



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPTO. DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

PEDRO THIAGO VILELA DE MENDONÇA

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PERÍCIA EM CONSUMO DE ÁGUA

**MOSSORÓ – RN
2022**

PEDRO THIAGO VILELA DE MENDONÇA

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PERÍCIA EM CONSUMO DE ÁGUA

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para obtenção do título de Graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Valder Adriano Gomes de Matos Rocha - UFERSA

MOSSORÓ – RN
2022

© 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.

d539p de Mendonça, Pedro Thiago Vilela.
PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PERÍCIA EM
CONSUMO DE ÁGUA / Pedro Thiago Vilela de Mendonça.
- 2023.
56 f. : il.

Orientador: Valder Adriano Gomes de Matos
Rocha Gomes de Matos Rocha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2023.

1. Perícia. 2. Consumo de água. 3. Vazamento.
4. Hidrômetro. I. Gomes de Matos Rocha, Valder
Adriano Gomes de Matos Rocha, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PEDRO THIAGO VILELA DE MENDONÇA

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PERÍCIA EM CONSUMO DE ÁGUA

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, *Campus* Mossoró, em cumprimento às exigências legais como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendido em: 18/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Valder Adriano Gomes de Matos Rocha, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Alisson Gadelha de Medeiros, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro examinador

Rodrigo Nogueira de Codes, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro examinador

Dedico esta monografia aos meus pais, Vera Vilela e Pedro Mendonça (*In Memoriam*), que foram meus maiores incentivadores em todas as áreas da vida, me dando todo apoio, carinho atenção e cuidado dos quais preciso! A eles todo meu amor, respeito e admiração, para sempre. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o meu sustento e provisão, estando ao meu lado a todo suspiro de vida.

Aos meus pais Vera Vilela e Pedro Mendonça (*In Memoriam*), por serem minha base, meu auxílio, sustento e força, e fonte de amor, por me fazerem chegar até aqui. A eles todo meu amor e dedicação para sempre.

A minha amada esposa Raquel Menezes Mendonça, por todo amor, ajuda, compreensão e por me incentivar e fazer persistir.

A Lilica, minha companheira de quatro patas, por toda força e amor que me dá através do seu doce olhar. A ela, meu amor e cuidados até o fim.

Ao meu orientador Dr. Valder Adriano, por toda paciência e dedicação para comigo e com a minha pesquisa. Tudo isso só foi possível com a sua orientação e ajuda.

Aos professores da banca, Dr. Alisson Gadelha e Dr. Rodrigo Nogueira, pela prontidão em avaliar meu trabalho.

À UFERSA e a todos os professores que fizeram parte da minha formação profissional.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho e concretização desse sonho.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia para perícia de consumo de água nas residências urbanas. Segundo o professor e perito MSc. Fernando Altounian, as duas principais demandas de perícia, em relação ao abastecimento de água residencial são: a necessidade de instalação de medidores (hidrômetros) nos imóveis para medir o consumo residencial para efeito de cobrança e, sobre divergências no valor da conta em consumo de água, quando apresenta um valor de consumo medido divergente em relação ao consumo mensal real habitual. Portanto a perícia tem como objetivo atender e assegurar os direitos dos usuários da rede de abastecimento pública de possíveis abusos, omissões ou erros cometidos pelas concessionárias, responsáveis pelo abastecimento de água, causadas por eventuais medições imprecisas do consumo residencial. Neste trabalho foi desenvolvido uma proposta de metodologia de perícia em consumo de água, que visa auxiliar o perito na elaboração de um laudo técnico que atenda aos princípios do raciocínio diagnóstico. Tal metodologia apresenta ferramentas de detecção de vazamentos em cada setor do sistema predial residencial, análise dos hidrômetros e investigações acerca do modo como a água é consumida na residência.

Palavras-chave: Perícia; Consumo de água; Vazamento; Hidrômetro.

ABSTRACT

The present work aims to develop a methodology for water consumption expertise in urban residences. According to professor and expertise's professional MSc. Fernando Altounian, the two main demands for expertise, in relation to residential water supply, are: the need to install meters (hydrometers) in properties to measure residential consumption for billing purposes and, on differences in the value of the account for water consumption water, when it has a measured consumption value that differs from the usual real monthly consumption. Therefore, the objective of the investigation is to meet and ensure the rights of users of the public supply network from possible abuses, omissions or errors committed by the concessionaires, responsible for the water supply, caused by possible inaccurate measurements of residential consumption. In this work, a proposal for a methodology of expertise in water consumption was developed, which aims to help the expertise's professional in the preparation of a technical report that meets the principles of diagnostic reasoning. This methodology presents leak detection tools in each sector of the residential building system, analysis of hydrometer and investigations into how water is consumed at home.

