

## ESTUDO PARA VIABILIDADE DE INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ÁGUA E GÁS EM UM EDIFÍCIO VERTICAL: ESTUDO DE CASO EM NATAL/RN

Igor Lopes Bezerra<sup>1</sup>, Gustavo Marques Calazans Duarte<sup>2</sup>

**RESUMO:** O Sistema de Medição Individual (SMI) é uma metodologia que utiliza dispositivos de medição capazes de registrar o consumo mensal por unidade habitacional. Essa abordagem garante que as despesas relacionadas à água e ao gás sejam justas, permitindo que os moradores paguem apenas pelo que consumiram. Além disso, a Lei nº 13.312/2016 torna obrigatória a implementação do sistema individualizado de água em condomínios, visando promover a sustentabilidade ambiental. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a implementação da individualização da medição de água e gás em um edifício de múltiplos pavimentos, a fim de avaliar as condições técnicas, econômicas e sociais para a transição de um sistema global para um sistema individualizado. Nesse sentido, foi desenvolvida uma proposta de adaptação por meio da telemetria, em que foram coletados todos os insumos necessários para estimar os custos dessa implementação. Para tal, tornou-se necessário calcular o retorno desse investimento usando os indicadores de payback simples e payback descontado. Dessa forma, a implementação desse sistema pode resultar em uma redução média de consumo de até 25%, o que representa uma decisão benéfica tanto para o consumidor quanto para o empreendimento responsável pelo fornecimento de água e gás. Por fim, o investimento na individualização de água fria resultou em retorno da aplicação em 2,17 anos, enquanto o de gás em aproximadamente 4,52 anos, ambos apresentando uma taxa de lucratividade acima da média considerada.

**Palavras-chave:** Hidrometria; Equidade de pagamento; Telemetria; Payback.

### ABSTRACT

The Individual Metering System (IMS) is a methodology that uses metering devices capable of registering monthly consumption per housing unit. This approach ensures that expenses related to water and gas are fair, allowing residents to pay only for what they consumed. In addition, Law No. 13,312/2016 makes it mandatory to implement the individualized water system in condominiums, aiming to promote environmental sustainability. The present research aims to analyze the implementation of individualization of water and gas metering in a multi-story building in order to evaluate the technical, economic and social conditions for the transition from a global system to an individualized system. In this sense, a proposal for adaptation through telemetry was developed, in which all the necessary inputs were collected to estimate the costs of this implementation. To do this, it became necessary to calculate the return on this investment using the simple payback and discounted payback indicators. Thus, the implementation of this system can result in an average consumption reduction of up to 25%, which represents a beneficial decision for both the consumer and the enterprise responsible for the supply of water and gas. Finally, the investment in the individualization of cold water resulted in a return on investment in 2.17 years, while that of gas in approximately 4.52 years, both presenting a profitability rate above the average considered.

**Keywords:** Hydrometry; Payment Equity; Telemetry; Payback.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a vida na terra. E nas ultimas décadas, tem se tornado cada vez mais comum a desmistificação da ideia de que a água seria um recurso natural inesgotável, principalmente devido à crescente demanda por água.

De acordo com uma pesquisa realizada em 2020, pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) no Brasil, o consumo per capita recomendado de água é de aproximadamente 152,1 L/hab.dia. No entanto, a Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda um consumo diário de 110 L/hab.dia. O que demonstra a necessidade da adoção de medidas para a diminuição do consumo de água pelo brasileiro.

Conforme Barros (2013) a medida que ocorre o aumento populacional, a demanda por novas moradias nos centros urbanos também aumenta. Nesse cenário, uma das soluções adotadas é a verticalização dos centros urbanos, a qual pode ser justificado pela concentração econômica e o preço elevado para a compra de lotes por metro quadrado das áreas aglomeradas. Outro ponto citado pelo autor, é que há uma relação do crescimento populacional com a demanda de água e energia.

Segundo Taborda (2018), uma das principais consequências do consumo de água em edifícios através de sistemas de medição global é o uso inadequado desse recurso, já que os moradores pagam o rateio da tarifa global juntamente com a taxa condominial, o que desfavorece o consumo racional e sustentável de água pelas unidades individuais. Esse autor também aponta que, infelizmente, os moradores que fazem uso ineficiente da água não sofrem nenhum tipo de prejuízo, já que no final do mês eles pagam o mesmo valor das demais unidades habitacionais que utilizam o recurso de forma mais racional.

Para evitar o desperdício de água, Oliveira (1999) sugere algumas formas, incluindo a detecção e correção de possíveis perdas na distribuição através de metodologias de implantação no sistema predial, a conscientização do consumidor quanto ao uso racional do recurso e a substituição de peças sanitárias por tecnologias que possuem dispositivos de economia no consumo final da água.

Já Dragone (2017) destaca a importância da preocupação com o uso correto e consciente da água, o que levou à implementação de sistemas de medição individual (SMI). Esse tipo de medição tem criado um senso de responsabilidade nos moradores do empreendimento, fazendo com que eles passem a ter um consumo de água mais racional, evitando desperdícios. De forma geral, Lima e colaboradores (2016) dizem que o SMI pode ser caracterizado na instalação de um medidor em cada unidade consumidora de uma edificação, gerando assim, uma leitura individualizada para dos moradores ali presente.

Nos últimos tempos, tornou-se obrigatório a instalação de sistemas de medição individual em novos condomínios conforme estipulado pela Lei nº 13.312/2016. Assim, a necessidade de garantir que os usuários paguem de forma justa pelo consumo de água se tornou relevante. De acordo com Costa (2016), edifícios que possuem esse sistema de medição podem economizar cerca de 40% no uso de água.

Também é notório que a individualização do sistema predial de gás de cozinha pode trazer benefícios financeiros, pois o consumo de cada unidade pode variar significativamente. Ao individualizar o sistema, cada unidade pode ser cobrada de acordo com seu consumo real, evitando que consumidores de menor consumo acabem pagando por aqueles que consomem mais. (FERRARO, 2013)

De acordo com Ferraro (2013), quando o consumo de gás é medido corretamente em cada unidade, os moradores podem visualizar seu consumo e ter um senso consciente de uso. A implementação da individualização não só implica em questões sociais e de responsabilidade ambiental, mas também em benefícios financeiros, pois ao obter medidas de consumo precisas, os consumidores podem controlar melhor seus gastos e economizar dinheiro no futuro.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica e técnica da implantação do SMI para água e gás em um condomínio vertical localizado na cidade de Natal/RN. Para tanto, foi utilizado o software REVIT da AutoDesk, o qual se baseia na metodologia BIM (Building Information Modeling).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do estudo**

Os procedimentos desta pesquisa serão baseados em uma abordagem descritiva e explicativa, com o objetivo de compreender a importância da instalação de sistemas individuais de água e gás em edifícios verticais.

