

# Estudo do Comportamento do Consumo de Água em um Edifício Multifamiliar de Padrão Normal na Cidade de Joinville

Gilmar de Amorim da Luz<sup>1</sup>  
Robison Negri<sup>2</sup>  
Carine Cardoso dos Santos<sup>3</sup>

## RESUMO

Devido ao aumento constante da demanda de recurso hídrico pela população, se faz necessário entender os perfis de utilização da água por parte de quem constrói para fornecer esse recurso com o correto dimensionamento e atendimento à demanda de forma adequada. Assim, promover economia de água e energia e proporcionar conforto aos usuários, prevenindo peças de utilização adequadamente projetadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário. O presente artigo propôs determinar a característica de consumo predial em edifício multifamiliar de residência permanente, a fim de se obter um provisionamento de consumo para ser aplicado em novos edifícios, por meio de medições com equipamento de tecnologia ultrassônica, caracterização da população e comparação com previsões estipuladas com base na bibliografia disponível. Os resultados apontaram um consumo médio de 144 litros/ocupante/dia em uma população majoritariamente pertencentes a classe C1. Assim, a pesquisa contribuiu para o conhecimento e gerenciamento da demanda de água e identificou os hábitos de consumo nas unidades habitacionais, apontando aos construtores a demanda de forma mais precisa e eficaz.

**Palavras-chave:** Consumo de água; Curva de consumo de água; Hábitos de consumo de água; Suprimento de água; Suprimento de água predial.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda pela água vem aumentando de forma gradual, conforme o crescimento populacional, mudanças climáticas e desenvolvimento tecnológico. Isso afeta diretamente a disponibilidade do recurso hídrico. A necessidade de otimizar o consumo e reduzir as perdas, tanto de recursos, quanto de materiais e energia, se tornou mandatário na sociedade. A potencial escassez da água é tratada como pauta de um problema de engenharia e de saúde pública e é um grande desafio para os governos. A escassez pode vir a se agravar nas próximas décadas (TOLEDO, 2013).

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica de Santa Catarina – Joinville, e-mail: ogilmar@protonmail.com

<sup>2</sup> Professor Doutor do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica de Santa Catarina – Joinville, e-mail: robisonnegri@gmail.com

<sup>3</sup> Professora Doutora do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica de Santa Catarina – Joinville, e-mail: caicivil@hotmail.com

Muitos gestores urbanos utilizam como justificativa ao problema da escassez de recursos hídricos, o aumento da oferta no meio, o que normalmente está ligado à falta de controle das águas que abastecem as cidades (BARROS; MIRANDA; RUFINO, 2016). Essa abordagem não leva em consideração os problemas que podem surgir com o passar do tempo, como mudanças climáticas e sustentabilidade ambiental, além de perdas financeiras e físicas, com ligações clandestinas, extravasamento em reservatórios, vazamentos em redes de distribuição, reservatórios e adutoras (BRASIL, 2015). Assim, deve-se fazer o uso eficiente do projeto em instalações prediais, para evitar o superdimensionamento, e para se alcançar o dimensionamento mais próximo possível da realidade, pois isso traz economia e sustentabilidade no uso de materiais (SILVA, 2019; ROCHA; ROCHA, 2013).

Os padrões de consumo são influenciados por diversos fatores, desde físicos e climáticos, até por diferenças culturais e socioeconômicas. Algumas das variáveis que alteram o comportamento e característica do consumo das famílias, são: tamanho do imóvel, idade do imóvel, tipo de residência (alugada ou própria), renda familiar, número de ocupantes, e características demográficas (KONTOKOSTA; JAIN, 2015).

Também são encontrados diversos estudos atuais voltado para a redução de consumo predial, bem como o reuso de águas de chuva e águas cinzas (PRONÇA, 2007; BARRETO, 2008; VETTORI, 2018), sendo pouco abordado de forma direta o reflexo de tais medidas no processo de dimensionamento das instalações.

A NBR 5626:1998 sugere como premissas de projeto, no tópico 5.1.2.1 desta norma, itens c) e f) como: "c) promover economia de água e energia." e "f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário" (ABNT, 1998). Baseado nisso, deve-se dar a devida importância para a economia e conforto do usuário, no quesito fornecimento de água em seus pontos de utilização.

A NBR 5626:1998 utiliza como método de cálculo para o dimensionamento das instalações prediais o chamado Método dos Pesos, que consiste na estimativa do máximo consumo provável em cada trecho da rede hidráulica, sem distinção do tipo de ocupação do prédio e regime de horário de funcionamento dos aparelhos.

Basicamente, existem dois grupos de métodos para a determinação das vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria, segundo a forma de abordagem, são eles os métodos empíricos e os métodos probabilísticos (TOMAZ, 2001). Conforme Graça (1987), as vazões em um sistema predial de distribuição de água fria dependem basicamente dos seguintes fatores: atividades desenvolvidas pelos usuários; tipo e características do edifício; características do usuário determinadas por fatores fisiológicos, regionais, culturais, sociais e climáticos; população (quantidade e distribuição); organização espacial; características, função e número de aparelhos sanitários; e, intensidade, vazão unitária e duração das descargas.

No entanto, atualmente há uma grande diversidade de produtos habitacionais, com características e padrões bastante distintos, o que levanta a hipótese de que haja significativas variações de demanda às instalações hidrossanitárias.

Portanto, é de grande importância o estudo das características do perfil de consumo das edificações residenciais de modo a conhecer sua curva de consumo predial, relacionando-a sua ocupação e comportamento de utilização das instalações, possibilitando a estimativa dos parâmetros de projeto para o sistema de alimentação predial.

