

## **I-061 - DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA POTÁVEL EM EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS VERTICAIS DE CLASSE MÉDIA-ALTA NA CIDADE DE BELÉM/PA**

**Victor Saré Ximenes Ponte<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

**Paula Danielly Belmont Coelho<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

**Luiza Carla Girard Mendes Teixeira<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará e Pós-Doutorado em Tratamento Avançado de Esgotos Domésticos pela Universidade de Valladolid/Espanha.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Barão do Triunfo, 2989, apto 103 - Marco - Belém - PA - CEP: 66093-050 - Brasil - Tel: (91) 3226-7897 - e-mail: victor.sare@hotmail.com

### **RESUMO**

Este trabalho buscou determinar o valor de consumo per capita de água em uma edificação multifamiliar de classe média alta em Belém/PA. O trabalho foi dividido em quatro etapas: levantamento bibliográfico, solicitação de autorização junto aos empreendimentos residenciais verticais para a realização de coleta de dados, leitura dos hidrômetros individuais e, tratamento estatístico e comparação entre os dados disponibilizados na bibliografia com os obtidos por meio de coleta de dados. O empreendimento estudado possui 23 andares, 2 apartamentos por andar, totalizando 46 apartamentos hidrometrados, sendo que cada um possui área de 195m<sup>2</sup>. Em relação aos pontos de consumo hídrico, cada apartamento conta com 5 banheiros (5 pias, 5 vasos sanitários e 5 chuveiros), 1 lavabo (1 pia e 1 vaso sanitário), 1 cozinha (1 pia) e 1 área de serviço (1 tanque e 1 máquina de lavar roupas). O presente trabalho apresenta as medições dos hidrômetros no edifício de classe média alta nos meses de junho de 2017 a março de 2018, representando 10 meses de medição. O número de moradores varia de 1 a 6 por apartamento, enquanto que o de trabalhadores de 1 a 3, o que representa uma taxa de ocupação de moradores de 3,74 habitantes/apartamento e 1,37 funcionários/apartamento. Procedendo a medição nos meses de estudo e observando o contingente de funcionários e habitantes por apartamento chegou-se a um valor médio de consumo per capita de 254,89 L/hab.dia com funcionários e 287,21 L/hab.dia sem os funcionários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, empreendimentos residenciais verticais, consumo per capita.

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com Tsutiya (2006), o dimensionamento do sistema é dependente “das vazões de água, que por sua vez dependem do consumo médio por habitante, da estimativa do número de habitantes, das variações de demanda, e de outros consumos que podem ocorrer na área em estudo”. Nesse sentido, o consumo médio por habitante é um item importante no dimensionamento de um sistema de abastecimento de água.

O consumo per capita pode ser determinado pela leitura de hidrômetros, leitura de macro medidor instalado na saída do reservatório e quando não existe medição. De acordo com Tsutiya (2006), quando existem hidrômetros nas ligações prediais, a concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água processa periodicamente os dados das leituras dos hidrômetros, para efeito de controle e posterior cobrança. Enquanto que o conceito básico de macromedição compreende a correta avaliação dos volumes produzidos e dos volumes entregues a setores de abastecimento ou subsetores, quando se trata de sistemas de maior porte (CONETO; LOPES; MARCKA, 1999). Quando não existe medição podem ser adotados valores de consumo médio per capita de água e os seus coeficientes de variação encontrados em medições de setores ou sistemas com características semelhantes (TSUTIYA, 2006).

O consumo de água em uma habitação depende de vários fatores. Conforme Dalmônica (2014) o consumo de água é influenciado por vários fatores, como a tarifa, as características dos equipamentos hidráulico-sanitários,

a administração do sistema de abastecimento, os aspectos climáticos e o nível socioeconômico da população. De acordo com Santos (2011), além de variáveis diárias, horárias e instantâneas, o consumo de água tem variações que são anuais, em que o consumo tende a crescer com o decorrer do tempo devido ao aumento populacional; e mensais, com variações que ocorrem ao longo dos meses e estão intimamente relacionadas ao clima, ou seja, a sazonalidade.