Através da análise de manuais e normativas que abordam os sistemas de medição individual de água e gás, foi possível identificar as diversas formas de implantação desses sistemas. Segundo Coelho (1999), é possível aplicar a medição individualizada em prédios já existentes, mesmo que sua estrutura não seja moderna. No entanto, quanto mais antigo o empreendimento, maior a complexidade na implementação desse tipo de medição.

Coelho (1999) resume quatro premissas que devem ser seguidas para a instalação do sistema de medição individual de água. A primeira premissa refere-se à NBR 5626, que estabelece que a pressão na tubulação não pode exceder 40 mca. A segunda premissa técnica consiste em ter um ramal de alimentação para cada apartamento, o que permite separar o consumo de água entre eles e possibilita a leitura individual por meio do hidrômetro, que é a terceira premissa exigida pelo autor. A quarta premissa, diz respeito a não utilização das válvulas de descargas, pois como o seu ramal vem diretamente do barrilete, acaba gerando uma vazão muito superior em relação as demais peças hidráulicas.

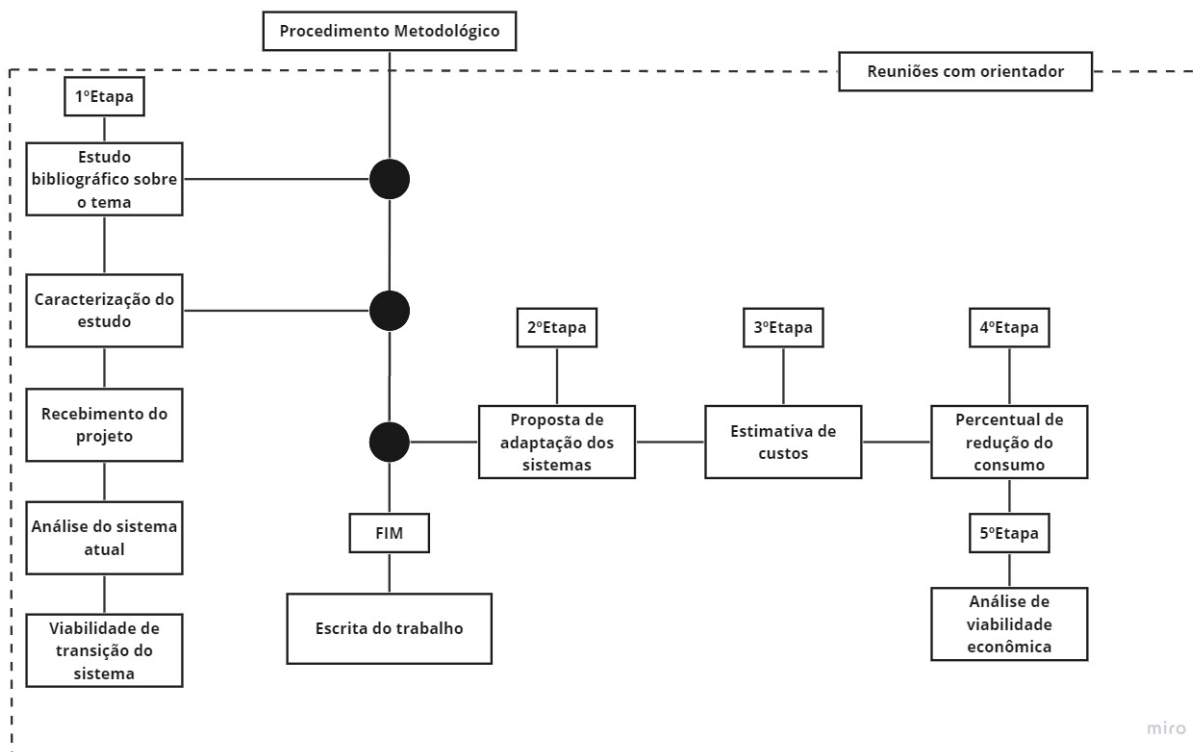
Além disso, esta pesquisa também permitiu fazer a comparação entre a viabilização do SMI da água e do gás. Para Gil (2008), esta técnica de comparação pode ser vista como um procedimento técnico e intelectual com o intuito de se obter uma melhor compreensão do assunto estudado.

Logo, com base no projeto de instalações hidráulicas e de gás elaborado pela empresa Área Engenharia sediada em Natal/RN, foi possível avaliar a melhor solução para a adoção desta individualização. Com a modelagem 3D, utilizando o software Revit foi possível visualizar de forma mais clara como pode ser aplicado esta individualização. Segundo Andrade & Ruschel (2009), esta metodologia é capaz de apresentar um melhor detalhamento do projeto, visualizando possíveis interferências antes da execução. Evitando assim possíveis retrabalhos que possam acontecer posteriormente durante a execução do empreendimento.

O Sistema Nacional de Pesquisas de Custo e Índices da Construção Civil (SINAPI) foi utilizado para determinar o custo de implantação das soluções propostas, tornando mais clara a sua viabilidade.

A apresentação dos procedimentos metodológicos do trabalho está ilustrada na Figura 1.

Figura 01 – Procedimentos metodológicos do trabalho - Fluxograma.



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 2.2 Tipos de medição individualizada

Para conseguir retratar os objetivos deste trabalho, foi necessário realizar um estudo prévio dos projetos de instalações de água fria e de gás. Para isso, verificou-se nas normas a possibilidade da melhor opção para a aplicação deste sistema de medição individualizado.

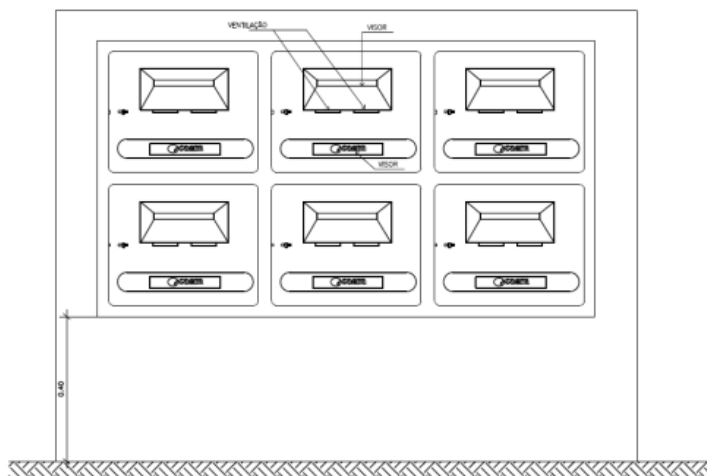
Com base no manual de instrução de serviço da CAERN (2009), a respeito da medição individualizada de água em condomínios verticais, temos duas formas de medição dos hidrômetros individuais, a leitura direta e a indireta.

### 2.2.1 Leitura direta

Segundo a CAERN (2009), a leitura direta pode ser definida como “o tipo de leitura que pode ser feita diretamente no mostrador do hidrômetro”, ou seja, o leiturista responsável por aquela distribuição de água afere no hidrômetro a quantidade consumida por habitação, e automaticamente é gerado a fatura para o morador, com o auxílio do equipamento móvel próprio.

