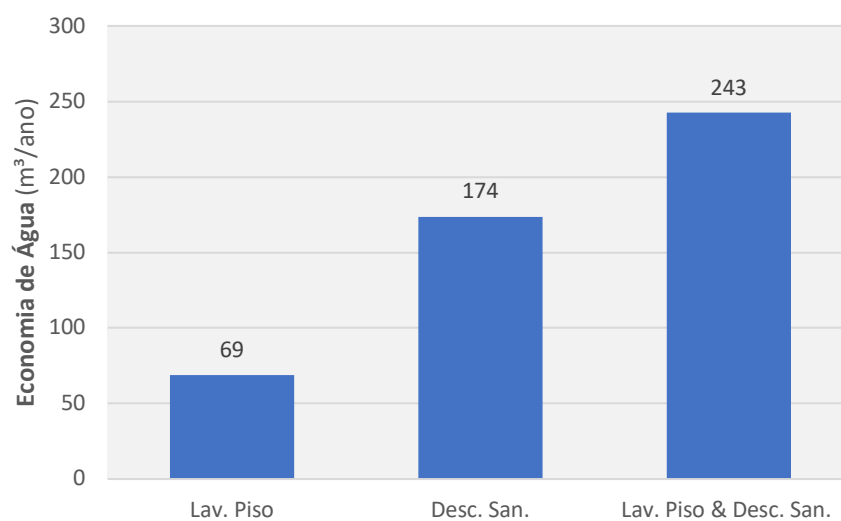
**Figura 266:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o **Bloco Comercial Lago Sul**.



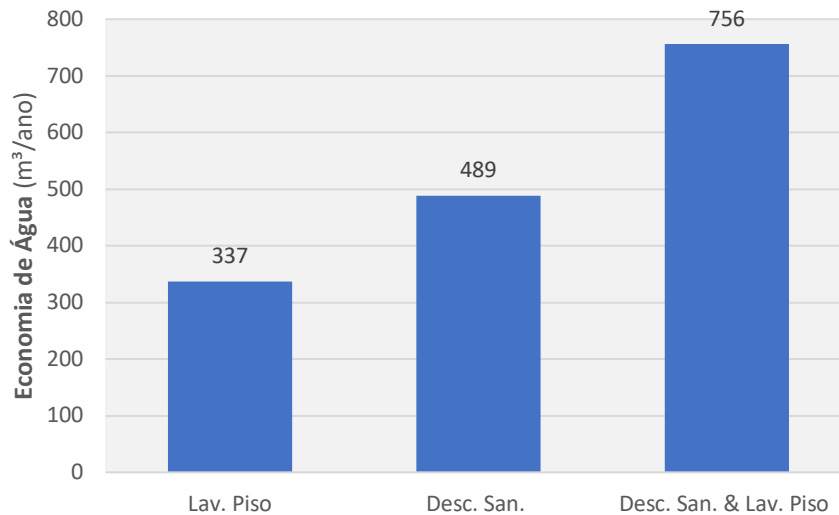
**Figura 267:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Asa Norte.*



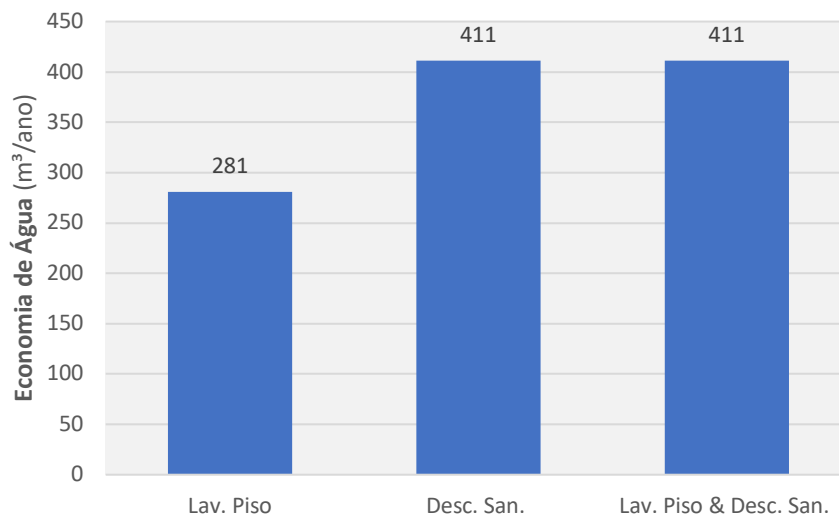
**Figura 268:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Asa Sul.*



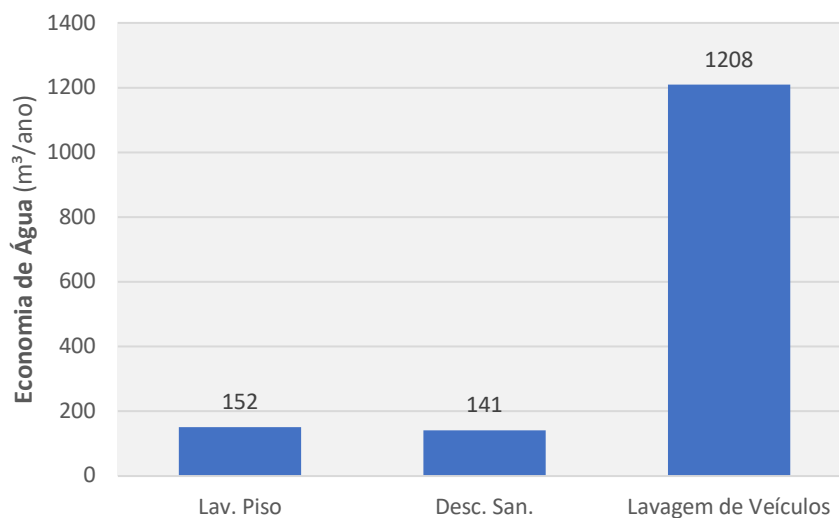
**Figura 269:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal.*



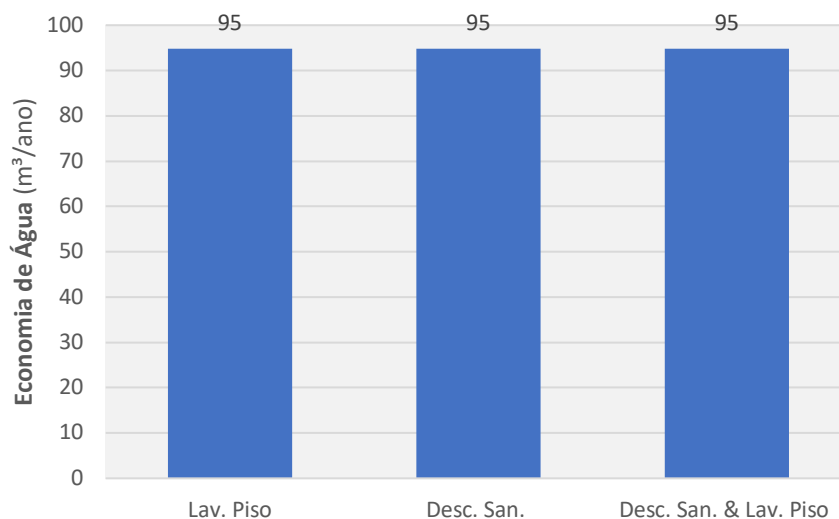
**Figura 270:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial Águas Claras.*



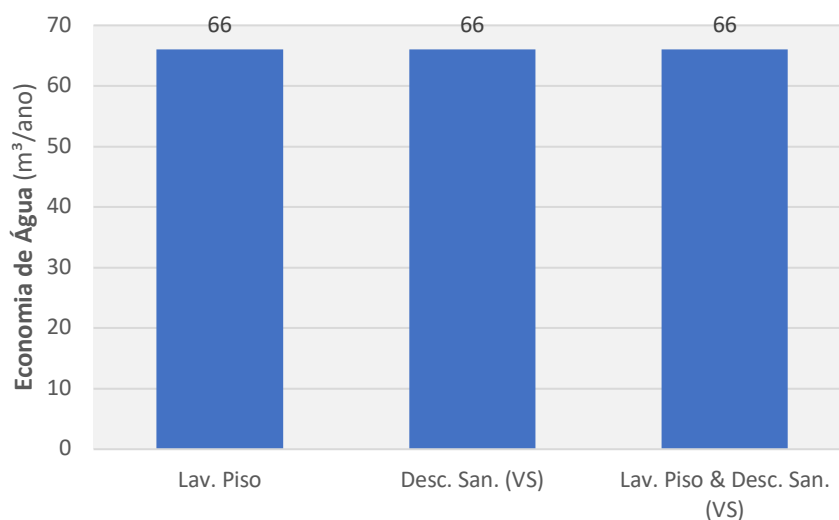
**Figura 271:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Concessionária de Veículos.*



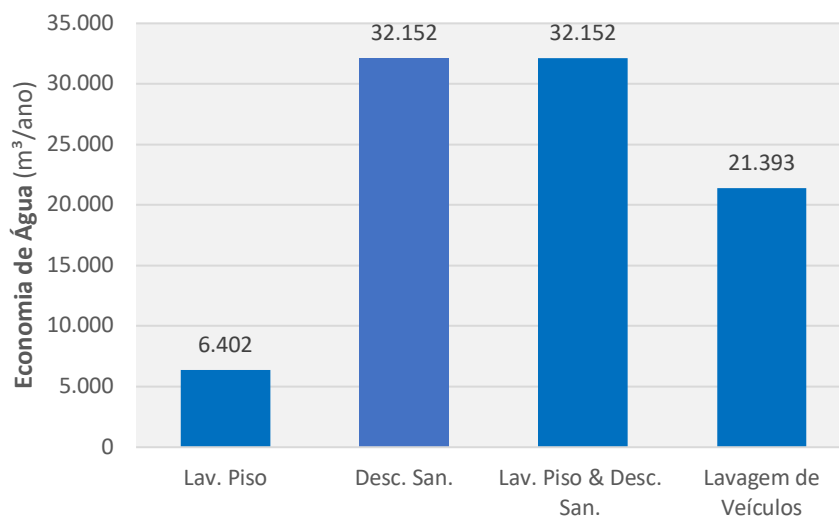
**Figura 272:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Material de Construção.*



**Figura 273:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Galpão Comercial de Supermercados.



**Figura 274:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Centro Comercial.



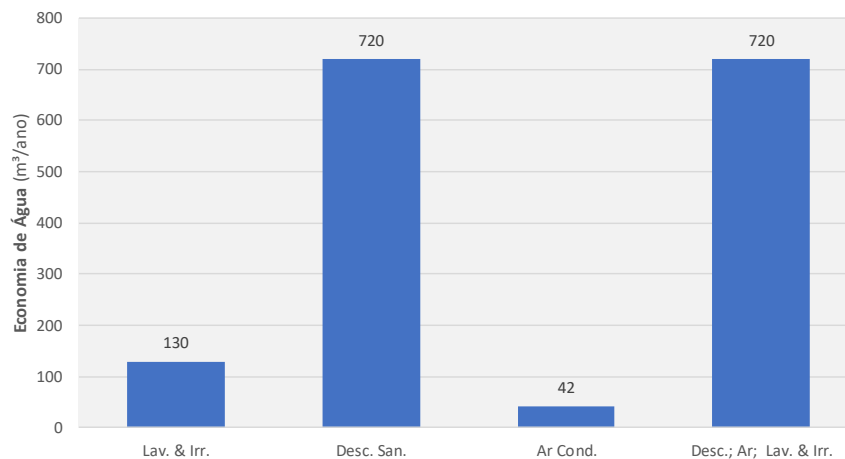
### 5.2.3. Edificações de Escritórios

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias de edifícios de escritórios, dados de oferta e demanda de águas cinzas foram estimadas baseando-se nos indicadores de uso finais de água internos e externos aliados aos dados primários referentes a população fixa e flutuante, área verde e de pisos dos modelos representativos. Para a oferta de águas cinzas foi considerado a média diária do volume de efluentes gerados por lavatórios e chuveiros, caso existentes.

Foram analisados dois tipos diferentes de sistemas de reúso de águas cinzas: o chuveiro e o lavatório e foram considerados quatro tipos diferentes de demandas de água não potável para análise: irrigação, lavagem de pisos, descarga sanitária e ar condicionado.

A seleção das fontes de águas cinzas foi efetuada levando em conta o nível de reforma necessária para adaptar as a rede coletora de águas cinzas das instalações hidráulicas padrão.

**Figura 275:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escritórios.*



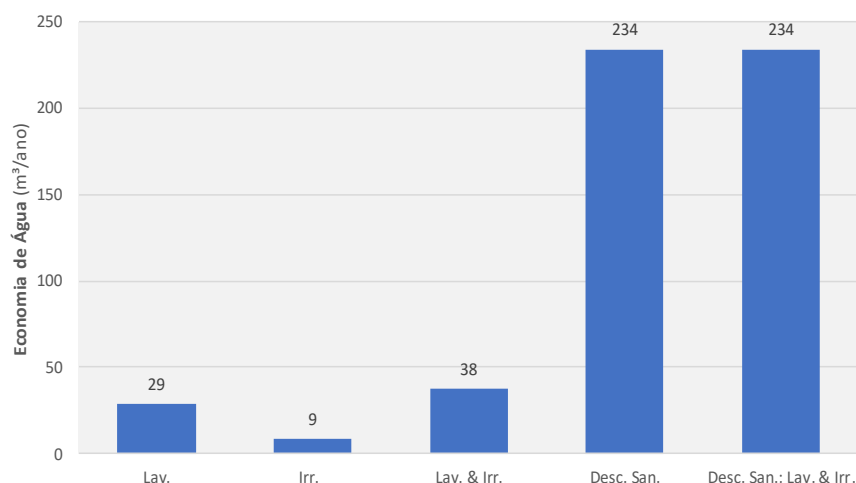
A Figura 275 apresenta o resultado da simulação da redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escritórios. A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso não potável em lavagem e irrigação apenas ou ainda em ar condicionado se mostrou pequena, contudo para uso em descargas sanitárias e na associação de descarga, ar condicionado, lavagem e irrigação se mostrou satisfatória. Para os escritórios avaliados o sistema de tratamento de águas cinzas se mostrou capaz de oferecer níveis de economias de água chegando a 720 m³/ano.

### 5.2.4. Edificações de Ensino

Para a análise do potencial de redução do consumo de água pelo reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias de edifícios de ensino, dados de oferta e demanda de águas cinzas foram estimadas baseando-se nos indicadores de uso finais de água internos e externos aliados aos dados primários referentes a número de funcionários e alunos, área verde e de pisos dos modelos representativos. Para a oferta de águas cinzas, foi considerado a média diária do volume de efluentes gerados por chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e tanques, caso existentes.

Foram analisados quatro tipos diferentes de sistemas de reúso de águas cinzas: o chuveiro, o lavatório, o tanque e a máquina de lavar roupas e foram considerados três tipos diferentes de demandas de água não potável para análise: irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária.

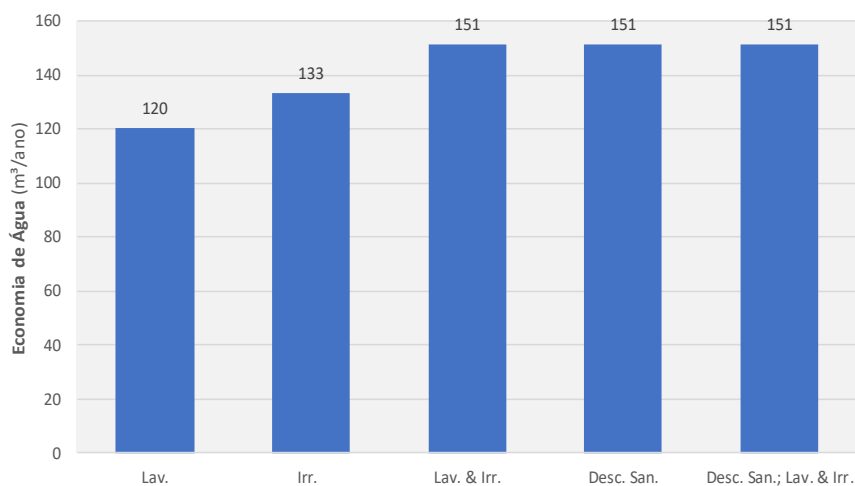
**Figura 276:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas – Ensino Infantil.



A Figura 276 apresenta o resultado da simulação da redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para as escolas de Ensino Infantil. A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso não potável em irrigação subterrânea e ainda lavagem de pisos provou ser limitada para edificações de ensino infantil pois a área de irrigação e lavagem encontrada é muito pequena em contrapartida com o volume de águas cinzas gerados.

Sistemas de tratamento de águas cinzas provaram ser capazes de gerar a maior economia de água em descargas sanitárias e ainda em sistemas mistos de descargas sanitárias, irrigação e lavagem juntos. Apesar de sua relativa complexidade e nível de adaptação predial, sistemas de tratamento de águas cinzas foram capazes de gerar elevados níveis de economias de água chegando a 234 m³/ano.

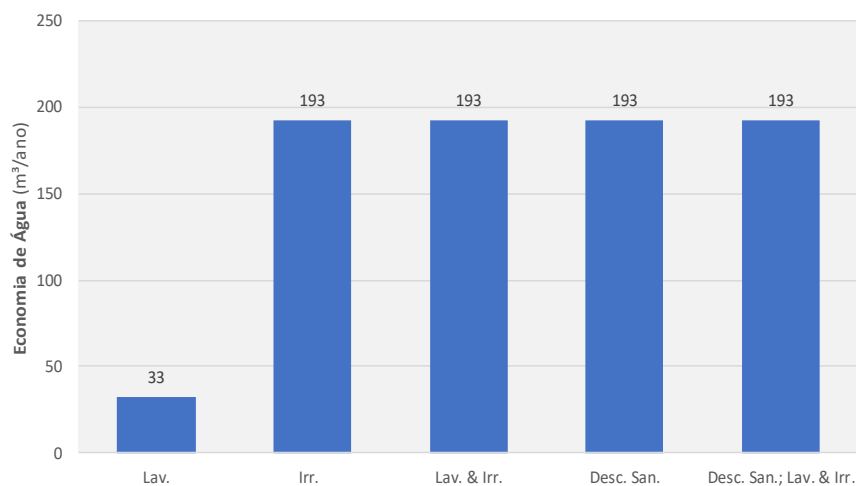
**Figura 277:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental I.



A Figura 277 apresenta o resultado da simulação da redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental I. A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso não potável se mostrou viável para todas as atividades avaliadas, especialmente para lavagem e irrigação, descarga sanitária e as três associadas. Para as escolas de Ensino Fundamental I avaliadas o sistema de tratamento de águas cinzas se mostrou capaz de oferecer níveis de economias de água chegando a 151 m<sup>3</sup>/ano.

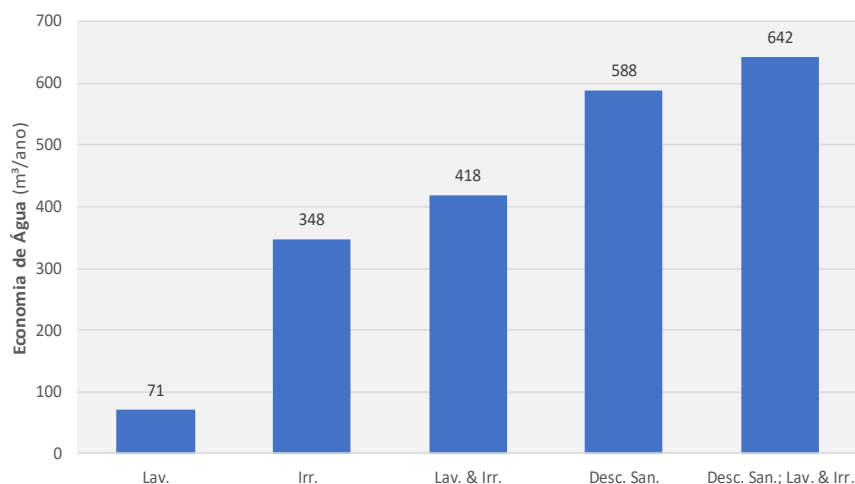
A redução no consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental II é apresentada na Figura 278. A aplicabilidade de sistemas de desvio de águas cinzas para reúso não potável se mostrou viável principalmente para as atividades de irrigação, lavanderia, descarga e as três associadas, com uma economia de 193 m<sup>3</sup>/ano.

