



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**MÁRCIA CRISTINA LIMA ROCHA**

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES QUE EMPREGAM SISTEMA DE MEDIÇÃO  
INDIVIDUALIZADO E COLETIVO: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ**

MOSSORÓ  
2018

MÁRCIA CRISTINA LIMA ROCHA

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES QUE EMPREGAM SISTEMA DE MEDIÇÃO  
INDIVIDUALIZADO E COLETIVO: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ**

Trabalho final de graduação apresentado a  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
como requisito para obtenção do título de  
Engenheiro(a) Civil.

Orientador(a): Prof. Arthuro Munay Dantas  
da Silveira

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

RR672

a

Rocha, Márcia Cristina Lima.

ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA EM  
EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES QUE EMPREGAM SISTEMA  
DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADO E COLETIVO: ESTUDO DE  
CASO EM MOSSORÓ / Márcia Cristina Lima Rocha. -  
2018.

48 f. : il.

Orientador: Arthuro Munay Dantas da Silveira.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,  
2018.

1. Medição individualizada de água. 2.  
Hidrômetro individual. 3. Uso racional de água. 4.  
Economia de água. I. Silveira, Arthuro Munay  
Dantas da, orient. II. Título.

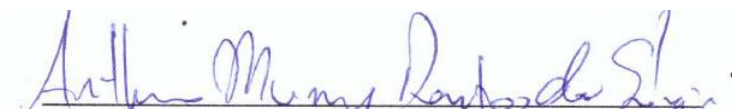
MÁRCIA CRISTINA LIMA ROCHA

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES QUE EMPREGAM SISTEMA DE MEDIÇÃO  
INDIVIDUALIZADO E COLETIVO: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ**

Trabalho final de graduação apresentado a  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
como requisito para obtenção do título de  
Engenheiro(a) Civil.

Aprovada em: 04 / 09 / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Arthur Munay Dantas da Silveira (UFERSA)  
Presidente



Prof. Carlos Vinícius Damaceno Bessa (UFERSA)  
Membro Examinador



Eng. Letícia Azevedo de Farias Pereira (UFERSA)  
Membro Examinador

## RESUMO

O presente cenário relacionado à utilização dos recursos hídricos é marcado por preocupação, tanto por parte da população como por parte do poder público. Diante disso, diversidades de alternativas estão sendo levantadas com o intuito de promover o uso racional da água e minimizar o seu desperdício. Dentre essas alternativas, no tocante ao gerenciamento do recurso, está a obrigatoriedade do emprego do sistema de medição individualizado de água em novas edificações condominiais, amparada pela lei 13312 de 2016. Além disso, a medição individualizada de água é indispensável para a promoção da cobrança justa pelo consumo, corroborando para a conscientização da população e, sobretudo, para a redução do desperdício de água. À vista disso, o presente trabalho buscou realizar uma análise comparativa, por meio de estudo de campo, da diferença do consumo per capita observada em duas edificações multifamiliares, localizadas na cidade de Mossoró (RN), com mesmo padrão econômico, mas com sistemas de medição de água diferentes (sistema de medição individual e sistema de medição coletivo). Por meio do estudo, constatou-se uma diferença percentual significativa entre esses consumos, mostrando-se 27% menor no edifício com sistema de medição individualizada (SMI).

**Palavras Chave:** Medição individualizada de água. Hidrômetro individual. Uso racional de água. Economia de água.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Instalação no hall de entrada do apartamento com caixa de proteção tradicional e hidrômetro na posição horizontal ..... | 25 |
| Figura 2 - Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho circular na posição horizontal .....                            | 25 |
| Figura 3 - Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho quadrado com hidrômetro na posição vertical.....                | 26 |
| Figura 4 - Instalação do hidrômetro no banheiro e em outras dependências no interior do apartamento .....                          | 27 |
| Figura 5 - Quadro de medição no pavimento .....                                                                                    | 31 |
| Figura 6 - SMI de uma edificação constituída por hidrômetros instalados na parte inferior do prédio .....                          | 33 |
| Figura 7 - Fachada frontal Residencial Spazio di Zurick .....                                                                      | 36 |
| Figura 8 - Hidrômetros instalados nos pavimentos .....                                                                             | 37 |
| Figura 9 - Fachada frontal Fausto Guilherme.....                                                                                   | 39 |
| Figura 10 - Quadro com hidrômetro geral .....                                                                                      | 40 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Análise comparativa entre consumo per capita do edifício em SMI e sem SMI ..... | 44 |
| Gráfico 2 - Taxa de ocupação dos edifícios .....                                            | 45 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Distribuição do número de moradores por apartamento .....                            | 38 |
| Quadro 2 - Distribuição do número de moradores por apartamento .....                            | 41 |
| Quadro 3 – Forma de medição e o consumo per capita referente .....                              | 42 |
| Quadro 4 – Leitura do hidrômetro geral e o consumo per capita médio do Fausto<br>Guilherme..... | 42 |
| Quadro 5 - Leitura dos hidrômetros e o consumo per capita médio do Zurick .....                 | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Valores de vazão nominal padrão em m <sup>3</sup> /h .....  | 24 |
| Tabela 2 - Manutenção preventiva de acordo com idade ou leitura .....  | 29 |
| Tabela 3 - tolerância admissível de acordo com a vazão de ensaio ..... | 29 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |                                                                                       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT     | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                              |
| ANA      | Agência Nacional de Água                                                              |
| CEDIPLAC | Centro de Desenvolvimento e Documentação da Habitação e Infraestrutura Urbana         |
| INMETRO  | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia                              |
| NBR      | Normas Brasileiras Regulamentadora                                                    |
| NR       | Norma Regulamentadora                                                                 |
| NTS      | Norma Técnica SABESP                                                                  |
| ONU      | Organização das Nações Unidas                                                         |
| PROACQUA | Programa de Qualidade e Produtividade dos Sistemas de Medição Individualizada de Água |
| REPAV    | Rosário Edificações e Pavimentação Ltda                                               |
| SABESP   | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo                                 |
| SANEAGO  | Companhia Saneamento de Goiás S.A                                                     |
| SMI      | Sistema De Medição Individualizado                                                    |

## SUMÁRIO

|              |                                                                  |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                | 13 |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>                                       | 15 |
| 2.1          | HISTÓRICO                                                        | 15 |
| 2.2          | CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO                              | 16 |
| <b>2.2.1</b> | <b>Classificação Quanto à Forma de Consumo</b>                   | 16 |
| 2.2.1.1      | Consumo coletivo                                                 | 16 |
| 2.2.1.2      | Consumo individual                                               | 16 |
| <b>2.2.2</b> | <b>Classificação Quanto à Forma de Medição</b>                   | 16 |
| 2.2.2.1      | Medição coletiva                                                 | 16 |
| 2.2.2.2      | Medição individual                                               | 18 |
| 2.3          | VISÃO GERAL DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA             | 19 |
| <b>2.3.1</b> | <b>Pontos positivos decorrentes da instalação do sistema</b>     | 19 |
| 2.3.1.1      | Cobrança justa pelo consumo da água em condomínios               | 19 |
| 2.3.1.2      | Redução do consumo de água                                       | 20 |
| 2.3.1.3      | Redução das despesas condominiais                                | 21 |
| <b>2.3.2</b> | <b>Pontos negativos decorrentes da instalação do sistema</b>     | 21 |
| 2.4          | COMPONENTES DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA     | 22 |
| <b>2.4.1</b> | <b>Hidrômetros</b>                                               | 22 |
| 2.4.1.1      | Classificação e funcionamento                                    | 22 |
| 2.4.1.2      | Localização                                                      | 24 |
| 2.4.1.3      | Recomendações para o dimensionamento                             | 27 |
| 2.4.1.4      | Manutenção                                                       | 28 |
| 2.5          | SOLUÇÕES DE PROJETO                                              | 30 |
| <b>2.5.1</b> | <b>Concepções de Projetos de Medição Individualizada de Água</b> | 30 |

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 2.5.2 | Esquemas Básicos das Instalações de Água Fria ..... | 31 |
| 3     | METODOLOGIA .....                                   | 34 |
| 3.1   | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....                    | 34 |
| 3.2   | COLETA DOS DADOS .....                              | 34 |
| 3.3   | EDIFICAÇÕES ESTUDADAS .....                         | 35 |
| 3.3.1 | Spazio Di Zurick Residencial .....                  | 35 |
| 3.3.2 | Residencial Fausto Guilherme .....                  | 39 |
| 4     | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                        | 42 |
| 5     | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                          | 46 |
| 6     | BIBLIOGRAFIA .....                                  | 47 |

## 1 INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação atual com a utilização indevida dos recursos hídricos, um vez que este é um bem essencial à vida, além de ser substancial para o desenvolvimento de um país. Assim sendo, o consumo de água será maior quanto maiores forem o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial, as atividades agrícolas e outras atividades produtivas de uma nação (CARVALHO, 2010). Desta forma, já é possível perceber que a crise hídrica começa a afetar algumas regiões no mundo, sendo possível constatar desde severos problemas de abastecimento até a ameaça de escassez do recurso.