Dessa forma, como a leitura se torna manual, o recomendado é que o hidrômetro esteja presente em locais de fácil acesso para que seja mais fácil de consultar o consumo. Além disso, a concessionária também exige uma caixa de proteção, para que se evitem possíveis danos ao hidrômetro e que possa ser feita manutenção, substituição, cortes e a própria leitura em si. Na Figura 02, a CAERN exemplifica um modelo de medição individualizada. Logo, esse modelo pode ser utilizado tanto em lugares internos, como áreas em comum, *shafts*, como também pode ser utilizado em ambientes externos e exclusivos para essa medição.

Figura 02 – Modelo de medição individualizada – Sem escala



Fonte: CAERN (2009)

Além disso, por ser apenas um tipo de modelo, a CAERN abre espaço para que a empresa que estiver executando o serviço possa escolher e adequar as melhores condições para o seu empreendimento.

### 2.2.2 Leitura indireta

Com o avanço tecnológico a forma de leitura indireta se tornou cada vez mais comum, foram criados sistemas capazes de fazer a leitura automática, isto é, não precisando de ter um leitorista manualmente indo no hidrômetro coletar o consumo mensal. Dessa forma, o sistema de medição remota (SMR) é capaz de realizar a aferição dos hidrômetros por duas formas, a primeira sendo por sistema de cabeamento e a segunda por telemetria. Esses dois formatos tornam a leitura mais eficiente e ágil, além de que não abre espaço para possíveis erros que possam ocorrer, quando medido de forma manual (CAVICHIOLO, 2017).

Logo, para que estes sistemas sejam adequados é necessário que os hidrômetros sejam pré-equipados com dispositivos capazes de auxiliar o SMR. Segundo Tamaki (2003), no sistema por cabeamentos os hidrômetros são ligados a um concentrador, em que emite pulsos a uma central de gerenciamento, em que consegue fazer os armazenamentos dos dados de consumo daquela habitação, para que posteriormente seja coletado as tarifas.

Do outro lado, existe o sistema de medição por telemetria, que utiliza a radiofrequência. Esses dispositivos são mais eficientes do que os sistemas com cabeamento, pois dispensam a necessidade de todo o sistema ser elétrico. No entanto, como a medição é realizada via *wireless*, está sujeita a possíveis interferências causadas pelo ambiente na qual os hidrômetros estão instalados (Holanda, 2007).

## 2.3 Estudo de caso

### 2.3.1 Caracterização do edifício

O estudo foi baseado em um condomínio residencial com aproximadamente 4 torres de 18 andares de apartamentos e a cobertura, localizada no município de Natal/RN. Segundo dados fornecidos pela construtora do empreendimento, este condomínio apresenta uma área total de terreno 30.576m<sup>2</sup>, com o total de 592 unidades de habitação.

Figura 3– Maquete eletrônica do empreendimento de estudo



Fonte: PDG INCORPORADORA (2013)

### 2.3.2 Caracterização do sistema atual

#### 2.3.2.1 Instalação de água potável

O condomínio residencial se encontra com o sistema de medição global, que consta com a utilização de um hidrômetro geral com a leitura direta, sendo necessário de um leiturista da CAERN ir no local verificar o consumo. Mediante ao valor do consumo aferido, é cobrado uma taxa igualitária para todos os moradores, sendo esse valor incorporado na taxa do condomínio.

Rozas e Prado (2002) afirmaram que as formas de cobrança para este tipo de sistema, se adequam de acordo o tipo da edificação, em que a área do apartamento ou a quantidade que há de moradores na habitação, tende a influenciar o valor final do consumo. Dessa forma, este método busca equilibrar os valores de acordo com a proporção da residência. Porém, para o condomínio, o valor é igual, independentemente da quantidade de moradores por habitação.

Este método de sistema se torna o mais comum no Brasil e o mais injusto, visto que quando o rateio é dividido em partes iguais, levando em consideração o consumo do seu apartamento e das demais áreas coletivas, o seu valor não se adequa ao que realmente foi consumido pelo morador (VIEIRA, 2022).

#### 2.3.2.2 Instalação de gás

Para este tipo de instalação o seu sistema se semelha ao de água potável, em que há apenas uma medição global para o condomínio. Dessa forma, o valor de consumo é igualitário para os moradores, sendo cobrada na taxa do condomínio. Com isso, o valor final do consumo não leva em consideração nenhum critério para os moradores que utilizam menos do gás predial.

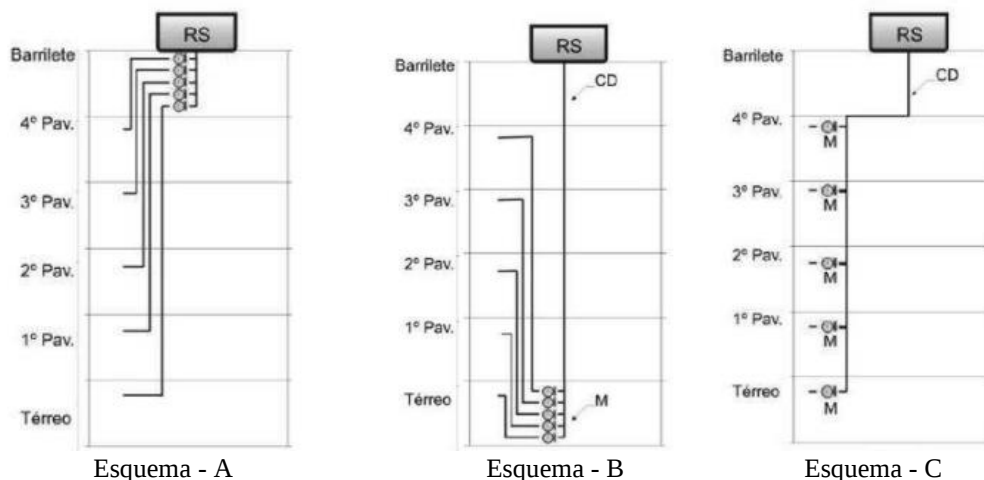
### 2.3.3 Modelos de implantação do sistema de medição

Há diversas formas de implantação da medição individualizada, tanto para a instalação de água fria como para a instalação de gás. Como os dois sistemas são bastantes parecidos em questão de individualização, podemos seguir a mesma adoção de modelo para ambos.

Logo, para o sistema de água fria temos o modelo de hidrômetros no barrilete (Esquema A) cujos medidores ficam localizados próximos à caixa d'água na cobertura, com um espaço reservado para manutenção e leitura do consumo. Outro modelo de instalação que pode ser aplicado em ambas as situações é aquele em que os medidores são instalados no térreo. Essa configuração é análoga à anterior, diferindo apenas na localização dos medidores (Esquema B).