Para tanto, no presente trabalho foi realizado o monitoramento do consumo de água predial, durante a utilização normal do sistema hidrossanitário do empreendimento estudado, com o objetivo de determinar uma curva de consumo predial, analisando a variação horária e diária do consumo predial per capita.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso de informações determinadas e tabelas de prédios semelhantes ou dados de vizinhança para estimar a demanda de água pode ser questionável, pois outros fatores influenciam no consumo de água, segundo Silva (2007). Os hábitos, o perfil socioeconômico, o clima, o sistema de fornecimento, o custo da tarifa, a qualidade da água fornecida, o padrão da edificação, a pressão no sistema de distribuição, características da habitação (área do terreno, área construída, número de ocupantes), as características culturais da comunidade, as perdas no sistema e a existência da rede de esgoto são fatores que influenciam o consumo de água em um local (HAMMER, 1979 e A. NETO, 1996 apud PEREIRA e MACIEL, 2009; FUNASA, 2015; SILVA, 2007).

A NBR 12721:2006: Avaliação de custos unitários de construção para a incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios – Procedimento, determina uma classificação do padrão de um edifício, conhecido também pelo cálculo dos Custos Unitários Básicos – CUB. Essa forma de classificação com base nas características de ocupação, desempenho, tamanho, número de pavimentos e entre outros, estabelecem que para o edifício objeto de pesquisa, padrão normal.

O uso per capita é normalmente calculado pelos prestadores de serviço de saneamento responsáveis pela distribuição e abastecimento, de acordo com características de consumo de cada região e padrões operacionais, utilizando o volume total medido ou estimado, dividido pela população servida em um período (FUNASA, 2015; OLIVEIRA e LUCAS FILHO, 2003). A tabela 1 mostra uma estimativa de consumo per capita por determinada faixa de população. Normalmente, se utilizando da unidade de litros por ocupante por dia.

Segundo Tisutiya, 2004, os parâmetros que podem iniciar a estimativa são demonstrados na tabela 1 do consumo médio per capita de água em prédios residenciais.

Tabela 1 – Consumo médio per capita de água em edifícios

EDIFÍCIO	UNIDADE	CONSUMO MÉDIO PER CAPITA (L / OCUPANTE / DIA)
APARTAMENTO	OCUPANTE	200
RESIDÊNCIA	OCUPANTE	150
ESCOLA – INTERNATO	OCUPANTE	150
ESCOLA – EXTERNATO	OCUPANTE	50
CASA POPULAR	OCUPANTE	120
ALOJAMENTO PROVISÓRIO	OCUPANTE	80

Fonte: Tsutiya, (2004).

A abordagem de estimativa do consumo residencial é baseada no conhecimento dos seus usos. Pode-se estabelecer um padrão de consumo médio por ocupante na rotina do brasileiro. O banheiro tem seu uso mais intenso pela manhã, com o uso do chuveiro, da pia do banheiro e da bacia sanitária, além do uso matinal de água para ingestão, preparo do café da manhã, atividades domésticas, limpeza da residência, lavagem de roupas e preparo do almoço. No período da tarde, há o consumo para a lavagem da louça. No período noturno, há o uso para o preparo do jantar, banho, bacia sanitária, lavagem da louça e uso da pia do banheiro (MATOS, 2007). A Figura 1 ilustra a relação do emprego da água na rotina do brasileiro.

Figura 1 – Emprego da água na rotina do brasileiro



Fonte: Matos (2007).

Os fatores que afetam o consumo de água podem sofrer variações significativas, podendo ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. Segundo a FUNASA (2015), alguns parâmetros devem ser levados em consideração no cálculo do volume a ser consumido. São eles: Variações anuais: o consumo per capita tende a subir conforme o crescimento populacional; variações mensais: as alterações climáticas influenciam no consumo. Quanto mais seco e quente for o clima, maior o consumo de água; variações diárias: no decorrer do ano, há um dia em que se obtém o maior consumo. Neste dia, é considerado o coeficiente do dia de maior consumo ( $k_1$ ); variações horárias: ao longo do dia, há momentos em que o consumo é maior e alcança picos de vazões. É considerado o coeficiente da hora de maior consumo ( $k_2$ ), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O consumo é maior nos horários das refeições e menor durante a madrugada.

A provável demanda pode ser estimada tanto pela teoria das probabilidades, na qual é determinada através de experiência acumulada e na observação de instalações similares, quanto no método dos pesos relativos, na qual é determinada em função da vazão de projeto (ABNT, 1998).

O Método dos Pesos Relativos, normatizado pela NBR 5626:1998, leva em consideração o estabelecimento de uma provável demanda simultânea de água menor do que a máxima possível. A quantidade de cada tipo de peça instalada na tubulação é multiplicada pelos correspondentes pesos relativos, a soma dos valores obtidos na multiplicação de todos os itens, resulta na somatória total dos pesos.

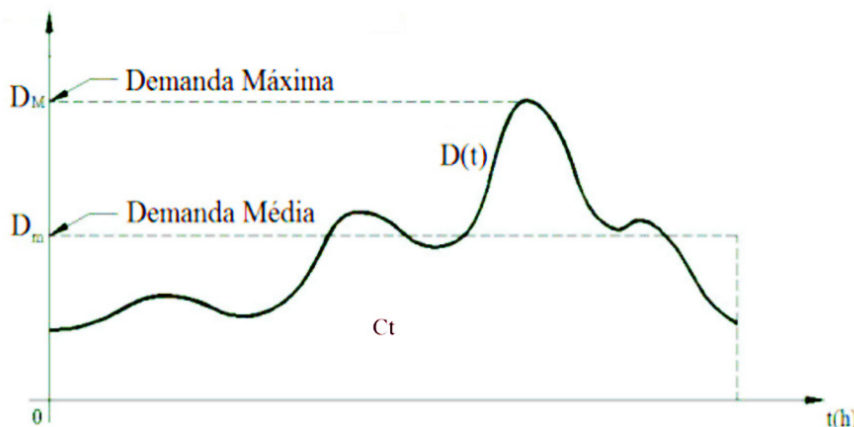
Cada equipamento de uso de água possui um perfil característico de vazão, e esse perfil repete-se ao longo do tempo, assim é possível obter valores médios de cada equipamento.