Ademais, vale destacar que 50 estados soberanos no mundo são desprovidos de condições para o atendimento das necessidades mínimas da sua população. Deste total, 70% dispõem de consumo per capita inferior a 30 litros de água, como é o caso da Nigéria (MEMON; BUTLER, 2006). Entretanto, é preciso destacar que a Organização das Nações Unidas (ONU) determina como valor de referência 40 litros de água por pessoa ao dia destinados à ingestão, preparo de alimentos e condições mínimas de higiene. De acordo com Memon e Butler (2006), 12 países do continente africano encontram-se em estado de “stress” hídrico e, além disso, existe uma estimativa de que em 2025 mais dez países possam ser acometidos pelo problema.

Com relação a disponibilidade hídrica, o Brasil é considerado um país privilegiado, sendo um dos países mais ricos em água, uma vez que detém 12% de toda água doce existente no mundo, como apontado pela Agência Nacional de Água (ANA). Contudo, o problema enfrentado pelo país está relacionado com a distribuição territorial inadequada do recurso, pois 70% deste encontra-se na região Amazônica, com concentração populacional baixa, 15% na região Centro Oeste, 6% nas regiões Sul e Sudeste, com concentração populacional alta, e somente 3% na região Nordeste (SILVA, 2010).

Diante desse cenário, e ainda levando em consideração a irregularidade no fornecimento de água, incluindo a ineficiência dos sistemas de abastecimento e os elevados índices de perda, surge a necessidade de conscientizar a população acerca da importância do uso racional da água, promovendo a mudança de comportamentos que outrora geravam desperdício. Uma solução bastante eficaz, a qual pode promover a substituição de hábitos, por parte da população, em prol da economia de água, é a adoção do sistema de medição individualizado (SMI) em edificações multifamiliares.

A implementação do SMI traz consigo uma série de pontos positivos, dentre os quais podem-se destacar: equidade na cobrança pelo consumo de água, pois o usuário pagará somente o que consumiu, e, como consequência disto, a redução significativa do volume de água consumido e do volume de efluente de esgoto gerado. Desta forma, o desenvolvimento dessa pesquisa busca corroborar a disseminação da importância da eficiência na gestão do consumo de água em edificações multifamiliares, por meio do emprego de sistema de medição individualizada. Para isto, serão abordadas as técnicas empregadas no processo de implantação e gerenciamento do SMI e a caracterização do sistema de medição individualizada. Além disso, será apresentado um estudo de caso baseado em análise comparativa do consumo de água em edifícios situados na cidade de Mossoró/RN, com mesmo padrão econômico, porém com sistema de medição de água diferente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 HISTÓRICO

De acordo com Carvalhães (2016), até o ano de 1998 os edifícios da cidade de São Paulo eram construídos com diversas prumadas constituídas por vários ramais em cada apartamento, sendo esta quantidade muitas vezes superior a dez. Todavia, com a aprovação da Lei municipal de São Paulo de número 12638/1998, a qual tornou obrigatória a previsão de medição individualizada em novos condomínios, a forma de medição de consumo de água em edificações multifamiliares foi completamente modificada.

Entretanto, o cumprimento desta exigência legislativa implicou em diversos problemas técnicos no sistema de medição. Em outras palavras, com o advento da lei 12638/1998, os novos edifícios passaram a ser construídos com previsão para SMI, porém, de forma errônea, pois esta lei não abordava critérios técnicos adequadamente estabelecidos, a fim de evitar possíveis problemas. Dentre os principais impasses destacam-se hidrômetros localizados em ambientes de difícil instalação e difícil acesso do usuário (forros no interior de banheiros) ou instalados em outros locais sem acesso (CARVALHAES, 2016).

Ainda de acordo com Carvalhães (2016), esta forma de projetar e executar o SMI perdurou até o ano de 2007. A modificação se deu em decorrência do surgimento de programas tais como PROACQUA (2008), a SABESP e o CEDIPLAC, os quais passaram a nortear os projetistas com relação as exigências técnicas necessárias, a saber, dimensionamento adequado e a determinação de locais adequados para instalar os equipamentos.

No âmbito nacional, o presidente em exercício, Michel Temer, sancionou em 12 de julho de 2016 a lei 13312, a qual torna obrigatória a utilização de hidrômetros individuais para medição do consumo de água nas novas edificações multifamiliares. Esta lei altera a Lei 11.445 de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. A lei 13312 em seu art. 2º, § 3º determina que “As novas edificações condominiais adotarão padrões de sustentabilidade ambiental que incluam, entre outros procedimentos, a medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária (NR)”.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

### 2.2.1 Classificação Quanto à Forma de Consumo

Como apresentado por Souza (2008), a classificação do sistema de medição individualizada quanto à forma de consumo subdivide-se em consumo coletivo e consumo individual.

#### 2.2.1.1 Consumo coletivo

Refere-se àqueles insumos que são consumidos por todos os moradores, os quais se encontram em áreas consideradas comuns. Esse consumo efetuado de forma geral será, deste modo, rateado por todos os condôminos. São exemplos de consumo coletivo a água usada na limpeza de áreas comuns e na rega de jardins, a reserva de água para o combate a incêndio e a água consumida nas áreas funcionais (SOUZA, 2008).

#### 2.2.1.2 Consumo individual

Conforme explica Souza (2008), o consumo individual é aquele que é restrito ao apartamento. Devendo-se destacar que não se deve confundir o consumo individual com o consumo per capita. Este refere-se ao consumo do usuário, aquele ao consumo da unidade habitacional.

### 2.2.2 Classificação Quanto à Forma de Medição

#### 2.2.2.1 Medição coletiva

A medição geral ou coletiva é caracterizada pelo emprego de um hidrômetro geral, o qual é instalado na entrada do edifício, mais precisamente, no alimentador predial. Nesse tipo, todo o consumo, incluindo os individuais (de cada unidade habitacional) e o coletivo, é contabilizado de forma conjunta. Devido à simplicidade de

implementação do seu sistema hidráulico, esse sistema ainda é comumente utilizado (SOUZA, 2008).

Como o emprego da medição coletiva envolve o rateio da conta de água entre as unidades habitacionais, faz-se necessário buscar a forma de rateio, por meio de critérios, que leve a cobrança mais justa do insumo. Existem algumas formas de rateio que são mais empregadas, como explica Souza (2008):

- Rateio em partes iguais

Neste tipo, o valor é determinado pela divisão do consumo geral, observado no hidrômetro principal, incluindo consumo individual e coletivo, pelo número de apartamento. Em suma, cada unidade autônoma paga o mesmo valor da conta, mesmo consumindo volumes de água diferentes. Por esse motivo, esta forma de medição é considerada a forma mais injusta de rateio, já que considera que todos os apartamentos consomem de forma igualitária, o que nem sempre é verdade.

- Rateio proporcional a área

O rateio em questão é realizado considerando que o consumo varia de acordo com a área do apartamento, baseado na teoria de que o apartamento com maior área implica em maior número de moradores e, conseqüentemente, maior consumo de água. Deve-se destacar que esse tipo é menos injusta que a descrita acima.

Entretanto, tal critério tem-se tornado obsoleto uma vez que existe uma tendência de construção de prédios em que as unidades habitacionais possuem características geométricas iguais (apartamentos tipo), impossibilitando a discriminação por área. Além disso, esse critério não considera aspectos culturais e condições da instalação hidráulica de cada apartamentos, os quais podem variar de um apartamento para outro, no mesmo edifício.

- Rateio proporcional ao número de habitantes

Essa forma de rateio consiste na divisão do consumo geral entre as unidades autônomas, considerando uma proporcionalidade com a quantidade de moradores de cada unidade. Se comparado com as formas de rateio expressas acima, pode ser

considerada como a forma mais justa, pois é o critério que melhor se aproxima do consumo real, uma vez que o consumo está intimamente relacionado com as ações e as necessidades humanas.

Por outro lado, esse método não leva em consideração o fato de que o número de moradores é variável ao longo do dia. Vale salientar que esse é um fator preponderante que leva à variação do consumo de água no apartamento.

#### 2.2.2.2 Medição individual

A NTS 277 (Norma Técnica SABESP) de 2008 define o sistema de medição individualizada como sendo o “Sistema de medição de água em condomínios residenciais e/ou comerciais, que consiste na instalação de hidrômetro em cada unidade autônoma, de modo a possibilitar a medição do seu consumo, com a finalidade de emitir contas/faturas individuais”.

Apesar da existência de hidrômetros individuais para cada unidade habitacional, como posto pela NTS 277, não é dispensado o hidrômetro geral na entrada do prédio. Deste modo, será possível medir o consumo de cada apartamento e, além disso, o consumo condominial, por meio da diferença entre o consumo indicado no hidrômetro geral e somatória dos consumos dos hidrômetros individualizados, tendo em vista que essa diferença deverá ser mensalmente rateada entre os condôminos (FOLETTTO, 2008).

Esta forma de medição permite a cobrança mais justa, pois o consumidor paga pelo que realmente consumiu. Além disso, o condomínio se exime, em parte, das responsabilidades pelos vazamentos que ocorrem dentro dos apartamentos, uma vez que o SMI possibilita a detecção destes defeitos com maior facilidade, viabilizando que o condômino tome as providências necessárias com maior rapidez, já que ele será o responsável pelo pagamento dos desperdício de água que suceder em seu apartamento (SOUZA, 2008).

## 2.3 VISÃO GERAL DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

### 2.3.1 Pontos positivos decorrentes da instalação do sistema

Como afirma Coelho (2007), por proporcionar benefícios diretos e indiretos, tanto para a sociedade como para o meio ambiente, a medição individualizada desperta a simpatia e o interesse de moradores de condomínios, devendo-se destacar que a individualização de hidrômetros pode gerar justiça social, economia no consumo de água, dentre outros benefícios que serão abordados a seguir.