Por fim, o modelo escolhido para a instalação de água fria e gás consiste em local medidores nos respectivos pavimentos. A tubulação passa pelo eixo e interliga-se a um medidor daquele andar, que por sua vez deriva para o apartamento, permitindo a geração do consumo por habitação. A Figura 4 ilustra três esquemas referentes aos modelos de instalação deste sistema (PEREIRA E ILHA, 2009).

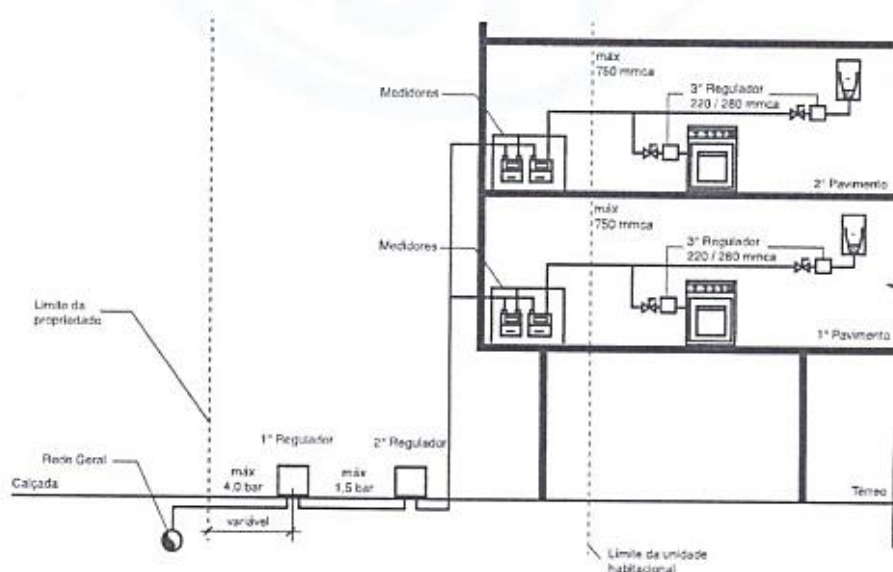
Figura 4 – Esquema de instalação de hidrômetros no barrilete



Fonte: Adaptado de Pereira e Ilha (2009).

A Figura 5 ilustra de forma mais clara o esquema de instalação do sistema de gás predial, que é semelhante ao sistema de água fria:

Figura 5 – Esquema de instalação dos medidores de gás em cada pavimento



Fonte: Adaptado de NBR 15526 (2016).

Coelho (1999) sugere que ao utilizar o método de individualização, é recomendado que o sistema de leitura seja realizado de forma remota. Isso se deve ao fato de que os medidores estão localizados em cada pavimento do edifício, o que requeria que os leituristas entrassem em cada pavimento para coletar os dados de consumo dos moradores.

## 2.4 Viabilidade de transição do sistema

É necessário avaliar as condições que o empreendimento permite para a mudança de sistema global para individual. Dessa forma, a viabilidade do projeto se adequará à realidade do condomínio. Dragone (2017) comentou que para que seja feita a substituição do sistema é necessário avaliar dois critérios, a obra necessária para a troca e se o espaço é suficiente para alocar os medidores em cada pavimento.

Com isso, a empresa contratada pelos projetos de instalações, a Área Engenharia, desenvolveu seus projetos pensando em alocar as tubulações em *shafts* com espaços suficientes para que os medidores fossem instalados. Descartando-se, portanto, a necessidade de realizar uma análise estrutural, tendo em vista que não haverá interferências entre as instalações e a estrutura existente.

Do ponto de vista técnico, é viável instalar medidores nas colunas de distribuição de projetos de instalações de água fria e gás, em que as dimensões adotadas se permite a sua execução sem infringir a norma. É importante ressaltar que os projetistas da empresa contratada sugeriram um sistema individualizado, mas a empresa executora optou por um sistema global.

## 2.5 Análise financeira

O estudo de viabilidade financeira da implementação do sistema levou em consideração dois critérios principais. O primeiro completou a avaliação do custo total para a implantação, incluindo os gastos com mão de obra, equipamentos e reparos prediais necessários. Já o segundo, concentra-se na manutenção preventiva do sistema, que visa manter o sistema em boas condições de funcionamento ao longo do tempo.

Assim, a análise financeira considera não apenas os custos iniciais de implementação, mas também os custos de manutenção a longo prazo, a fim de garantir que o sistema funcione com eficiência e confiabilidade. Dessa forma, é possível garantir a sustentabilidade financeira do projeto e maximizar seu retorno sobre o investimento.

Foram utilizados o método payback simples, payback descontado e o valor presente líquido (VPL) para calcular o possível retorno de investimento do empreendimento. O payback simples pode ser considerado uma medida de retorno de investimento que calcula a soma dos fluxos de caixa, sejam eles positivos ou negativos, sem a aplicação de descontos. Essa métrica permite que os investidores avaliem a proximidade do retorno de seu investimento, ou seja, o tempo necessário para recuperar o capital investido (Ross et al, 2010).

Já no método do payback descontado, é o período necessário para que o valor atual líquido do fluxo de caixa de um investimento se torne positivo. No entanto, é importante ressaltar que essa forma de análise não considera os benefícios financeiros recorrentes que podem ocorrer após o período de payback descontado.

Ross *et al.* (2010) destacaram que o VPL é uma das melhores métricas para avaliar o retorno de um investimento. O cálculo do VPL envolve a soma dos fluxos de caixa futuros, ajustados pela taxa de desconto. Neste estudo, foi utilizada a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10,83%, com base no rendimento das Letras do Tesouro Nacional (LTN) do governo, como taxa de desconto.

O cálculo do VPL pode ser expresso na seguinte equação 1 (CARMARGO, 2017):

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Fc_j}{(1+i)^n} \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual:

$(1 + i)^n$  – Taxa de desconto

$i$  – TMA

$J$  – Período de Análise

$Fc_j$  – Fluxo de caixa

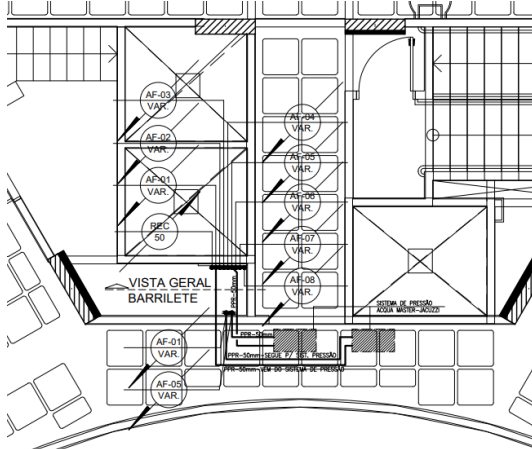
Os métodos foram empregados utilizando software de planilha eletrônica. Os valores utilizados como base foram obtidos a partir do SINAPI, com data de referência em 04/03/2023.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Proposta de adaptação do sistema de água fria

Conforme o projeto existente, há a possibilidade de instalação dos medidores dentro das colunas de distribuição. A Figura 6 retrata um recorte feito no projeto de instalações de água fria, na qual a prumada que desce com as tubulações dentro do *shaft* para os apartamentos permite que sejam instalados os hidrômetros no seu respectivo espaço, em cada pavimento.