Keywords: Expertise; Water consumption; Leak; hydrometer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de distribuição direto	16
Figura 2: Sistema de distribuição indireto sem bombeamento	16
Figura 3: Sistema de distribuição indireta com bombeamento	17
Figura 4: Subsistemas do SPAF	19
Figura 5: Setores do SPAF.....	21
Figura 6: Hidrômetro volumétrico, com disco mutante.	23
Figura 7: Princípio de funcionamento dos hidrômetros unijato e multijato.	24
Figura 8: Esquema de funcionamento do hidrômetro Woltmann, com a turbina horizontal e vertical, respectivamente.	25
Figura 9: Representação de um hidrômetro de mecanismo mecânico.	26
Figura 10: Representação de um hidrômetro de mecanismo magnético.	26
Figura 11: Esquema do sistema de telemedição e gerenciamento do consumo de água.	29
Figura 12: Representação de um hidrômetro com selo do INMETRO.	31
Figura 13: Valor de consumo per capita em edifícios residenciais.....	36
Figura 14: Fluxograma da metodologia proposta pelo professor e perito MSc. Altonian	38
Figura 15: Consumo per capita de água (L/HAB.DIA) - Volume médio por estado...48	
Figura 16: Esquema ilustrativo do By-Pass.....	51
Figura 17: Válvula transferidora de pressão.....	52
Figura 18: Geofone analógico	53
Figura 19: Modelo do Geofone eletrônico da YAMATEC	53
Figura 20: Fluxograma da metodologia proposta	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAIS	15
2.2 SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA	18
2.2.1 PARTES CONSTITUINTES DOS SPAF	18
2.3 HIDRÔMETROS	21
2.4 PERÍCIA EM CONSUMO DE ÁGUA.....	33
2.4.1 METODOLOGIAS TRADICIONAIS DE PERÍCIA.....	35
2.5 RACIOCÍNIO DIAGNÓSTICO	39
3 METODOLOGIA	44
3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	44
3.2 ELABORAÇÃO DA METODOLOGIA	45
4 RESULTADOS ESPERADOS	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será iniciado o estudo a respeito da perícia em consumo de água. Inicialmente, é apresentada algumas ideias introdutórias sobre engenharia diagnóstica. Em seguida, serão abordadas, de maneira geral, as principais necessidades acerca de perícias de consumo de água e sua importância junto ao consumidor.

Após a referida abordagem, o capítulo segue apresentando as justificativas que reforçam a importância da elaboração desta pesquisa.

Em seguida serão descritos os objetivos que justificam este trabalho, e, por fim, será mostrado como se dará a organização do mesmo.

1.1 CONTEXTO

Para melhor esclarecimento da abrangência e do escopo deste trabalho, se faz necessário entender quais as ferramentas de Engenharia Diagnóstica existentes na prática da engenharia para delimitar quais exatamente são as necessidades deste caso particular e, portanto, limitar o escopo, ou seja, saber até onde irá a apuração técnica.

Segundo Gomide *et al.*, (2021), muitos engenheiros com diferentes níveis de experiência, desconhecem as diferenças entre as ferramentas diagnósticas e acabam prestando serviços, ou emitindo ART's com escopos equivocados. Assim, se até engenheiros se equivocam no escopo, é possível que profissionais da área jurídica, (advogados ou juízes) tecnicamente leigos nas ciências da engenharia, por desconhecimento técnico, esperem a mais ou a menos (geralmente a mais) do que o necessário para a elucidação de demandas técnicas solicitadas nos processos.

Para os mesmos autores, a Engenharia Diagnóstica possui cinco diferentes ferramentas, cada uma delas com diferentes finalidades para a realização da investigação diagnóstica, em ordem crescente de complexidade, são elas:

- A Vistoria;
- A Inspeção;
- A Auditoria;
- A Perícia, e

- A Consultoria.

A **vistoria** é a mais simples e mais utilizada, baseada em informação + percepção. Focada na observação e na constatação de problemas e possíveis irregularidades, é a constatação técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a um objeto, ou seja, é mero registro. Ex: Vistoria cautelar (Laudo de vizinhança).

A **inspeção** é baseada em intuição + análise. Mais complexa que a vistoria, é a análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéricas e experiência do engenheiro diagnóstico. Ex: inspeção predial, que é realizada de forma preventiva ou obrigatória nas edificações, diminuindo o risco de acidentes prediais, auxiliando no direcionamento de investimentos em reparos e reformas e adequando o plano de manutenção às reais necessidades do edifício.