#### 2.3.1.1 Cobrança justa pelo consumo da água em condomínios

De acordo com Coelho, Maynard (1999), são empregadas duas formas de cobrança do fornecimento de água e esgoto, sendo uma delas a adoção de hidrômetros individuais. Nesse tipo a cobrança pode se dar de duas formas: rateio sob a responsabilidade do condomínio ou a adaptação da concessionária de água com relação ao sistema de faturamento caracterizado pela emissão de contas individuais para os apartamento. Essa última opção apresenta-se mais vantajosa, uma vez que a conta é expedida para cada apartamento, devendo o morador efetuar o pagamento diretamente na empresa de abastecimento, tendo o fornecimento de água interrompido se não pagar por ele.

Vale destacar que o por meio do emprego do SMI é possível reduzir o índice de inadimplência, pois o consumidor sente-se satisfeito por pagar pelo que efetivamente consumiu. Outro fator importante que vale destacar, é o fato do condômino estar resguardado com relação a possíveis suspensões do abastecimento de água provocadas pelo atraso na quitação de outros condôminos (FOLETTTO, 2008).

Trata-se de um dos aspectos mais perceptíveis por parte dos consumidores, uma vez que a individualização da medição de água possibilita a cobrança justa pelo que é consumido por cada unidade habitacional, sendo o custo proporcional ao volume de água consumido. Em contrapartida, no sistema de medição convencional o consumo total registrado pelo hidrômetro geral é rateado de forma igual para os apartamentos, constituindo uma forma de cobrança injusta, em que uns pagam pelos desperdícios de outros. (COELHO, 2007).

### 2.3.1.2 Redução do consumo de água

Diversos hábitos inadequados dos condôminos, os quais dizem respeito ao consumo de água, contribuem para desperdício do recurso em edificações, estando os mais recorrentes listados a seguir (OLIVEIRA, 1999):

- Tomar banho demorado;
- Limpar as áreas internas e externas empregando a varredura com jato de água;
- Efetuar escovação dental, barbear ou lavar o rosto com a torneira aberta;
- Não fechar as torneiras completamente;
- Empregar a bacia sanitária como lixeira, consumindo um volume maior de água devido ao maior número de descargas para eliminação dos dejetos;
- Operar lavadoras de roupa com carga inferior à máxima recomendada;
- Irrigar o jardim em horário inapropriado– com maior incidência do sol, provocando maior evaporação e, desta forma, maior consumo de água;
- Lavar veículos sem a utilização de esguicho de fechamento mecânico que proporciona maior consumo de água devido à lavagem com água corrente mesmo nos intervalos em que se está ensaboando.

O emprego do sistema de medição individualizada para o consumo de água é um meio de minimizar o desperdício deste recurso, por intermédio da racionalização de hábitos inapropriados. Esse fato é consequência direta da equidade na cobrança, possibilitando que o usuário pague pelo que efetivamente consumiu. Desta forma, surge uma maior consciência relacionada ao uso da água (PERES, 2006).

Conforme Coelho (2007), uma pesquisa foi realizada pela SANEAGO envolvendo três edifícios de Goiânia, na qual foi feita uma análise comparativa do consumo de água dessas edificações, antes e depois da adoção do SMI (2004 à 2015). Através desse estudo, observou-se um redução anual de 19m<sup>3</sup> por habitante, possibilitando uma economia de 51 litros por pessoa diariamente. Esse benefício é decorrente do item anterior, pois a cobrança de acordo com o que é consumido promove a mudança de postura do consumidor. Como o morador, após a implementação do sistema individualizado, irá custear a conta de água de forma

individual, o cuidado para se evitar o desperdício do recurso aumentará de forma natural.

#### 2.3.1.3 Redução das despesas condominiais

A diminuição do consumo de água individualmente, por cada apartamento, gera um impacto significativo quando analisado sob um ponto de vista mais amplo (observação na minoração do consumo de água do condomínio). Desta forma, a individualização de hidrômetros em um edifício contribui para a redução das suas despesas, uma vez que os gastos com a conta de água e esgoto são bastante relevantes, senão uma das maiores despesas de uma edificação multifamiliar, conforme apresenta Coelho (2004) em um pesquisa, realizada na cidade de São Paulo, na qual constatou-se que a despesa com água e esgoto representam 17% das despesas totais do condomínio.

Além disso, de acordo com Coelho (1999), o sistema individualizado permite detectar com maior rapidez e facilidade a ocorrência de perdas de água por vazamento, possibilitando uma intervenção mais rápida e, desta modo, reduzindo os custos futuros com manutenção e reparo no prédio. Ademais, o SMI possibilita a redução do volume de esgoto gerado, decorrente da diminuição do desperdício, a redução do consumo de energia elétrica pelo sistema de recalque, dentre outros.

#### 2.3.2 Pontos negativos decorrentes da instalação do sistema

Cumprе mencionar um estudo realizado por Reis e Lima (2000), no qual foi feito um comparativo entre os custos da implementação do sistema de medição coletivo e do individual em uma edificação residencial com 44 pavimentos. Constatou-se que o SMI custaria, em média, 37% a mais se comparado com o coletivo. Todavia, este valor é referente a um SMI implantado após a construção das edificações, o que o tornou mais oneroso. Além disso, vale destacar que o valor investido poderá ser compensado com a redução do consumo de água.

Em alguns casos, a adoção do SMI poderá ser considerada demasiadamente onerosa, deixando de ser viável economicamente. A implantação desse sistema em prédios já projetados para receber a individualização é mais simples e possui menor

custo, variando entre R\$ 320 e R\$ 1600 por apartamento. Por outro lado, em prédios mais antigos onde a instalação hidráulica não foi projetada para receber a individualização, a adaptação é mais complexa e o investimento com a implantação é muito superior, chegando a custar R\$ 3000 por apartamento, segundo levantamento do G1 através de dados da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) (LEITE, 2014).

## 2.4 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA

### 2.4.1 Hidrômetros

#### 2.4.1.1 Classificação e funcionamento

Macintyre (1990) define o hidrômetro como sendo o aparelho que tem por função principal a medição do consumo de água. Além disso, no que diz respeito ao tipo, classifica-os em dois tipos:

- **Hidrômetros volumétricos:** A medição do consumo de água é feita por meio da contagem da quantidade de vezes que uma determinada câmara de capacidade conhecida é enchida e esvaziada, por intermédio de um êmbolo munido de deslocamento retilíneo alternativo de um disco oscilador ou rotativo, sendo o primeiro mais empregado. A utilização deste tipo é indicado nos casos em que a água não apresente detritos ou substância estranhas.
- **Hidrômetros taquimétricos (velocimétricos):** Seu funcionamento é fundamentado na dependência existente, por meio de coeficiente experimental, entre a descarga de água e a velocidade de rotação de eixo de um rotor composto por hélice axial ou palhetas disposta em uma câmara de distribuição.

Conforme Coelho, Maynard (1999), os medidores de velocidade são também denominados de inferenciais, uma vez que a obtenção da medição se dá de forma indireta. São os mais empregados se comparado com os volumétricos por serem menos complexos, de concepção fácil e de menor custo (MACINTYRE, 1990).

Os hidrômetros velocimétricos ainda se subdividem em hidrômetro monojato (unijato) e multijato. De acordo com Carvalho (2010), esses dois tipos são distinguidos de acordo com o número de jatos incidentes na turbina do medidor. Desta forma, para uma mesma vazão, hidrômetros do tipo monojato apresentam menor dimensão se comparado com hidrômetros multijatos. Uma característica dos hidrômetros monojatos que merece destaque é o fato do jato de água atingir diretamente a turbina, existindo a possibilidade de serem afetados pelas impurezas retidas no filtro (COELHO, et al., 1999).

Ademais, existe uma classificação embasada na portaria do INMETRO nº 246, a qual classifica os hidrômetros nas classes A, B e C. No que tange à precisão, o crescimento ocorre da categoria A para a C. Para a categorização dessas classes são empregados alguns parâmetros, dentre os quais estão: vazão máxima, vazão mínima, vazão nominal e a vazão de transição.

A portaria do INMETRO nº 246 traz a seguinte classificação para essas vazões, como disposto a seguir:

2.9 - Vazão máxima ( $Q_{max}$ ): Maior vazão, expressa em  $m^3/h$ , na qual o hidrômetro é exigido a funcionar por um curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico quando posteriormente for empregado dentro de suas condições de uso.

2.10 - Vazão nominal ( $Q_n$ ): Maior vazão nas condições de utilização, expressa em  $m^3/h$ , nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis.

2.11 - Vazão de transição ( $Q_t$ ): Vazão, em escoamento uniforme, que define a separação dos campos de medição inferior e superior.

2.12 - Vazão mínima ( $Q_{min}$ ): Menor vazão, na qual o hidrômetro fornece indicações que não possuam erros superiores aos erros máximos admissíveis.