Figura 6 – Recorte da planta de instalações de água fria – Sem escala

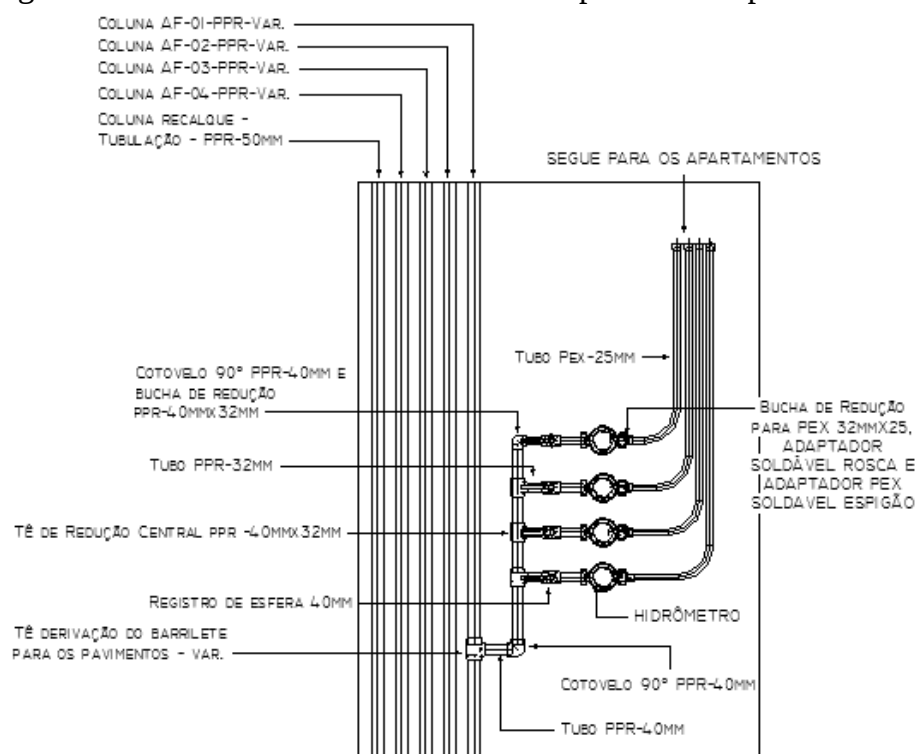


Fonte: Area Engenharia (2013).

Para garantir a distribuição adequada de água fria nos apartamentos, deverão ser utilizados tubulações em material de PPR (Polipropileno Copolímero Random) com diâmetro de 50 mm nas colunas principais, que posteriormente é reduzido para 40, 32 e 25 mm. A medida que desça ao longo dos pavimentos, a partir do hidrômetro, a tubulação é substituída por PEX (Polietileno Reticulado), que se estende até o ponto final de utilização nos apartamentos.

Quanto à localização dos hidrômetros, a Figura 7 apresenta um detalhamento da implementação sugerida do local dos medidores nas prumadas de água fria. Observa-se que as modificações necessárias são mínimas, limitando-se ao recorte das tubulações e à instalação dos medidores

Figura 7 – Detalhamento dos medidores no pavimento tipo – Sem escala



Fonte: Autoria própria (2023).

O Quadro 1 apresenta a lista de materiais a serem utilizados nesta proposta de adequação dos *shaft* para a individualização de água fria (AF).

Quadro 1 – Lista de materiais necessários para individualização da AF

| Quantidade | Descrição                       | Diâmetro  |
|------------|---------------------------------|-----------|
| 1          | Tê PPR Derivação para Pav. Tipo | 40mm      |
| 3          | Tê Redução PPR                  | 40mmx32mm |
| 4          | Adaptador Pex Soldável Espigão  | 25mm      |
| 2          | Joelho 90° PPR                  | 40mm      |
| 4          | Bucha de Redução                | 32x25mm   |
| 1          | Bucha de Redução PPR            | 40mmx32mm |
| 4          | Hidrômetro                      | 32mm      |

Fonte: Autoria própria (2023).

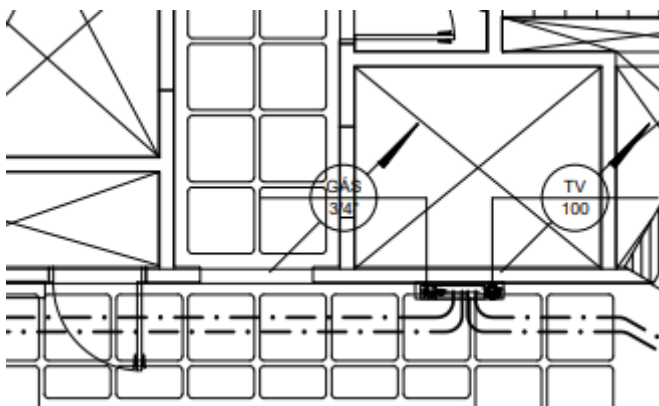
Este modelo foi escolhido para facilitar a execução da instalação, uma vez que as tubulações secundárias estão localizadas dentro do *shaft*. Isso torna o recorte mais viável e causa menos danos à estrutura existente. Dessa forma, apenas é necessário conectar as tubulações secundárias, que abastecem os apartamentos, aos medidores individuais.

### 3.2 Proposta de adaptação do sistema de gás

Assim como no projeto de água fria, há espaço suficiente no condomínio que permite a instalação de medidores de gás dentro do mesmo espaço das colunas de distribuição. O eixo do sistema de gás também está localizado próximo aos elevadores e nos corredores dos apartamentos. A localização do eixo da tubulação de gás pode ser

visualizada na Figura 8.

Figura 8 – Recorte da planta de instalação de gás – Sem escala



Fonte: Area Engenharia (2013).

De acordo com o projeto, o material utilizado na instalação do sistema de gás é de cobre, com diâmetro de 22 mm e 15 mm nos pontos de utilização nos apartamentos. O procedimento de instalação dos medidores de gás para a individualização segue o mesmo princípio do projeto de água fria.

Assim como na rede de água fria, na proposta de adaptação para a rede de gás, são utilizados materiais como Tê, Curva de 90° e Bucha de redução para permitir a passagem das tubulações de cobre pelos medidores até os pontos de consumo nos apartamentos. Além disso, será utilizado, uma porca flange para alocar as tubulações nos medidores individuais.

### 3.3 Escolha do método de leitura

De acordo com Coelho (1999), a implementação de sistemas de individualização de água pode ser prejudicada pela leitura, especialmente em edifícios com vários pavimentos. Nesses casos, a medição do consumo pode ser submetida a possíveis erros.