**Figura 278:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de Ensino Fundamental II.



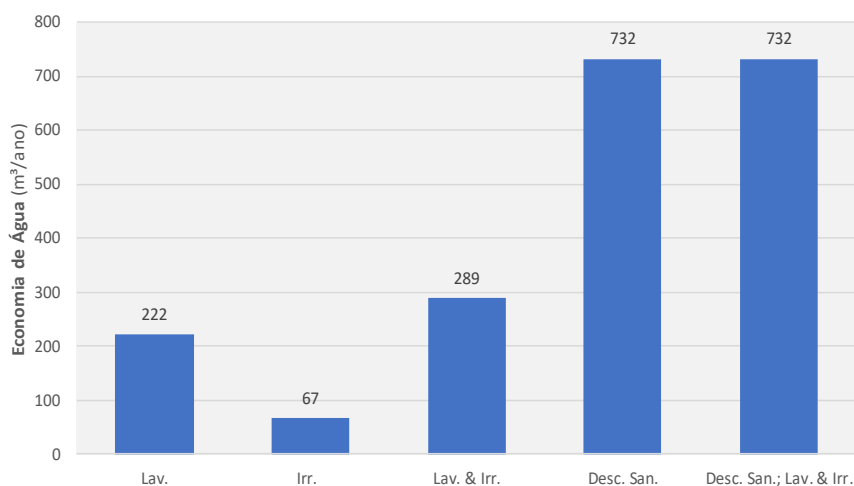
No ensino médio o sistema também é favorável, com uma economia de 642 m<sup>3</sup>/ano de água para descarga, lavagem e irrigação (Figura 279) e também no ensino superior, com um potencial de redução do consumo de água potável de 732 m<sup>3</sup>/ano (Figura 280).

**Figura 279:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de ensino médio.





**Figura 280:** Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas em escolas de ensino superior.



### 5.2.5. Edificações de Saúde

Foram considerados três diferentes cenários de água não potável para análise dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde:

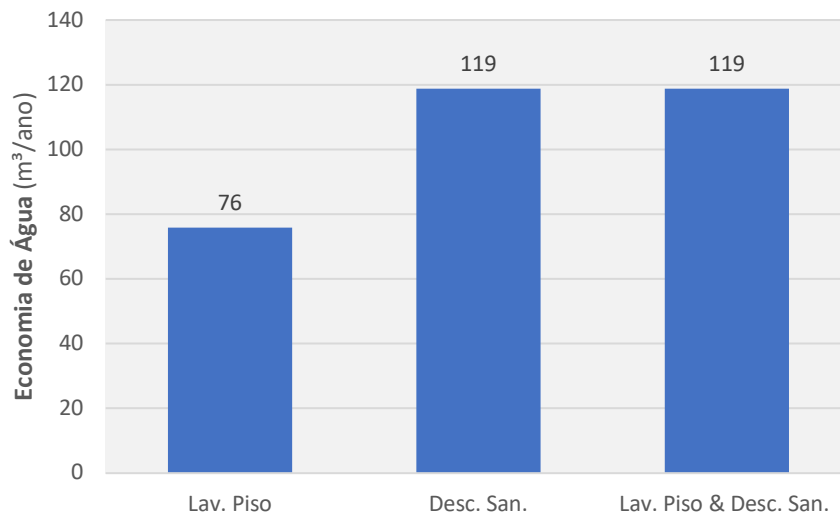
- **Unidade Básica de Saúde – UBS:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária;*
- **Unidade de Pronto Atendimento – UPA:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo); Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo);*
- **Hospital:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo); Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo).*

Os gráficos abaixo apresentam um resumo do potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para as diferentes edificações de saúde. Na UBS resultados demonstram que a oferta de águas cinzas é maior que a demanda para *Lavagem de Pisos*, no entanto podem gerar uma redução de água de 76 m<sup>3</sup> por ano. Por outro lado, apresentou melhor aproveitamento no uso dos sistemas de reúso de águas cinzas para *Descarga Sanitária*, promovendo uma economia de água de 119 m<sup>3</sup> por ano.

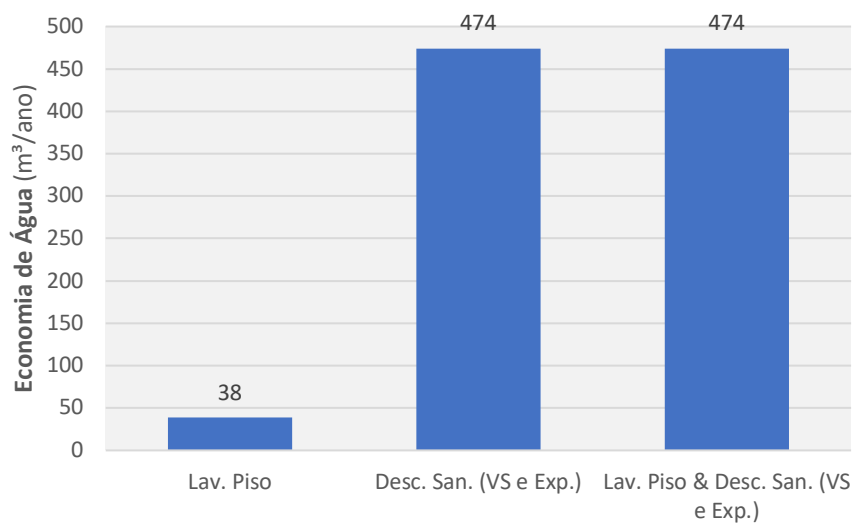
Para a UPA, os resultados apresentaram baixa demanda e elevado custo para implantação dos sistemas para *Lavagem de Pisos*. No entanto provou ser capaz de gerar economia de água de 474 m<sup>3</sup> por ano para *Descarga Sanitária (Vaso Sanitário & Expurgo)*, apesar da demanda ser maior que a oferta. Nos hospitais resultados demonstraram que os sistemas podem ser indicados para *Lavagem de Pisos*, com economia de água de 801 m<sup>3</sup> por ano, mas terá maiores benefícios com a utilização em *Descarga Sanitária*. A oferta de águas cinzas é menor que a demanda para *Descarga Sanitária*, entretanto a economia gerada é de 3.326 m<sup>3</sup> por ano.

De acordo com os resultados ilustrados abaixo, sistemas de tratamento de águas cinzas provaram ser capazes de gerar economia de água em todos os modelos representativos analisados para edificações de saúde (Figura 281 - Figura 283).

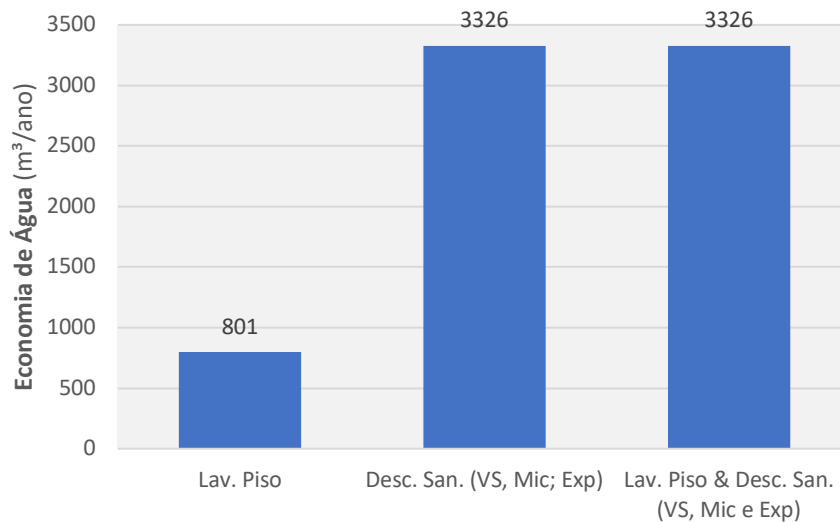
**Figura 281:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para UBS.*



**Figura 282:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para UPA.*



**Figura 283:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para Hospital.*



### 5.2.6. Edificações de Transporte

Foram considerados três diferentes cenários de água não potável para análise dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde:

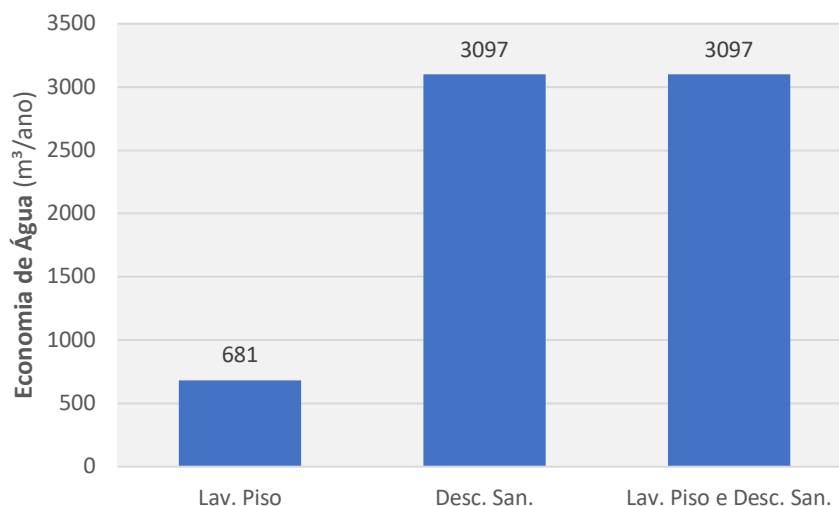
- **Aeroporto Internacional de Brasília - AIB:** *Inviável;*
- **Rodoviária do Plano Piloto:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária;*
- **Metrô-DF:** *Lavagem de Pisos; Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

As Figuras 284 e 285 apresentam um resumo do potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para as diferentes edificações de transporte. No Aeroporto de Brasília, não é viável calcular o potencial de redução do consumo através do sistema de reúso de águas cinzas, pois não há os usos finais de água para os aparelhos sanitários que promovem a oferta de águas cinzas nesta edificação.

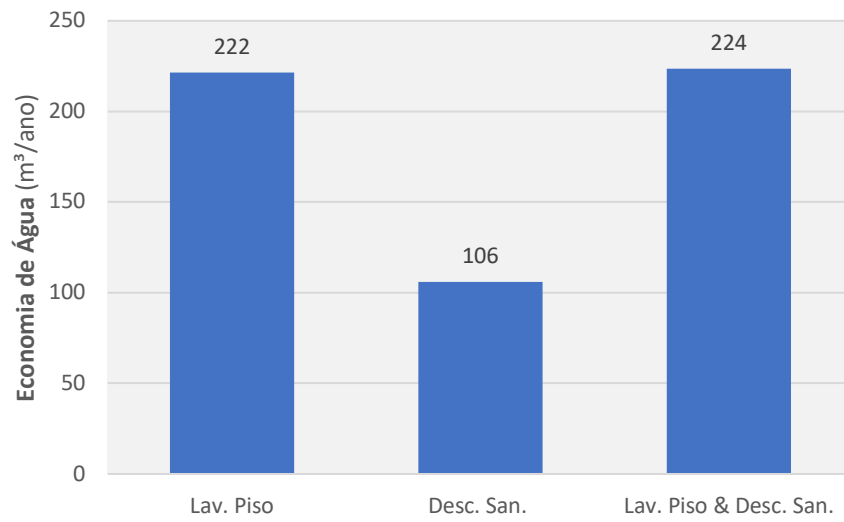
Na Rodoviária do Plano Piloto a oferta máxima gerada é de 3097 m<sup>3</sup>/ano de água cinza, que atende toda a demanda do Cenário 1 (Lavagem de Pisos), de 681m<sup>3</sup>/ano; para o Cenário 2 (Descarga Sanitária), cuja demanda é de 9815 m<sup>3</sup>/ano, esse sistema só é capaz de reduzir cerca de 32% do consumo de água potável da edificação; no Cenário 3 (Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária), o sistema de reúso atende toda a lavagem de pisos e parte da descarga sanitária, acarretando em uma economia de cerca de 30%.

No Metrô-DF, a oferta máxima de água cinza estimada é de 224 m<sup>3</sup>/ano, essa oferta só é capaz de reduzir cerca de 38% da demanda de água não potável do Cenário 1 (Lavagem de Pisos), cuja demanda é de 586 m<sup>3</sup>/ano; para o Cenário 2 (Descarga Sanitária), a oferta de água cinza gerada supre 100% da demanda de 106 m<sup>3</sup>/ano; e, por fim, para o Cenário 3 (Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária), a oferta supre parte da lavagem de pisos e toda a demanda de descarga sanitária, promovendo uma economia de apenas 32%.

**Figura 284:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para a Rodoviária do Plano Piloto*



**Figura 285:** *Potencial de redução do consumo de água potável pelo reúso de águas cinzas para o Metrô-DF*



## 6. Análise de Viabilidade Econômica

Assim como a análise de viabilidade ambiental, a análise de viabilidade econômica também está dividida em duas etapas. A primeira etapa, presente neste relatório, faz uma análise custo-benefício utilizando três métodos: (i) *payback* simples; (ii) análise de custo de vida útil; e (iii) custo incremental médio. Baseado nos modelos representativos, custos de capital e custos operacionais são estimados e, baseado nas economias geradas por cada sistema, são estimados os benefícios financeiros gerados pelas economias nas contas de água. Esta primeira etapa avalia os benefícios financeiros de proprietários. Já a segunda etapa, a ser abordada no Relatório Técnico 7, se apropria das reduções da demanda urbana de água e agrega, em sua análise de custo incremental médio, os benefícios econômicos relativos aos gastos de exploração de recursos hídricos (abastecimento de água e esgotamento sanitário).

### 6.1. Sistemas de aproveitamento de água de águas pluviais

Os custos dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais incluíram os principais custos dos componentes destinados à coleta, tratamento, armazenamento e distribuição. As estimativas de custo para esses equipamentos e componentes foram baseadas no menor preço de pelo menos três cotações obtidas de fornecedores locais e nacionais. Os custos da instalação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial foram compostos pela preparação do local e mão de obra de instalação. Os custos operacionais incluíram consumo de energia e custo de mão-de-obra para a manutenção do sistema. O consumo anual de energia de bombeamento foi estimado pelo produto da potência do equipamento, sua frequência de uso anual e tarifa de energia elétrica.

#### 6.1.1. Edificações Hoteleiras

Conforme resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em Edificações hoteleiras, verificou-se que para a tipologia de baixa densidade, a irrigação e lavagem de pisos consome pouca água, com custo para implantação do sistema a partir de R\$ 15.959,20, retorno de 4 anos (Payback) e benefícios financeiros variando entre R\$ 4.116,73 a R\$ 63.010,18 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental entre R\$ 0,41 e 7,56 por  $m^3$  de água economizado (Tabela 132). Para os demais cenários (descarga sanitária e ainda irrigação, lavagem e descarga) o sistema é tecnicamente inviável pois a área de cobertura é pequena para a demanda.

**Tabela 132.** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – baixa densidade.

BAIXA DENSIDADE: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
10	277,75	4.155,09	15.959,20	4	63.010,18	7,56
20	287,75	4.304,69	27.263,00	7	54.638,60	6,33
30	297,75	4.454,29	37.483,00	9	47.350,83	5,30
40	307,75	4.603,89	54.946,00	12	32.820,06	3,55
50	317,75	4.753,49	67.446,00	15	23.252,28	2,44
60	327,75	4.903,09	79.946,00	17	13.684,51	1,39
70	337,75	5.052,69	92.446,00	19	4.116,73	0,41
80	347,75	5.202,29	104.946,00	21	-5.451,04	-0,52
90	357,75	5.351,89	117.446,00	22	-15.018,81	-1,40
100	367,75	5.501,49	129.946,00	24	-24.586,59	-2,23

Observa-se que para a tipologia de alta densidade, a irrigação e lavagem de pisos que consome pouca água, é viável, pois o custo para implantação do sistema, estimado a partir de R\$ 36.867,00, com retorno de 2 anos (Payback) e benefícios financeiros variando entre R\$ 7.890,64 a R\$ 177.438,68 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental entre R\$ 0,30 e R\$ 8,33 por  $m^3$  de água economizado (Tabela 133). Para os demais cenários (descarga sanitária e ainda irrigação, lavagem e descarga) o sistema é tecnicamente inviável pois a área de cobertura é pequena para a demanda.

**Tabela 133.** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – alta densidade.*

ALTA DENSIDADE: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	710,24	17.571,38	36.867,00	2	177.438,68	8,33
50	735,24	18.189,88	72.015,00	4	149.340,69	6,77
75	760,24	18.808,38	103.265,00	6	125.765,68	5,51
100	785,24	19.426,88	134.515,00	7	102.190,68	4,34
125	810,24	20.045,38	165.765,00	8	78.615,67	3,23
150	835,24	20.663,88	197.015,00	10	55.040,66	2,20
175	860,24	21.282,38	228.265,00	11	31.465,65	1,22
200	885,24	21.900,88	259.515,00	12	7.890,64	0,30
225	910,24	22.519,38	290.765,00	13	-15.684,36	-0,57
250	935,24	23.137,88	322.015,00	14	-39.259,37	-1,40

O aproveitamento de águas pluviais em hotéis de baixa e alta densidade provou ser rentável para uso em irrigação e lavagem de pisos. Em geral, resultados pela análise do custo incremental média de sistemas de aproveitamento de águas pluviais nesta tipologia mostrou melhor benefício com volume baixo de cisterna. Para os demais usos não se mostrou viável, para hotéis com características semelhantes as aqui avaliadas.

### 6.1.2. Edificações Comerciais

Conforme resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em Edificações do Comércio, verificou-se que no **Bloco Comercial do Lago Norte** o máximo do potencial de redução do consumo é atingido com a cisterna de 70  $m^3$ , o custo capital à ser investido é de R\$92.096,00 com benefício financeiro anual de R\$6.369,45 e um *payback* de 14 anos para o cenário *Lavagem de Pisos*. Entretanto, com uma cisterna de 10  $m^3$  é possível economizar R\$ 5.095 ao ano, com custo capital de R\$ 15.609,20 e um *payback* de 4 anos. Para o cenário *Descarga Sanitária*, o potencial de redução é máximo com uma cisterna de 225  $m^3$ , e é necessário investir um custo capital de R\$ 286.316,00, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 15.841,61 e um *payback* de aproximadamente 18 anos. Já com uma cisterna de 25  $m^3$ , nesse cenário, é possível economizar 463  $m^3$ /ano de água potável, com um custo capital de R\$ 32.418,00 gerando um benefício anual de R\$ 11.444,56 e um *payback* de 3 anos. No cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a economia máxima é dada por uma cisterna de 300  $m^3$ , cujo custo capital de implantação é de R\$22.211,06, com benefício financeiro anual de R\$ 256.979,71 e um *payback* de aproximadamente 17 anos. Todavia, é viável economizar 665  $m^3$ /ano de água potável com uma cisterna de 50  $m^3$  com o custo capital de R\$ 70.935,00 e benefício de R\$ 16.457,90 e *payback* de cerca de 4 anos.