Silva et al. (2008), realizaram um estudo em Cuiabá-MT onde verificou-se a correlação entre as variáveis socioeconômicas e climáticas na determinação do consumo per capita de água. Os resultados indicaram a não influência das variáveis climáticas com o consumo per capita, diferenciando-se da literatura clássica. Por outro lado, o consumo per capita e as variáveis sócio econômicas alcançaram uma correlação de  $R^2=0,7947$ . Já Dias et al. (2010), verificaram a interferência da renda familiar no consumo de água no município de Belo Horizonte, mostrando uma relação íntima entre ambos com coeficiente de determinação superior a 0,8.

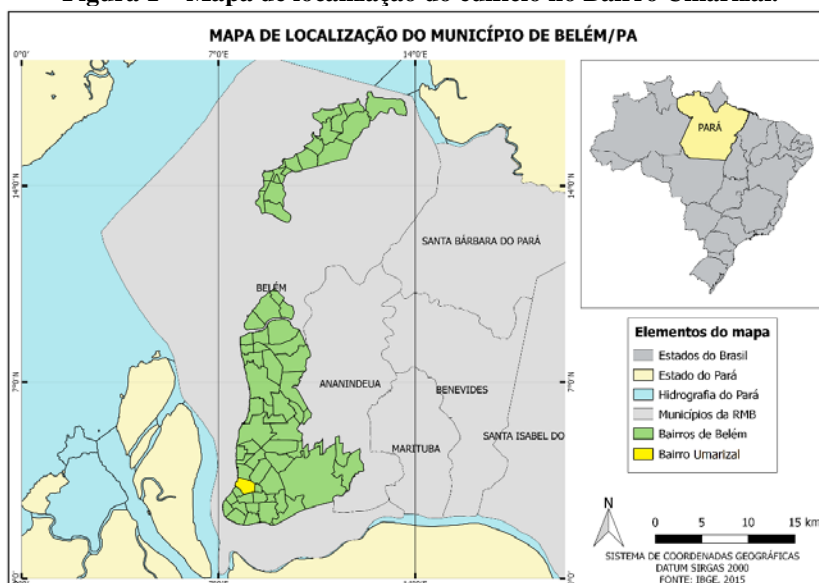
O preço da água, a renda e as características do imóvel são determinantes no consumo residencial (ABÚES, 2003). De acordo com o SNIS (2014), no ano de 2014 a região sudeste apresentou um consumo per capita de 160 a 200 L/hab.dia enquanto as demais regiões ficaram na faixa de 120 a 160 L/hab.dia. Destaca-se o a região norte com 154,2 L/hab.dia e a região nordeste com apenas 120 L/hab.dia. Já na Companhia de Saneamento do Pará a o consumo per capita médio de água foi de 142,3 L/hab.dia. Enquanto que em São Paulo, o consumo médio individual da unidade de negócio do meio central é de 246 l/hab.dia, no meio norte é de 145 l/hab.dia, no meio sul é de 140 l/hab.dia, no meio leste é de 144 l/hab.dia e no meio oeste é de 273 l/hab.dia (ROCHA FILHO, 2002).

Por este motivo, face a necessidade de adequação de parâmetro de projeto mais adequados a realidade dos bairros e cidades, o objetivo do trabalho é determinar o consumo per capita de água de um edifício multifamiliar na cidade de Belém/PA com base em medições mensais dos hidrômetros das unidades habitacionais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em edifício de classe média-alta localizado no município de Belém/PA, no bairro Umarizal, segundo pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1 – Mapa de localização do edifício no Bairro Umarizal.**



Fonte: Autores (2017).