A curva de consumo define-se como aquela que apresenta a demanda em função do tempo,  $D(t)$ , para um determinado período  $t$ , em que a ordenada máxima da curva exibe a demanda máxima  $D_{max}$  (SOUZA, 2010). O consumo total da edificação se dá pela área abaixo da curva dentro do período  $t$ , na qual também é possível estimar uma demanda média  $D_{med}$ , no período  $t$ , determinada pela Equação 1:

$$Ct = \int_0^T D(t). dt \quad [1]$$

Onde:  $D(t)$  = curva de consumo com sua variação no tempo;  $Ct$  = demanda total no período.

Figura 2 – Exemplo de uma curva de consumo



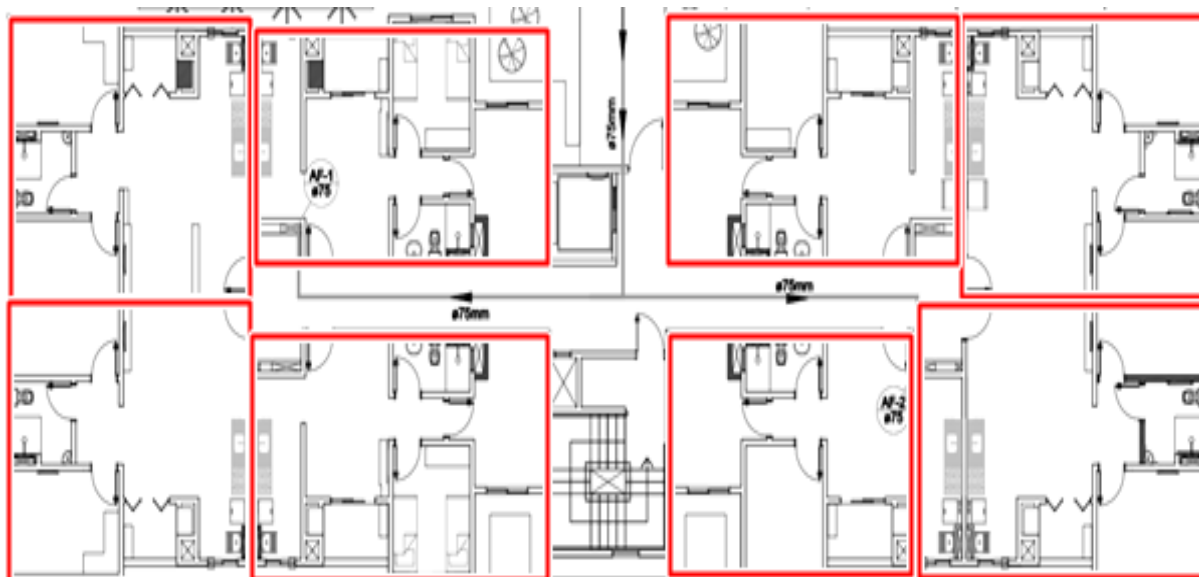
Fonte: Souza (2010).

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O objeto dessa pesquisa foi uma edificação multifamiliar, de padrão normal, localizada em Joinville-SC, possuindo as seguintes características físicas: 100 Unidades com 2 dormitórios cada, em 2 blocos; sendo considerados 400 ocupantes no total, conforme viabilidade da

Companhia Águas de Joinville. O edifício contém os seguintes cômodos por unidade: dois dormitórios; um banheiro; uma sala conjugada com cozinha e uma área de serviço. Conforme planta Tipo na Figura 3.

Figura 3 – Planta do pavimento Tipo, de 8 unidades com 2 dormitórios cada



Fonte: Adaptado de Rôgga Empreendimentos (2020).

Os pontos de consumo de água, por unidade, são: um chuveiro; uma bacia sanitária com caixa acoplada; uma pia de banheiro; uma pia de cozinha; um tanque de lavar roupas e uma torneira para uso de máquina de lavar.

Cada unidade habitacional contém entre 52 e 54 m<sup>2</sup>. Composto de dois blocos, sendo um bloco com 6 pavimentos com 8 unidades cada, e outro bloco com 6 pavimentos com 8 unidades cada, mais um pavimento com 4 unidades. As áreas comuns com demanda de água, são dois quiosques no térreo, o espaço de descanso de uso comum, a guarita, a lixeira do prédio, a torneira próxima do cavalete de medição da companhia de distribuição d'água e o espaço para animais de estimação.

O sistema adotado na edificação de estudo é o sistema indireto de distribuição, com bombeamento, no qual possibilita o armazenamento de uma grande quantidade de água, para a alimentação das unidades consumidoras. Esse tipo de sistema foi necessário sua adoção por conta do grande volume de água e do tamanho da edificação, possibilitando o armazenamento total na parte inferior do edifício ou no solo e exigindo menos da estrutura pelo volume de água armazenado.

O reservatório é localizado no solo, ao lado de um dos blocos, com 102 m<sup>3</sup> (102.000 litros) de volume utilizável de água. Com um conjunto de 4 bombas trifásicas de 2,04 CV cada. O conjunto é da marca Grundfos, modelo Hydro MPC-E 4 CRIE5-5, na qual está instalada em uma casa de bombas ao lado do reservatório. Cada bomba, fornece pressão d'água nominal de 35,4 mca, suficiente para a alimentação predial em todos os pavimentos, acionado eletronicamente, conforme a carga solicitada na tubulação, com capacidade de

vazão nominal de 28 m<sup>3</sup>/h. A coleta no reservatório é feita por um tubo DN 110 mm e a saída das bombas é feito por um tubo DN 110 mm.