Para o **Bloco do Lago Sul**, no cenário *Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 225  $m^3$ /ano é atingida com uma cisterna de 110  $m^3$ , para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 128.208,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 3.807,99 e um

*payback* por volta de 34 anos. Com uma cisterna de 30 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 179 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 35.745,00 que gerará um benefício anual de R\$ 2.677,63 e um *payback* de 13 anos. No caso do cenário *Descarga Sanitária*, o potencial de redução é máximo com uma cisterna de 50 m<sup>3</sup>, e é necessário investir um custo capital de R\$ 67.096,00, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 4.488,87 e um *payback* de aproximadamente 15 anos. Já com uma cisterna de 10 m<sup>3</sup>, nesse cenário, é possível economizar 248 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com um custo capital de R\$ 15.609,20 gerando um benefício anual de R\$ 3.710,63 e um *payback* de 4 anos. Referente ao cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a economia máxima é dada por uma cisterna de 80 m<sup>3</sup>, cujo custo capital de implantação é de R\$ 104.846,00, com benefício financeiro anual de R\$ 6.099,42 e um *payback* próximo de 17 anos. Contudo, é viável economizar 313 m<sup>3</sup>/ano de água potável com uma cisterna de 10 m<sup>3</sup> com o custo capital de R\$ 15.859,20 e benefício de R\$ 4.681,43 e *payback* de cerca de 3 anos.

No **Bloco Comercial da Asa Norte**, o cenário *Lavagem de Pisos*, a economia do sistema máxima de 113 m<sup>3</sup>/ano é com uma cisterna de 40 m<sup>3</sup>, o que requer um custo capital de R\$ 52.247,00 e gera um benefício anual de R\$ 2.798,42 com *payback* de 19 anos. Para uma cisterna de 5 m<sup>3</sup> é possível economizar 85 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com custo capital de R\$ 7.730,20 e um benefício anual de R\$ 2.095,78, com um *payback* de 4 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária* o custo atinge o equilíbrio com 80 m<sup>3</sup>, economizando 303 m<sup>3</sup>/ano, e requer um custo capital de R\$ 104.596,00 e um benefício anual de R\$ 7.485,73, com *payback* de 14 anos. Com uma cisterna de 20 m<sup>3</sup> é possível implantar o sistema com um custo capital de R\$ 26.913,00 com benefício anual de R\$ 6.001,33 e um *payback* de 4 anos. Para o cenário *Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária* o potencial máximo de redução de 416 m<sup>3</sup>/ano é dado por uma cisterna de 130 m<sup>3</sup> com custo capital de R\$ 129.846,00, com benefício financeiro anual de R\$ 10.297,23 e *payback* de 16 anos. Entretanto, para uma cisterna de 90 m<sup>3</sup>, o custo capital de R\$ 117.346,00, com benefício financeiro anual de R\$ 9.365,55 e *payback* de 4 anos.

Para o **Bloco da Asa Sul**, no cenário *Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 64 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 10 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 13.260,20, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 1.580,56 e um *payback* por volta de 8 anos. Com uma cisterna de 5 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 59 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 1.456,86 que gerará um benefício anual de R\$ 7.730,20 e um *payback* de 5 anos. No caso do cenário *Descarga Sanitária*, o potencial de redução máxima é 156 m<sup>3</sup>/ano com uma cisterna de 40 m<sup>3</sup>, é necessário investir um custo capital de R\$ 52.247,00, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 3.854,76 e um *payback* de aproximadamente 14 anos. Já com uma cisterna de 10 m<sup>3</sup>, nesse cenário, é possível economizar 126 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com um custo capital de R\$ 13.260,20 gerando um benefício anual de R\$ 3.112,56 e um *payback* de 4 anos. Referente ao cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a economia máxima é de 211 m<sup>3</sup>/ano dada por uma cisterna de 75 m<sup>3</sup>, cujo custo capital de implantação é de R\$ 96.958,00, com benefício financeiro anual de R\$ 5.224,32 e um *payback* próximo de 19 anos. Contudo, é possível economizar 185 m<sup>3</sup>/ano de água potável com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> com o custo capital de R\$ 30.560,00 e benefício de R\$ 4.574,38 e *payback* de cerca de 7 anos.

No **Bloco Comercial do Sudoeste/Octogonal**, o cenário *Lavagem de Pisos*, a economia do sistema máxima de 310 m<sup>3</sup>/ano é com uma cisterna de 75 m<sup>3</sup>, que requer um custo capital de R\$ 98.346,00 e



gera um benefício anual de R\$ 4.633,67 com *payback* de 21 anos. Para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> é possível economizar 260 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com custo capital de R\$ 31.948,00 e um benefício anual de R\$ 3.885,67, com um *payback* de 8 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária* o custo atinge o equilíbrio com 150 m<sup>3</sup>, economizando 644 m<sup>3</sup>/ano, e requer um custo capital de R\$ 193.096,00 e um benefício anual de R\$ 9.634,98, com *payback* de 20 anos. Com uma cisterna de 50 m<sup>3</sup> é possível implantar o sistema com um custo capital de R\$ 68.096,00 com benefício anual de R\$ 8.138,98 e um *payback* de 8 anos. Para o cenário *Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária* o potencial máximo de redução de 682 m<sup>3</sup>/ano é dado por uma cisterna de 200 m<sup>3</sup> com custo capital de R\$ 255.596,00, com benefício financeiro anual de R\$ 10.210,04 e *payback* de 25 anos. Entretanto, para uma cisterna de 50 m<sup>3</sup> com economia de 545 m<sup>3</sup>/ano, o custo capital de R\$ 68.096,00, com benefício financeiro anual de R\$ 8.138,98 e *payback* de 4 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária, Lavagem de Pisos & Máquina de Lavar Roupas*, a economia máxima de 683 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 200 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 255.596,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 10.213,37 e um *payback* por volta de 25 anos. Com uma cisterna de 50 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 545 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 68.096,00 que gerará um benefício anual de R\$ 8.148,95 e um *payback* de 8 anos.

No **Bloco Comercial de Águas Claras**, o cenário *Lavagem de Pisos*, a economia do sistema máxima de 281 m<sup>3</sup>/ano é com uma cisterna de 80 m<sup>3</sup>, que requer um custo capital de R\$ 104.596,00 e gera um benefício anual de R\$ 6.949,81 com *payback* de 15 anos. Para uma cisterna de 40 m<sup>3</sup> é possível economizar 250 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com custo capital de R\$ 54.596,00 e um benefício anual de R\$ 6.175,88, com um *payback* de 9 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária* o custo atinge o equilíbrio com 125 m<sup>3</sup>, economizando 414 m<sup>3</sup>/ano, e requer um custo capital de R\$ 161.096,00 e um benefício anual de R\$ 10.252,45, com *payback* de 16 anos. Com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>, que poupa até 314 m<sup>3</sup>/ano é possível implantar o sistema com um custo capital de R\$ 32.198,00 com benefício anual de R\$ 7.778,45 e um *payback* de 4 anos. Para o cenário *Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária* o potencial máximo de redução de 699 m<sup>3</sup>/ano é dado por uma cisterna de 250 m<sup>3</sup> com custo capital de R\$ 317.566,00, com benefício financeiro anual de R\$ 17.283,05 e *payback* de 18 anos. Entretanto, para uma cisterna de 50 m<sup>3</sup> com economia de 522 m<sup>3</sup>/ano, o custo capital de R\$ 67.566,00, com benefício financeiro anual de R\$ 12.903,90 e *payback* de 5 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária, Lavagem de Pisos & Máquina de Lavar Roupas*, a economia máxima de 709 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 250 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 318.096,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 17.552,93 e um *payback* por volta de 18 anos. Com uma cisterna de 50 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 543 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 68.096,00 que gerará um benefício anual de R\$ 13.437,31 e um *payback* de 5 anos.

Em **Galpão Comercial de Concessionárias de Veículos**, o cenário *Lavagem de Pisos*, a economia do sistema máxima de 157 m<sup>3</sup>/ano é com uma cisterna de 40 m<sup>3</sup>, que requer um custo capital de R\$ 52.247,00 e gera um benefício anual de R\$ 3.885,48 com *payback* de 8 anos. Para uma cisterna de 5 m<sup>3</sup> é possível economizar 122 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com custo capital de R\$ 7.730,20 e um benefício anual de R\$ 3.025,08, com um *payback* de 3 anos. Já no cenário *Descarga Sanitária* o custo atinge o equilíbrio com 45 m<sup>3</sup>, economizando 141 m<sup>3</sup>/ano, e requer um custo capital de R\$ 58.497,00



e um benefício anual de R\$ 3.488,39, com *payback* de 17 anos. Com uma cisterna de 5 m<sup>3</sup>, que poupa até 101 m<sup>3</sup>/ano é possível implantar o sistema com um custo capital de R\$ 7.730,20 com benefício anual de R\$ 2.498,79 e um *payback* de 3 anos. Para o cenário *Lavagem de Veículos* o potencial máximo de redução de 1.053 m<sup>3</sup>/ano é dado por uma cisterna de 300 m<sup>3</sup> com custo capital de R\$ 383.885,00, com benefício financeiro anual de R\$ 26.050,56 e *payback* de 15 anos. Entretanto, para uma cisterna de 100 m<sup>3</sup> com economia de 894 m<sup>3</sup>/ano, o custo capital de R\$ 133.885,00, com benefício financeiro anual de R\$ 22.111,29 e *payback* de 6 anos. Já no cenário *Lavagem de Veículos, Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 1.508 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 500 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 638.873,40, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 37.310,15 e um *payback* por volta de 17 anos. Com uma cisterna de 300 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 1.328 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 388.873,40 que gerará um benefício anual de R\$ 32.857,40 e um *payback* de 12 anos.

Para o **Galpão Comercial de Material de Construção**, no cenário *Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 110 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 30 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 34.784,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 1.647,76 e um *payback* por volta de 21 anos. Com uma cisterna de 5 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 86 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 7.730,20 que gerará um benefício anual de R\$ 1.279,66 e um *payback* de 6 anos. No caso do cenário *Descarga Sanitária*, o potencial de redução máxima é 401 m<sup>3</sup>/ano com uma cisterna de 125 m<sup>3</sup>, e é necessário investir um custo capital de R\$ 161.096,00, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 6.002,37 e um *payback* de aproximadamente 27 anos. Já com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>, nesse cenário, é possível economizar 301 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com um custo capital de R\$ 32.198,00 gerando um benefício anual de R\$ 4.506,37 e um *payback* de 7 anos. Referente ao cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a economia máxima é de 453 m<sup>3</sup>/ano dada por uma cisterna de 125 m<sup>3</sup>, cujo custo capital de implantação é de R\$ 161.096,00, com benefício financeiro anual de R\$ 6.780,32 e um *payback* próximo de 27 anos. Contudo, é possível economizar 353 m<sup>3</sup>/ano de água potável com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> com o custo capital de R\$ 32.198,00 e benefício de R\$ 5.284,32 e *payback* de cerca de 6 anos.

Para o **Galpão Comercial de Supermercado**, no cenário *Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 160 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 40 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 52.347,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 3.968,80 e um *payback* por volta de 13 anos. Com uma cisterna de 10 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 134 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 13.360,20 que gerará um benefício anual de R\$ 3.315,42 e um *payback* de 4 anos. No caso do cenário *Descarga Sanitária*, o potencial de redução máxima é 529 m<sup>3</sup>/ano com uma cisterna de 150 m<sup>3</sup>, e é necessário investir um custo capital de R\$ 192.566,00, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 13.088,58 e um *payback* de aproximadamente 15 anos. Já com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>, nesse cenário, é possível economizar 427 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com um custo capital de R\$ 32.418,00 gerando um benefício anual de R\$ 10.563,74 e um *payback* de 3 anos. Referente ao cenário *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, a economia máxima é de 727 m<sup>3</sup>/ano dada por uma cisterna de 200 m<sup>3</sup>, cujo custo capital de implantação é de R\$ 255.596,00, com benefício financeiro anual de R\$ 17.986,20 e um *payback* próximo de 14

anos. Contudo, é possível economizar 584 m<sup>3</sup>/ano de água potável com uma cisterna de 50 m<sup>3</sup> com o custo capital de R\$ 68.096,00 e benefício de R\$ 14.448,27 e *payback* de cerca de 5 anos.

Para o **Centro Comercial**, no cenário *Lavagem de Pisos*, a economia máxima de 19.164 m<sup>3</sup>/ano é atingida com uma cisterna de 2.000 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 2.532.367,00, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 474.107,69 e um *payback* por volta de 5 anos. Com uma cisterna de 500 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 17.664 m<sup>3</sup>/ano de água potável com um custo capital de R\$ 657.367,60 que gerará um benefício anual de R\$ 436.997,69 e um *payback* de 2 anos. No caso dos cenários *Descarga Sanitária* e *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, foram inviáveis tecnicamente, pois não há área de cobertura suficiente para suprir a demanda de ambos os cenários, ou seja, a demanda de água pluvial vai além da capacidade de oferta.

Em geral, resultados pela análise do custo incremental média de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para Blocos Comerciais, Galpões Comerciais e Centro Comercial indicaram que os melhores benefícios alcançados foram com volumes baixos de cisterna.

**Tabela 134:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos.*

BL. LAGO NORTE: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
10	206	5.095,14	15.609,20	3	84.036,55	13,60
20	216	5.342,54	26.913,00	5	77.581,90	11,98
30	226	5.589,94	37.133,00	7	72.211,04	10,65
40	236	5.837,34	54.596,00	9	59.597,19	8,42
50	246	6.084,74	67.096,00	11	51.946,34	7,04
60	256	6.332,14	79.596,00	13	44.295,49	5,77
70	257	6.369,45	92.096,00	14	32.526,78	4,21
80	257	6.369,45	104.596,00	16	20.026,78	2,59
90	257	6.369,45	117.096,00	18	7.526,78	0,97
100	257	6.369,45	129.596,00	20	-4.973,22	-0,64

**Tabela 135:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Descarga Sanitária.*

BL. LAGO NORTE: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	463	11.444,56	32.418,00	3	191.679,22	13,81
50	488	12.063,06	67.566,00	6	168.654,09	11,53
75	513	12.681,56	98.816,00	8	149.526,97	9,72
100	538	13.300,06	130.066,00	10	130.399,84	8,09
125	563	13.918,56	161.316,00	12	111.272,71	6,59
150	588	14.537,06	192.566,00	13	92.145,58	5,23
175	613	15.155,56	223.816,00	15	73.018,46	3,97
200	638	15.774,06	255.066,00	16	53.891,33	2,82
225	640	15.841,61	286.316,00	18	23.965,46	1,25
250	640	15.841,61	317.566,00	20	-7.284,54	-0,38

**Tabela 136:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Norte: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

<b>BL. LAGO NORTE - Demanda 3: Lavagem de Pisos &amp; Descarga Sanitária</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	665	16.457,90	70.935,00	4	251.426,01	12,60
100	715	17.694,90	133.435,00	8	213.171,76	9,93
150	765	18.931,90	195.935,00	10	174.917,50	7,62
200	815	20.168,90	258.435,00	13	136.663,25	5,59
250	865	21.405,90	320.935,00	15	98.408,99	3,79
300	898	22.211,06	383.435,00	17	51.690,41	1,92
350	898	22.211,06	445.935,00	20	-10.809,59	-0,40
400	898	22.211,06	508.435,00	23	-73.309,59	-2,72
450	898	22.211,06	570.935,00	26	-135.809,59	-5,04
500	898	22.211,06	633.435,00	29	-198.309,59	-7,36

**Tabela 137:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos.

<b>BL. LAGO SUL - Demanda 1: Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
30	179	2.677,63	35.745,00	13	16.516,60	3,08
40	190	2.836,64	53.208,00	19	2.170,29	0,38
50	200	2.986,24	65.708,00	22	-7.397,49	-1,24
60	210	3.135,84	78.208,00	25	-16.965,26	-2,70
70	220	3.285,44	90.708,00	28	-26.533,04	-4,03
80	230	3.435,04	103.208,00	30	-36.100,81	-5,24
90	240	3.584,64	115.708,00	32	-45.668,58	-6,35
100	250	3.734,24	128.208,00	34	-55.236,36	-7,38
110	255	3.807,99	128.208,00	34	-53.790,95	-7,04
120	255	3.807,99	128.208,00	34	-53.790,95	-7,04

**Tabela 138:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Descarga Sanitária.

<b>BL. LAGO SUL - Demanda 2: Descarga Sanitária</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	248	3.710,63	15.609,20	4	56.899,67	7,65
20	268	4.009,83	26.913,00	7	51.460,32	6,40
30	288	4.309,03	37.133,00	9	47.104,77	5,45
40	298	4.459,06	54.596,00	12	32.582,46	3,64
50	300	4.488,87	67.096,00	15	20.666,67	2,30
60	300	4.488,87	79.596,00	18	8.166,67	0,91
70	300	4.488,87	92.096,00	21	-4.333,33	-0,48
80	300	4.488,87	104.596,00	23	-16.833,33	-1,87
90	300	4.488,87	117.096,00	26	-29.333,33	-3,26
100	300	4.488,87	129.596,00	29	-41.833,33	-4,65

**Tabela 139:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Lago Sul: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

BL. LAGO SUL - Demanda 3: Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	313	4.681,43	15.859,20	3	75.677,72	8,06
20	333	4.980,63	27.163,00	5	70.238,37	7,03
30	353	5.279,83	37.383,00	7	65.882,82	6,22
40	373	5.579,03	54.846,00	10	54.284,28	4,85
50	385	5.758,44	67.346,00	12	45.300,71	3,92
60	395	5.908,04	79.846,00	14	35.732,94	3,02
70	405	6.057,64	92.346,00	15	26.165,17	2,15
80	408	6.099,42	104.846,00	17	14.484,19	1,18
90	408	6.099,42	117.346,00	19	1.984,19	0,16
100	408	6.099,42	129.846,00	21	-10.515,81	-0,86

**Tabela 140:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos.*

BL. ASA NORTE- Demanda 1: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
5	85	2.095,78	7.730,20	4	33.126,86	13,04
10	90	2.219,48	13.260,20	6	30.021,44	11,15
15	95	2.343,18	18.505,00	8	27.201,21	9,57
20	100	2.466,88	24.564,00	10	23.566,78	7,88
25	105	2.590,58	29.599,00	11	20.956,36	6,67
30	110	2.714,28	34.784,00	13	18.195,93	5,53
35	113	2.798,42	45.997,00	17	8.632,15	2,54
40	113	2.798,42	52.247,00	19	2.382,15	0,70
45	113	2.798,42	52.247,00	19	2.382,15	0,70
50	113	2.798,42	64.747,00	23	-10.117,85	-2,98

**Tabela 141:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Descarga Sanitária.*

BL. ASA NORTE - Demanda 2: Descargas Sanitárias						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
20	243	6.001,33	26.913,00	4	90.494,59	12,44
30	253	6.248,73	37.133,00	6	85.123,74	11,23
40	263	6.496,13	54.596,00	8	72.509,89	9,20
50	273	6.743,53	67.096,00	10	64.859,04	7,93
60	283	6.990,93	79.596,00	11	57.208,19	6,75
70	293	7.238,33	92.096,00	13	49.557,34	5,65
80	303	7.485,73	104.596,00	14	41.906,49	4,62
90	303	7.498,81	117.096,00	16	29.662,83	3,26
100	303	7.498,81	117.096,00	16	29.662,83	3,26
110	303	7.498,81	129.596,00	17	17.162,83	1,89

**Tabela 142:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Norte: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.