Apesar de, na maioria das vezes, os fabricantes nomearem os hidrômetros a partir da vazão máxima, não é esta a vazão empregada no dimensionamento de um hidrômetro para a vazão normal de funcionamento, mas sim a vazão nominal

(CARVALHO, 2010). A portaria do INMETRO n° 246 apresenta os valores de vazão nominal padrão em m<sup>3</sup>/h, como mostrado na Tabela 1:

**Tabela 1 - Valores de vazão nominal padrão em m<sup>3</sup>/h**

| Valores de vazão nominal (m <sup>3</sup> /h) |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 0,60                                         | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,50 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 10,00 | 15,00 |

Fonte: INMETRO (2000)

#### 2.4.1.2 Localização

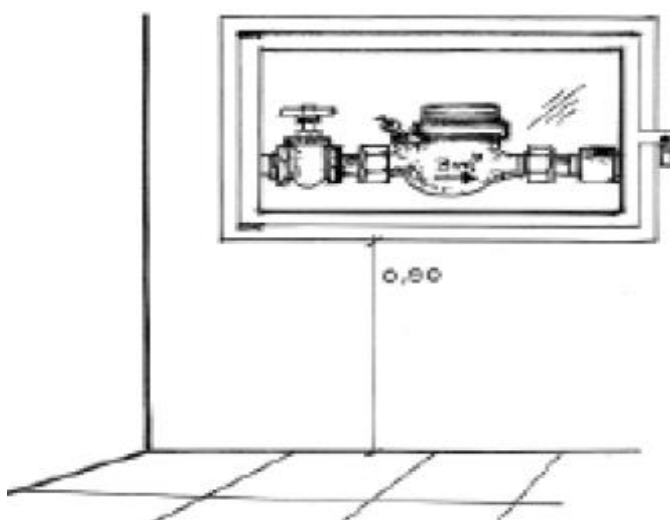
De acordo com Coelho (2007), a definição dos locais onde serão dispostos os hidrômetros configura-se como um dos aspectos mais importantes na concepção de um SMI de água em apartamentos. A escolha de um local em detrimento de outro irá depender do tipo de faturamento que pretende-se empregar e da forma de leitura do consumo, se leitura manual ou eletrônica.

Quando a leitura é eletrônica não há necessidade de instalar os hidrômetros fora do apartamento, pois nesse caso o leitor consegue efetuar a leitura de forma indireta, sem a necessidade de ter acesso ao prédio. A seguir serão abordadas algumas posições básicas para a disposição de hidrômetros de SMI de água em apartamentos (COELHO, 2007):

- **Instalação no hall de entrada do apartamento com caixa de proteção tradicional e hidrômetro na posição horizontal**

Conforme descrito por Coelho (2007), essa forma é a mais empregada no Brasil, pois apresenta facilidade de leitura, sendo os hidrômetros comumente instalados em uma altura de 1,50 m ou 0,90 m. A Figura 1 apresenta esse tipo de instalação.

**Figura 1 - Instalação no hall de entrada do apartamento com caixa de proteção tradicional e hidrômetro na posição horizontal**

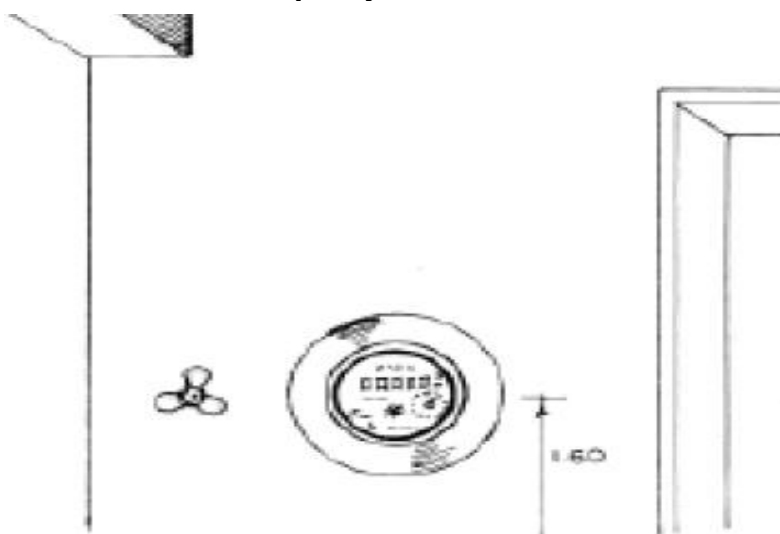


Fonte: Coelho (2007)

- **Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho circular na posição horizontal**

A Figura 2 ilustra essa opção de instalação, sendo possível observar que o registro está localizado fora da caixa do hidrômetro.

**Figura 2 - Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho circular na posição horizontal**

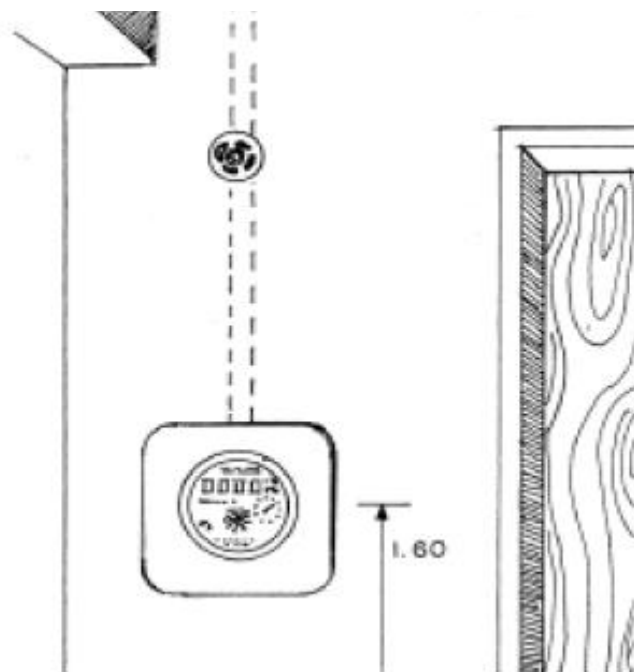


Fonte: Coelho (2007)

- **Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho quadrado com hidrômetro na posição vertical**

Como exposto por Coelho (2007), essa forma de disposição dos hidrômetros tem agradado aos arquitetos. Em seguida, essa configuração é representada na Figura 3, onde é possível observar que o registro de controle localiza-se externamente à caixa.

**Figura 3 - Instalação no hall de entrada do apartamento em espelho quadrado com hidrômetro na posição vertical**



Fonte: Coelho (2007)

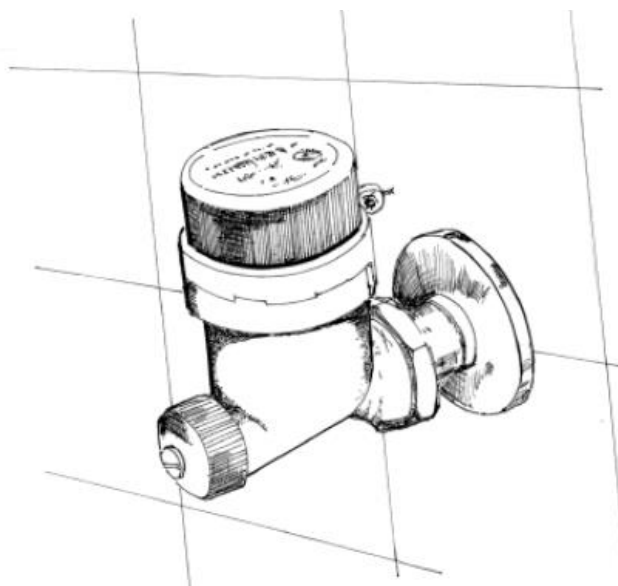
- **Instalação no shaft (utilizando sistema BUS)**

Esse tipo é recomendado nos casos em que a leitura é feita por meio do sistema M-BUS ou sistema de leitura através de rádio. Vale destacar que a instalação do hidrômetro pode ser feita, inclusive, na parte interna da unidade autônoma sem causar transtornos ao morador no momento da leitura (COELHO, 2007).

- **Instalação do hidrômetro no banheiro e em outras dependências no interior do apartamento**

Os projetistas optam por esse tipo nas situações em que o faturamento (rateio) é feito pelo síndico ou pela administração do edifício. Em contrapartida, por motivos de segurança, esse sistema não é recomendado se a medição for efetuada pela concessionária. O custo com a instalação desse modelo é menor se comparado com os citados acima (COELHO, 2007). A Figura 4 mostra a localização citada.

**Figura 4 - Instalação do hidrômetro no banheiro e em outras dependências no interior do apartamento**



Fonte: Coelho (2007)

#### 2.4.1.3 Recomendações para o dimensionamento

Conforme NTS 277 (2008), a incumbência de dimensionamento dos hidrômetros individuais das unidades autônomas é do projetista qualificado, o qual deve ser contratado pelo cliente. No dimensionamento deve ser levado em consideração as vazões de serviço e as perdas de carga, em conformidade com o sistema de água em questão, se de água fria ou de água quente, de forma que seja garantido o consumo dos pontos de utilização.

O dimensionamento deve ser feito em consonância com o projeto de medição individualizada, de modo que todo o conjunto seja avaliado. A NTS 277 (2008) explicita que o hidrômetro instalado deve atender ao campo de vazões de acordo com a utilização do ramal de alimentação. Devem possuir capacidade para vazão nominal de  $Q_n$  igual a 0,75 m<sup>3</sup>/h ou 1,5 m<sup>3</sup>/h, conforme o projeto. Além disso, os equipamentos instalados devem pertencer à classe metrológica B ou superior (NST 277, 2008).