### 3.1 MONITORAMENTO DO CONSUMO PREDIAL

Esta atividade consistiu na medição da vazão consumida do sistema de reserva da edificação, objeto de estudo. Tais dados foram medidos e registrados através de equipamento de aquisição e armazenamento de dados de vazão, com periodicidade de leitura e registro de 2 segundos, trazendo uma resolução adequada para o desenvolvimento estatístico. O dispositivo utilizado tem as seguintes características: TUF-2000B Medidor de fluxo digital TM-1 para tubulações de diâmetro DN 50 – 700 mm.

O medidor de vazão predial foi instalado no ramal geral de alimentação da distribuição direta para as unidades habitacionais, junto a casa de bombas do condomínio. O período de monitoramento na edificação foi de 5 semanas, de maneira a obter uma amostra significativa das variações de ocupação e uso das edificações, de 2 de dezembro de 2020 a 5 de janeiro de 2021.

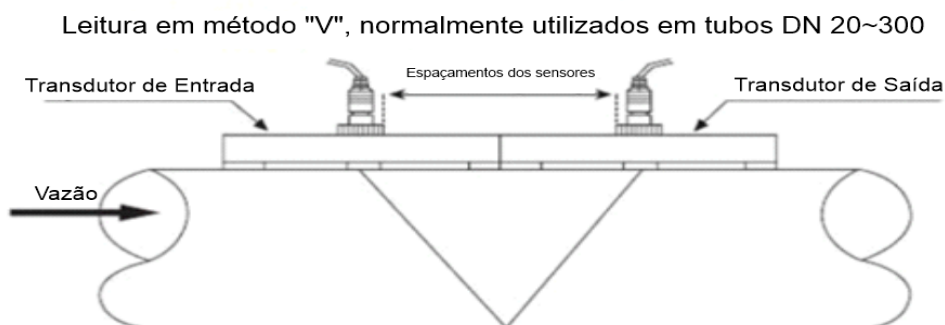
O medidor e analisador de consumo predial utilizado foi de tecnologia ultrassônica, por permitir a instalação sem qualquer tipo de alteração na estrutura de dutos existente. Possui duas tomadas de emissão de pulsos e leitura gerado por esses pulsos, com precisão de  $\pm 1\%$ . As tomadas de pulsos foram instaladas em formato de um "V", conforme Figuras 4 e 5, para se adequarem ao tubo utilizado de 110 milímetros de diâmetro, DN 110, e o registro de deu por equipamento de leitura e registro de dados do equipamento de medição.

Figura 4 – Tomada de leitura ultrassônica em "V"



Fonte: os autores (2021).

Figura 5 – Esquema de leitura dos sensores ultrassônicos



Fonte: Adaptado de HydroSystem (2020).

### 3.2 LEVANTAMENTO DO PERFIL DE OCUPAÇÃO E COMPORTAMENTAL

A determinação da curva de consumo predial foi determinada com o perfil do consumo dos ocupantes da população, através de questionário, baseado no trabalho de Kontokosta, 2015.

Dados quantitativos discretos do padrão de ocupação e uso das instalações prediais foram coletados, por meio de questionário aplicados aos ocupantes, com o objetivo de caracterizar os níveis de ocupação e perfis de uso da água, para relacioná-los aos resultados de consumo medidos. Os dados levantados foram: quantidade de ocupantes nas unidades; perfil socioeconômico; característica de relacionamento entre os ocupantes; atividades relacionadas ao uso de água dos ocupantes e frequências.

### 3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Finalizada a fase de levantamento de dados, estes foram tratados com a utilização de softwares específicos, obtendo os seguintes indicadores: Consumo per capita; coeficientes de variação horária de consumo predial; coeficiente de correção para o Métodos dos Pesos da ABNT NBR 5626 de 1998.

Os resultados obtidos se referem somente aos dados do endereço de referência, sem extrapolação para um conjunto maior. Devido a grande quantidade de dados de leitura (uma leitura a cada 2 segundos), foi escolhido a forma de apresentação dos dados através de gráficos de vazão de abastecimento, curva de permanência de vazões, coeficiente do horário de maior consumo e gráficos dos resultados da pesquisa de hábitos de consumo de água.

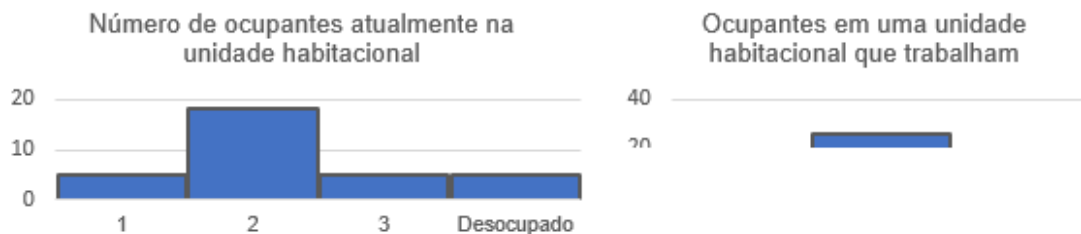
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem como finalidade apresentar os resultados dos objetivos propostos para este trabalho.

### 4.1 DEMOGRAFIA OCUPACIONAL E HÁBITOS DE CONSUMO DIÁRIO

A demografia ocupacional e os hábitos de consumo diário nas unidades habitacionais foram catalogados por questionário respondido de forma on-line, por 33 famílias, os dados agregados e expostos em gráficos, nos Gráficos 1, 2 e 3.

Gráfico 1 – Gráfico do número de ocupantes na unidade habitacional e do número de ocupantes que trabalhando por unidade habitacional



Fonte: os autores (2021).