BL. ASA NORTE - Demanda 3: Descargas Sanitárias & Limpeza de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
90	379	9.365,55	117.346,00	13	66.001,66	5,81
100	389	9.612,95	129.846,00	14	58.350,80	5,01
110	399	9.860,35	129.846,00	13	63.199,95	5,29
120	409	10.107,75	129.846,00	13	68.049,10	5,55
130	416	10.297,23	161.096,00	16	40.513,15	3,24
140	416	10.297,23	161.096,00	16	40.513,15	3,24
150	416	10.297,23	192.346,00	19	9.263,15	0,74
160	416	10.297,23	192.346,00	19	9.263,15	0,74
170	416	10.297,23	192.346,00	19	9.263,15	0,74
180	416	10.297,23	223.596,00	22	-21.986,85	-1,76

**Tabela 143:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos.

BL. ASA SUL - Demanda 1: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
5	59	1.456,86	7.730,20	5	20.603,71	11,66
10	64	1.580,56	13.260,20	8	17.498,28	9,13
15	69	1.704,26	18.505,00	11	14.678,06	7,10
20	69	1.706,66	24.564,00	14	8.666,16	4,19
25	69	1.706,66	29.599,00	17	3.631,16	1,75
30	69	1.706,66	34.784,00	21	-1.553,84	-0,75
35	69	1.706,66	45.997,00	27	-12.766,84	-6,17
40	69	1.706,66	52.247,00	31	-19.016,84	-9,19
45	69	1.706,66	58.497,00	35	-25.266,84	-12,21
50	69	1.706,66	64.747,00	38	-31.516,84	-15,23

**Tabela 144:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Descarga Sanitária.

BL. ASA SUL - Demanda 2: Descarga Sanitária (VS;MIC)						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	126	3.112,56	13.260,20	4	47.526,21	12,59
20	136	3.359,96	24.564,00	7	41.071,56	10,08
30	146	3.607,36	34.784,00	10	35.700,71	8,16
40	156	3.854,76	52.247,00	14	23.086,86	4,94
50	156	3.868,83	64.747,00	17	10.862,66	2,32
60	156	3.868,83	77.247,00	20	-1.637,34	-0,35
70	156	3.868,83	89.747,00	23	-14.137,34	-3,01
80	156	3.868,83	102.247,00	27	-26.637,34	-5,68
90	156	3.868,83	114.747,00	30	-39.137,34	-8,34
100	156	3.868,83	127.247,00	33	-51.637,34	-11,01

**Tabela 145:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Asa Sul: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.

BL. ASA SUL - Demanda 3: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (VS;MIC)						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	170	4.203,28	14.221,20	3	67.943,85	13,33
20	180	4.450,68	25.525,00	6	61.489,20	11,39
30	190	4.698,08	35.745,00	8	56.118,35	9,85
40	200	4.945,48	53.208,00	11	43.504,50	7,25
50	210	5.192,88	65.708,00	13	35.853,65	5,69
60	211	5.224,32	78.208,00	15	23.969,90	3,78
70	211	5.224,32	90.708,00	17	11.469,90	1,81
80	211	5.224,32	103.208,00	20	-1.030,10	-0,16
90	211	5.224,32	115.708,00	22	-13.530,10	-2,14
100	211	5.224,32	128.208,00	25	-26.030,10	-4,11

**Tabela 146:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Lavagem de Pisos.

BL. SUDOESTE/OCTOGONAL - Demanda 1: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
20	255	3.810,87	26.913,00	7	47.560,63	6,22
30	265	3.960,47	37.133,00	9	40.272,86	5,07
40	275	4.110,07	54.596,00	13	25.742,09	3,12
50	285	4.259,67	67.096,00	16	16.174,31	1,89
60	295	4.409,27	79.596,00	18	6.606,54	0,75
70	305	4.558,87	92.096,00	20	-2.961,24	-0,32
80	315	4.708,47	104.596,00	22	-12.529,01	-1,33
90	325	4.858,07	117.096,00	24	-22.096,78	-2,27
100	330	4.929,42	129.596,00	26	-33.198,40	-3,36
110	330	4.929,42	129.596,00	26	-33.198,40	-3,36

**Tabela 147:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal: Descarga Sanitária.

BL. SUDOESTE/OCTOGONAL - Demanda 2: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
25	332	4.968,25	32.198,00	6	64.960,74	6,52
50	357	5.342,25	67.346,00	13	37.143,30	3,47
75	382	5.716,25	98.596,00	17	13.223,87	1,15
100	407	6.090,25	129.846,00	21	-10.695,57	-0,88
125	432	6.464,25	161.096,00	25	-34.615,00	-2,67
150	457	6.838,25	192.346,00	28	-58.534,44	-4,27
175	462	6.914,14	223.596,00	32	-88.296,92	-6,37
200	462	6.914,14	254.846,00	37	-119.546,92	-8,62
225	462	6.914,14	286.096,00	41	-150.796,92	-10,88
250	462	6.914,14	317.346,00	46	-182.046,92	-13,13



**Tabela 148:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – **Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal:** Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.

<b>BL. SUDOESTE/OCTOGONAL - Demanda 3: Descarga Sanitária &amp; Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	519	7.764,98	32.948,00	4	119.027,77	7,64
50	544	8.138,98	68.096,00	8	91.210,33	5,59
75	569	8.512,98	99.346,00	12	67.290,90	3,94
100	594	8.886,98	130.596,00	15	43.371,47	2,43
125	619	9.260,98	161.846,00	17	19.452,03	1,05
150	644	9.634,98	193.096,00	20	-4.467,40	-0,23
175	669	10.008,98	224.346,00	22	-28.386,84	-1,41
200	682	10.210,04	255.596,00	25	-55.695,82	-2,72
225	682	10.210,04	286.846,00	28	-86.945,82	-4,25
250	682	10.210,04	318.096,00	31	-118.195,82	-5,77

**Tabela 149:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – **Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal:** Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupas.

<b>BL. SUDOESTE/OCTOGONAL - Demanda 4: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos &amp; Máq. Lavar Roupas</b>						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	520	7.774,95	32.948,00	4	119.223,22	7,65
50	545	8.148,95	68.096,00	8	91.405,78	5,59
75	570	8.522,95	99.346,00	12	67.486,35	3,95
100	595	8.896,95	130.596,00	15	43.566,91	2,44
125	620	9.270,95	161.846,00	17	19.647,48	1,06
150	645	9.644,95	193.096,00	20	-4.271,96	-0,22
175	670	10.018,95	224.346,00	22	-28.191,39	-1,40
200	683	10.213,37	255.596,00	25	-55.630,67	-2,72
225	683	10.213,37	286.846,00	28	-86.880,67	-4,24
250	683	10.213,37	318.096,00	31	-118.130,67	-5,77

**Tabela 150:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – **Bloco Comercial Águas Claras:** Lavagem de Pisos.

<b>BL. ÁGUAS CLARAS - Demanda 1: Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
40	250	6.175,88	54.596,00	9	66.232,80	8,84
50	260	6.423,28	67.096,00	10	58.581,95	7,52
60	270	6.670,68	79.596,00	12	50.931,10	6,30
70	280	6.918,08	92.096,00	13	43.280,25	5,16
80	281	6.949,81	104.596,00	15	31.402,10	3,73
90	281	6.949,81	117.096,00	17	18.902,10	2,24
100	281	6.949,81	129.596,00	19	6.402,10	0,76
110	281	6.949,81	129.596,00	19	6.402,10	0,76
120	281	6.949,81	129.596,00	19	6.402,10	0,76
130	281	6.949,81	160.846,00	23	-24.847,90	-2,95

**Tabela 151:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária.*

BL. ÁGUAS CLARAS - Demanda 2: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
25	314	7.778,45	32.198,00	4	120.041,91	12,73
50	339	8.396,95	67.346,00	8	97.016,78	9,53
75	364	9.015,45	98.596,00	11	77.889,66	7,12
100	389	9.633,95	129.846,00	13	58.762,53	5,03
125	414	10.252,45	161.096,00	16	39.635,40	3,19
150	418	10.333,24	192.346,00	19	9.968,96	0,80
175	418	10.333,24	223.596,00	22	-21.281,04	-1,70
200	418	10.333,24	254.846,00	25	-52.531,04	-4,19
225	418	10.333,24	254.846,00	25	-52.531,04	-4,19
250	418	10.333,24	317.346,00	31	-115.031,04	-9,18

**Tabela 152:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

BL. ÁGUAS CLARAS - Demanda 3: Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	522	12.903,90	67.566,00	5	185.134,88	11,83
100	572	14.140,90	130.066,00	9	146.880,62	8,57
150	622	15.377,90	192.566,00	13	108.626,37	5,83
200	672	16.614,90	255.066,00	15	70.372,12	3,49
250	699	17.283,05	317.566,00	18	20.968,23	1,00
300	699	17.283,05	380.066,00	22	-41.531,77	-1,98
350	699	17.283,05	442.566,00	26	-104.031,77	-4,96
400	699	17.283,05	505.066,00	29	-166.531,77	-7,95
450	699	17.283,05	505.066,00	29	-166.531,77	-7,95
500	699	17.283,05	630.066,00	36	-291.531,77	-13,91

**Tabela 153:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Bloco Comercial Águas Claras: Descarga Sanitária; Lavagem de Pisos & Máq. Lavar Roupa.*

BL. ÁGUAS CLARAS - Demanda 4: Descargas sanitárias; Limpeza de Pisos & Máquina de lavar roupas						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	543	13.437,31	68.096,00	5	195.059,98	11,97
100	593	14.674,31	130.596,00	9	156.805,73	8,81
150	643	15.911,31	193.096,00	12	118.551,48	6,14
200	693	17.148,31	255.596,00	15	80.297,22	3,86
250	709	17.552,93	318.096,00	18	25.728,08	1,21
300	709	17.552,93	380.596,00	22	-36.771,92	-1,73
350	709	17.552,93	443.096,00	25	-99.271,92	-4,66
400	709	17.552,93	505.596,00	29	-161.771,92	-7,60
450	709	17.552,93	505.596,00	29	-161.771,92	-7,60
500	709	17.552,93	630.596,00	36	-286.771,92	-13,47



**Tabela 154:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Pisos.

<b>GALPÃO COMERCIAL - CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULO : Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
5	122	3.025,08	7.730,20	3	51.341,61	14,00
10	127	3.148,78	13.260,20	4	48.236,19	12,63
15	132	3.272,48	18.505,00	6	45.415,96	11,44
20	137	3.396,18	24.564,00	7	41.781,54	10,15
25	142	3.519,88	29.599,00	8	39.171,11	9,18
30	147	3.643,58	34.784,00	10	36.410,69	8,24
35	152	3.767,28	45.997,00	12	27.622,26	6,05
40	157	3.885,48	52.247,00	13	23.688,93	5,03
45	157	3.885,48	58.497,00	15	17.438,93	3,70
50	157	3.885,48	64.747,00	17	11.188,93	2,37

**Tabela 155:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Descarga Sanitária.

<b>GALPÃO COMERCIAL - MAT. CONSTRUÇÃO - Demanda 2: Descarga Sanitária</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
25	301	4.506,37	32.198,00	7	55.907,64	6,19
50	326	4.880,37	67.346,00	14	28.090,20	2,87
75	351	5.254,37	98.596,00	19	4.170,77	0,40
100	376	5.628,37	129.846,00	23	-19.748,67	-1,75
125	401	6.002,37	161.096,00	27	-43.668,10	-3,63
150	410	6.136,23	192.346,00	31	-72.294,37	-5,88
175	410	6.136,23	223.596,00	37	-103.544,37	-8,41
200	410	6.136,23	254.846,00	42	-134.794,37	-10,95
225	410	6.136,23	286.096,00	47	-166.044,37	-13,49
250	410	6.136,23	317.346,00	52	-197.294,37	-16,03

**Tabela 156:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos.

<b>GALPÃO COMERCIAL - CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULO: Lavagem de Veículos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
100	894	22.111,29	133.885,00	6	299.284,90	11,16
150	944	23.348,29	196.885,00	8	261.030,64	9,22
200	994	24.585,29	258.885,00	11	222.776,39	7,47
250	1044	25.822,29	321.385,00	12	184.522,14	5,89
300	1053	26.050,56	383.885,00	15	126.496,30	4,00
350	1053	26.050,56	446.385,00	17	63.996,30	2,03
400	1053	26.050,56	508.885,00	20	1.496,30	0,05
450	1053	26.050,56	571.385,00	22	-61.003,70	-1,93
500	1053	26.050,56	633.885,00	24	-123.503,70	-3,91
550	1053	26.050,56	633.885,00	24	-123.503,70	-3,91

**Tabela 157:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Concessionária de Veículos: Lavagem de Veículos; Descarga Sanitária & Lavagem de Piso.*

<b>CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULO: Lavagem de Veículos; Descarga Sanitária &amp; Lavagem de piso</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
300	1328	32.857,86	388.873,40	12	254.933,89	6,40
350	1378	34.094,86	451.373,40	13	216.679,64	5,24
400	1428	35.331,86	513.873,40	15	178.425,38	4,16
450	1478	36.568,86	576.373,40	16	140.171,13	3,16
500	1508	37.310,15	638.873,40	17	92.200,78	2,04
550	1508	37.310,15	638.873,40	17	92.200,78	2,04
600	1508	37.310,15	763.873,40	20	-32.799,22	-0,72
650	1508	37.310,15	763.873,40	20	-32.799,22	-0,72
700	1508	37.310,15	888.873,40	24	-157.799,22	-3,49
750	1508	37.310,15	888.873,40	24	-157.799,22	-3,49

**Tabela 158:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Lavagem de Pisos.*

<b>GALPÃO COMERCIAL - MAT. CONSTRUÇÃO - Demanda 1: Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
5	86	1.279,66	7.730,20	6	17.130,56	6,68
10	91	1.354,46	13.260,20	10	13.066,67	4,81
15	96	1.429,26	18.505,00	13	9.287,99	3,24
20	101	1.504,06	24.564,00	16	4.695,10	1,56
25	106	1.578,86	29.599,00	19	1.126,21	0,36
30	110	1.647,76	34.784,00	21	-2.708,34	-0,82
35	110	1.647,76	45.997,00	28	-13.921,34	-4,21
40	110	1.647,76	52.247,00	32	-20.171,34	-6,10
45	110	1.647,76	58.497,00	36	-26.421,34	-8,00
50	110	1.647,76	64.747,00	40	-32.671,34	-9,89

**Tabela 159:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Descarga Sanitária.*

<b>GALPÃO COMERCIAL - MAT. CONSTRUÇÃO - Demanda 2: Descarga Sanitária</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	286	4.281,97	15.859,20	4	67.848,10	7,90
25	301	4.506,37	32.198,00	7	55.907,64	6,19
40	316	4.730,77	54.846,00	12	37.657,98	3,97
55	331	4.955,17	67.346,00	14	29.556,32	2,97
70	346	5.179,57	92.346,00	18	8.954,66	0,86
85	361	5.403,97	104.846,00	19	852,99	0,08
100	376	5.628,37	129.846,00	23	-19.748,67	-1,75

115	391	5.852,77	129.846,00	22	-15.350,33	-1,31
130	406	6.077,17	161.096,00	27	-42.201,99	-3,46
145	410	6.136,23	161.096,00	26	-41.044,37	-3,34

**Tabela 160:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Material de Construção: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.

GALPÃO COMERCIAL - MAT. CONSTRUÇÃO - Demanda 3: Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
25	353	5.284,32	32.198,00	6	71.155,81	6,71
50	378	5.658,32	67.346,00	12	43.338,38	3,82
75	403	6.032,32	98.596,00	16	19.418,94	1,61
100	428	6.406,32	129.846,00	20	-4.500,49	-0,35
125	453	6.780,32	161.096,00	24	-28.419,93	-2,09
150	478	7.154,32	192.346,00	27	-52.339,36	-3,65
175	479	7.172,74	223.596,00	31	-83.228,22	-5,79
200	479	7.172,74	254.846,00	36	-114.478,22	-7,96
225	479	7.172,74	286.096,00	40	-145.728,22	-10,13
250	479	7.172,74	317.346,00	44	-176.978,22	-12,30

**Tabela 161:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos.

GALPÃO COMERCIAL - SUPERMERCADO - Demanda 1: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
10	134	3.315,42	13.360,20	4	51.402,41	12,79
25	149	3.686,52	29.699,00	8	42.337,33	9,47
40	160	3.968,80	52.347,00	13	25.222,04	5,24
55	160	3.968,80	64.847,00	16	12.722,04	2,64
70	160	3.968,80	89.847,00	23	-12.277,96	-2,55
85	160	3.968,80	102.347,00	26	-24.777,96	-5,15
100	160	3.968,80	127.347,00	32	-49.777,96	-10,34
115	160	3.968,80	127.347,00	32	-49.777,96	-10,34
130	160	3.968,80	127.347,00	32	-49.777,96	-10,34
145	160	3.968,80	158.597,00	40	-81.027,96	-16,84

**Tabela 162:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Galpão Comercial de Supermercado: Descarga Sanitária.

GALPÃO COMERCIAL - SUPERMERCADO - Demanda 2: Descargas Sanitárias						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
25	427	10.563,74	32.418,00	3	174.414,84	13,62
50	452	11.182,24	67.566,00	6	151.389,71	11,16
75	477	11.800,74	98.816,00	8	132.262,59	9,24
100	502	12.419,24	130.066,00	10	113.135,46	7,51
125	527	13.037,74	161.316,00	12	94.008,33	5,95
150	529	13.088,58	192.566,00	15	63.754,74	4,02
175	529	13.088,58	223.816,00	17	32.504,74	2,05

200	529	13.088,58	255.066,00	20	1.254,74	0,08
225	529	13.088,58	255.066,00	20	1.254,74	0,08
250	529	13.088,58	317.566,00	24	-61.245,26	-3,86

**Tabela 163:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – *Galpão Comercial de Supermercado: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

<b>GALPÃO COMERCIAL - SUPERMERCADO - Demanda 3: Descargas Sanitárias &amp; Limpeza de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	584	14.448,27	68.096,00	5	214.875,28	12,26
100	634	15.685,27	130.596,00	8	176.621,03	9,29
150	684	16.922,27	193.096,00	11	138.366,77	6,74
200	727	17.986,20	255.596,00	14	96.720,36	4,43
250	727	17.986,20	318.096,00	18	34.220,36	1,57
300	727	17.986,20	380.596,00	21	-28.279,64	-1,30
350	727	17.986,20	443.096,00	25	-90.779,64	-4,16
400	727	17.986,20	505.596,00	28	-153.279,64	-7,03
450	727	17.986,20	505.596,00	28	-153.279,64	-7,03
500	727	17.986,20	630.596,00	35	-278.279,64	-12,76

**Tabela 164:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – *Centro Comercial: Lavagem de Pisos.*

<b>CENTRO COMERCIAL: Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
500	17664	436.997,69	657.367,60	2	7.907.758,90	14,92
1000	18164	449.367,69	1.282.367,60	3	7.525.216,36	13,81
1500	18664	461.737,69	1.907.367,60	4	7.142.673,82	12,76
2000	19164	474.107,69	2.532.367,60	5	6.760.131,28	11,76
2500	19664	486.477,69	3.157.367,60	6	6.377.588,74	10,81
3000	19767	489.034,66	3.782.367,60	8	5.802.706,45	9,79
3500	19767	489.034,66	4.407.367,60	9	5.177.706,45	8,73
4000	19767	489.034,66	5.032.367,60	10	4.552.706,45	7,68
4500	19767	489.034,66	5.657.367,60	12	3.927.706,45	6,62
5000	19767	489.034,66	6.282.367,60	13	3.302.706,45	5,57

### 6.1.3. Edificações de Escritórios

Os resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edificações de escritórios mostrou que o sistema é viável para irrigação e lavagem de pisos, os quais consomem pouca água. Na simulação, o custo para implantação do sistema é a partir de R\$ 13.890,24, retorno de 9 anos (Payback) e benefícios financeiros variando entre R\$ 4.873,03 a R\$ 16.698,54 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental entre R\$ 1,67 a 7,20 por  $m^3$  de água economizado (Tabela 165). O sistema também é viável para uso em irrigação, lavagem de pisos e ar condicionado, com custo a partir de R\$ 13.890,20, retorno de 6 anos e benefícios financeiros variando entre R\$ 4.105,68 a R\$ 28.545,03 dependendo do volume da cisterna (Tabela 166). Para uso apenas no ar condicionado o sistema não é tão viável pois tem custo acima de 8 mil e retorno de 13 anos e para descarga sanitária não tem viabilidade.