De acordo com Coelho, Maynard (1999), os hidrômetros precisam ser dimensionados com bitola que proporcione uma perda de carga excessiva, de tal modo que provoque a limitação do consumo dos pontos de utilização do apartamento. Os autores ainda enfocam que o campo de medição do hidrômetro deve cobrir o campo de vazões observado no ramal de alimentação onde ele será instalado.

Tamaki (2013) pontua alguns aspectos que devem ser levados em consideração para um melhor funcionamento do SMI:

- É fundamental a consideração do regime de operação do hidrômetro. Se o regime encontrar-se entre a vazão mínima e a nominal, o medidor apresentará um bom funcionamento, mesmo que esteja trabalhando próximo da sua vazão nominal por considerável espaço de tempo.
- É aconselhável o emprego de trecho reto de tubulação tanto a montante como a jusante do hidrômetro, com comprimento ideal equivalente a 10 vezes o diâmetro nominal da tubulação. Essa prática permite mitigar a distorção no perfil de velocidade de escoamento e o turbilhonamento.
- A posição do hidrômetro também contribui para a precisão maior ou menor do medidor. O hidrômetro instalado na posição horizontal com sua relojoaria voltada para cima é comumente empregado. Entretanto, outras posições também são utilizadas podendo, com isso, mudar a classe metrológica do dispositivo, de B (posição horizontal) para A (posição vertical).

#### 2.4.1.4 Manutenção

Por se tratar de um instrumento de medição, os hidrômetros carecem de manutenção de modo a conservar suas condições de funcionamento em conformidade com as exigências metrológicas prevista na portaria do INMETRO 246,

possibilitando a quantificação adequada do consumo de água nos apartamento (NTS 277, 2008).

A Tabela 2, fornecida pela NTS 277 de 2008, apresenta a periodicidade requerida para manutenção preventiva, levando em conta o critério (leitura ou idade) que suceder primeiro.

**Tabela 2 - Manutenção preventiva de acordo com idade ou leitura**

| Vazão nominal (m <sup>3</sup> /h) | Leitura máxima | Idade máxima (anos) |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,75                              | 3249           | 8                   |
| 1,5                               | 8640           | 8                   |

Fonte: NTS 277 (2008)

A manutenção corretiva é exposta na NTS 277 (2008) como a manutenção a ser realizada sempre que o medidor apresentar defeito, a saber, hidrômetro parado, violado ou com problema de fácil detecção. O hidrômetro deve ser substituído também quando for testado em bancada metrológica, em laboratório ou in-loco, e acorrer alteração na calibração (NTS 277, 2008).

A Portaria do INMETRO 246 estabelece as vazões de ensaio para os hidrômetros em utilização, e suas respectivas tolerâncias de erro, como mostrado na Tabela 3:

**Tabela 3 - Tolerância admissível de acordo com a vazão de ensaio**

| Vazão     | Erro admissível |
|-----------|-----------------|
| Mínima    | ±10%            |
| Transição | ±5%             |
| Nominal   | ±5%             |

Fonte: INMETRO (2000)

Quando o hidrômetro apresentar erro superior aos dispostos na Tabela 3, não estará apto a realizar a medição do volume de água, sendo necessário a troca, por parte do condomínio, por equipamento novo e devidamente calibrado, tanto na manutenção preventiva como na corretiva, não sendo permitido a solução por meio de ajustes ou limpezas no equipamento anterior. Além disso, toda manutenção de hidrômetro deverá ser previamente comunicada à SABESP com o intuito de evitar descontinuidade das leituras e faturamento inconsistente (NTS 277, 2008).

## 2.5 SOLUÇÕES DE PROJETO

De acordo com Carvalho (2010), não existem regras e soluções restritivas que norteiam a mudança do sistema de medição de água coletivo para o sistema de medição individual, devendo o projetista buscar a opção de custo acessível e que ofereça facilidade de manutenção. Essa variabilidade existente de soluções pode ser explicada pela particularidade de cada edifício, sendo possível que a disposição do sistema varie de uma edificação para outra.

### 2.5.1 Concepções de Projetos de Medição Individualizada de Água

A concepção de projeto adotada para a implementação do SMI de água deve atender ao disposto na NBR 5626 (Instalações Prediais de Água Fria): “Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes.”

Conforme exposto por Coelho, Maynard (1999) a concepção de projeto deve atender às recomendações seguintes:

- O sistema de instalação hidráulica do empreendimento deve garantir que a entrada de água ao apartamento seja feita por meio de um único ponto, estando terminantemente proibida a interligação de ramais de ligação de apartamento distintos.
- Os hidrômetros devem ser padronizados e protegidos, alocados em lugares de fácil acesso, sobretudo, próximo à entrada das unidades autônomas, viabilizando a leitura direta. O hidrômetro poderá ser instalados em outros locais, sendo, porém, necessário o emprego de leitura remota.
- O dimensionamento do SMI deve ser feito de modo a garantir que o abastecimento de água às unidades não seja comprometido quando os pontos de utilização estiverem sendo utilizados de forma simultânea.
- Nas instalações prediais com SMI não é permitido a utilização de válvula descarga, pois esses dispositivos necessitam de uma vazão superior à vazão dos medidores individualizados.

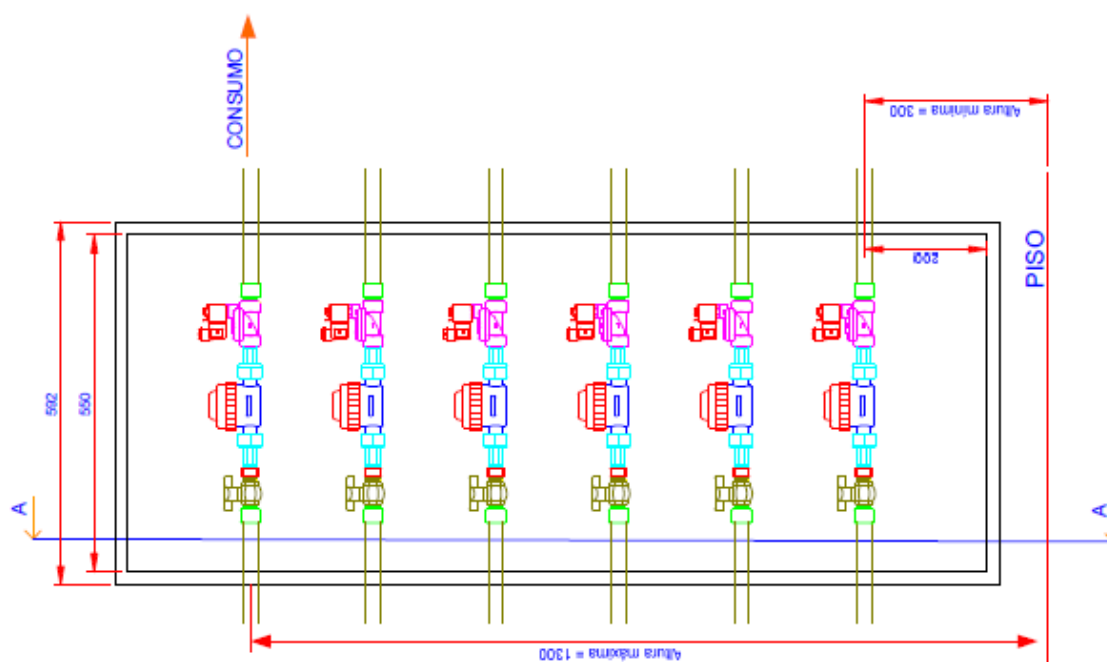
## 2.5.2 Esquemas Básicos das Instalações de Água Fria

- Medição nos pavimento

Uma das soluções que está sendo amplamente empregada é a disposição dos hidrômetros no hall de cada pavimento. Esse sistema ganhou notoriedade entre projetistas e construtores, por requerer um sistema de instalação hidráulica mais simplificado, caracterizado pela instalação de uma única prumada central na área comum, onde os medidores estarão localizados. Após o grupo de hidrômetros a tubulação será distribuída pelo teto do apartamento ou pelo forro do apartamento abaixo, ambos dispostos horizontalmente (CARVALHO, 2010).

De acordo com Carvalho (2010), essa última opção tem sido questionada por projetistas por ser uma opção que inviabiliza possíveis manutenções, ocasionando transtorno entre condôminos. Ademais, a instalação de hidrômetros por pavimento dificulta a medição direta, especialmente em se tratando de muitos andares, sendo necessária a previsão de sistema de leitura remota. A Figura 5 mostra um quadro de medição:

**Figura 5 - Quadro de medição no pavimento**



Fonte: NTS 277 (2008)

- Grupo de medidores com reservatório unificado

A concepção em questão é indicada para conjuntos habitacionais de padrão baixo com número reduzido de pavimentos (máximo de quatro pavimentos). Nessa opção todos os hidrômetros são instalados em um único local, interna ou externamente ao edifício, inclusive na cobertura, desde que seja atendido o critério de acessibilidade. Além disso, essa solução viabiliza a leitura direta, a qual é fator preponderante para adoção do SMI em edificações de classe baixa, uma vez que dispensa o modo de leitura remota (CARVALHO, 2010).