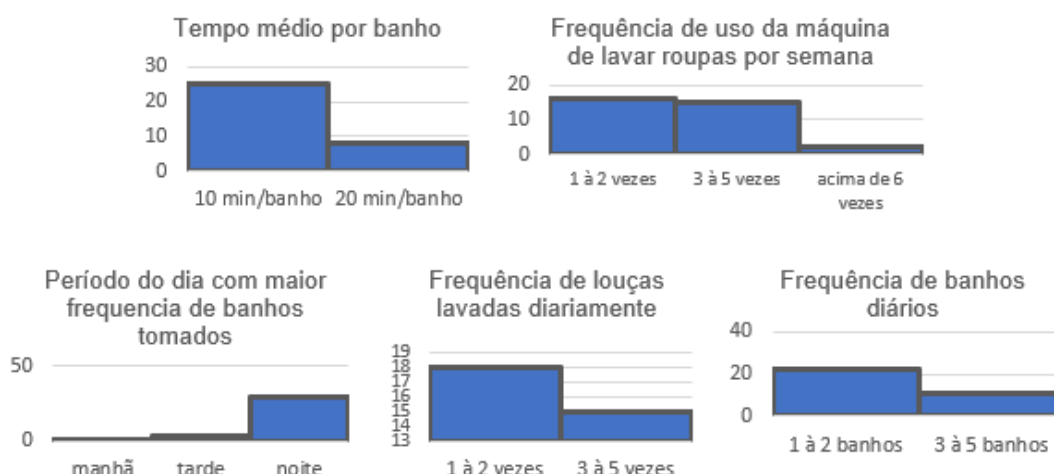
A média de ocupação é de 2,0 +/- 1,17 ocupantes por unidade habitacional para um intervalo de confiança de 95%. A ocupação média das unidades habitacionais foi de 85%, com oscilação, conforme registros da construtora entre 80 e 90%.

Gráfico 2 – Gráficos quanto ao número de idosos, renda per capita e de casal morando por unidade habitacional.



Fonte: os autores (2021)

Gráfico 3 – Gráfico da pesquisa quantitativa com dados de hábitos de consumo



Fonte: os autores (2021).

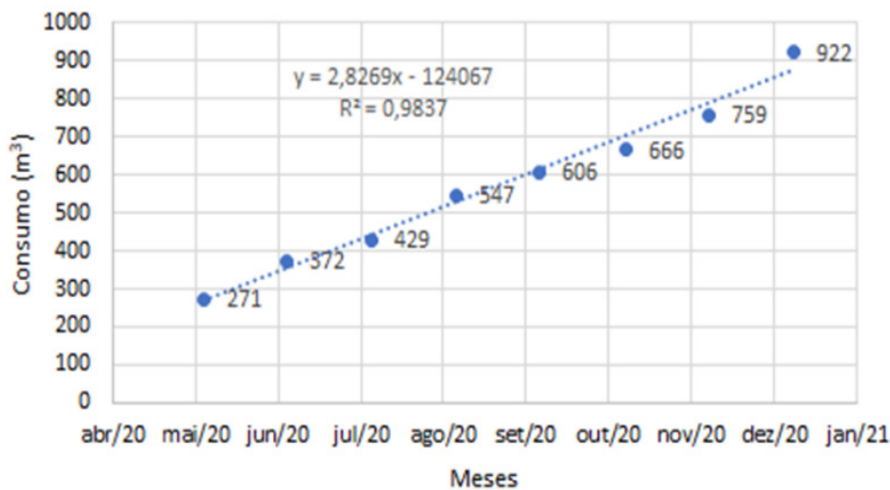
A classe social predominante é a classe determinada pelo Critério de Classificação Econômica Brasil, como C1 (ABEP, 2019), na qual 48% estão entre 2 até 4 salários-mínimos, seguida da classe B2 e por seguintes superiores, na qual 36% estão acima de 4 salários-mínimos, e em pequena representatividade da classe E. Por volta de 75% são casais sem crianças morando. Os banhos em cada unidade são por volta de 2/3 de 1 a 2 vezes ao dia e 1/3 são 3 vezes ou mais por dia, nas quais são tomados por volta de 88,9% no período noturno nos quais 75% têm duração média de 10 minutos cada. Em todas as unidades ocupadas têm ao menos um morador que é assalariado. Em 48% das unidades habitacionais utilizam a máquina de lavar roupas de 1 à 2 vezes na semana e 45% de 3 à 5 vezes na semana. São 54% do total que lavam louças de 1 à 3 vezes ao dia.

## 4.2 ESTUDO DE CONSUMO

Conforme registro mantidos pela construtora, no período de monitoramento da vazão (meses de dezembro de 2020 e janeiro de 2021) o empreendimento encontrava-se com ocupação de unidades habitacionais oscilando entre 80% e 90%. Considerando a existência de 100 unidades habitacionais, em média, estima-se que a população do empreendimento, na época do estudo, era de 170 ocupantes, com um intervalo de +/-100 ocupantes, considerando o intervalo de 95% de confiança.

Considerando o consumo medido no mês de dezembro de 2020 e a ocupação média do empreendimento, pode-se estimar o consumo per capita por dia de 144 litros. O Gráfico 4 apresenta a evolução do consumo acumulado baseado nas leituras mensais do hidrômetro realizadas pela companhia de fornecimento de água e esgoto.