**Tabela 165:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em escritórios – irrigação e lavagem de pisos.

ESCRITÓRIOS: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
10	77,29	1.912,24	13.890,20	9	16.698,54	7,20
20	87,29	2.159,64	25.194,00	14	10.243,89	3,91
30	97,29	2.407,04	35.414,00	17	4.873,03	1,67
40	107,29	2.654,44	52.877,00	23	-7.740,82	-2,40
50	117,29	2.901,84	65.377,00	26	-15.391,67	-4,37
60	127,29	3.149,24	77.877,00	28	-23.042,52	-6,03
70	129,76	3.210,27	90.377,00	32	-34.346,31	-8,82
80	129,76	3.210,27	102.877,00	36	-46.846,31	-12,03
90	129,76	3.210,27	115.377,00	40	-59.346,31	-15,25
100	129,76	3.210,27	127.877,00	45	-71.846,31	-18,46

**Tabela 166:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em escritórios – irrigação, lavagem de pisos e ar condicionado.

ESCRITÓRIOS: Irrigação, Lavagem de Pisos e Ar Condicionado						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
10	101,72	2.516,64	13.890,20	6	28.545,03	9,35
20	111,72	2.764,04	25.194,00	10	22.090,38	6,59
30	121,72	3.011,44	35.414,00	13	16.719,53	4,58
40	131,72	3.258,84	52.877,00	18	4.105,68	1,04
50	141,72	3.506,24	65.377,00	21	-3.545,17	-0,83
60	146,06	3.613,44	77.877,00	24	-13.944,02	-3,18
70	146,06	3.613,44	90.377,00	28	-26.444,02	-6,04
80	146,06	3.613,44	102.877,00	32	-38.944,02	-8,89
90	146,06	3.613,44	115.377,00	35	-51.444,02	-11,74
100	146,06	3.613,44	127.877,00	39	-63.944,02	-14,59

O investimento em sistemas de aproveitamento de águas pluviais para irrigação e lavagem de pisos deixa de ser viável em volumes de cisternas a partir de 40 m<sup>3</sup>.

#### 6.1.4. Edificações de Ensino

Conforme resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edificações de ensino, verificou-se que para a tipologia de Ensino Infantil, a irrigação e lavagem de pisos consome uma quantidade razoável de água, com custo para implantação do sistema a partir de R\$ 7.730,20, retorno de 9 anos (Payback) e benefícios financeiros variando entre R\$ 4.858,63 e R\$ 8.454,63 dependendo do volume da cisterna (Tabela 167).

**Tabela 167:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Infantil.

CEI & JI: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
5	33,83	837,02	7.730,20	9	8.454,63	8,33
10	37,82	935,70	13.260,20	14	4.858,86	4,28
15	37,82	935,70	18.505,00	20	-385,94	-0,34
20	37,82	935,70	24.564,00	27	-6.444,94	-5,68
25	37,82	935,70	29.599,00	32	-11.479,94	-10,12
30	37,82	935,70	34.784,00	38	-16.664,94	-14,69
35	37,82	935,70	45.997,00	50	-27.877,94	-24,57
40	37,82	935,70	52.247,00	57	-34.127,94	-30,08
45	37,82	935,70	58.497,00	63	-40.377,94	-35,59
50	37,82	935,70	64.747,00	70	-46.627,94	-41,09

A simulação para descarga sanitária (Tabela 168) mostra um investimento acima de 30 mil reais, com payback de 5 anos e benefícios financeiros acima de R\$ 100.000,00 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>.

**Tabela 168:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Infantil.*

Ensino Infantil: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
25	275,29	6.810,77	31.948,00	5	101.324,97	12,27
50	300,29	7.429,27	67.096,00	9	78.299,84	8,69
75	325,29	8.047,77	98.346,00	12	59.172,71	6,06
100	350,29	8.666,27	129.596,00	15	40.045,59	3,81
125	350,62	8.674,36	160.846,00	19	8.954,20	0,85
150	350,62	8.674,36	192.096,00	22	-22.295,80	-2,12
175	350,62	8.674,36	223.346,00	26	-53.545,80	-5,09
200	350,62	8.674,36	254.596,00	29	-84.795,80	-8,06
225	350,62	8.674,36	285.846,00	33	-116.045,80	-11,03
250	350,62	8.674,36	317.096,00	37	-147.295,80	-14,00

**Tabela 169:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Infantil.*

Ensino Infantil: Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
25	292,26	7.230,55	32.198,00	4	109.302,87	12,47
50	317,26	7.849,05	67.346,00	9	86.277,74	9,06
75	342,26	8.467,55	98.596,00	12	67.150,61	6,54
100	367,26	9.086,05	129.846,00	14	48.023,49	4,36
125	388,44	9.610,07	161.096,00	17	27.044,43	2,32
150	388,44	9.610,07	192.346,00	20	-4.205,57	-0,36
175	388,44	9.610,07	223.596,00	23	-35.455,57	-3,04
200	388,44	9.610,07	254.846,00	27	-66.705,57	-5,72
225	388,44	9.610,07	286.096,00	30	-97.955,57	-8,41
250	388,44	9.610,07	317.346,00	33	-129.205,57	-11,09

As Tabelas 169 e 170 mostram que o sistema é viável para os menores volumes de cisternas para irrigação, lavagem de pisos e descarga e ainda quando associados a lavagem de roupas, pois a área de coleta de águas pluviais é favorável.

**Tabela 170:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso, descarga sanitária e lavagem de roupas – ensino infantil.*

Ensino Infantil: Irrigação, Lavagem de Pisos, Descarga Sanitária e Lavagem de Roupas						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
25	333,38	8.247,86	32.198,00	4	129.242,54	12,92
50	358,38	8.866,36	67.346,00	8	106.217,41	9,88
75	383,38	9.484,86	98.596,00	10	87.090,28	7,57
100	408,38	10.103,36	129.846,00	13	67.963,16	5,55
125	433,38	10.721,86	161.096,00	15	48.836,03	3,76
150	458,38	11.340,36	192.346,00	17	29.708,90	2,16
175	458,93	11.354,02	223.596,00	20	-1.273,28	-0,09
200	458,93	11.354,02	254.846,00	22	-32.523,28	-2,36
225	458,93	11.354,02	286.096,00	25	-63.773,28	-4,63
250	458,93	11.354,02	317.346,00	28	-95.023,28	-6,90

Na simulação da análise de viabilidade econômica para a tipologia de Ensino Fundamental I, a irrigação e lavagem de pisos consome uma quantidade razoável de água, com custo para implantação do sistema a partir de R\$ 18.394,10, retorno de 7 anos (Payback) e benefícios financeiros variando entre R\$ 18.394,10 e R\$ 60.546,35 dependendo do volume da cisterna (Tabela 171).

**Tabela 171:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Fundamental I.*



Ensino Fundamental I: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	191,20	4.730,28	31.948,00	7	60.546,35	10,56
50	216,20	5.348,78	67.096,00	13	37.521,22	5,78
75	241,20	5.967,28	98.346,00	17	18.394,10	2,54
100	266,20	6.585,78	129.596,00	20	-733,03	-0,09
125	284,80	7.045,93	160.846,00	23	-22.963,90	-2,69
150	284,80	7.045,93	192.096,00	27	-54.213,90	-6,35
175	284,80	7.045,93	223.346,00	32	-85.463,90	-10,00
200	284,80	7.045,93	254.596,00	36	-116.713,90	-13,66
225	284,80	7.045,93	285.846,00	41	-147.963,90	-17,32
250	284,80	7.045,93	317.096,00	45	-179.213,90	-20,98

A simulação para descarga sanitária (Tabela 172) mostra um investimento acima de 30 mil reais, com payback de 5 anos e benefícios financeiros próximos a R\$ 100.000,00 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>.

**Tabela 172:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Fundamental I.

Ensino Fundamental I: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	271,26	6.711,07	31.948,00	5	99.370,72	12,21
50	296,26	7.329,57	67.096,00	9	76.345,59	8,59
75	321,26	7.948,07	98.346,00	12	57.218,47	5,94
100	336,32	8.320,49	129.596,00	16	33.268,14	3,30
125	336,32	8.320,49	160.846,00	19	2.018,14	0,20
150	336,32	8.320,49	192.096,00	23	-29.231,86	-2,90
175	336,32	8.320,49	223.346,00	27	-60.481,86	-5,99
200	336,32	8.320,49	254.596,00	31	-91.731,86	-9,09
225	336,32	8.320,49	285.846,00	34	-122.981,86	-12,19
250	336,32	8.320,49	317.096,00	38	-154.231,86	-15,29

A Tabela 173 mostra que o sistema é viável para os menores volumes de cisternas para irrigação, lavagem de pisos e descarga, pois a área de coleta de águas pluviais é favorável.

**Tabela 173:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental I.

Ensino Fundamental I: Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
50	397,49	9.833,85	67.566,00	7	124.960,58	10,48
100	447,49	11.070,85	130.066,00	12	86.706,32	6,46
150	497,49	12.307,85	192.566,00	16	48.452,07	3,25
200	547,49	13.544,85	255.066,00	19	10.197,82	0,62
250	583,60	14.438,26	317.566,00	22	-34.790,98	-1,99
300	583,60	14.438,26	380.066,00	26	-97.290,98	-5,56
350	583,60	14.438,26	442.566,00	31	-159.790,98	-9,13
400	583,60	14.438,26	505.066,00	35	-222.290,98	-12,70
450	583,60	14.438,26	567.566,00	39	-284.790,98	-16,27
500	583,60	14.438,26	630.066,00	44	-347.290,98	-19,84

Para a tipologia de Ensino Fundamental II, a irrigação e lavagem de pisos consome uma quantidade maior de água, com custo para implantação do sistema a partir de R\$ 18.394,1031.948,00, retorno de 12 anos (Payback) e benefícios financeiros de R\$ 20.240,48 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> (Tabela 174).

**Tabela 174:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Fundamental II.

Ensino Fundamental II: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	108,08	2.673,90	31.948,00	12	20.240,48	6,24
50	133,08	3.292,40	67.096,00	20	-2.784,64	-0,70
75	158,08	3.910,90	98.346,00	25	-21.911,77	-4,62
100	183,08	4.529,40	129.596,00	29	-41.038,90	-7,47
125	208,08	5.147,90	160.846,00	31	-60.166,03	-9,64
150	233,08	5.766,40	192.096,00	33	-79.293,15	-11,34
175	258,08	6.384,90	223.346,00	35	-98.420,28	-12,71
200	283,08	7.003,40	254.596,00	36	-117.547,41	-13,84
225	287,71	7.117,97	254.596,00	36	-115.301,88	-13,36
250	287,71	7.117,97	317.096,00	45	-177.801,88	-20,60

A simulação para descarga sanitária (Tabela 175) mostra um investimento acima de 32 mil reais, com payback de 4 anos e benefícios financeiros próximos a R\$ 120.000,00 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>.

**Tabela 175:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Fundamental II.*

Ensino Fundamental II: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	322,68	7.983,12	32.198,00	4	124.053,54	12,81
50	347,68	8.601,62	67.346,00	8	101.028,41	9,69
75	372,68	9.220,12	98.596,00	11	81.901,29	7,33
100	397,68	9.838,62	129.846,00	13	62.774,16	5,26
125	422,68	10.457,12	161.096,00	15	43.647,03	3,44
150	431,86	10.684,11	192.346,00	18	16.846,04	1,30
175	431,86	10.684,11	223.596,00	21	-14.403,96	-1,11
200	431,86	10.684,11	254.846,00	24	-45.653,96	-3,52
225	431,86	10.684,11	254.846,00	24	-45.653,96	-3,52
250	431,86	10.684,11	317.346,00	30	-108.153,96	-8,35

A Tabela 176 mostra que o sistema é viável para volumes de cisternas entre 50 e 200 m<sup>3</sup> para irrigação, lavagem de pisos e descarga.

**Tabela 176:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental II.*

Ensino Fundamental II: Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
50	412,45	10.204,13	70.405,00	7	129.379,34	10,46
100	462,45	11.441,13	132.905,00	12	91.125,09	6,57
150	512,45	12.678,13	195.405,00	15	52.870,83	3,44
200	562,45	13.915,13	257.905,00	19	14.616,58	0,87
250	612,45	15.152,13	320.405,00	21	-23.637,68	-1,29
300	662,45	16.389,13	382.905,00	23	-61.891,93	-3,11
350	712,45	17.626,13	445.405,00	25	-100.146,18	-4,69
400	719,57	17.802,07	507.905,00	29	-159.197,67	-7,37
450	719,57	17.802,07	507.905,00	29	-159.197,67	-7,37
500	719,57	17.802,07	632.905,00	36	-284.197,67	-13,17

Para os edifícios de ensino médio, a irrigação e lavagem de pisos é viável tendo um custo para implantação do sistema a partir de R\$ 10.329,20, retorno de 5 anos (Payback) e benefícios financeiros de R\$ 34.065,28 para uma cisterna de 5 m<sup>3</sup> (Tabela 177).

**Tabela 177:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Médio.*



Ensino Médio: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
5	92,01	2.276,26	10.329,20	5	34.065,28	12,34
10	97,01	2.399,96	15.859,20	7	30.959,85	10,64
15	102,01	2.523,66	21.104,00	8	28.139,63	9,20
20	107,01	2.647,36	27.163,00	10	24.505,20	7,63
25	112,01	2.771,06	32.198,00	12	21.894,78	6,52
30	117,01	2.894,76	37.383,00	13	19.134,35	5,45
35	122,01	3.018,46	48.596,00	16	10.345,93	2,83
40	127,01	3.142,16	54.846,00	18	6.520,50	1,71
45	132,01	3.265,86	61.096,00	19	2.695,07	0,68
50	137,01	3.389,56	67.346,00	20	-1.130,35	-0,28

A simulação para descarga sanitária (Tabela 178) mostra um investimento acima de 32 mil reais, com payback de 3 anos e benefícios financeiros próximos a R\$ 160.000,00 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>.

**Tabela 178:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Médio.

Ensino Médio: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	413,97	10.241,52	32.418,00	3	168.099,23	13,54
50	438,97	10.860,02	67.566,00	6	145.074,10	11,02
75	463,97	11.478,52	98.816,00	9	125.946,97	9,05
100	488,97	12.097,02	130.066,00	11	106.819,84	7,28
125	513,97	12.715,52	161.316,00	13	87.692,72	5,69
150	522,53	12.927,47	192.566,00	15	60.596,93	3,87
175	522,53	12.927,47	223.816,00	17	29.346,93	1,87
200	522,53	12.927,47	255.066,00	20	-1.903,07	-0,12
225	522,53	12.927,47	286.316,00	22	-33.153,07	-2,11
250	522,53	12.927,47	317.566,00	25	-64.403,07	-4,11

A Tabela 179 mostra que o sistema é viável para volumes de cisternas entre 50 e 300 m<sup>3</sup> para irrigação, lavagem de pisos e descarga.

**Tabela 179:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – Ensino Fundamental II.

Ensino Médio: Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
50	571,77	14.145,49	74.969,00	5	202.067,74	11,78
100	621,77	15.382,49	137.469,00	9	163.813,48	8,78
150	671,77	16.619,49	199.969,00	12	125.559,23	6,23
200	721,77	17.856,49	262.469,00	15	87.304,98	4,03
250	771,77	19.093,49	324.969,00	17	49.050,72	2,12
300	821,77	20.330,49	387.469,00	19	10.796,47	0,44
350	871,77	21.567,49	449.969,00	21	-27.457,79	-1,05
400	921,77	22.804,49	512.469,00	22	-65.712,04	-2,38
450	971,77	24.041,49	574.969,00	24	-103.966,29	-3,57
500	1006,69	24.905,59	637.469,00	26	-149.529,63	-4,95

E ainda para os edifícios de ensino superior, a simulação de análise de viabilidade para o sistema de aproveitamento de águas pluviais mostra que, para a irrigação e lavagem de pisos, o sistema é viável tendo um custo para implantação a partir de R\$ 31.948,00, retorno de 6 anos (Payback) e benefícios financeiros de R\$ 64.974,48 para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> (Tabela 170).

**Tabela 180:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação e lavagem de pisos – Ensino Superior.*

Ensino Superior: Irrigação e Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
25	200,33	4.956,20	31.948,00	6	64.974,48	10,81
50	225,33	5.574,70	67.096,00	12	41.949,36	6,21
75	250,33	6.193,20	98.346,00	16	22.822,23	3,04
100	275,33	6.811,70	129.596,00	19	3.695,10	0,45
125	289,31	7.157,51	160.846,00	23	-20.776,84	-2,39
150	289,31	7.157,51	192.096,00	27	-52.026,84	-5,99
175	289,31	7.157,51	223.346,00	31	-83.276,84	-9,59
200	289,31	7.157,51	254.596,00	36	-114.526,84	-13,20
225	289,31	7.157,51	285.846,00	40	-145.776,84	-16,80
250	289,31	7.157,51	317.096,00	44	-177.026,84	-20,40

A simulação para descarga sanitária (Tabela 181) mostra um investimento acima de 140 mil reais, com payback de 3 anos e benefícios financeiros próximos a R\$ 676.000,00 para uma cisterna de 100 m<sup>3</sup>.

**Tabela 181:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitária – Ensino Superior.*

Ensino Superior: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
100	1691,30	41.842,66	143.746,40	3	676.167,09	13,33
200	1791,30	44.316,66	268.746,40	6	599.658,58	11,16
300	1891,30	46.790,66	393.746,40	8	523.150,08	9,22
400	1991,30	49.264,66	518.746,40	11	446.641,57	7,48
500	2091,30	51.738,66	643.746,40	12	370.133,06	5,90
600	2107,85	52.148,16	768.746,40	15	253.159,37	4,00
700	2107,85	52.148,16	893.746,40	17	128.159,37	2,03
800	2107,85	52.148,16	1.018.746,40	20	3.159,37	0,05
900	2107,85	52.148,16	1.143.746,40	22	-121.840,63	-1,93
1000	2107,85	52.148,16	1.268.746,40	24	-246.840,63	-3,90

A Tabela 182 mostra que o sistema é viável para volumes de cisternas a partir de 100 m<sup>3</sup> para irrigação, lavagem de pisos e descarga.

**Tabela 182:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em irrigação, lavagem de piso e descarga sanitária – ensino superior.*

Ensino Superior: Irrigação, Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m³)	Economia (m³/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m³)
100	1918,41	47.461,42	154.737,60	3	775.306,05	13,47
200	2018,41	49.935,42	279.737,60	6	698.797,54	11,54
300	2118,41	52.409,42	404.737,60	8	622.289,04	9,79
400	2218,41	54.883,42	529.737,60	10	545.780,53	8,20
500	2318,41	57.357,42	654.737,60	11	469.272,02	6,75
600	2418,41	59.831,42	779.737,60	13	392.763,51	5,41
700	2518,41	62.305,42	904.737,60	15	316.255,00	4,19
800	2618,41	64.779,42	1.029.737,60	16	239.746,50	3,05
900	2713,74	67.137,96	1.154.737,60	17	160.974,80	1,98
1000	2713,74	67.137,96	1.279.737,60	19	35.974,80	0,44

O aproveitamento de águas pluviais em edifícios de ensino provou ser rentável para todos os usos não potáveis. Isso ocorre em função de sua área de cobertura favorável para captação da água da chuva.