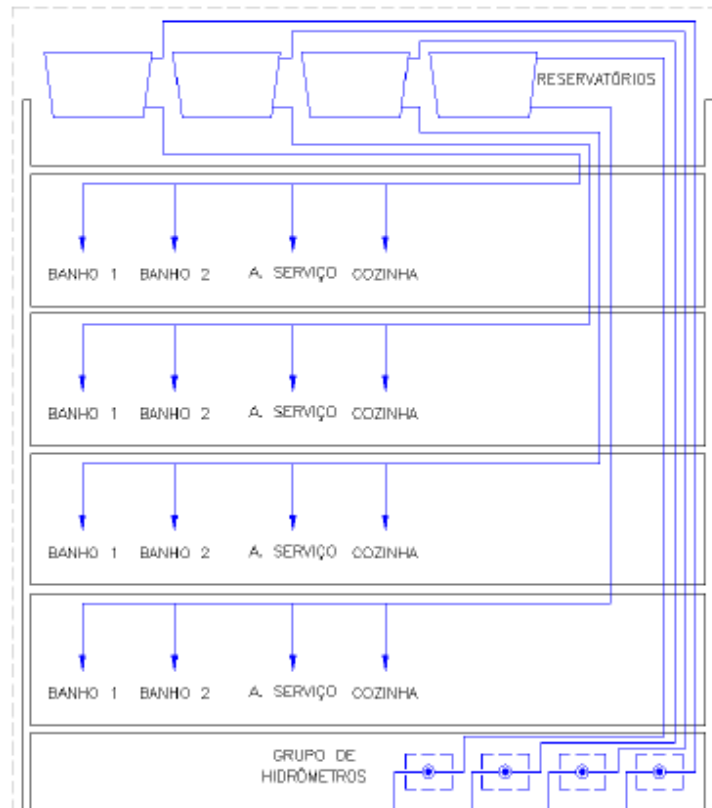
Ainda segundo Carvalho (2010), existe a possibilidade do reservatório de água do edifício estar situado sobre a cobertura. Nessa situação, os tubulações devem descer até o local onde se encontra o conjunto de hidrômetros para, em seguida, ascender separadamente para cada unidade habitacional.

- Conjunto de hidrômetros com reservatórios individualizados

Consiste em adotar um reservatório de água para cada apartamento. Segundo Carvalho (2010), essa concepção não é muito adotado por requerer condições específicas como forma de viabilizar o seu emprego. Dentre essas condições estão o espaço para comportar todas os reservatórios e a altura do edifício, que poderá requisitar o emprego de reservatório inferior. Esse último caso torna inviável a solução em questão, devido à dificuldade de executar sistemas de bombeamento e reservatórios inferiores individuais. Ademais, a adoção dessa concepção pode dificultar a manutenção e a limpeza dos reservatórios.

A Figura 6 mostra o SMI de uma edificação constituída por hidrômetros instalados na parte inferior do prédio e reservatórios superiores.

**Figura 6 - SMI de uma edificação constituída por hidrômetros instalados na parte inferior do prédio**



Fonte: Carvalho (2010)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Silva e Menezes (2005), a caracterização de uma pesquisa científica é dada por meio de quatro parâmetros: natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

Quanto à natureza, este trabalho classifica-se como uma pesquisa aplicada, pois tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, e dirigidos à solução de problemas específicos relacionados às edificações multifamiliares. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, segundo os conceitos abordados por Silva e Menezes (2005), a pesquisa caracteriza-se com qualitativa, pois refere-se à conceitos relacionados aos impactos decorrentes do emprego de sistema de medição individualizada, que embora possam ser quantificáveis, possuem uma interação dinâmica entre si quando aplicados ao mundo real.

Quanto aos objetivos, o presente estudo caracteriza-se como sendo uma pesquisa exploratória pois envolve estudo bibliográfico e análise de exemplos, a fim de compreender como a utilização do SMI afeta o consumo de água de edificações multifamiliares.

Relacionado aos procedimentos técnicos, de acordo Silva e Menezes (2005), este estudo apresenta-se com uma pesquisa bibliográfica, pois será necessário o conhecimento teórico para correlacioná-lo com o estudo prático. Ademais, a pesquisa também caracteriza-se com estudo de caso, uma vez que serão analisados dados acerca de dois sistemas de medição distintos de edificações multifamiliares em Mossoró (RN).

#### 3.2 COLETA DOS DADOS

Para a realização deste trabalho se fez necessário escolher dois edifícios multifamiliares na cidade de Mossoró com mesmo padrão econômico, porém, com sistema de medição de água diferente (coletivo ou individualizado). Além disso, a edificação precisava apresentar relevante índice de ocupação no período estudado e, sobretudo, permitir o acesso ao prédio para leitura dos hidrômetros e levantamento

do número de moradores. Desta forma, os prédios estudados foram escolhidos devido ao acesso facilitado por intermédio de moradores e síndicos.

Depois de selecionados os edifícios, algumas informações foram colhidas na visita ou através de contato direto com administradoras, construtoras e síndicos:

- Distribuição da quantidade de moradores por unidade habitacional;
- Número de unidades habitacionais;
- Número de quartos por unidade habitacional;
- Presença de dispositivos sanitários economizadores de água;
- Leitura dos hidrômetros.

O objetivo desta coleta de dados foi, a partir dos valores reais do consumo de água obtido através da leitura dos hidrômetros e do número de moradores, encontrar o volume total de água consumido no período de estudo e o consumo per capita médio real. Esse último merece destaque por se caracterizar como o objeto de análise do trabalho.

### 3.3 EDIFICAÇÕES ESTUDADAS

#### 3.3.1 Spazio Di Zurick Residencial

O residencial Zurick, localizado no bairro Nova Betânia, dispõe de 12 pavimentos com três apartamentos por pavimento, totalizando 36 apartamentos, os quais possuem dois quartos, sendo um suíte. A Figura 7 exibe a fachada lateral da edificação.

**Figura 7 - Fachada frontal Residencial Spazio di Zurick**



Fonte: Autor (2017)

As características relacionadas ao consumo de água do edifício estão listadas a seguir:

- Condomínio de padrão médio;
- Apartamentos com 50 m<sup>2</sup>;
- Hidrômetros individualizados para controle de consumo;
- Dois quartos por apartamento.

A medição do consumo mensal de água dos 36 hidrômetros é feita por funcionários do prédio de forma visual. Os hidrômetros estão dispostos em painéis fechados localizados no hall de cada pavimento do prédio, sendo três hidrômetros por painel como mostra a Figura 8.

**Figura 8 - Hidrômetros instalados nos pavimentos**



Fonte: Autor (2017)

Para o levantamento da quantidade de moradores existente em cada apartamento não foi necessário o contato direto com os moradores do prédio, pois esta lista foi fornecida pela portaria do edifício. No Quadro 1 encontra-se a distribuição da quantidade de pessoas por apartamento.

**Quadro 1 - Distribuição do número de moradores por apartamento**

| APARTAMENTO | Nº DE MORADORES | APARTAMENTO | Nº DE MORADORES |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 101         | 0               | 701         | 4               |
| 102         | 3               | 702         | 3               |
| 103         | 3               | 703         | 0               |
| 201         | 1               | 801         | 2               |
| 202         | 1               | 802         | 0               |
| 203         | 0               | 803         | 0               |
| 301         | 2               | 901         | 0               |
| 302         | 4               | 902         | 1               |
| 303         | 1               | 903         | 2               |
| 401         | 2               | 1001        | 3               |
| 402         | 0               | 1002        | 0               |
| 403         | 2               | 1003        | 2               |
| 501         | 5               | 1101        | 0               |
| 502         | 3               | 1102        | 0               |
| 503         | 1               | 1103        | 5               |
| 601         | 2               | 1201        | 4               |
| 602         | 0               | 1202        | 2               |
| 603         | 5               | 1203        | 0               |

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a lista de moradores dos 36 apartamentos do prédio, nove apartamentos estavam desocupados no momento da pesquisa. Entretanto, também foram desconsideradas as leituras de consumo dos apartamentos 17, 25 e 36, pois estes apresentaram valores muito baixos e incompatíveis com qualquer realidade de consumo e população, características de apartamentos desocupados.

### 3.3.2 Residencial Fausto Guilherme

O condomínio Fausto Guilherme, localizado no Bairro Alto de São Manoel, é constituído por vinte e três pavimentos, sendo um pavimento térreo, dois subsolos destinado à garagem, e vinte pavimentos de apartamentos, com três apartamentos por pavimento, totalizando 60 unidades habitacionais.

Possui cinco tipos de apartamentos que se distinguem pela área construída e pela quantidade de quartos. Os apartamentos com dois quartos são denominados T2-A com 63,78 m<sup>2</sup>, T2-B com 63,02 m<sup>2</sup> e o T2-C com 63,57 m<sup>2</sup>. Já os apartamentos com três quartos são intitulados de T3-A com 84,00 m<sup>2</sup> e T3-B com 84,77 m<sup>2</sup>. A Figura 9 apresenta a fachada lateral da edificação Fausto Guilherme.

**Figura 9 - Fachada frontal Fausto Guilherme**



Fonte: REPAV Construtora (2017)

Na pesquisa de campo foram levantadas as seguintes informações sobre a edificação:

- Condomínio de padrão médio;
- Medição de consumo por hidrômetro geral;
- 30 apartamentos com três quartos;
- 30 apartamentos com dois quartos.

Apesar de ser uma construção recente, o controle de consumo de água no condomínio é feito por um hidrômetro geral. Desta forma, no consumo medido no período de pesquisa, além do consumo nas unidades habitacionais, também está incluso o consumo condominial. Todavia, a construtora REPAV informou que existe previsão para instalação de medidores individuais de água e gás.