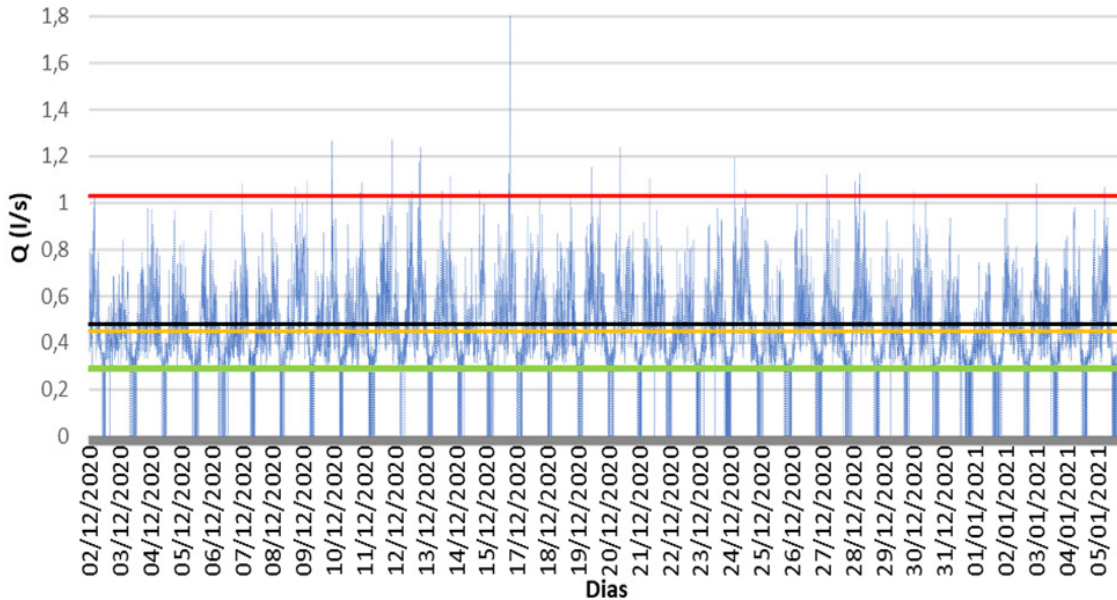
Gráfico 4 – Evolução do consumo acumulado no período de análise



Fonte: os autores (2021).

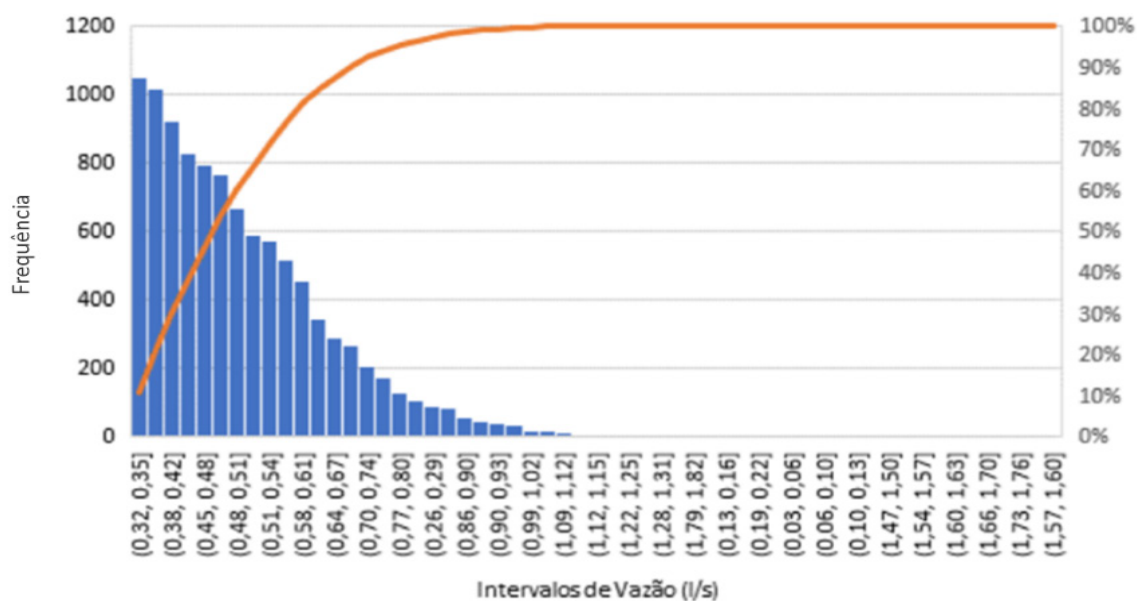
As vazões medidas no período são apresentadas na Figura 10, sendo a vazão média de alimentação no período monitorado igual a 0,45 +/- 0,38 litros por segundo, considerando a média sem os períodos que o sistema se manteve desligado igual a 0,48 +/- 0,15 litros por segundo. A média das máximas vazões diárias foi de 1,03 litros por segundo e a média das mínimas diárias foi de 0,28 litros por segundo.

Gráfico 5 – Vazão de abastecimento



Fonte: os autores (2021)

Gráfico 6 – Histograma de frequência de vazões com valores zeros e curva de permanência

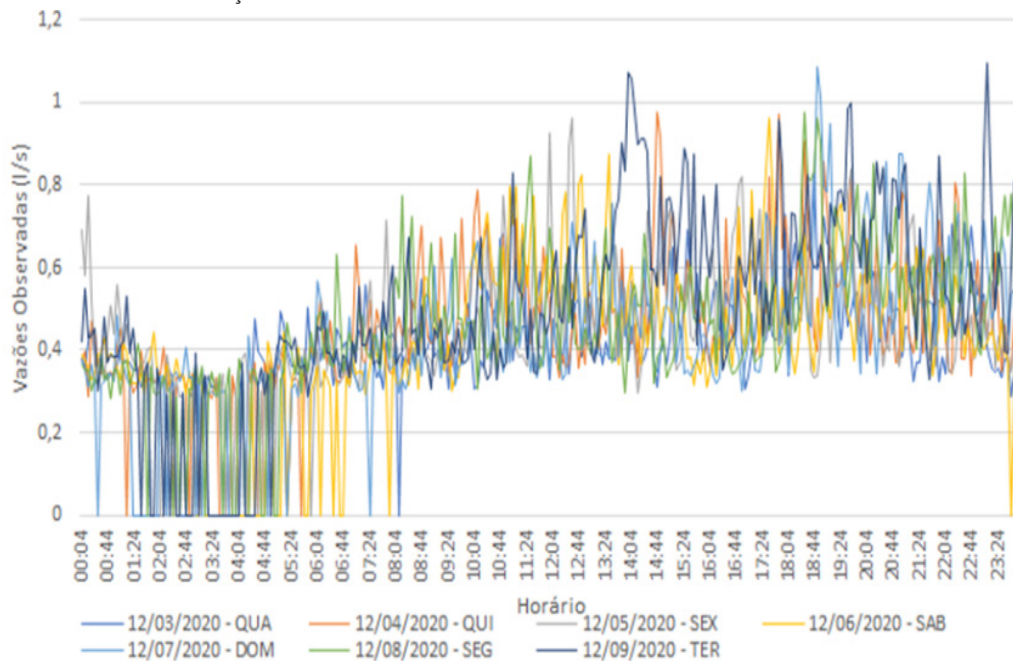


Fonte: os autores (2021).