### 6.1.5. Edificações de Saúde

Conforme os resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em Edificações de Saúde, verificou-se que na UBS, a *Lavagem de Pisos* (Cenário 1) consome pouca água, com custo para implantação do sistema a partir de R\$ 7.730,20, retorno de 5 anos e benefícios financeiros variando entre R\$ 1.732,65 e R\$ 22.561,24 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental entre R\$ 0,76 e 11,95 por  $m^3$  de água economizado. Para o segundo cenário, *Descarga Sanitária*, o custo capital iniciou em R\$ 32.198,00, com retorno de 4 anos e benefícios financeiros entre R\$ 9.777,54 e R\$ 119.930,25, com custo incremental variando entre R\$ 0,78 e 12,72 por  $m^3$  de água economizado. Para o terceiro cenário, *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*, o custo capital foi o mesmo descrito no cenário anterior, R\$ 32.198,00, com retorno de 4 anos, benefícios financeiros entre R\$ 15.265,36 e R\$ 114.360,64, com custo incremental entre R\$ 1,03 e 13,15 por  $m^3$  de água economizado. Conforme análise, o investimento deixa de ser viável a partir de 35  $m^3$  de cisterna (Cenário 1), 175  $m^3$  de cisterna (Cenário 2) e 200  $m^3$  de cisterna (Cenário 3), pois o valor do investimento é alto comparado aos benefícios financeiros resultantes (Tabela 183 - Tabela 185).

Na UPA, verificou-se no primeiro cenário, *Lavagem de Pisos*, um custo capital a partir de R\$ 7.730,20, com retorno de 4 anos e benefícios financeiros variando entre R\$ 2.021,86 e R\$ 26.304,82 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental entre R\$ 0,88 e 12,41 por  $m^3$  de água economizado. Para o segundo cenário, *Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)*, o custo capital iniciou em R\$ 70.935,00, com retorno de 4 anos e benefício financeiros entre R\$ 47.096,36 e R\$ 241.485,92, com custo incremental variando entre R\$ 1,77 e 12,49 por  $m^3$  de água economizado. Para o terceiro cenário, *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário & Expurgo)*, o custo capital iniciou em R\$ 70.935,00, com retorno de 4 anos, benefícios financeiros entre R\$ 1.699,85 e R\$ 250.81510, com custo incremental entre R\$ 0,06 e 12,59 por  $m^3$  de água economizado. Conforme análise, o investimento deixa de ser viável a partir de 35  $m^3$  de cisterna (Cenário 1), 350  $m^3$  de cisterna (Cenário 2) e 400  $m^3$  de cisterna (Cenário 3), (

Tabela 186 - Tabela 188).

O aproveitamento de águas pluviais em hospitais provou ser rentável. Resultados da análise para *Lavagem de Pisos* demonstraram um custo capital a partir de R\$ 68.096,00, com retorno de 5 anos e benefícios financeiros compreendidos entre R\$ 34.975,39 e R\$ 216.637,02 dependendo do volume da cisterna, e custo incremental variando entre R\$ 1,60 e 12,29 por  $m^3$  de água economizado. Para o segundo cenário, *Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo)*, o custo capital iniciou em R\$ 657.367,60, com retorno de 4 anos, benefícios financeiros variando entre R\$ 776.436,76 e 2.975.783,92, com custo incremental entre R\$ 2,75 e 13,24 por  $m^3$  de água economizado. A utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em *Máquina de Lavar Roupas* (Cenário 3), resultou em um custo capital a partir de R\$ 344.867,60, com retorno de 3 anos e benefícios financeiros variando entre R\$ 1.050.867,63 e 1.624.681,44, com custo incremental entre R\$ 7,28 e 13,33 por  $m^3$  de água economizado. E para *Lavagem de Pisos & Máquina de Lavar Roupas* (Cenário 4), foi obtido como resultado, um custo capital a partir de R\$ 344.867,60, com retorno de 3 anos, benefícios financeiros variando entre R\$ 447.599,46 e 1.898.705,17, e custo incremental entre R\$ 2,42 e 13,68 por  $m^3$  de água economizado. O investimento deixa de ser viável a partir de 300  $m^3$  de cisterna (Cenário 1), 4000  $m^3$  de cisterna

(Cenário 2), 2000 m<sup>3</sup> de cisterna (Cenário 3), e permanece com os mesmos benefícios financeiros para cisternas com volumes entre 2000 e 2500 m<sup>3</sup> (Cenário 4), (

Tabela 189 - Tabela 192).

Em geral, resultados pela análise do custo incremental média de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para UBS, UPA e Hospital indicaram que os melhores benefícios alcançados foram com volumes baixos de cisterna.

**Tabela 183:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Lavagem de Pisos.*

UBS: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
5	63	1.556,73	7.730,20	5	22.561,24	11,95
10	68	1.680,43	13.260,20	8	19.455,81	9,55
15	73	1.804,13	18.505,00	10	16.635,59	7,60
20	76	1.874,34	24.564,00	13	11.952,65	5,26
25	76	1.874,34	29.599,00	16	6.917,65	3,04
30	76	1.874,34	34.784,00	19	1.732,65	0,76
35	76	1.874,34	45.997,00	25	-9.480,35	-4,17
40	76	1.874,34	52.247,00	28	-15.730,35	-6,92
45	76	1.874,34	58.497,00	31	-21.980,35	-9,67
50	76	1.874,34	64.747,00	35	-28.230,35	-12,42

**Tabela 184:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Descarga Sanitária.*

UBS: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	314	7.772,75	32.198,00	4	119.930,25	12,72
50	339	8.391,25	67.346,00	8	96.905,12	9,52
75	364	9.009,75	98.596,00	11	77.777,99	7,12
100	389	9.628,25	129.846,00	14	58.650,86	5,02
125	414	10.246,75	161.096,00	16	39.523,74	3,18
150	417	10.323,48	192.346,00	19	9.777,54	0,78
175	417	10.323,48	223.596,00	22	-21.472,46	-1,72
200	417	10.323,48	254.846,00	25	-52.722,46	-4,21
225	417	10.323,48	286.096,00	28	-83.972,46	-6,71
250	417	10.323,48	317.346,00	31	-115.222,46	-9,20

**Tabela 185:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UBS: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

UBS: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	358	8.866,12	32.198,00	4	141.360,64	13,15
50	383	9.484,62	67.346,00	7	118.335,51	10,29
75	408	10.103,12	98.596,00	10	99.208,39	8,10
100	433	10.721,62	129.846,00	12	80.081,26	6,16
125	458	11.340,12	161.096,00	14	60.954,13	4,43
150	483	11.958,62	192.346,00	16	41.827,01	2,88

175	493	12.197,81	223.596,00	18	15.265,36	1,03
200	493	12.197,81	254.846,00	21	-15.984,64	-1,08
225	493	12.197,81	286.096,00	23	-47.234,64	-3,19
250	493	12.197,81	317.346,00	26	-78.484,64	-5,31

**Tabela 186:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Lavagem de Pisos.

UPA: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
5	71	1.747,73	7.730,20	4	26.304,82	12,41
10	76	1.889,09	13.260,20	7	23.545,66	10,28
15	76	1.889,09	18.505,00	10	18.300,86	7,99
20	76	1.889,09	24.564,00	13	12.241,86	5,34
25	76	1.889,09	29.599,00	16	7.206,86	3,15
30	76	1.889,09	34.784,00	19	2.021,86	0,88
35	76	1.889,09	45.997,00	24	-9.191,14	-4,01
40	76	1.889,09	52.247,00	28	-15.441,14	-6,74
45	76	1.889,09	58.497,00	31	-21.691,14	-9,47
50	76	1.889,09	64.747,00	34	-27.941,14	-12,20

**Tabela 187:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).

UPA: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	645	15.950,77	70.935,00	4	241.485,92	12,49
100	695	17.187,77	133.435,00	8	203.231,66	9,75
150	745	18.424,77	195.935,00	11	164.977,41	7,38
200	795	19.661,77	258.435,00	13	126.723,16	5,32
250	845	20.898,77	320.935,00	15	88.468,90	3,49
300	888	21.976,67	383.435,00	17	47.096,36	1,77
350	888	21.976,67	445.935,00	20	-15.403,64	-0,58
400	888	21.976,67	508.435,00	23	-77.903,64	-2,92
450	888	21.976,67	570.935,00	26	-140.403,64	-5,27
500	888	21.976,67	633.435,00	29	-202.903,64	-7,61

**Tabela 188:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – UPA: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo).

UPA: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (Vaso Sanitário e Expurgo)						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	664	16.426,74	70.935,00	4	250.815,10	12,59
100	714	17.663,74	133.435,00	8	212.560,84	9,92
150	764	18.900,74	195.935,00	10	174.306,59	7,61

200	814	20.137,74	258.435,00	13	136.052,33	5,57
250	864	21.374,74	320.935,00	15	97.798,08	3,77
300	914	22.611,74	383.435,00	17	59.543,82	2,17
350	924	22.849,28	445.935,00	20	1.699,85	0,06
400	924	22.849,28	508.435,00	22	-60.800,15	-2,19
450	924	22.849,28	570.935,00	25	-123.300,15	-4,45
500	924	22.849,28	633.435,00	28	-185.800,15	-6,71

**Tabela 189:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Lavagem de Pisos.

<b>HOSPITAL: Lavagem de Pisos</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
50	588	14.538,15	68.096,00	5	216.637,02	12,29
100	638	15.775,15	130.596,00	8	178.382,77	9,33
150	688	17.012,15	193.096,00	11	140.128,52	6,79
200	729	18.024,72	255.596,00	14	97.475,39	4,46
250	729	18.024,72	318.096,00	18	34.975,39	1,60
300	729	18.024,72	380.596,00	21	-27.524,61	-1,26
350	729	18.024,72	443.096,00	25	-90.024,61	-4,12
400	729	18.024,72	505.596,00	28	-152.524,61	-6,98
450	729	18.024,72	505.596,00	28	-152.524,61	-6,98
500	729	18.024,72	630.596,00	35	-277.524,61	-12,70

**Tabela 190:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo).

<b>HOSPITAL: Descarga Sanitária (Vaso Sanitário, Mictório e Expurgo)</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
500	7493	185.371,98	657.367,60	4	2.975.783,92	13,24
1000	7993	197.741,98	1.282.367,60	6	2.593.241,37	10,81
1500	8493	210.111,98	1.282.367,60	6	2.835.698,83	11,13
2000	8993	222.481,98	2.532.367,60	11	1.828.156,29	6,78
2500	9402	232.598,11	2.532.367,60	11	2.026.436,76	7,18
3000	9402	232.598,11	3.782.367,60	16	776.436,76	2,75
3500	9402	232.598,11	3.782.367,60	16	776.436,76	2,75
4000	9402	232.598,11	5.032.367,60	22	-473.563,24	-1,68
4500	9402	232.598,11	5.032.367,60	22	-473.563,24	-1,68
5000	9402	232.598,11	6.282.367,60	27	-1.723.563,24	-6,11

**Tabela 191:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Máquina de lavar roupas.

**HOSPITAL: Máquina de lavar roupas**



Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
250	4062	100.496,22	344.867,60	3	1.624.681,44	13,33
500	4312	106.681,22	657.367,60	6	1.433.410,17	11,08
750	4562	112.866,22	907.367,60	8	1.304.638,90	9,53
1000	4812	119.051,22	1.282.367,60	11	1.050.867,63	7,28
1250	5062	125.236,22	1.282.367,60	10	1.172.096,36	7,72
1500	5192	128.449,31	1.282.367,60	10	1.235.074,48	7,93
1750	5192	128.449,31	1.282.367,60	10	1.235.074,48	7,93
2000	5192	128.449,31	2.532.367,60	20	-14.925,52	-0,10
2250	5192	128.449,31	2.532.367,60	20	-14.925,52	-0,10
2500	5192	128.449,31	2.532.367,60	20	-14.925,52	-0,10

**Tabela 192:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Hospital: Lavagem de Pisos & Máquina de lavar roupas.

<b>HOSPITAL: Lavagem de Pisos &amp; Máquina de lavar roupas</b>						
Vol. Cisterna (m3)	Economia (m3/ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m3)
250	4627	114.476,70	344.867,60	3	1.898.705,17	13,68
500	4877	120.661,70	657.367,60	5	1.707.433,90	11,67
750	5127	126.846,70	907.367,60	7	1.578.662,63	10,26
1000	5377	133.031,70	1.282.367,60	10	1.324.891,36	8,21
1250	5627	139.216,70	1.282.367,60	9	1.446.120,09	8,57
1500	5877	145.401,70	1.282.367,60	9	1.567.348,82	8,89
1750	6127	151.586,70	1.282.367,60	8	1.688.577,55	9,19
2000	6146	152.047,00	2.532.367,60	17	447.599,46	2,43
2250	6146	152.047,00	2.532.367,60	17	447.599,46	2,43
2500	6146	152.047,00	2.532.367,60	17	447.599,46	2,43

### 6.1.6. Edificações de Transporte

Conforme resultados da análise de viabilidade econômica para sistemas de aproveitamento de águas pluviais em Edificações de Transporte, verificou-se que no Aeroporto Internacional de Brasília o máximo do potencial de redução do consumo é atingido com a cisterna de 2000m<sup>3</sup>, o custo capital à ser investido é de R\$ 2.532.367,60 com benefício financeiro anual de R\$ 188.095,05 e um *payback* de 13 anos. Com uma cisterna de 500 m<sup>3</sup> é possível economizar R\$ 6.127,00 ao ano, com custo capital de R\$ 657.367,00 e um *payback* de 4 anos. Para o Cenário 2 (Irrigação), o potencial de redução é máximo com uma cisterna de 5.000 m<sup>3</sup>, e é necessário investir um custo capital de R\$ 6.282.367,60, que gera um benefício financeiro anual de R\$ 250.245,45 e um *payback* de aproximadamente 25 anos. Com uma cisterna de 1000 m<sup>3</sup>, nesse cenário, é possível economizar 6115 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com um custo capital de R\$ 1.282.367,60 gerando um benefício anual de R\$ 151.288,45 e um *payback* de 8 anos. No Cenário 3 (Desemborachamento de pistas, Irrigação e Lavagem de Pisos), a economia máxima é dada por uma cisterna de 6000m<sup>3</sup>, cujo custo capital de implantação é de R\$ 7.532.367,60, com benefício financeiro anual de R\$ 256.979,71 e um *payback* de aproximadamente 29 anos. É possível ainda economizar 6115m<sup>3</sup>/ano de água potável com uma cisterna de 1000 m<sup>3</sup> semelhante à cisterna do Cenário 2 com os mesmos custos capital e de benefício.

Para a Rodoviária do Plano Piloto, no Cenário 1 (Lavagem de Pisos), a economia máxima é atingida com uma cisterna de 250 m<sup>3</sup>, para a implantação desse sistema, nesse cenário, é necessário um custo capital de R\$ 317.566,90, que gerará um benefício financeiro anual de R\$ 10.192,36 e um *payback* de aproximadamente 31 anos. Com uma cisterna de 25 m<sup>3</sup>, é possível uma economia de 487m<sup>3</sup>/ano

de água potável com um custo capital de R\$ 32.418,00 que gerará um benefício anual de R\$ 7.278,00 e um *payback* de 4 anos. No caso do Cenário 2 (Descarga Sanitária), a área de cobertura da rodoviária não é suficiente para suprir toda a demanda.

Para a estação do Metrô, no Cenário 1 (Lavagem de Pisos), a economia do sistema é máxima com uma cisterna de 150 m<sup>3</sup>, que requer um custo capital de R\$ 192.566,00 e gera um benefício anual de R\$ 7.808,66 com *payback* de 25 anos. Para uma cisterna de 25 m<sup>3</sup> é possível economizar 413 m<sup>3</sup>/ano de água potável, com custo capital de R\$ 32.418,00 e um benefício anual de R\$ 6.173,67, com um *payback* de 5 anos. Para o Cenário 2 (Descarga Sanitária) o custo atinge o equilíbrio com 30 m<sup>3</sup>, e requer um custo capital de R\$ 345.784,00 e um benefício anual de R\$ 1.563,00, com *payback* de 22 anos. Com uma cisterna de 5 m<sup>3</sup> é possível implantar o sistema com um custo capital de R\$ 7.730,20 com benefício anual de R\$ 1.192,51 e um *payback* de 7 anos. Para o Cenário 3 (Lavagem de Pisos e Descarga Sanitária) o potencial máximo de redução é dado por uma cisterna de 225 m<sup>3</sup> com. Para uma cisterna de 25m<sup>3</sup>, o custo capital de R\$ 32.418,00, com benefício financeiro anual de R\$ 7.359,85 e *payback* de 4 anos.

**Tabela 193:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Lavagem de Pisos.*

AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA: Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
500	6127	151,594.15	657,367.60	4	2,313,723.52	12.59
1000	6627	163,964.15	1,282,367.60	8	1,931,180.97	9.71
1500	7127	176,334.15	1,907,367.60	11	1,548,638.43	7.24
2000	7603	188,095.05	2,532,367.60	13	1,154,157.29	5.06
2500	7603	188,095.05	3,157,367.60	17	529,157.29	2.32
3000	7603	188,095.05	3,782,367.60	20	-95,842.71	-0.42
3500	7603	188,095.05	4,407,367.60	23	-720,842.71	-3.16
4000	7603	188,095.05	5,032,367.60	27	-1,345,842.71	-5.90
4500	7603	188,095.05	5,657,367.60	30	-1,970,842.71	-8.64
5000	7603	188,095.05	6,282,367.60	33	-2,595,842.71	-11.38

**Tabela 194:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Irrigação*

AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA: Irrigação						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
1000	6115	151,288.45	1,282,367.60	8	1,682,731.71	9.17
2000	7115	176,028.45	2,532,367.60	14	917,646.63	4.30
3000	8115	200,768.45	3,782,367.60	19	152,561.55	0.63
4000	9115	225,508.45	5,032,367.60	22	-612,523.53	-2.24
5000	10115	250,248.45	6,282,367.60	25	-1,377,608.61	-4.54
6000	10387	256,979.71	7,532,367.60	29	-2,495,672.96	-8.01
7000	10387	256,979.71	8,782,367.60	34	-3,745,672.96	-12.02
8000	10387	256,979.71	10,032,367.60	39	-4,995,672.96	-16.03
9000	10387	256,979.71	11,282,367.60	44	-6,245,672.96	-20.04
10000	10387	256,979.71	12,532,367.60	49	-7,495,672.96	-24.05

**Tabela 195:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – AIB: Desemborrachamento de Pista, Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária.*

AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA: Desemborrachamento de Pista; Irrigação & Lavagem de piso						
---	--	--	--	--	--	--



Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
1000	6115	151,288.45	1,282,367.60	8	1,682,731.71	9.17
2000	7115	176,028.45	2,532,367.60	14	917,646.63	4.30
3000	8115	200,768.45	3,782,367.60	19	152,561.55	0.63
4000	9115	225,508.45	5,032,367.60	22	-612,523.53	-2.24
5000	10115	250,248.45	6,282,367.60	25	-1,377,608.61	-4.54
6000	10387	256,979.71	7,532,367.60	29	-2,495,672.96	-8.01
7000	10387	256,979.71	8,782,367.60	34	-3,745,672.96	-12.02
8000	10387	256,979.71	10,032,367.60	39	-4,995,672.96	-16.03
9000	10387	256,979.71	11,282,367.60	44	-6,245,672.96	-20.04
10000	10387	256,979.71	12,532,367.60	49	-7,495,672.96	-24.05

**Tabela 196:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Rodoviária do Plano Piloto: Lavagem de Pisos.

RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA : Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	487	7,278.04	32,418.00	4	110,013.68	7.54
50	512	7,652.04	67,566.00	9	82,196.25	5.36
75	537	8,026.04	98,816.00	12	58,276.81	3.62
100	562	8,400.04	130,066.00	16	34,357.38	2.04
125	587	8,774.04	161,316.00	18	10,437.94	0.59
150	612	9,148.04	192,566.00	21	-13,481.49	-0.73
175	637	9,522.04	223,816.00	24	-37,400.93	-1.96
200	662	9,896.04	255,066.00	26	-61,320.36	-3.09
225	681	10,192.36	286,316.00	28	-86,762.50	-4.24
250	681	10,192.36	317,566.00	31	-118,012.50	-5.77