O hidrômetro geral do edifício encontra-se na área interna do condomínio, protegido por um painel como mostra a Figura 10.

**Figura 10 - Quadro com hidrômetro geral**



Fonte: Autor (2017)

A quantidade de moradores por apartamento foi fornecida pela síndica do condomínio, não necessitando do contato direto com os moradores. No período de estudo o prédio apresentou uma elevada taxa de ocupação, com apenas quatro apartamentos desocupados. Os apartamentos que apresentaram maior taxa de ocupação foram o 8 e o 15, com cinco e seis moradores, respectivamente. O Quadro 2 apresenta a distribuição dos moradores por apartamento.

**Quadro 2 - Distribuição do número de moradores por apartamento**

| APARTAMENTO | Nº DE MORADORES | APARTAMENTO | Nº DE MORADORES |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 101         | 4               | 1101        | 3               |
| 102         | 3               | 1102        | 4               |
| 103         | 4               | 1103        | 4               |
| 201         | 1               | 1201        | 2               |
| 202         | 3               | 1202        | 4               |
| 203         | 3               | 1203        | 4               |
| 301         | 3               | 1301        | 2               |
| 302         | 5               | 1302        | 3               |
| 303         | 4               | 1303        | 4               |
| 401         | 2               | 1401        | 3               |
| 402         | 4               | 1402        | 4               |
| 403         | 3               | 1403        | 4               |
| 501         | 3               | 1501        | 1               |
| 502         | 2               | 1502        | 3               |
| 503         | 6               | 1503        | 4               |
| 601         | 3               | 1601        | 2               |
| 602         | 3               | 1602        | 1               |
| 603         | 2               | 1603        | 2               |
| 701         | 2               | 1701        | 2               |
| 702         | 2               | 1702        | 0               |
| 703         | 1               | 1703        | 0               |
| 801         | 1               | 1801        | 3               |
| 802         | 2               | 1802        | 0               |
| 803         | 2               | 1803        | 2               |
| 901         | 1               | 1901        | 3               |
| 902         | 4               | 1902        | 3               |
| 903         | 4               | 1903        | 2               |
| 1001        | 1               | 2001        | 2               |
| 1002        | 3               | 2002        | 0               |
| 1003        | 2               | 2003        | 3               |

Fonte: Autor (2017)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O embasamento da pesquisa em questão restringiu-se à análise de dois prédios com tipos de medição de consumo de água distintos, com o intuito de avaliar a influência desse parâmetro sobre o consumo. Vale salientar que para atender a esse fim, foi necessário fixar outros parâmetros que também poderiam influenciar no valor do consumo de água da edificação, variando apenas o parâmetro analisado, como mostra o Quadro 3.

**Quadro 3 – Forma de medição e o consumo per capita referente**

| Edifício                     | Forma de medição | Consumo médio per capita |
|------------------------------|------------------|--------------------------|
| Residencial Spazio Di Zurick | Individual       | 125,00 L/hab.dia         |
| Residencial Fausto Guilherme | Coletivo         | 171,60 L/hab.dia         |

Fonte: Autor (2017)

O Quadro 4 apresenta a leitura inicial e final do hidrômetro e o consumo de água no condomínio Fausto Guilherme, quantificado no período de setembro à dezembro de 2016, no intervalo de 103 dias, o consumo por dia e o consumo per capita médio. Além disso, também apresenta o consumo médio por dia e o consumo per capita médio. Já o Quadro 5 expõe a leitura dos 24 hidrômetros, o consumo total no período referente a 96 dias, consumo por dia, consumo diário por apartamento, consumo per capita e consumo per capita médio.

**Quadro 4 – Leitura do hidrômetro geral e o consumo per capita médio do Fausto Guilherme**

| LEITURA DE CONSUMO (LITRO)                      |            |            |
|-------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                 | LEITURA 1  | LEITURA 2  |
| VOLUME (L)                                      | 3.897.000  | 6.672.000  |
| DATA                                            | 15/09/2016 | 27/12/2016 |
| TOTAL EM DIAS                                   | 103 dias   |            |
| CONSUMO NO PERÍODO(L)                           | 2.775.000  |            |
| CONSUMO                                         |            |            |
| CONSUMO MÉDIO POR DIA (L/dia)                   |            | 26941,7    |
| CONSUMO MÉDIO POR MORADADOR POR DIA (L/hab.dia) |            | 171,6      |

Fonte: Autor (2017)

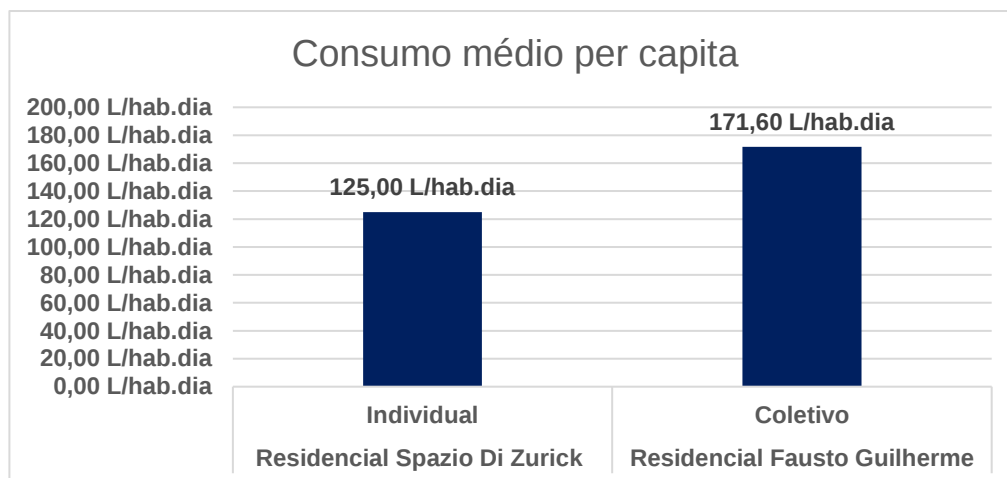
**Quadro 5 -Leitura dos hidrômetros e o consumo per capita médio do Zurick**

| APARTAMENTO                                | Nº DE MORADORES | LEITURAS(LITROS)        |                         | CONSUMOS                    |       |              |
|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|--------------|
|                                            |                 | LEITURA 1<br>19/09/2016 | LEITURA 2<br>23/12/2016 | PERÍODO<br>DE 96<br>DIAS(L) | L/Dia | L/ Hab. Dia  |
| 102                                        | 3               | 154000                  | 188000                  | 34000                       | 354,2 | 118,1        |
| 103                                        | 3               | 385000                  | 412000                  | 27000                       | 281,3 | 93,8         |
| 201                                        | 1               | 387000                  | 399000                  | 12000                       | 125,0 | 125,0        |
| 202                                        | 1               | 153000                  | 163000                  | 10000                       | 104,2 | 104,2        |
| 301                                        | 2               | 396000                  | 417000                  | 21000                       | 218,8 | 109,4        |
| 302                                        | 4               | 515000                  | 579000                  | 64000                       | 666,7 | 166,7        |
| 303                                        | 1               | 321000                  | 333000                  | 12000                       | 125,0 | 125,0        |
| 401                                        | 2               | 535000                  | 572000                  | 37000                       | 385,4 | 192,7        |
| 403                                        | 2               | 286000                  | 319000                  | 33000                       | 343,8 | 171,9        |
| 501                                        | 5               | 1657000                 | 1732000                 | 75000                       | 781,3 | 156,3        |
| 502                                        | 3               | 241000                  | 279000                  | 38000                       | 395,8 | 131,9        |
| 503                                        | 1               | 249000                  | 265000                  | 16000                       | 166,7 | 166,7        |
| 601                                        | 2               | 414000                  | 453000                  | 39000                       | 406,3 | 203,1        |
| 603                                        | 5               | 369000                  | 419000                  | 50000                       | 520,8 | 104,2        |
| 701                                        | 4               | 377000                  | 444000                  | 67000                       | 697,9 | 174,5        |
| 702                                        | 3               | 454000                  | 483000                  | 29000                       | 302,1 | 100,7        |
| 801                                        | 2               | 175000                  | 186000                  | 11000                       | 114,6 | 57,3         |
| 902                                        | 1               | 129000                  | 138000                  | 9000                        | 93,8  | 93,8         |
| 903                                        | 2               | 239000                  | 272000                  | 33000                       | 343,8 | 171,9        |
| 1001                                       | 3               | 399000                  | 438000                  | 39000                       | 406,3 | 135,4        |
| 1003                                       | 2               | 290000                  | 313000                  | 23000                       | 239,6 | 119,8        |
| 1103                                       | 5               | 1215000                 | 1300000                 | 85000                       | 885,4 | 177,1        |
| 1201                                       | 4               | 612000                  | 660000                  | 48000                       | 500,0 | 125,0        |
| 1202                                       | 2               | 207000                  | 229000                  | 22000                       | 229,2 | 114,6        |
| <b>Consumo per capita médio(L/hab.dia)</b> |                 |                         |                         |                             |       | <b>125,0</b> |

Fonte: Autor (2017)

Realizando uma análise comparativa percentual, é possível inferir que o prédio com SMI, Residencial Spazio Di Zurick, apresentou consumo per capita médio 27,16% inferior ao do prédio com SMC (Sistema de medição coletivo), Residencial Fausto Guilherme, como mostrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Análise comparativa entre consumo per capita do edifício em SMI e sem SMI**