Para a realização do estudo, foram utilizadas etapas distintas, conforme explicitadas a seguir:

- Etapa I: levantamento de dados bibliográficos quanto ao consumo per capita disponível de estudos precedentes;
- Etapa II: solicitação de autorização junto aos empreendimentos residenciais verticais para a realização de coleta de dados nos mesmos;
- Etapa III: realização da leitura dos hidrômetros individuais e aferição dos volumes de água nos pontos hidráulicos dos apartamentos;
- Etapa IV: organização e tratamento estatístico dos dados coletados, para a obtenção do valor de coeficiente de consumo per capita médio nessas edificações;
- Etapa V: comparação entre os dados disponibilizados na bibliografia com os obtidos por meio de coleta de dados.

O empreendimento possui 23 andares, 2 apartamentos por andar, totalizando 46 apartamentos hidrometrados, sendo que cada um possui área de 195m<sup>2</sup>. Em relação aos pontos de consumo hídrico, cada apartamento conta com 5 banheiros (5 pias, 5 vasos sanitários e 5 chuveiros), 1 lavabo (1 pia e 1 vaso sanitário), 1 cozinha (1 pia) e 1 área de serviço (1 tanque e 1 máquina de lavar roupas). Por meio do levantamento do número de moradores por apartamento, foi possível o cálculo do consumo per capita neste edifício.

O presente trabalho apresenta as medições dos hidrômetros no edifício de alto padrão nos meses de junho de 2017 a março de 2018, representando 10 meses de medição. O estudo foi realizado por meio de anotação dos valores dos 46 hidrômetros do edifício e extraindo o consumo por meio da diferença entre as leituras de cada mês. Ainda foi levada em consideração no cálculo de vazões mensais a diferença de dia entre as medições. Em relação ao número de habitantes por unidade habitacional foi realizada a soma entre os moradores e as horas em que os funcionários de cada apartamento permanecem no local, transformando-as para dias, desta maneira, o cálculo que foi realizado, está ilustrado conforme a Equação 1.

$$Q_{\text{méd}} = \frac{(\text{leitura atual} - \text{leitura anterior}) \times 1000}{n^{\circ} \text{ moradores} \times \text{dias entre as leituras} + n^{\circ} \text{ funcionários} \times \text{dias trabalhados}} \quad \text{Equação 1}$$

É importante ressaltar que em todas as leituras foram analisados os valores obtidos, pois em alguns meses os hidrômetros foram trocados ou precisaram passar por manutenções por parte da administração do edifício por apresentar alguma irregularidade de registro de consumo. Desta forma, apesar de possui 46 apartamentos, as médias mensais foram realizadas levando em consideração apenas os apartamentos que apresentavam consumo regular e hidrômetro normalizado.

Os funcionários sejam secretárias, babás e outros, para efeito de cálculo, foram considerados que trabalham 8 horas diárias. Assim, pegou-se o intervalo de dias entre as medições e dividindo-se por 1/3 (representa a terça parte de cada dia uma vez que trabalham 8 horas das 24 horas do dia) foi gerado o valor em dias de dias trabalhados dos funcionários.

Ainda referente às mesmas leituras coletadas, outro método foi adotado para a verificação do consumo médio per capita, este sem levar em consideração o número de funcionários (Equação 2).

$$Q_{\text{méd}} = \frac{(\text{leitura atual} - \text{leitura anterior}) \times 1000}{n^{\circ} \text{ moradores} \times \text{dias entre as leituras}} \quad \text{Equação 2}$$

Os hidrômetros são da marca Sensus multijato, com vazão nominal (Qn) de 2,5 m<sup>3</sup>/h, vazão mínima (Qmin) de 0,050 m<sup>3</sup>/h, o que corresponde à precisão de 13,8ml/s de vazão mínima de funcionamento. O hidrômetro conta com um leitor manual de vazão em metros cúbicos e em litros, dois leitores redondos, os quais dão os valores de vazão em dezena e em unidade de consumo de água, conforme a Figura 2.