**Tabela 197:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Lavagem de Pisos.

METRÔ DO DISTRITO FEDERAL : Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	413	6,173.67	32,418.00	5	88,367.45	7.14
50	438	6,547.67	67,566.00	10	60,550.01	4.61
75	463	6,921.67	98,816.00	14	36,630.58	2.64
100	488	7,295.67	130,066.00	18	12,711.14	0.87
125	513	7,669.67	161,316.00	21	-11,208.29	-0.73
150	522	7,808.66	192,566.00	25	-39,733.98	-2.54
175	522	7,808.66	223,816.00	29	-70,983.98	-4.53
200	522	7,808.66	255,066.00	33	-102,233.98	-6.53
225	522	7,808.66	255,066.00	33	-102,233.98	-6.53
250	522	7,808.66	317,566.00	41	-164,733.98	-10.52

**Tabela 198:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Descarga Sanitária.*

METRÔ DO DISTRITO FEDERAL: Descarga Sanitária						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
5	80	1,192.51	7,730.20	7	15,422.43	6.45
10	85	1,267.31	13,260.20	11	11,358.54	4.47
15	90	1,342.11	18,505.00	14	7,579.85	2.82
20	95	1,416.91	24,564.00	17	2,986.97	1.05
25	100	1,491.71	29,599.00	20	-581.92	-0.19
30	105	1,563.98	34,784.00	22	-4,350.51	-1.39
35	105	1,563.98	45,997.00	30	-15,563.51	-4.96
40	105	1,563.98	52,247.00	34	-21,813.51	-6.96
45	105	1,563.98	52,247.00	34	-21,813.51	-6.96
50	105	1,563.98	64,747.00	42	-34,313.51	-10.94

**Tabela 199:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de águas pluviais – Metrô-DF: Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária*

METRÔ DO DISTRITO FEDERAL: Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos						
Vol. Cisterna (m <sup>3</sup> )	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
25	492	7,359.85	32,418.00	4	111,617.07	7.56
50	517	7,733.85	67,566.00	9	83,799.63	5.40
75	542	8,107.85	98,816.00	12	59,880.20	3.68
100	567	8,481.85	130,066.00	15	35,960.76	2.11
125	592	8,855.85	161,316.00	18	12,041.33	0.68
150	617	9,229.85	192,566.00	21	-11,878.11	-0.64
175	642	9,603.85	223,816.00	23	-35,797.54	-1.86
200	667	9,977.85	255,066.00	26	-59,716.98	-2.98
225	691	10,332.59	255,066.00	25	-52,763.84	-2.55
250	691	10,332.59	317,566.00	31	-115,263.84	-5.56

## 6.2. Sistemas de reúso de águas cinzas

Os custos dos sistemas de reúso de águas cinzas incluíram os principais custos dos componentes destinados à coleta, tratamento, armazenamento e distribuição. As estimativas de custo para esses equipamentos e componentes foram baseadas no menor preço de pelo menos três cotações obtidas de fornecedores locais e nacionais. Os custos da instalação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial foram compostos pela preparação do local e mão de obra de instalação. Os custos operacionais incluíram consumo de energia, insumos para tratamento e custo de mão-de-obra para a manutenção do sistema. O consumo anual de energia de bombeamento foi estimado pelo produto da potência do equipamento, sua frequência de uso anual e tarifa de energia elétrica. Demais insumos relacionados ao tratamento foram estimados em função da capacidade de produção diária do sistema.

### 6.2.1. Edificações Hoteleiras

A instalação de sistemas de tratamento de águas cinzas nas edificações hoteleiras de baixa densidade provou ser viável para uso nas *Descargas Sanitárias* ou ainda nas *Descargas Sanitárias, Lavagem de Pisos & Irrigação*. A Tabela 200 mostra que o sistema irá promover o melhor benefício financeiro, com um custo capital no valor de R\$ 32.850,00 para o uso do sistema em *Descargas Sanitárias, Lavagem de Pisos & Irrigação*, permitindo em um período de apenas 1 ano o retorno financeiro de R\$ 511.679,89, tendo um custo incremental de R\$ 15,12 por m<sup>3</sup> de água economizado. Para *Lavagem*

de Pisos, Irrigação e Lavagem & Irrigação o sistema de aproveitamento provou ser inviável por apresentar um período de retorno do investimento superior à vida útil do sistema.

**Tabela 200:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edificações hoteleiras de baixa densidade.

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiros	44	16	393,02	25.800,00	127,63	97	-R\$ 20.598,22	-R\$ 43,22
Irr.	Banheiros	37	6	138,76	25.800,00	127,63	2318	-R\$ 25.581,87	-R\$ 152,04
Lav. & Irr.	Banheiros	81	21	531,77	25.800,00	127,63	64	-R\$ 17.878,56	-R\$ 27,73
Desc. San.	Banheiros	3032	1107	27.378,87	32.850,00	129,13	1	R\$ 501.256,92	R\$ 15,10
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiros	3113	1128	27.910,64	32.850,00	129,13	1	R\$ 511.679,89	R\$ 15,12

Para os edifícios hoteleiros de alta densidade o sistema de aproveitamento é apresentado na Tabela 201. Verifica-se que o sistema é altamente favorável para qualquer reúso proposto, promovendo benefícios financeiros de até R\$ 5.069.365,13 com payback de apenas 4 meses para uso na *Descarga Sanitária, Lavagem & Irrigação*, sendo necessário um custo capital no valor de R\$ 109.180,00.

**Tabela 201:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edificações hoteleiras de alta densidade.

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiros	39051	14058	173.914,73	92.280,00	376,62	1	R\$ 3.309.143,44	R\$ 7,85
Irr.	Banheiros	9410	1431	17.716,89	46.780,00	356,62	3	R\$ 293.488,78	R\$ 6,84
Lav. & Irr.	Banheiros	48461	15490	191.619,24	92.280,00	376,62	0,5	R\$ 3.656.159,75	R\$ 7,87
Desc. San.	Banheiros	16161	5900	72.990,29	57.780,00	361,62	1	R\$ 1.365.773,85	R\$ 7,72
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiros	64622	21389	264.597,16	109.180,00	391,62	0,4	R\$ 5.069.365,13	R\$ 7,90

### 6.2.2. Edificações Comerciais

Conforme os resultados, verificou-se que para a implementação do sistema de reúso de águas cinzas no **Bloco Comercial Lago Norte** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 26.800,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 25.800,00 e uma economia de até 257 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 4 anos. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 26.270,00, com benefício de R\$ 6.369,45 por ano e com economia de 640 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 2 anos. Já em *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, economiza-se 898 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 22.211,06 e o custo capital de R\$ 26.800,00 com *payback* em torno de 1 ano.

No **Bloco Comercial Lago Sul** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.700,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 2.905,57 e uma economia de até 117 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 9 anos. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 25.700,00, com benefício de R\$ 2.905,57 por ano e com economia de 169 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 6 anos. Já em *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, economiza-se 197 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 4.876,66 e o custo capital de R\$ 25.800,00 com *payback* em torno de 5 anos.

No **Bloco Comercial Asa Norte** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.700,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 2.798,42 e uma economia de até 113 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 9 anos. A implementação do sistema de reúso de água nos cenários *Descarga Sanitária* e *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* foi inviável, pois, em ambos, a oferta de água foi inferior à demanda.

No **Bloco Comercial Asa Sul** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.700,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 1.706,66 e uma economia de até 69 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 15 anos. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 25.700,00, com benefício de R\$ 4.293,79 por ano e com economia de 174 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 6 anos. Já em *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, economiza-se 243 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 6.000,45 e o custo capital de R\$ 25.800,00 com *payback* em torno de 4 anos.

No **Bloco Comercial Sudoeste/Octogonal** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.800,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 8.344,35 e uma economia de até 337 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 3 anos. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 26.050,00, com benefício de R\$ 12.091,91 por ano e com economia de 489 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 2 anos. Já em *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, economiza-se 756 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 18.705,75 e o custo capital de R\$ 26.800,00 com *payback* em torno de 1 ano.

No **Bloco Comercial de Águas Claras** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.800,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 6.949,81 e uma economia de até 281 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 4 anos. A implementação do sistema de reúso de água nos cenários *Descarga Sanitária* e *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* foi inviável, pois, em ambos, a oferta de água foi inferior à demanda.

No **Galpão Comercial de Concessionárias de Veículos** o custo para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 25.700,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 3.752,71 e uma economia de até 152 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 7 anos. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 25.700,00, com benefício de R\$ 3.489,50 por ano e com economia de 141 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 7 anos. Já em *Lavagem de Veículos*, economiza-se 1.208 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 29.896,14 e o custo capital de R\$ 32.750,00 com *payback* em torno de 1 ano.

No **Galpão Comercial de Material de Construção** a implementação do sistema de reúso de água nos cenários *Lavagem de Pisos*; *Descarga Sanitária*; e *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* foi inviável, pois, em todos, a oferta de água foi inferior à demanda.

No **Galpão Comercial de Supermercado** a implementação do sistema de reúso de água nos cenários *Lavagem de Pisos*; *Descarga Sanitária*; e *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos* foi inviável, pois, em todos, a oferta de água foi inferior à demanda.

No **Centro Comercial** o custo capital para *Limpeza de Pisos*, é de R\$ 57.150,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 158.388,87 e uma economia de até 6.402 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* de aproximadamente 4 meses. O custo capital para a implantação desse sistema para *Descarga Sanitária* é de R\$ 108.550,00, com benefício de R\$ 795.435,08 por ano e com economia de 32.152 m<sup>3</sup>/ano que terá *payback* por volta de 1 mês. O custo para *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, é de R\$ 108.550,00, o que gerará um benefício anual de R\$ 795.435,08 e uma economia de até 32.152 m<sup>3</sup>/ano de água potável e um *payback* cerca de 2 meses. Já em *Lavagem de Veículos*, economiza-se

21.393 m<sup>3</sup>/ano, com benefício anual de R\$ 529.274,66 e o custo capital de R\$ 108.550,00 com *payback* em torno de 2 meses.

Em geral, a instalação de sistemas de tratamento de águas cinzas nas edificações de comércio provou ser viável na maioria das tipologias analisadas. De forma genérica, o melhor cenário para se investir em Edificações Comerciais é o *Descarga Sanitária & Lavagem de Pisos*, pois obtiveram os menores *paybacks*, com maiores benefícios financeiros e economia de água potável (Tabela 202-

Tabela 211).

**Tabela 202:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o *Bloco Comercial do Lago Norte*.

RESULTADOS - BL. LAGO NORTE									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Chuveiro Pet	715	257	6.369,45	25.800,00	12,78	4	98.793,38	12,79
Desc. San.	Máq. de Lavar Roupas	1779	640	15.841,61	26.270,00	12,78	2	283.982,06	14,78
Lav. Piso & Desc. San.	MLR e Ducha de Cabelo	2494	898	22.211,06	26.800,00	12,78	1	408.296,01	15,16

**Tabela 203:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o *Bloco Comercial do Lago Sul*.

RESULTADOS - BL. LAGO SUL									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatórios	326	117	2.905,57	25.700,00	12,78	9	421.080,90	119,51
Desc. San.	Ducha de Cabelo e Lavatórios	464	169	4.191,82	25.700,00	12,78	6	395.869,90	77,88
Desc. San. & Lav. Piso	Ducha de Cabelo e Lavatórios	548	197	4.876,66	25.800,00	12,78	5	384.306,60	64,99

**Tabela 204:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o *Bloco Comercial da Asa Norte*.

RESULTADOS - BL. ASA NORTE									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatórios	314	113	2.798,42	25.700,00	12,78	9	28.899,74	8,52
Desc. San.	Chuveiro, Ducha e Lavatório	842	288	7.122,79	25.700,00	12,78	4	113.659,18	13,16
Lav. Piso & Desc. San.	Chuveiro, Ducha e Lavatório	800	288	7.122,79	25.700,00	12,78	4	113.659,18	13,16

**Tabela 205:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o *Bloco Comercial da Asa Sul*.

RESULTADOS – BL. ASA SUL

Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	de Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatórios	192	69	1.706,66	25.700,00	12,78	15	7.500,76	3,62
Desc. San.	Lavatórios	482	174	4.293,79	25.700,00	12,78	6	58.209,65	11,18
Lav. Piso & Desc. San.	Lav. Cab. e Lavatórios	674	243	6.000,45	25.800,00	12,78	4	91.560,98	12,58

**Tabela 206:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial do Sudoeste/Octogonal.

RESULTADOS - BL. SUDOESTE/OCTOGONAL									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Banheiros	937	337	8.344,35	25.800,00	12,78	3	316.338,48	31,26
Desc. San.	MLR, LCs e Banheiros	1339	489	12.091,91	26.050,00	12,78	2	247.534,79	16,88
Desc. San. & Lav. Piso	MLR, LCs e Banheiros	2100	756	18.705,75	26.800,00	12,78	1	131.850,94	5,81

**Tabela 207:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Águas Claras.

RESULTADOS - BL. ÁGUAS CLARAS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatório e Máq. Lavar Roupa	780	281	6.949,81	25.800,00	12,78	4	110.168	13,07
Desc. San.	Lavatório, Máq. Lav. Roupa e Lav. Cab.	1142	411	10.175,37	25.800,00	12,78	3	173.391	14,05
Lav. Piso & Desc. San.	Lavatório, Máq. Lav. Roupa e Lav. Cab.	1142	411	10.175,37	25.800,00	12,78	3	173.391	14,05

**Tabela 208:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Galpão Comercial de Concessionária de Veículos.

RESULTADOS - GALPÃO COMERCIAL DE CONCESSIONÁRIA									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Banheiros	421	152	3.752,71	25.700,00	12,78	7	47.604	10,46
Desc. San.	Banheiros	392	141	3.489,50	25.700,00	12,78	7	42.445	10,03
Lavagem de Veículos	Lavagem de Veículos	3357	1208	29.896,14	32.750,00	14,28	1	552.947	15,25

**Tabela 209:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Bloco Comercial de Galpão Comercial de Material de Construção.

RESULTADOS - GALPÃO COMERCIAL DE MAT. DE CONSTRUÇÃO									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Banheiros	263	95	2.346,03	25.700,00	12,78	11	432.048,20	151,87
Desc. San.	Banheiros	263	95	2.346,03	25.700,00	12,78	11	432.048,20	151,87
Desc. San. & Lav. Piso	Banheiros	263	95	2.346,03	25.700,00	12,78	11	432.048,20	151,87



**Tabela 210:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o **Bloco Comercial de Galpão Comercial de Supermercado.**

RESULTADOS - GALPÃO COMERCIAL DE SUPERMERCADO									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatórios	183	66	1.632,73	25.700,00	12,78	16	6.051,63	3,06
Desc. San. (VS)	Lavatórios	183	66	1.632,73	25.700,00	12,78	16	6.051,63	3,06
Lav. Piso & Desc. San. (VS)	Lavatórios	183	66	1.632,73	25.700,00	12,78	16	6.051,63	3,06

**Tabela 211:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o **Centro Comercial.**

RESULTADOS - CENTRO COMERCIAL									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Banheiros	17784	6402	158.388,87	57.150,00	21,28	0,4	3.046.924	15,86
Desc. San.	Banheiros	89311	32152	795.435,08	108.550,00	51,28	0,1	15.481.323	16,05
Lav. Piso & Desc. San.	Ducha de Cabelo e Banheiros	89311	32152	795.435,08	108.550,00	51,28	0,1	15.481.323	16,05
Lavagem de Veículos	Lavagem de Veículos	59426	21393	529.274,66	108.550,00	51,28	0,2	10.264.461	15,99

### 6.2.3. Edificações de Escritórios

A instalação de sistemas de tratamento de águas cinzas nos edifícios de escritórios provou ser viável para *Lavagem & Irrigação, Descargas Sanitárias e Descargas, Ar Condicionado, Lavagem & Irrigação*. Conforme resultados, verificou-se que o uso de sistemas de tratamento de águas cinzas para *Descargas Sanitárias* e ainda para *Descargas, Ar Condicionado, Lavagem & Irrigação* irá promover o mesmo e o melhor benefício financeiro, com um custo capital no valor de R\$ 26.900,00 e uma estimativa de promover benefícios financeiros de R\$ 315.121,22, com retorno de apenas 2 anos e custo incremental de R\$ 14,60 por m<sup>3</sup> de água economizado. O sistema para uso apenas em *Lavagem de Pisos & Irrigação* provou oferecer benefícios financeiros de R\$ 29.571,29, com retorno de 9 anos e custo incremental de R\$ 7,60 por m<sup>3</sup> de água economizado, com custo capital de R\$ 26.430 (Tabela 212).

**Tabela 212:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para edifícios de escritórios.

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. & Irr.	Banheiros	504	130	3.210,27	26.430,00	353,12	9	R\$ 29.571,29	R\$ 7,60
Desc. San.	Banheiros	1999	720	17.802,79	26.900,00	353,12	2	R\$ 315.121,22	R\$ 14,60
Ar Cond.	Banheiros	116	42	1.036,11	26.330,00	353,12	39	-R\$ 12.943,11	-R\$ 10,30
Desc.; Ar; Lav. & Irr.	Banheiros	1999	720	17.802,79	26.900,00	353,12	2	R\$ 315.121,22	R\$ 14,60

#### 6.2.4. Edificações de Ensino

A instalação de sistemas de tratamento de águas cinzas nas edificações de ensino provou ser viável para a maioria das tipologias analisadas. Conforme resultados, verificou-se que o uso de sistemas de tratamento de águas cinzas nas unidades de ensino infantil para *Descargas Sanitárias* irá promover o melhor benefício financeiro, com um custo capital no valor de R\$ 26.050,00. O uso do sistema em *Descargas Sanitárias* irá promover benefícios financeiros de R\$ 45.619,97, com retorno de 5 anos e custo incremental de R\$ 6,50 por  $m^3$  de água economizado.

Para o Ensino Infantil, o uso de sistemas de tratamento de as cinzas para *Lavagem de Pisos, Irrigação e Lavagem & Irrigação* provou ser inviável por apresentar um período de retorno do investimento superior a vida útil do sistema. Por outro lado, o uso em *Descargas Sanitárias, Lavagem & Irrigação*, irá promover benefícios financeiros de R\$ 45.399,97, com retorno de 5 anos e custo incremental de R\$ 6,47 por  $m^3$  de água economizado, com custo capital de R\$ 26.270,00 (Tabela 213).

**Tabela 213:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino infantil.*

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Lavanderia	606	29	719,63	25.800,00	12,78	37	-R\$ 17.028,78	-R\$ 19,51
Irr.	Banheiro ou Lavanderia	116	9	216,08	25.700,00	12,78	126	-R\$ 23.177,30	-R\$ 88,46
Lav. & Irr.	Lavanderia	722	38	935,70	25.800,00	12,78	28	-R\$ 14.347,44	-R\$ 12,64
Desc. San.	Banheiro e Lavanderia	1461	234	5.788,41	26.050,00	12,78	5	R\$ 45.619,97	R\$ 6,50
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiro e Lavanderia	1626	234	5.788,41	26.270,00	12,78	5	R\$ 45.399,97	R\$ 6,47

Para a unidade de Ensino Fundamental I verificou-se que o uso de sistemas de tratamento de águas cinzas provou ser inviável para todos os fins pois apresenta um período de retorno do investimento superior a vida útil do sistema (Tabela 214).