Como já estudado nesta pesquisa, há dois métodos para realizar a leitura dos hidrômetros nos pavimentos, sendo o direto e o indireto. Devido ao grande número de apartamentos neste condomínio, optou-se pela implementação de medidores com telemetria, o que permite uma medição mais fácil e eficiente.

Com a presença de hidrômetros em cada pavimento, é de responsabilidade do condomínio controlar a medição do consumo individual. Isso garante que, quando a emissão da fatura global, seja possível fazer a divisão correta do consumo de cada habitação. No entanto, é válido destacar que a concessionária CAERN, responsável pela distribuição do sistema de água fria, ainda irá realizar a medição no hidrômetro global, pois o próprio condomínio consome água do sistema, por exemplo, para a lavagem de áreas comuns e a irrigação da área verde.

Já para o sistema de gás, o órgão competente para a realização desta medição global é a Companhia Potiguar de Gás, segue que de maneira análoga ao sistema de água fria, o mesmo critério de emissão da fatura global.

### 3.4 Estimativa de custos

Com base nas composições, insumos e preços do SINAPI, foi possível determinar o valor de uma composição própria para o kit de instalação para medição individualizada, apresentada na Tabela 1. No caso deste estudo, foi considerado o valor do kit para quatro medidores, tendo em vista que existem duas prumadas do barrilete, que direcionam para os oito apartamentos no andar.

Tabela 1 – Composição de preço do Kit Instalação

| 1                     | Código   | Banco  | Descrição                                                                                                                     | Tipo                     | Und | Quant.    | Valor Unit | Total  |
|-----------------------|----------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----------|------------|--------|
| Composição o Auxiliar | 88248    | SINAPI | AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES                                                      | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H   | 6,3563000 | 18,27      | 127,10 |
| Composição o Auxiliar | 88267    | SINAPI | ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES                                                                  | SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS | H   | 6,3563000 | 22,18      | 154,30 |
| Insumo                | 00038850 | SINAPI | CONECTOR/ADAPTADOR FIXO, ROSCA FEMEA, METÁLICA, COM ANEL DESLIZANTE, DN 25 MM X 1", PARA TUBO PEX PARA INST. ÁGUA QUENTE/FRIA | Material                 | UN  | 4,0000000 | 17,28      | 69,12  |
| Insumo                | 00044174 | SINAPI | CONECTOR / ADAPTADOR F/M, COM INSERTO METÁLICO, PPR, DN 32 MM X 1", PARA ÁGUA QUENTE E FRIA PREDIAL                           | Material                 | UN  | 8,0000000 | 30,80      | 246,40 |
| Insumo                | 00044175 | SINAPI | BUCHA DE REDUÇÃO, PPR, DN 50 X 25 MM, PARA ÁGUA QUENTE E FRIA PREDIAL                                                         | Material                 | UN  | 4,0000000 | 22,46      | 89,84  |
| Insumo                | 00044176 | SINAPI | TUBO PPR, CLASSE PN 20, SOLDÁVEL, DN 32 MM PARA ÁGUA FRIA OU QUENTE PREDIAL                                                   | Material                 | M   | 1,0000000 | 19,81      | 19,81  |

Fonte: Autoria própria (2023).

No entanto, é importante ressaltar que o kit em questão não inclui os medidores em si, contendo apenas as peças necessárias para a instalação. Ao realizar pesquisas no mercado atual, hidrômetro especificado para utilização neste estudo seria no valor de R\$ 358,80, cujo modelo foi representado na Figura 9:

Figura 9 – Hidrômetro de referência: Unijato DN 25 Q<sup>3</sup> 1,5m<sup>3</sup>/h



Fonte: Akvometer(2023).

Quando se trata de dispositivos medidores de gás, o valor no mercado permanece igual ao dos medidores de água fria. Isso ocorre porque a função e a tecnologia utilizada são semelhantes. A Figura 10 representa um modelo de medidor com o valor de aproximadamente R\$327,70.

Figura 10 – Medidor de gás de referência: Volumétrico G 1.10 com conexões FI3/8" do tipo visual



Fonte: Energia soluções aquecimentos LTDA (2023).

Como o condomínio apresenta um total de quatro torres contendo 18 pavimentos cada, e oito apartamentos por andar. Nas Tabelas 2 e 3, apresenta-se o valor estimado para implementação da substituição de água fria e o valor do sistema de gás, respectivamente:

Tabela 02: Implementação do sistema de água fria

| Itens       | Tipo     | Código  | Banco   | Descrição                | Und | Quantidade | Valor desonerado      |
|-------------|----------|---------|---------|--------------------------|-----|------------|-----------------------|
| 1           | SERVIÇO  | COMP.01 | COTAÇÃO | KIT INSTALAÇÃO ÁGUA FRIA | Und | 148        | R\$ 104.572,36        |
| 2           | MATERIAL | INSUMO  | COTAÇÃO | HIDRÔMETRO               | Und | 592        | R\$ 212.409,60        |
| Valor total |          |         |         |                          |     |            | <b>R\$ 316.981,96</b> |

Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 03: Implementação do sistema de gás

| Itens       | Tipo     | Código  | Banco   | Descrição                             | Und | Quantidade | Valor desonerado      |
|-------------|----------|---------|---------|---------------------------------------|-----|------------|-----------------------|
| 1           | SERVIÇO  | COMP.01 | COTAÇÃO | KIT INSTALAÇÃO GÁS                    | Und | 592        | R\$ 117.630,40        |
| 2           | MATERIAL | INSUMO  | COTAÇÃO | MEDIDOR DE GÁS                        | Und | 592        | R\$ 193.998,40        |
| 3           | MATERIAL | INSUMO  | COTAÇÃO | DISPOSITIVO DE SENSOR PARA TELEMETRIA | Und | 592        | R\$ 29.008,00         |
| Valor total |          |         |         |                                       |     |            | <b>R\$ 340.636,80</b> |

Fonte: Autoria própria (2023).

### 3.5 Percentual de redução do consumo

Como não é possível avaliar com precisão o valor exato da redução do consumo com a aplicação do sistema individualizado, torna-se necessário acompanhar estudos de caso elaborados com esse propósito. Essas pesquisas desempenham um papel fundamental na avaliação de uma estimativa média de redução do consumo.

De acordo com Taborda (2018), a média em redução de consumo de água fria é de aproximadamente 25%, podendo a ter alterações superiores a 50% assim como limites de até 5%. Considerando o mesmo percentual médio adotado pelo autor, foi possível observar o valor que possa reduzir mensalmente para esta pesquisa. A Tabela 4 apresenta valores correspondente a 7 meses do consumo do condomínio.