A curva de permanência de vazões, demonstrada na Gráfico 6, atribuem o nível de probabilidade de excedência de um determinado evento, e por conta disso, é útil em estudos de atendimento de demandas. Trata-se de uma curva de frequência acumulada para uma abordagem quantitativa. Desta forma, indica a vazão que é igualada ou excedida em determinada porcentagem do tempo. A Q95 indica a vazão que permanece ou é excedida em 95% do tempo. As medidas foram tomadas em litros por segundo. O tempo ocioso do equipamento, isto é, vazão igual a zero, foi de aproximadamente 8% do total de tempo monitorado. A vazão Q95 do histograma considerando as vazões zero foi de 0,71 litros por segundo.

Analisando o perfil de consumo diário, através da variação da vazão de alimentação (recalque) no período, conforme Gráfico 7, pode-se perceber relação direta com o questionário declaratório, que caracteriza das 18h às 20h30min como de maior consumo. Também pode-se verificar que há um aumento da demanda no período das 12h às 14h, também esperado conforme referências bibliográficas.

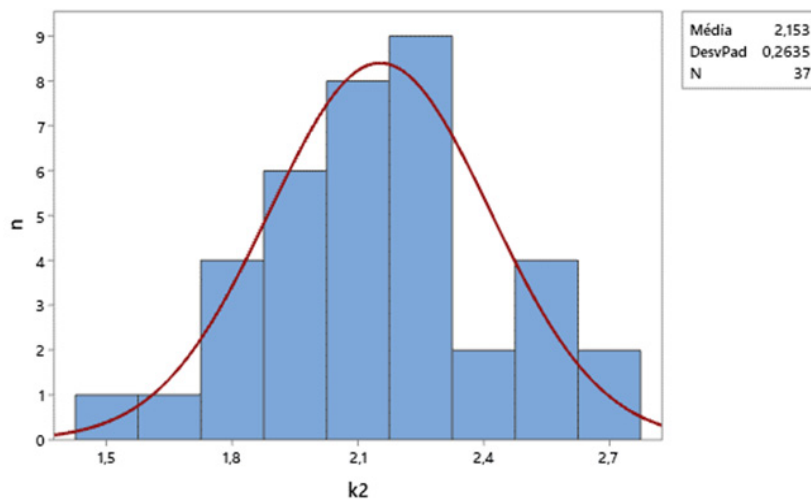
Gráfico 7 – Análise de variação de consumo diário



Fonte: os autores (2021).

Analisando os picos de consumo diários, pode-se projetar o histograma do gráfico 8, sendo que estimado com 95% de confiança, o valor do coeficiente diário de maior consumo – k2 igual a 2,15 +/- 0,51, considerou o valor médio, sem os períodos ociosos do sistema.

Gráfico 8 – Histograma do coeficiente do horário de maior consumo – k2



Fonte: os autores (2021).

Considerando o período parcial analisado, é possível realizar uma estimativa prévia do coeficiente do dia de maior consumo,  $k_1 = 1,25$ . Percebe-se que os parâmetros de consumo médio per capita encontrados, bem como a metodologia de estimativa de ocupação das

unidades habitacionais é superestimada, no entanto, os coeficientes  $k_1$  e  $k_2$  encontrados são muito maiores que os recomendados.

Considerando que os projetos dos sistemas prediais empregam comumente o consagrado Método dos Pesos Relativos para determinação da vazão de máxima provável, conforme as considerações da Tabela 2, pode-se estimar o coeficiente de vazão – C do referido método, sendo este igual a 0,03 +/- 0,01 litros por segundo, considerando a vazão média de 0,48 +/- 0,15 litros por segundo e, considerando a vazão média das máximas de 1,03 +/- 0,24 litros por segundo, tem-se o coeficiente de projeto igual a 0,07 +/- 0,02 litros por segundo.

Tabela 2: Quantidade de equipamentos e pesos relativos

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Peso</b>	<b>SOMA</b>
CHUVEIRO	85	0,1	8,5
BACIA SANITÁRIA	85	0,3	25,5
TANQUE	85	0,7	59,5
LAVA ROUPAS	85	1	85
PIA COZINHA	85	0,1	8,5
LAVATÓRIO	85	0,3	25,5
<b>Total</b>			<b>212,5</b>
<b>Raiz</b>			<b>14,6</b>

Fonte: os autores (2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se um valor médio de consumo per capita por dia de 144 litros, valor este abaixo do esperado, e abaixo dos valores utilizados em projeto de 200 litros/ocupante/dia. Segundo a bibliografia, o resultado é esperado de acordo com os fatores socioeconômicos da população estudada. Também cabe destacar que a média de ocupação foi de 2 ocupantes por unidade habitacional. Tendo estes 2 quartos, é comum se considerar no mínimo 4 ocupantes por unidade habitacional. Unindo as duas considerações, frente aos resultados obtidos, isso significaria um superdimensionamento de 240%, o que reflete no aumento das dimensões dos sistemas de reserva de água e bombeamento.