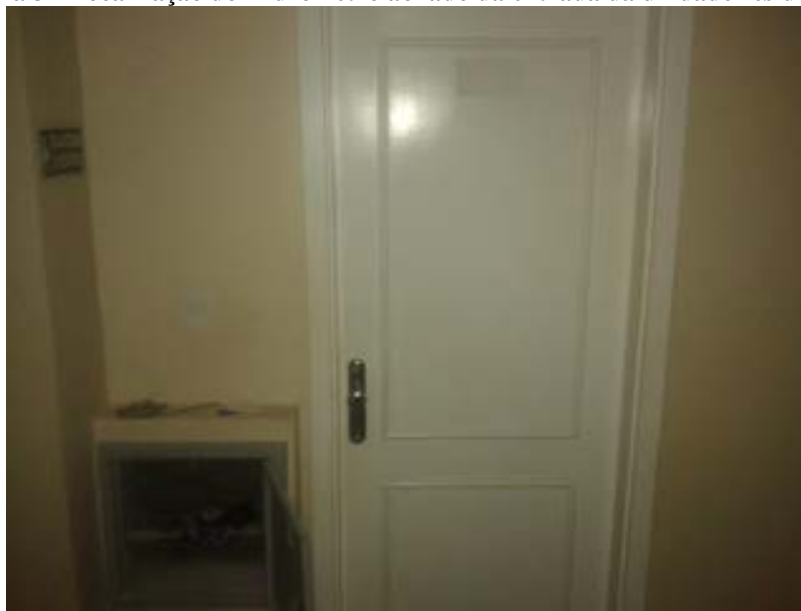
**Figura 2 - Hidrômetro utilizado para medição individual de água por apartamento.**



Fonte: Autores (2018).

Tais hidrômetros estão localizados na área externa de cada unidade residencial, conforme o andar, possibilitando a medição do consumo mensal (Figura 3).

**Figura 3 - Localização do Hidrômetro ao lado da entrada da unidade residencial.**



Fonte: Autores (2018).

## RESULTADOS

De acordo com Coelho (2007), em Recife, o consumo per capita é de 200 L/hab.dia e conforme Creder (2014), no estado do Rio de Janeiro, é referenciado o mesmo valor. É sabido que nem sempre esses valores de projeto são representativos no local onde são utilizados, pois são de projeto e não medidos *in loco*. Portanto, é necessária a realização de pesquisas de análise de comportamento em prédios para gerar valores reais visando o dimensionamento hidráulico mais adequado à realidade.

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2014, a região Norte apresenta um consumo médio per capita de água de 154,22 L/hab.dia, e o estado do Pará apresenta o resultado médio de 142,30 L/hab.dia. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e

Esgotamento Sanitário de Belém/PA – PMSB (2014), o consumo per capita na área urbana do município de Belém, é de 135,7 L/hab.dia.

A realidade de consumo per capita em apartamentos de alto padrão é diferente do valor de referência adotado em áreas urbanas. De acordo com Botelho e Ribeiro (2011), em São Paulo capital, para apartamentos de luxo é utilizado 300 L/hab.dia enquanto Macintyre (2010), no Rio Janeiro, afirma que o consumo per capita é de 300 a 400 L/hab.dia e Belizario (2014), em Vitória no Espírito Santo, o consumo per capita é de 303,6 L/hab.dia. Desta forma, os valores de per capita para apartamentos de alto padrão variam entre 300 e 400 L/hab.dia.

Para o início da realização da coleta de dados referentes às leituras dos hidrômetros, o primeiro contato com o empreendimento foi realizado e devidamente autorizado pelos responsáveis do empreendimento, desta maneira, as coletas de leituras dos hidrômetros foram realizadas mensalmente a partir do mês de junho de 2017 até março de 2018.

O edifício de alto padrão em estudo possui algumas características particulares. Foi identificado com a administração do empreendimento que o mesmo apresenta 172 moradores e 63 empregados sejam eles domésticas, faxineiras, babás, motoristas dentre outros. O número de moradores varia de 1 a 6 por apartamento, enquanto que o de trabalhadores de 1 a 3, o que representa uma taxa de ocupação de moradores de 3,74 habitantes/apartamento e 1,37 funcionários/apartamento.