**Tabela 214:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino fundamental I.*

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiro	631	120	1.499,07	25.800,00	12,78	17	-R\$ 7.302,62	-R\$ 2,03
Irr.	Banheiro	631	133	1.658,83	25.800,00	12,78	16	-R\$ 5.374,12	-R\$ 1,35
Lav. & Irr.	Banheiro	631	151	1.885,74	25.800,00	12,78	14	-R\$ 2.558,41	-R\$ 0,56
Desc. San.	Banheiro	631	151	1.885,74	25.800,00	12,78	14	-R\$ 2.558,41	-R\$ 0,56
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiro	631	151	1.885,74	25.800,00	12,78	14	-R\$ 2.558,41	-R\$ 0,56

O uso de sistemas de tratamento de águas cinzas nas unidades de ensino fundamental II mostrou não ser viável apenas para uso em *Lavagem de Pisos*. Para as demais atividades como *Irrigação, Lavagem de pisos e Irrigação, Descargas Sanitárias e ainda Descargas Sanitárias, Lavagem de Pisos & Irrigação* irá promover o mesmo custo/benefício, sendo necessário um custo capital no valor de R\$ 25.800,00 e benefícios financeiros de R\$ 3.752,35, com retorno de 11 anos e custo incremental de R\$ 0,65 por  $m^3$  de água economizado (Tabela 215).

**Tabela 215:** *Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de Ensino Fundamental II.*



RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiro	679	33	415,47	25.800,00	12,78	64	-R\$ 20.803,03	-R\$ 21,28
Irr.	Banheiro	802	193	2.394,30	25.800,00	12,78	11	R\$ 3.752,35	R\$ 0,65
Lav. & Irr.	Banheiro	802	193	2.394,30	25.800,00	12,78	11	R\$ 3.752,35	R\$ 0,65
Desc. San.	Banheiro	802	193	2.394,30	25.800,00	12,78	11	R\$ 3.752,35	R\$ 0,65
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiro	802	193	2.394,30	25.800,00	12,78	11	R\$ 3.752,35	R\$ 0,65

O uso de sistemas de tratamento de águas cinzas nas unidades de ensino médio é semelhante ao de Ensino Fundamental II, onde mostrou não ser viável apenas para uso em *Lavagem de Pisos*. Para as demais atividades como *Irrigação, Lavagem de pisos e Irrigação, Descargas Sanitárias e ainda Descargas Sanitárias, Lavagem de Pisos & Irrigação* irá promover benefícios financeiros entre R\$ 26.551,39 a R\$ 71.690,18, sendo necessário um custo capital no valor de R\$ 26.800,00, com retorno de 3 a 6 anos (Tabela 216).

**Tabela 216:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino médio.

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiro	1473	71	886,94	26.050,00	12,78	30	-R\$ 15.202,57	-R\$ 7,17
Irr.	Banheiro	2674	348	4.312,18	26.800,00	12,78	6	R\$ 26.551,39	R\$ 2,55
Lav. & Irr.	Banheiro	2674	418	5.186,75	26.800,00	12,78	5	R\$ 37.403,96	R\$ 2,98
Desc. San.	Banheiro	2452	588	7.290,78	26.800,00	12,78	4	R\$ 63.513,01	R\$ 3,60
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiro	2674	642	7.949,75	26.800,00	12,78	3	R\$ 71.690,18	R\$ 3,72

Analisando a unidade de ensino superior, o sistema de tratamento de águas cinzas é super viável para todos os usos, promovendo benefícios financeiros de até R\$ 608.884,48 com payback de apenas 4 anos para uso na *Descarga Sanitária* ou ainda na *Descarga Sanitária, Lavagem & Irrigação*, sendo necessário um custo capital no valor de R\$ 32.750,00 (Tabela 217).

**Tabela 217:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para unidades de ensino superior.

RESULTADOS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav.	Banheiro	3050	222	2.759,92	32.750,00	14,28	12	R\$ 608.884,48	R\$ 91,38
Irr.	Banheiro	896	67	843,58	25.800,00	12,78	31	R\$ 479.640,81	R\$ 237,93
Lav. & Irr.	Banheiro	3050	289	3.591,12	32.750,00	14,28	9	R\$ 608.884,48	R\$ 70,15
Desc. San.	Banheiro	3050	732	9.066,02	32.750,00	14,28	4	R\$ 608.884,48	R\$ 27,73
Desc. San.; Lav. & Irr.	Banheiro	3050	732	9.066,02	32.750,00	14,28	4	R\$ 608.884,48	R\$ 27,73

### 6.2.5. Edificações de Saúde

A instalação de sistemas de tratamento de águas cinzas nas edificações de saúde provou ser viável em todas as tipologias analisadas. Conforme resultados, verificou-se que o uso de sistemas de tratamento de águas cinzas na UBS para *Descargas Sanitárias* irá promover melhores benefícios financeiros do que o uso para *Lavagem de Pisos*, com o mesmo custo capital no valor de R\$ 25.700,00.

O uso do sistema em *Descargas Sanitárias* irá promover benefícios financeiros de R\$ 31.611,81, com retorno de 9 anos e custo incremental de R\$ 8,88 por m<sup>3</sup> de água economizado. Para a UPA, o uso de sistemas de tratamento de as cinzas para *Lavagem de Pisos* provou ser inviável por apresentar um período de retorno do investimento superior a vida útil do sistema, 54 anos. Por outro lado, o uso em *Descargas Sanitárias*, incluindo vaso sanitário e expurgo, irá promover benefícios financeiros de R\$ 88.831,59, com retorno de 4 anos e custo incremental de R\$ 6,25 por m<sup>3</sup> de água economizado, com custo capital de R\$ 26.050,00. Os resultados obtidos para instalação do sistema de águas cinzas em Hospital, demonstrou viabilidade em todos os cenários analisados.

Dentre eles, o uso do sistema em *Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária (vaso sanitário, mictório e expurgo)*, promoveu maiores benefícios financeiros, no valor de R\$ 763.118,32, com custo capital de R\$ 43.300,00, retorno de 1 ano e custo incremental de R\$ 7,65 por  $m^3$  de água economizado. Resultados da análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas podem ser visualizados (Tabela 218 - Tabela 220).

**Tabela 218:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para UBS.

RESULTADOS - UBS									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia ( $m^3$ /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/ $m^3$ )
Lav. Piso	Lavatórios	243	76	1.874,34	25.700,00	12,78	14	10.787,25	R\$ 4,75
Desc. San.	Lavatórios & Chuveiros	380	119	2.936,79	25.700,00	12,78	9	31.611,81	R\$ 8,88
Lav. Piso & Desc. San.	Lavatórios & Chuveiros	380	119	2.936,79	25.700,00	12,78	9	31.611,81	R\$ 8,88

**Tabela 219:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para UPA.

RESULTADOS - UPA									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia ( $m^3$ /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/ $m^3$ )
Lav. Piso	Chuveiros	107	38	488,34	25.700,00	12,78	54	-16.378,94	-R\$ 14,19
Desc. San. (VS e Exp.)	Chuveiros & Lavatórios	1316	474	5.873,96	26.050,00	12,78	4	88.831,59	R\$ 6,25
Lav. Piso & Desc. San. (VS e Exp.)	Chuveiros & Lavatórios	1316	474	5.873,96	26.050,00	12,78	4	88.831,59	R\$ 6,25

**Tabela 220:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para Hospital.

RESULTADOS - HOSPITAL									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia ( $m^3$ /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/ $m^3$ )
Lav. Piso	Lavatórios	2224	801	9.916,03	26.800,00	12,78	3	167.308,09	R\$ 6,97
Desc. San. (VS, Mic; Exp)	Lavatórios & Chuveiros	29376	3326	41.159,15	66.800,00	26,28	2	739.422,32	R\$ 7,41
Lav. Piso & Desc. San. (VS, Mic e Exp)	Lavatórios & Chuveiros	9240	3326	41.159,15	43.300,00	16,28	1	763.118,32	R\$ 7,65

### 6.2.6. Edificações de Transporte

A análise do consumo na tipologia dos Edifícios de Transporte mostrou que os principais pontos de uso final de água são em fins não potáveis. No Aeroporto de Brasília, a análise de custo não está apresentada pois foi inviável tecnicamente, calcular o sistema de reúso de águas cinzas. No caso da Rodoviária do Plano Piloto, o custo de implantação do sistema de reúso para o Cenário 1 (Limpeza de Pisos), é de R\$ 26.700,00, que gerará um benefício anual de R\$ 10.192,36, e um *payback* de aproximadamente 3 anos. O custo capital para a implantação desse sistema nos cenários 2 e 3 (Descarga Sanitária, e Lavagem de Pisos & Descarga Sanitária, respectivamente), é o mesmo,

equivalente a R\$ 46.338,13, com *payback* de aproximadamente 1 ano. O resultados detalhados da análise de viabilidade econômica para os sistemas de reúso de águas cinzas nas edificações de transporte podem ser visualizados na Tabela 221 e Tabela 222.

**Tabela 221:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para a Rodoviária do Plano Piloto

RESULTADOS - RODOVIÁRIA									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Lavatórios	1893	681	10,192.36	26,270.00	12.78	3	R\$ 173,254.10	R\$ 8.48
Desc. San.	Lavatórios	8604	3097	46,338.13	46,150.00	16.28	1	R\$ 861,778.69	R\$ 9.27
Lav. Piso e Desc. San.	Lavatórios	8604	3097	46,338.13	46,150.00	16.28	1	R\$ 861,778.69	R\$ 9.27

**Tabela 222:** Análise de viabilidade econômica de sistemas de reúso de águas cinzas para o Metrô-DF

RESULTADOS - METRÔ-DF									
Reúso Não Potável	Fonte de Águas Cinzas	Vol. Trat. (l/d)	Economia (m <sup>3</sup> /ano)	Benefício (R\$/ano)	Custo Capital (R\$)	Custo Op. (R\$/ano)	Payback (ano)	ACVU (R\$)	CIM (R\$/m <sup>3</sup> )
Lav. Piso	Banheiros	616	222	3,315.04	25,800.00	12.78	8	R\$ 38,925.72	R\$ 5.86
Desc. San.	Banheiros	290	106	1,585.87	25,800.00	12.78	16	R\$ 5,033.26	R\$ 1.58
Lav. Piso & Desc. San.	Banheiros	290	106	1,585.87	25,800.00	12.78	16	R\$ 5,033.26	R\$ 1.58

## Referências Bibliográficas

ABNT. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. 41p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997. 60p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007. 11p.

ADASA. **Níveis dos reservatórios de Santa Maria e Descoberto**. Brasília: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br>>. Acesso em: 10 novembro 2016.

ALEXANDRE, E. C. F.; DE CASTRO, M. L.; PESQUERO, M. A. Caracterização e tratamento de águas cinzas com fins não potáveis. **Revista Biotecnologia & Ciência**, v.2, 2013.

ANA; FIESP; SINDUSON-SP. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 151p.

ANGELAKIS, A.N.; SNYDER, S.A. Wastewater treatment and reuse: past, present, and future. **Water**, v.7, p.4887 - 4895. 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Referência técnica para funcionamento dos serviços veterinários**. ISA, 2009.

BARCELOS, B. R.; M. R. FELIZZATO. Aproveitamento das águas atmosféricas. In: **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

BBC. Wartime hardships: rationing in London. **WW2 people's war: an archive of World War Two memories**. London: British Broadcasting Company, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, n.239, p. 39, 2011a.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº54, de 28 de novembro de 2005. **Conjunto de normas legais**: recursos hídricos. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. 7 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011b. 260p.

BREWER, D.; BROWN, R.; STANFIELD, G. **Rainwater and greywater in buildings**: project report and case studies. Technical Note TN 7/2001. Berkshire: BSRIA, 2001. 105p.

CAESB. **Siágua 2014**: Sinopse do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal. Brasília: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de reúso de água e de aproveitamento de água pluvial.** ND.SCO-013. Brasília, 2012. 5p.

\_\_\_\_\_. **Seca 2016:** Informações sobre a crise hídrica no Distrito Federal. Brasília: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, 2016a. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/>>. Acesso em 07 dezembro 2016.

\_\_\_\_\_. **Relatório de indicadores de desempenho da CAESB:** resultados 2015. Brasília: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. 2016b.

CAMPBELL, C. S.; OGDEN, M. H. **Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape.** Canada: John Wiley & Sons, 1999.

COSTA M. E. L. **Monitoramento e modelagem das águas da drenagem urbana na bacia do Lago Paranoá.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e recursos Hídricos, Departamento de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. 179p.

CROOK, J. **Crítérios de qualidade da água para reúso,** Revista DAE - SABESP. Nº 174. Nov-Dez, 1993.

CSA. **Performance of non-potable water reuse systems.** Canadian Centre for Occupational Health and Safety. CSA Standards, 2017. 58p.

DE OREO, W.B.; HEANEY, J.P.; MAYER, P.W. Flow trace analysis to assess water use. **American Water Works Association,** v.88, n.1, p. 79-90, 1996.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia 2010.** Government of Western Australia. Perth: Department of Health, 2010. 56p.

\_\_\_\_\_. Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia. n. August, p. 98, 2011.

DESPINS, C.; FARAHBAKHS, K.; LEIDL, C. Assessment of rainwater quality from rainwater harvesting systems in Ontario, Canada. **Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA,** v. 2, p. 117–134, 2009.

DHWA. Draft guidelines for the reuse of greywater in Western Australia. In: **Department of Health,** Perth: Government of Western Australia, 2002.

DIN. **SPEC 19755:2012-03.** Activities relating to drinking water and wastewater services - Guidelines for the assessment and for the improvement of the service to users. German Institute for Standardization, 2012.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Lei nº 4.671, de 10 de novembro de 2011. **Diário Oficial do Distrito Federal,** Brasília, v.43, n.218, p.1, 2011.

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.

DUPONT, P.; SHACKEL, S.; CALEY, J. **Rainwater use,** Liner notes: Your home. 2013.

EDZWALD, J. K. **Water Quality & Treatment: A handbook on drinking water**. Sixth Edit ed. USA: Mc Graw Hill, 2011.

ENVIRONMENT AGENCY **Greywater for domestic users: an information guide**. Bristol: Environment Agency. 2011.

\_\_\_\_\_. **Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide**. Bristol: Environment Agency. 2010.

\_\_\_\_\_. **A study of domestic greywater recycling**. National Water Management Centre. Bristol: Environment Agency. 2000.

EPA. **Guidelines for Water Reuse Development**. Washington, DC, 2004.

ESPAÑA. Gobierno de España. Real Decreto 1620 de 7 de diciembre de 2007. **Boletín Oficial del Estado**, Madrid, n.162, p. 50639- 50666, 2007.

FEWKES, A. The technology, design and utility of rainwater catchment systems. In: D. BUTLER e F.A. MEMON (Ed.). **Water demand management**. London: IWA Publishing, 2006. The technology, design and utility of rainwater catchment systems, p.27-61

GALVÃO, A.; MATOS, J. A contribuição da evapotranspiração no tratamento de águas residuais através de leitos de macrófitas. **Revista Recursos Hídricos**, v. 33, p. 53–58, 2012.

GOULD, J. e N.E. PETERSEN. **Rainwater catchment systems for domestic supply: Design, construction and implementation**. London: Intermediate Technology Publications. 1999. 335 p.

GRIGGS, J. C.; SHOULER, M. C.; HALL, J. Water conservation and the built environment. In: **21 AD: Water**. Oxford: Oxford University Press. 1998.

HELMREICH, B.; HORN, H. Opportunities in rainwater harvesting. **Desalination**, v. 248, n. 1–3, p. 118–124, 2009.

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.

JSWA. **Technical Guidelines on the Reuse of Treated Wastewater – Proposal**. Tokyo: Japan Sewage Works Association, 1981.

JÚNIOR, G. B. A.; DIAS, I. C. S.; GADELHA, C. L. M. Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 85-98, abr./jun. 2008.

LEGGETT, D.; BROWN, R.; STANFIELD, G.; BREWER, D.; HOLLIDAY, E. **Rainwater and greywater use in buildings: Decision-making for water conservation**. London: CIRIA. 2001. 65p.

LI, Z.; BOYLE, F.; ANTHONY, R. Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. **Desalination**, v.260 n.1-3, p.1-8, 2010.

- MADDAUS, W. O. **Residential water conservation projects:** Summary report. Washington: Department of Housing and Urban Development. 1984.
- MARCH, J. G.; GUAL, M.; OROZCO, F. Experiences on greywater re-use for toilet flushing in a hotel. **Desalination**, v.164, n.3, p.241-247, 2004.
- MAYER, P. W. ET AL. **Residential end uses of water.** In: Foundation, A. R., American Water Works Association. 1999.
- METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.** Mc Graw Hill, , 2003.
- MOSLEY, L. **Water quality of rainwater.** SOPAC Miscellaneous Report 579, 2005.
- MUSTOW, S.; GREY, R.; SMERDON, T. **Water conservation:** Implications of using recycled greywater and stored rainwater in the UK. Berkshire: BSRIA. 1997.
- MWI. **Standards, regulations & legislation for water reuse in Jordan.** Jordan: Ministry of Water and Irrigation, 2001. 57p.
- NRMMCEP & HCAHMC. **National Guidelines for Water Recycling:** Managing Health and Environmental Risks. Natural Resource Management Ministerial Council Environment Protection and Heritage Council Australian Health Ministers Conference, 2006.
- NSW. **Greywater reuse in sewerred, single household residential premises.** Department of Water and Energy. Sydney: New South Wales Government, 2008.
- PATTERSON, A. P. Water Efficiency, domestic appliances and hydraulic design for on-site systems. In: **1<sup>st</sup> International Conference on Onsite Wastewater Treatment and Recycling.** Perth, 2004.
- PRIM, E. C. C. Reaproveitamento do Lodo da Indústria têxtil como Material de Construção Civil – Aspectos Ambientais e Tecnológicos. 1998. 150 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, SC. 1998.
- RODRIGO, S.; LEDER, K.; SINCLAIR, M. **Quality of stored rainwater used for drinking in metropolitan South Australia.** Adelaide, AU: Research Report 84, 2009. 56 p.
- ROEBUCK, R. M.; OLTEAN-DUMBRAVA, C.; TAIT, S. Whole life cost performance of domestic rainwater harvesting systems in the United Kingdom. **Water and Environment Journal**, v.25, n.3, p.355-365. 2010.
- SERRA, G. G. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo.** São Paulo: Edusp/Mandarim, 2006. 256p.
- THOMAS, T.; REES, D. Affordable roofwater harvesting in the humid tropics. In: **Conferência Internacional Sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva.** Petrolina, 1999.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar Editora, 2003. 180 p.
- UNEP. **Corporate water accounting:** an analysis of methods and tools for measuring water use and its impacts. Oakland: Pacific Institute, 2010. 60p.



- VICKERS, A. **Handbook of water use and conservation**. Amherst: Water Plow Press, 2001. 426p.
- VIEIRA, P.; ALMEIDA, M.C.; BAPTISTA, J.M.; RIBEIRO, R. Household water use: a Portuguese field study. **Water Science and Technology: Water Supply**, v.7, n.5-6, p. 193-202, 2007.
- WHO. **Overview of greywater management Health considerations Wastewater Use in Agriculture**. Amman, Jordan 2006.
- \_\_\_\_\_. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards**. Report of a WHO meeting of experts. World Health Organization - Technical Report Series Geneva World Health Organization, 1973.
- \_\_\_\_\_. **The world health report 1997: conquering, suffering, enriching humanity**. World Health Forum, 1997.
- WORSLEY, L. **If walls could talk: an intimate history of the home**. London: Faber and Faber. 2011
- YANG, H.; ABBASPOUR, K. C. Analysis of wastewater reuse potential in Beijing. **Desalination**, v.212, n.1-3, p.238-250, 2007.
- YYMAZAL, J. Constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters: a review. **Ecological Engineering**, v.73, p. 724-751, 2014.