Os hábitos e estilo de vida afetam de forma direta o consumo de água, além dos horários de uso do recurso hídrico. Nessa população majoritariamente assalariada, o maior uso se dá por volta das 12 horas e 19 horas. A cidade em que se efetuou o estudo, tem histórico pluviométrico alto, com pouco frequência de falta de água, ainda assim, a importância do correto dimensionamento e uso do recurso hídrico não deve ser deixada de lado.

Aplicando-se resultados obtidos na pesquisa, ter-se-ia um  $C_{crítico} = 0,10$  litros por segundo com 95% de confiança, praticamente um terço do parâmetro recomendado pela NBR 5626:1998, igual a 0,30 litros por segundo. Tal premissa de projeto também implica no superdimensionamento dos sistemas de distribuição e alimentação prediais.

Da mesma forma que os coeficientes  $k_1$  e  $k_2$ , recomendados para aplicação na edificação estudada foram, especificamente, 1,25 e 2,15 +/- 0,51, considerou o valor médio, sem os períodos ociosos do sistema. Cabe ressaltar que, o método de estimação da demanda baseado nos coeficientes  $k_1$ ,  $k_2$ , geralmente utilizado somente para auxiliar o dimensionamento dos sistemas público de abastecimento, se mostrou bem relevante para o presente estudo, podendo ser uma ferramenta bem interessante para o dimensionamento dos alimentadores prediais diretos ou por recalque.

O uso de formulário de questionamento contribuiu de forma significativa para a associação dos dados técnicos coletados e determinação das características de uso da população estudada. Assim, provendo um suporte científico para se buscar uma melhor previsão de uso do recurso hídrico, tal qual como dimensionamento com maior precisão dos sistemas de reserva, pressurização e alimentação predial em instalações futuras.

Mais estudos podem ser realizados, com padrões de empreendimentos diferentes, com maior duração de medidas de uso, maior quantidade de itens no questionário e análise do custo de implantação de reservatório. É possível afirmar que os procedimentos de projeto atualmente aplicados e recomendados pelas normas em empreendimentos de padrões mais baixos são favoráveis a segurança, colocando em segundo plano a economia.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**:1997: INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA. São Paulo, ABNT. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212**:1999: MEDIDORES VELOCIMÉTRICOS DE ÁGUA FRIA ATÉ 15,0 M<sup>3</sup>/H. 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.211**:1992: ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DE SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**:2006: AVALIAÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS DE CONSTRUÇÃO PARA A INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA E OUTRAS DISPOSIÇÕES PARA CONDOMÍNIOS EDILÍCIOS – PROCEDIMENTO. Rio de Janeiro, 2006.
- BARROS, M. B.; MIRANDA, L. I. B.; RUFINO, L. A. A. MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n.1, p.251-262, Jan/Mar 2016. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=188&SUMARIO=5164>>. Acesso em: 23 de mar 2020.
- BRASIL, CORTES DO CRITÉRIO. CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA (ABEP)**, 2019. Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/48356646/CCE.pdf>> Acesso em: 31 mai 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **MANUAL DE SANEAMENTO**. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2015. 642 p.
- DE SOUZA, André Nunes et al. **ALGORITMOS PARA ESTIMAR CURVAS DE CARGAS A PARTIR DE PADRÕES DE HÁBITOS DE CONSUMO**. 2010. Disponível em: <http://arquivo.sbmec.org.br/dincon/trabalhos/PDF/energy/68877.pdf>. Acesso em: 25 nov 2020.

GRAÇA, Moacyr da e GONÇALVES, Orestes M. **VAZÕES DE PROJETO EM SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA**. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1987.

HEIN, André Fernando e Nardel Luiz Soares da Silva. A INSUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA FAMILIAR E O ÊXODO RURAL CONTEMPORÂNEO. **Estudos Sociedade e Agricultura**, jun 2019, vol. 27, n. 2, p. 394-417, ISSN 2526-7752.

JAIN, Rishree K.; KONTOKOSTA, Constantine E.. **MODELING THE DETERMINANTS OF LARGE-SCALE BUILDING WATER USE: Implications for Data-Driven Urban Sustainability Policy**. Sustainable Cities And Society, Nova Iorque, v. 18, p. 44-55, nov 2015.

MATOS, J. C. C. T. **PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA A DEFINIÇÃO DE COTAS PER CAPITA MÍNIMAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM-102/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007, 122p.

OLIVEIRA, J. I. e LUCAS FILHO, M. **CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA NA CIDADE DE NATAL: UMA ANÁLISE SOCIOECONÔMICA**. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, 2003, ABES. 10p.

PEREIRA, José Almir Rodrigues; MACIEL, Emanuel Francisco Martins. **DETERMINAÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM PARA AVALIAR A TARIFA DE ESGOTO SANITÁRIO**. Belém, 2009.

ROCHA, Marcia Cristina Lima; DE MATOS ROCHA, Valder Adriano Gomes. **ANÁLISE DE DIMENSIONAMENTO DO VOLUME ÚTIL DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES: ESTUDO DE CASO-MOSSORÓ/RN**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

SILVA, Sheldon Alexandre Moraes da. **ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA ENTRE PLANILHAS ELETRÔNICAS E SOFTWARE COMERCIAL EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**. Trabalho de Conclusão de Curso. Cajazeiras, 2019

TOLEDO, A. C. T. de. **ESTUDO DE TRATAMENTO QUÍMICO DE URINA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM DESCARGAS RESIDENCIAIS**. 2013.124 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia de Materiais, Ipen Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-04022014-091025/publico/2013ToledoEstudo.pdf>>. Acesso em 22 mar 2020

TOMAZ, Plinio. **ECONOMIA DE ÁGUA PARA EMPRESAS E RESIDÊNCIAS: UM ESTUDO ATUALIZADO SOBRE MEDIDAS CONVENCIONAIS E NÃO CONVENCIONAIS DO USO RACIONAL DA ÁGUA**. Navegar, 2001

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **ABASTECIMENTO DE ÁGUA**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª edição. São Paulo, 2006.