Durante os meses de junho de 2017 a março de 2018 foram realizadas leituras dos hidrômetros individuais, do prédio em estudo. Na Tabela 1, é possível verificar os valores de per capita médios obtidos em cada um dos meses analisados, tendo como base as duas metodologias de cálculo adotadas no presente trabalho, a primeira levando em consideração o número de funcionários do edifício e a outra desconsiderando os mesmos.

**Tabela 1 – Distribuição do consumo média per capita do edifício de alto padrão.**

Meses	Média com funcionários (L/hab.dia)	Média sem funcionários (L/hab.dia)
Junho/2017	270,05	306,61
Julho/2017	217,27	244,43
Agosto/2017	240,20	270,87
Setembro/2017	248,46	281,80
Outubro/2017	276,42	309,01
Novembro/2017	263,83	294,59
Dezembro/2017	263,42	295,60
Janeiro/2018	277,33	311,70
Fevereiro/2018	241,17	276,59
Março/2018	250,77	280,92
<b>COEFICIENTE GERAL (L/hab.dia)</b>	<b>254,89</b>	<b>287,21</b>

Fonte: Autores (2018).

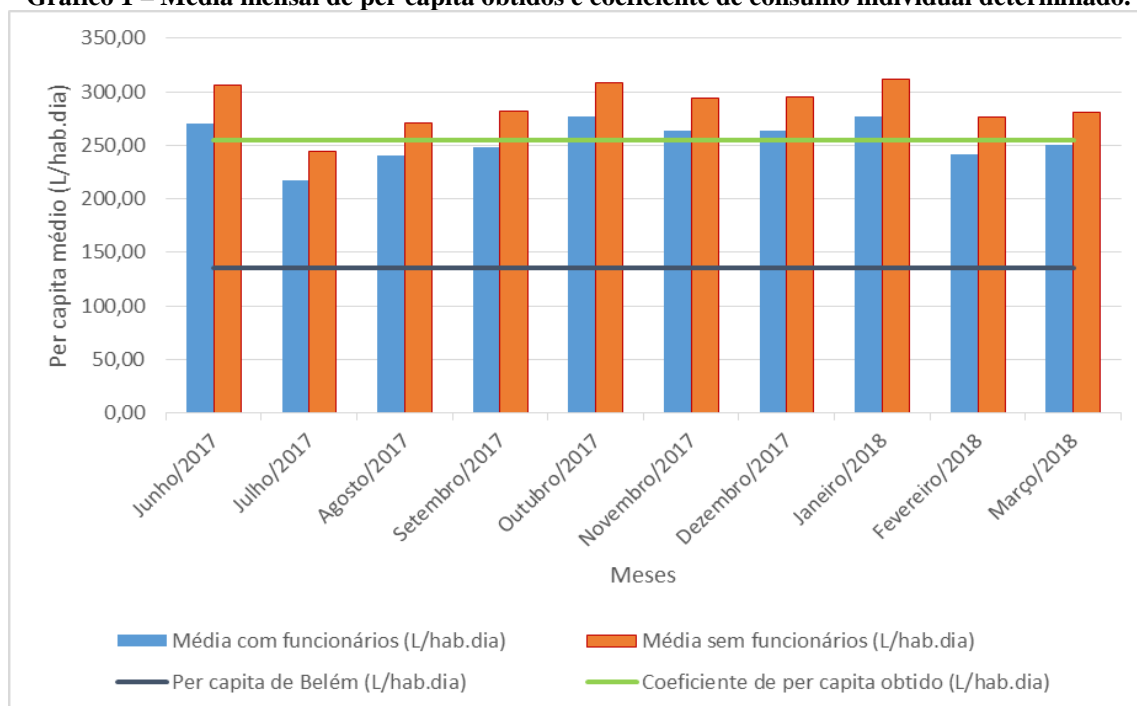
Na Tabela 1, com os dois métodos adotados de cálculo de consumo, é possível verificar que o maior uso ocorreu no mês de janeiro de 2018. Na maioria dos demais meses o valor per capita manteve-se abaixo de 300 L/hab.dia. As exceções ocorreram nos meses de junho de 2017 (306,61 L/hab.dia), sendo este mês marcado pelo final do período chuvoso (EMBRAPA, 2002), e outubro de 2017 (309,01 L/hab.dia), o que pode ser justificado tanto por ser um período de estiagem e maiores temperaturas anuais (EMBRAPA, 2002), quanto pelo período de festas e grande fluxo de pessoas de outras cidades e estados até Belém para os preparativos da festa religiosa conhecida como Círio de Nazaré, elevando, desta forma, a demanda de água na cidade. O menor consumo avaliado durante o período de leituras ocorreu no mês de julho de 2017, devido ao período de férias, no qual grande parte dos apartamentos encontravam-se desabitados.