Tabela 04 – Consumo mensal atual do condomínio

| Mês                  | Consumo       |               |
|----------------------|---------------|---------------|
|                      | Água/Esgoto   | Gás           |
| 1                    | R\$31.368,20  | R\$14.642,30  |
| 2                    | R\$33.675,40  | R\$13.622,60  |
| 3                    | R\$28.258,50  | R\$12.964,03  |
| 4                    | R\$29.336,08  | R\$15.782,12  |
| 5                    | R\$27.452,56  | R\$15.939,31  |
| 6                    | R\$25.326,94  | R\$16.417,09  |
| 7                    | R\$24.018,38  | R\$17.190,53  |
| Total                | R\$199.436,06 | R\$106.557,98 |
| Média mensal         | R\$28.490,87  | R\$15.222,57  |
| Média anual          | R\$341.890,39 | R\$182.670,82 |
| Média anual reduzida | R\$256.417,79 | R\$137.003,12 |

Fonte: Balanço do condomínio de estudo (2023).

Com base nessas informações, utilizando a média adotada pelo autor Taborda (2018), estima-se uma redução mensal de cerca de 25% no consumo de água fria, equivalente a aproximadamente R\$ 7.122,71. Da mesma forma, para o consumo de gás, a redução estimada é de aproximadamente R\$ 3.805,64, seguindo a mesma proporção.

### 3.6 Análise da viabilidade econômica

Do ponto de vista econômico, este estudo analisou a viabilidade da implementação de um sistema de medição individual, utilizando indicadores de retorno de investimento, tais como o payback simples, descontado e o VPL.

Para o cálculo do payback simples, utilizou-se como base o fluxo de caixa referente ao valor médio mensal recebido dos moradores para cobrir os custos de água e gás. Nesse sentido, o estudo considerou um período de 5 anos para determinar em quanto tempo o retorno do investimento pode ser alcançado. Vale ressaltar que o payback simples não leva em conta descontos de taxa de retorno. No entanto, a própria receita anual do empreendimento é capaz de cobrir o valor investido na individualização no sistema individual de água no tempo de 2,18 anos e para o sistema de gás em 5 anos.

Para o cálculo do Payback descontado e do VPL, é necessário levar em conta a TMA. Nesta pesquisa, adotou-se uma TMA de 10,83%, correspondente ao rendimento do tesouro nacional. Além disso, de acordo com Taborda (2018) a taxa média de manutenção é de aproximadamente 33%, em relação ao valor investido.

Com isso, o retorno de investimento ficou em torno de 2,11 anos, tendo uma taxa de lucratividade de 2,20. A Tabela 5 e 6 a seguir apresenta de forma mais detalhada os valores relacionados ao investimento para a individualização de água fria.

Tabela 5 – VPL para o sistema de água fria

| Período (Ano) | Fluxo de Caixa  | Valor Presente  | VP Acumulado    |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0             | -R\$ 316.981,96 | -R\$ 316.981,96 | -R\$ 316.981,96 |
| 1             | R\$ 171.799,92  | R\$ 155.012,11  | -R\$ 161.969,85 |
| 2             | R\$ 180.389,92  | R\$ 146.857,99  | -R\$ 15.111,86  |
| 3             | R\$ 189.409,41  | R\$ 139.132,81  | R\$ 124.020,95  |
| 4             | R\$ 198.879,88  | R\$ 131.813,99  | R\$ 255.834,94  |
| 5             | R\$ 208.823,88  | R\$ 124.880,17  | R\$ 380.715,115 |

Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 06 – Tabela resumo sobre o retorno do investimento

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| <b>Soma VPs (Ano 1 a 5)</b>          | R\$ 697.697,08 |
| <b>VPL do Projeto</b>                | R\$ 380.715,12 |
| <b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b> | 50,13%         |
| <b>Taxa de Lucratividade</b>         | 2,12           |
| <b>Tempo de Payback Descontado</b>   | 2,17           |

Fonte: Autoria própria (2023).

Já para o sistema de gás, o procedimento levou em conta o mesmo procedimento de cálculo, mantendo apenas alterações sobre o valor que o empreendimento recebe mensalmente para cobrir gastos necessários. Com isso, o retorno de investimento ficou em aproximadamente 4,52 anos, e a taxa de lucratividade de 1,09. Logo, a tabela 07 e 08 apresenta com mais detalhes os valores para retorno do investimento de acordo com o payback descontado.

Tabela 07 – VPL para o sistema de gás

| <b>Período (Ano)</b> | <b>Fluxo de Caixa</b> | <b>Valor Presente</b> | <b>VP Acumulado</b> |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 0                    | -R\$ 340.636,80       | -R\$ 340.636,80       | -R\$ 340.636,80     |
| 1                    | R\$ 91.792,09         | R\$ 82.822,42         | -R\$ 257.814,38     |
| 2                    | R\$ 96.381,69         | R\$ 78.465,71         | -R\$ 179.348,67     |
| 3                    | R\$ 101.200,78        | R\$ 74.338,17         | -R\$ 105.010,50     |
| 4                    | R\$ 106.260,82        | R\$ 70.427,75         | -R\$ 34.582,75      |
| 5                    | R\$ 111.573,86        | R\$ 66.723,03         | R\$ 32.140,284      |

Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 08 – Tabela resumo sobre o retorno do investimento

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| <b>Soma VPs (Ano 1 a 5)</b>          | R\$ 372.777,08 |
| <b>VPL do Projeto</b>                | R\$ 32.140,28  |
| <b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b> | 14,38%         |
| <b>Taxa de Lucratividade</b>         | 1,09           |
| <b>Tempo de Payback Descontado</b>   | 4,52           |

Fonte: Autoria própria (2023).

Dessa forma, observamos que o retorno do investimento no sistema de água fria é significativamente mais rápido do que no sistema de gás. Isso indica que os moradores do condomínio consomem uma quantidade consideravelmente maior de água. Apesar dessa diferença, é evidente que a viabilidade de ambos os sistemas é eficaz, uma vez que apresentam uma taxa de lucratividade superior à recomendada. Além disso, a taxa interna de retorno (TIR) é superior à taxa mínima de atratividade (TMA), resultando em um investimento lucrativo a longo prazo.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao considerar os objetivos propostos por essa pesquisa, o trabalho foi capaz de realizar uma avaliação descritiva e explicativa da implementação do SMI. Além disso, definir qual o melhor tipo de leitura para estudo de caso estudado, bem como apresentou uma proposta de modelo para a adoção do empreendimento ao substituir por um sistema individualizado.

Sobre o custo de implementação, verificou-se que o tempo de retorno de investimento considerado pelos indicadores é pequeno, dessa forma, o valor investido tanto para água, como para o gás se torna viável economicamente para o empreendimento.

Além disso, a proposta adotada para a implementação da individualização das instalações demonstra sua eficácia ao ser realizada sem causar danos significativos ao condomínio. Nesse sentido, a utilização da metodologia BIM revelou-se eficiente ao permitir o planejamento prévio do traçado para a locação dos medidores.