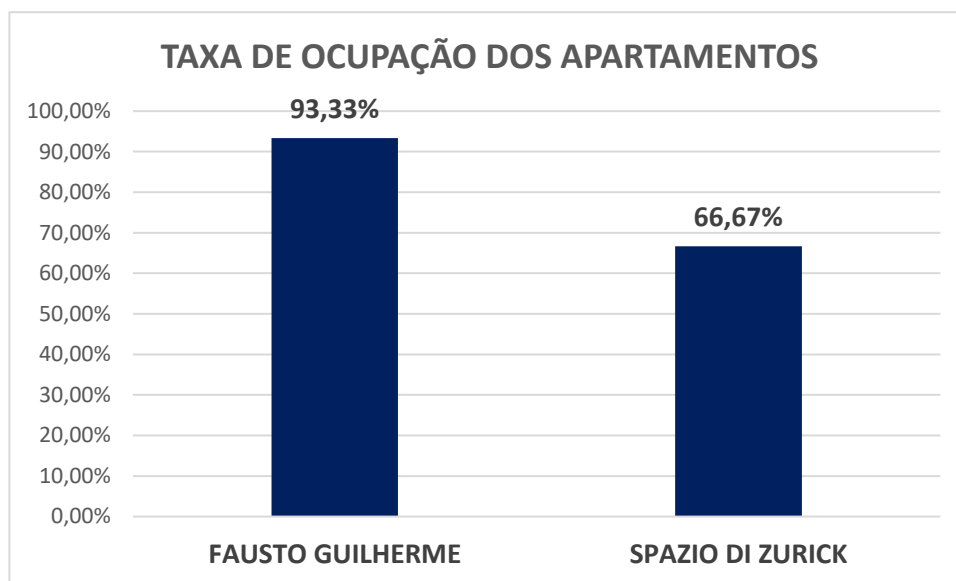


Fonte: Autor (2018)

Vale mencionar que no prédio com SMI – Residencial Spazio Di Zurick - não foi contabilizado o consumo das áreas comuns, ou seja, a diferença entre o consumo do hidrômetro geral e a somatória do consumo dos hidrômetros individuais. A consideração desse acréscimo de volume ensejaria o aumento do consumo per capita médio da edificação e, conseqüentemente, a diminuição da diferença percentual do consumo per capita médio dos dois prédios.

Ademais, é importante destacar que o consumo per capita é um fator estimado a partir dos valores de volume de água consumido, população e número de dias. Portanto, não é apenas o valor aferido nos hidrômetros que vai impactar diretamente o consumo per capita encontrado, mas, além disso, a taxa de ocupação e o número de dias transcorridos. A variação desses dois últimos poderá modificar para mais ou para menos o valor do consumo per capita médio.

Com relação ao intervalo de medição, cabe justificar que a defasagem de 7 dias entre os intervalos de leitura dos dois edifícios, 103 dias e 96 dias, ocorreu por motivos de oportunidade, uma vez que as visitas aos prédios necessitavam de prévia autorização dos respectivos síndicos. Entretanto, essa diferença não é suficiente para consubstanciar em discrepância nos valores de consumos. O Gráfico 2 expõe a taxa de ocupação dos dois edifícios no período de estudo.

**Gráfico 2 - Taxa de ocupação dos edifícios**

Fonte: Autor (2017)

A partir da análise do Gráfico 2, é possível perceber uma diferença percentual de 26,66% na taxa de ocupação dos prédios, a qual pode ser considerada como significativa. Portanto, o parâmetro em questão pode ser considerado como fator provavelmente responsável pelo afastamento do valor do consumo per capita médio real observado no edifício Zurick, já que sua taxa de ocupação apresentou-se inferior.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações apresentadas, constatou-se que a forma de gerenciamento do consumo de água em uma edificação multifamiliar contribui para a mudança no perfil de utilização do recurso. Em outras palavras, percebeu-se uma correlação existente entre o consumo de água e o sistema de medição empregado. No estudo de caso analisado, comprovou-se uma diferença percentual de 27,16% no consumo per capita médio dos prédios analisados. Essa diferença percebida pode ser justificada pela conscientização característica da população do edifício com SMI, em outras palavras, pela sua tendência ao uso racional da água, uma vez que o condômino paga pelo que efetivamente consome devido a cobrança ser feita de forma justa.

Além disso, verificou-se a importância do amparo legislativo, que dispõe tanto da obrigatoriedade como do aparato técnico. Em especial, destaca-se a lei 13312 de 2016 que torna obrigatória a implementação do SMI nos novos prédios residenciais, beneficiando, sobremaneira, os moradores no que diz respeito à equidade no pagamento da conta. Ademais, evita-se também o desperdício exacerbado de água, recurso essencial à sobrevivência da população e ao desenvolvimento das sociedades.

A premissa desta pesquisa mostrou-se plausível, uma vez que foi possível comprovar o estudo teórico, o qual dispõe da relação existente entre o tipo de medição e o consumo de água, por meio de estudo prático. Com base nisso, destaca-se a necessidade de um estudo envolvendo um número maior de edificações, com o intuito de embasar melhor o entendimento pressuposto e, dessa forma, aumentar o nível de aceitabilidade do sistema de medição individualizado por parte das pessoas envolvidas.

## 6 BIBLIOGRAFIA

\_\_\_\_\_. **1998.** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro : s.n., 1998.

—. <http://www3.ana.gov.br>. Agência Nacional de ÁGUAS. [Online] [Citado em: 7 de Agosto de 2018.] <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/balanco-hidrico>.

**277, NST. 2008.** Critérios para implementação de Medição Individualizada em Condomínios Horizontais ou Verticais. São Paulo : s.n., 2008. p. 10.

**BRASIL. 2000.** Portaria INMETRO nº 246, 17 de Outubro de 2000. Out de 2000.

**CARVALHAES, Murilo da Costa. 2016.** Gestão de Água em Edifícios em Múltiplos Pavimentos: Análise da Operação em Sistemas de Medição Individualizada em São Paulo entre 1980 e 2015. UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE. São Paulo : s.n., 2016. p. 106, Dissertação(Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).

**CARVALHO, Weber de Freitas. 2010.** Medição Individualizada de Água em Apartamentos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte : s.n., 2010. p. 95, Monografia.

**COELHO, Adalberto Cavalcante e MAYNARD, João Carlos B. 1999.** Medição Individualizada de água em apartamento. Recife : Comunicarte, 1999. p. 172.

**COELHO, Adalberto Cavalcante. 2004.** Medição de água individualizada – Manual do Condomínio. Recife : Edição do Autor, 2004.

—. **2007.** Medição Individualizada de Água: Manual de consulta. Recife : Edição do Autor, 2007.

**COELHO, Adalberto Cavalcanti. 2007.** Medição Individual de Água em Apartamentos. 2007. p. 13, Trabalho.

**FOLETTTO, Thaís Botezeli. 2008.** Projeto de Instalações Hidráulicas com Medição Individualizada em Edifícios Residenciais. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Santa Maria : s.n., 2008. p. 59.

**LEITE, Isabela. 2014.** Como economizar água com instalação de hidrômetros individuais nos condomínios. G1. [Online] 2014. [Citado em: 14 de maio de 2017.] <http://www.g1.globo.com>.

**MACINTYRE, Archibald Joseph. 1990.** Manual de Instalações Hidráulicas e sanitárias. Rio de Janeiro : Guanabara, 1990.

MEMON, Fayyaz Ali; BLUTER, David. **Water consumption trends and demand forecasting techniques**. In: BLUTER, David; MEMON, Fayyaz Ali. Water Demand Management. London: IWA. Imperial College, 2006. cap. 1, p. 01-26.

**OLIVEIRA, Lúcia Helena de. 1999.** Metodologia Para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo : s.n., 1999. p. 377, Doutorado em Engenharia Civil.

**PERES, Alberto Renner Bueno. 2006.** Avaliação Durante Operação de Sistema de Medição Individualizada de Água em Edifícios Residências. Universidade Federal de Goiás. Goiânia : s.n., 2006. p. 160, Dissertação de Mestrado.

**REIS, R.P.A. e LIMA, A.M. M. 2000.** Estudos de Sistemas de Medição Individualizada de Água Fria em Edifícios Multifamiliares. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Goiânia : s.n., 2000. Monografia (Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia Civil).

SENADO. **PROJETO DE LEI DO SENADO nº 324.** 2015. Disponível em <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/121525>>. Acesso em: 23 de Março de 2017.

**SILVA, Edna Lúcia de e MENEZES, Estera Muszkat. 2005.** Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis : Rev. atual, 2005.

**SILVA, Sérgio Ricardo dos Santos. 2010.** Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade do Salvador - Bahia. Universidade Federal da Bahia. Salvador : s.n., 2010. p. 146, Dissertação (mestrado).

**SOUZA, Bruno Carneiro de. 2008.** Comparação de instalação de Água com Medição Coletiva e Medição Individualizada: Em Bloco de Apartamento do PAR. Departamento de Tecnologia, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA – UEFS. Feira de Santana : s.n., 2008. p. 57, Trabalho de Conclusão de Curso.

**TAMAKI, H. O. 2003.** A Medição Setorizada Como instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais - Estudo de caso: programa de uso racional de água da Universidade de São Paulo. Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo : s.n., 2003. p. 107, Dissertação (Mestrado).