A variação de consumo de água depende de diversos fatores, como a pressão na rede de distribuição, a qualidade da água abastecida, o custo e tarifas da água e presença ou ausência de hidrômetro. Segundo Carvalho Junior (2014), a faixa de consumo de água por pessoa pode variar de 150 litros a 400 litros por dia, desta maneira, o valor médio obtido em campo corresponde ao intervalo de consumo esperado conforme o estudo supracitado, apesar de ainda assim, representar um consumo significativamente superior ao mencionado no PMSB (2014) 135,7 L/hab.dia para a área urbana de Belém.

Pode-se considerar que os resultados obtidos foram mais fidedignos ao real ao levar em consideração os funcionários, já que os mesmos utilizam as instalações sanitárias para as atividades diárias, incluindo chuveiro. Tal afirmação é confirmada com os valores médios inferiores em relação à outra metodologia adotada.

Logo, afirma-se que o coeficiente obtido de consumo individualizado dentre os meses analisados é levando em consideração os funcionários, é de 254,89 L/hab.dia. Este valor pode ser justificado pela grande quantidade de pontos de consumo hídricos nos apartamentos. O Gráfico 1 apresenta os resultados mensais obtidos no presente estudo, juntamente com os valores de consumo per capita informado no PMSB e o coeficiente obtido conforme acima mencionado.

**Gráfico 1 – Média mensal de per capita obtidos e coeficiente de consumo individual determinado.**



Fonte: Autores (2018).

Por meio do Gráfico 1 observa-se que os valores médios mensais de per capita obtidos, levando ou não em consideração os funcionários de cada apartamento, se apresentaram em todos os meses de análise superiores ao consumo per capita previsto no PMSB (2014) de 135,7 L/hab.dia para a área urbana de Belém. O que se mostra como uma situação que requer atenção, tendo em vista que é do valor previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Belém que é tido como base para o dimensionamento quanto ao abastecimento de água da região. E conforme afirmado por Silva Junior (2012 *apud* Lima; Moysés, 2009), Belém passa em sua área central, cada vez mais pelo processo de verticalização, ou seja, a demanda de água tende a se aproximar dos valores neste trabalho apresentados.

Caso o dimensionamento de abastecimento leve apenas em consideração o valor apresentado no PSMB, a rede seria considerada como subdimensionada, podendo acarretar na perda de qualidade da água distribuída pela concessionária local, na diminuição de pressão da rede com as maiores demandas, além de aumentar a periodicidade de interrupções de fornecimento de água.



Ainda por meio do Gráfico 1, comprova-se que o consumo individual médio considerando os funcionários dos apartamentos é apontado como mais adequado para ser tomado como coeficiente final determinado, tendo em vista que os mesmos passam os dias nos apartamentos, também realizando o consumo hídrico para as demandas dos moradores.

## CONCLUSÃO

Foi identificado, no edifício de alto padrão, que o número de moradores varia de 1 a 6 pessoas por apartamento, representando uma taxa de ocupação de 3,74 habitantes/apartamento, enquanto que o número de funcionários varia de 1 a 3 por apartamento, o equivalente à taxa de 1,37 funcionários/apartamento. Tais valores mostram que, ao se tratar de um edifício de alto padrão, a taxa de ocupação por moradores, é, de certa forma, próxima ao número de funcionários, além disso, o quantitativo de trabalhadores é proporcional ao de moradores. Desse modo, quanto maior o padrão construtivo do empreendimento menor a taxa de ocupação por moradores e maior a taxa de funcionários por unidade habitacional.