Considerando os impactos da individualização, o estudo demonstrou que tanto do ponto de vista econômico, social e ambiental, essa medida é benéfica tanto para o empreendimento quanto para os moradores. Com a implementação desse sistema, observa-se uma maior harmonia entre os moradores, minimizando conflitos com os administradores do condomínio e promovendo um ambiente mais saudável e racional, uma vez que o consumo será reduzido.

Por fim, a adoção do Sistema de Medição Individualizada representa uma oportunidade valiosa para condomínios aprimorarem sua gestão, promoverem a sustentabilidade e proporcionarem benefícios tangíveis aos seus moradores. Os resultados desta pesquisa respaldam a implementação do SMI como uma solução eficiente, sustentável e financeiramente viável, contribuindo para um futuro mais consciente e equitativo nos condomínios

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L.; RUSHEL, R. C. **BIM: Conceitos, cenários das pesquisas publicadas no brasil e tendências**. In: 1 SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONTRUIDO, 2009, São Carlos, SP, p. 602-613. Anais. São Carlos: Rima editora, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 15526: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais – Projeto e Execução. Rio de Janeiro: Copyright, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Copyright, 2020.
- AKVOMETER. **Hidrômetros**. Disponível em: <https://www.akvometer.com.br/>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- AMORIM, Pedro Cássio Dias de. **ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO DE REDE DE ALIMENTAÇÃO DE GÁS NATURAL EM UM EDIFÍCIO DE MANAUS**. 2019. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Petróleo e Gás, Universidade Federal do Amazonas, 2019.
- BARROS, Marcelo de Brito. **AVALIAÇÃO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO EM CAMPINA GRANDE - PB**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- BRASIL. Presidência da república. **Lei Nº 13.312, de 13 de Julho de 2016, Torna obrigatória a medição individualizada em edifícios condominiais**. Brasília, DF, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm)>. Acesso em: 07 abril. 2023.
- CAERN. **MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA E ESGOTO EM CONDOMÍNIOS VERTICAIS E HORIZONTAIS**. 2009. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/12974991/instrucao-de-servico-02-2009-ggc-medicao-caern>>. Acesso em: 03 abr. 2023.
- CAMARGO, Renata Freitas de. **Veja como o Valor Presente Líquido (VPL) ajuda na análise de viabilidade de um investimento**. Treasy, 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/valor-presente-liquido-vpl/>>. Acesso em 08 de abr. de 2023.
- CAVICHIOLO, Natalia Luiza. **ESTUDO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM UMA EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLAS ECONOMIAS**. 2017. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2017.
- COELHO, Adalberto Cavalcante; MAYNARD, João Carlos B. **MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM APARTAMENTO**. Recife: Comunicarte, 1999. 172p.
- COELHO, Adalberto Cavalcante. **MICROMEDIÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**. João Pessoa, PB: UFPB, 2009. 348p.
- COSTA, Diogo Fidelis. **AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO POR TELEMETRIA EM REDES DE ÁGUA: ESTUDO, MODELAGEM DO CONSUMO E CONTROLE DE PERDAS**. 2022. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

COSTA, Gustavo Uribe Machado da. **Governo sanciona lei que obriga medição individualizada de água: Crise da água. Folha de São Paulo: um jornal a serviço do Brasil.** Brasília, p. 1-1. 12 jul. 2016. Disponível em:<<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/07/1790945-governo-sanciona-lei-que-obriga-medicao-individualizada-de-agua.shtml>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

DRAGONE, Luiz Henrique. **ESTUDO PARA VIABILIDADE DE INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ÁGUA EM UM EDIFÍCIO VERTICAL.** 2017. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina., Joinville, 2017.

FERRARO, Francesco Antonello. **Implantação de medição individualizada de água quente em prédios: comparação entre os sistemas – rs.** 2013. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Trabalho de Diplomação apresentado ao departamento de Engenharia Civil da escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013.

FREITAS, João Gonçalo Andrade. **Metodologia BIM: uma nova abordagem, uma nova esperança.** 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Madeira, Funchal – Portugal, 2014.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HOLANDA, Marcos A. A. G. **Medição individualizada em edifícios residenciais: controle e redução do consumo de água potável.** 2007. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

INCORPORADORA, Pdg. **Imperial Villa Park.** Disponível em: <https://www.pdg.com.br/imovel/imperial-villa-park>. Acesso em: 05 abr. 2023.

LTDA, Energia Soluções Aquecimentos. **Medidor De Gás Volumétrico.** Disponível em: [https://www.energiaaquecimento.com.br/produto/medidor-de-gas-volumetrico-aepio-standart-g-1-0-conexao-3-8.html?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&srltid=AR57-fBSzIKkvO9psMeu78-12s44ymOrYEbbKzeAhouHiQ8nZrcD4yLsmZg](https://www.energiaaquecimento.com.br/produto/medidor-de-gas-volumetrico-aepio-standart-g-1-0-conexao-3-8.html?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&srltid=AR57-fBSzIKkvO9psMeu78-12s44ymOrYEbbKzeAhouHiQ8nZrcD4yLsmZg). Acesso em: 19 abr. 2023.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** São Paulo, 1999. 344p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, L. G.; ILHA, M. S. O. **Medição individualizada em edificações verticais de interesse social: avaliação comparativa das soluções utilizadas.** In: XI Simpósio Nacional de Sistemas Prediais - SISPREL, 2009, Paraná.

ROSS, S. A.; RANDOLPH W. W.; JEFFREY F. J. **Administração financeira.** São Paulo: Atlas, 2ª ed., 2010.

ROZAS, N.; PRADO, R. T. A. **Implantação de sistemas de leitura automática de medidores de insumos prediais.** Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 157p.

SILVA, Sergio Ricardo dos Santos. **AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM PRÉDIOS POPULARES SITUADOS NA CIDADE DO SALVADOR - BAHIA.** 2010. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

**SNIS. Perdas de água: desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.** Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-desafios-para-disponibilidade-hidrica-e-avanco-da-eficiencia-do-saneamento-basico/>>. Acesso

em: 28 mar. 2023.

**SOUZA, Bruno C. COMPARAÇÃO DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA COM MEDIÇÃO COLETIVA E MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA: EM BLOCO DE APARTAMENTO DO PAR.** 2008. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia 80 Civil, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana Uefs, Feira de Santana (ba), 2008

**TAMAKI, H. A MEDIÇÃO SETORIZADA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA EM SISTEMAS PREDIAIS – estudo de caso: programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo.** 173 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

**TABORDA, Allinson von Muhlen. ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUAL DE ÁGUA EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS VERTICAIS E SEUS IMPACTOS FINANCEIROS, AMBIENTAIS E SOCIAIS.** 2018. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Portalegre, 2018.

**VIEIRA, Lucas de Oliveira. ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR.** 2022. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

**YAMADA, Eduardo Seiji. OS IMPACTOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES.** 2001. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.