Esta pesquisa apresenta o consumo per capita estimado pela PMSB (2014) para o município de Belém de 135,7 L/hab.dia, ao passo que o valor médio encontrado nos 10 meses de medição dos hidrômetros foi de 254,89 L/hab.dia levando em consideração os funcionários e de 287,21 L/hab.dia desconsiderando os mesmos. No entanto, está abaixo da faixa de 300 a 400 L/hab.dia para apartamentos de alto padrão conforme estabelecido por Macintyre (2010).

Como os funcionários ficam nos apartamentos para cumprir as demandas dos moradores diariamente, foi determinado na presente pesquisa como o coeficiente mais representativo de consumo per capita o resultado obtido levando em consideração os mesmos, ou seja, de 254,89 L/hab.dia.

É importante ressaltar a necessidade da realização de medições regulares quanto ao consumo visando verificar e acompanhar quanto à influência das estações do ano, de eventos específicos ou mesmo de variações ao longo do tempo podem interferir no comportamento de consumo per capita de uma cidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELIZARIO, G. Z. **Comparação de balanço hídrico de diferentes edificações multifamiliares de alto padrão no bairro da Praia do Canto, Vitória – ES.** 2014. Disponível em: <[www.engenhariaambiental.ufes.br](http://www.engenhariaambiental.ufes.br)>. Acesso em: 28 jan. 2018.
2. BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JR, G.A. **Instalações Hidráulicas Prediais** – 3 ed. São Paulo, 2011.
3. CARVALHO JUNIOR, R. D. **Instalações prediais hidráulicas - sanitária.** In Carvalho Junior, R. D. Princípios básicos para elaboração de projetos. SÃO PAULO: BUCHER. 2014
4. COELHO, A. C. **Medição de água individualizada: manual de consulta.** Recife: Ed. Do Autor, 2007.
5. CONEJO, J.G.L., LOPES, A.R.G. MARCKA, E. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. **Medidas de redução de perdas e elementos para planejamento.** Presidência da República – Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1999.
6. CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e sanitárias** – 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
7. DALMÔNIA, A. H. **Análise de fatores influenciadores do consumo de água em Uberlândia: o caso do setor sul.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.
8. DIAS, D.M. MARTINEZ, C.B. LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. In: **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, n.2, 2010, pp. 155-166.
9. EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos.** Therezinha Xavier Bastos [et al.]. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 31 p.
10. LIMA, J. J. F. MOYSÉS, A. **Como andam Belém e Goiânia.** Rio de Janeiro, Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2009, 164 p.
11. MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas –Prediais e Industriais** – 4 ed. X: LTC, 2010.
12. PMSB. Prefeitura Municipal de Belém. Secretaria Municipal de Saneamento. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Belém do Pará** - PMSB. Belém: SESAN/PMB, 2014. Vol. II. P. 125.
13. ROCHA FILHO, C.M. **Relatório Técnico.** Sabesp, 2002.



14. SANTOS. **Previsão de demanda de água na Região Metropolitana de São Paulo com redes neurais artificiais e condições socioambientais e meteorológicas.** 2011. 138 p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade São Paulo, São Paulo, 2011.
15. SILVA JUNIO, João de Athaydes. **Avaliação de parâmetros micrometeorológicos, do conforto e de percepção térmica na área urbana da cidade de Belém/PA.** 2012. 137 f. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará, Belém, 2012. Orientação de Juarez Carlos Brito Pezzuti.
16. SILVA, W.T.P.; SILVA, L.M.; CHICHORRO, J.F. **Gestão dos recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá.** In: Eng. Sanit. Ambiental. 2008, vol. 13, n.1, pp. 8-14.
17. SNIS. 2014 – **Diagnósticos AE2014.** Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.
18. TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água.** 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.