A **auditoria** é baseada em inter-relações + referências. Mais complexa que a inspeção, faz a comparação técnica entre normas, livros, padrões técnicos, manuais, especificações no projeto e outros. É o atestamento ou não da conformidade de um fato, condição ou direito relativo a um objeto.

A **perícia** é baseada em inferências, conclusões. Busca origem, causa do problema e mecanismo de ação. É a apuração técnica das origens, causas e mecanismos de ação de um fato, condição ou direito relativo a um objeto. Observe que a perícia não objetiva buscar a solução, o reparo do problema, mas tão somente descobrir as causas e origem do mesmo. Ex: perícias judiciais.

Finalmente, a **consultoria** é baseada em prognóstico + Prescrição. É a mais complexa, oferece a solução de reparo das manifestações patológicas encontradas. É o prognóstico e/ou prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a um objeto.

No contexto da engenharia hidráulica, nas instalações prediais de água fria, segundo os profissionais que atuam na área, surgiram dois problemas principais, observados entre os usuários das concessionárias de abastecimento de água, que são, a necessidade de instalação de medidores nos imóveis, e, a divergência no valor da conta em consumo de água, com o consumo real dos moradores. Portanto, tornam-se convenientes, ações periciais, aplicadas nas partes constituintes da instalação predial de água fria, fornecida por uma concessionária de água.

A perícia em consumo de água fria em edifícios residenciais é, portanto, uma apuração técnica que busca a causa da divergência entre o valor de uma conta mensal, ou de algumas contas mensais sequenciadas e o valor esperado para essa mesma conta e, para isso, é feita uma análise detalhada do consumo de água no imóvel nos seus dois setores (primeiro setor e segundo setor), buscando verificar se existem possíveis vazamentos que justifiquem o aumento da conta mensal, concomitantemente, a aferição do hidrômetro com o objetivo de verificar se seu funcionamento está normal, bem como, se se trata do hidrômetro adequado àquele consumidor.

1.2 JUSTIFICATIVA

A perícia de engenharia tem grande importância na solução de contendas envolvendo partes que divergem quanto ao que foi consumido pelo cliente consumidor e cobrado pela concessionária.

Em relação ao foco deste trabalho, a perícia em consumo de água tem grande relevância, uma vez que o uso excessivo de água, tanto traz, um prejuízo econômico para o usuário, quanto um prejuízo ambiental, pois a água é um recurso fundamental para a vida e sua disponibilidade é limitada. Um outro fator de extrema importância na perícia de consumo de água diz respeito à aplicação do direito do consumidor, uma vez que o Código de Defesa do Consumidor não permite cobranças acima do *quantum* consumido.

Por estas razões, a perícia em consumo de água tem ganhado cada vez mais importância, uma vez que se constitui prova técnica da causa da diferença de leitura do hidrômetro medidor.

1.3 OBJETIVOS

Como objetivo principal, o presente trabalho propõe uma metodologia que o perito nomeado para uma perícia de consumo de água possa aplicar buscando detectar vazamentos no primeiro e no segundo setores que possam ser causa da diferença de conta, bem como, verificação do hidrômetro e cálculo de estimativa de consumo real para a economia consumidora periciada.

Como objetivo secundário, o presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica acerca da teoria que rege o cálculo do consumo de água residencial, bem como, da metodologia atualmente utilizada pelos peritos de consumo de água.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é composto por quatro capítulos. No presente capítulo, são apresentados conceitos introdutórios acerca do tema principal, as justificativas e os objetivos da realização deste trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica dos sistemas de distribuição prediais, sistema predial de água fria, perícia em consumo de água, metodologias tradicionais de perícia e raciocínio diagnóstico.

O terceiro capítulo apresenta a proposta de metodologia para realização de perícias de consumo de água, iniciando o capítulo com definição do problema e seguindo com elaboração da metodologia.

O quarto capítulo apresenta os resultados que se espera obter quando a metodologia for aplicada em perícias judiciais.

Finalmente, o quinto capítulo traz as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo vamos apresentar uma visão geral acerca dos sistemas de distribuição prediais, abordando os principais tópicos presentes na literatura. Em seguida será feito um estudo acerca do sistema predial de água fria, aprofundando-se nas suas partes constituintes.

O capítulo segue mostrando as principais características dos hidrômetros, quanto a seu funcionamento, instalação e manutenção, além de mostrar e discutir suas classificações.

Por fim, será feito um estudo sobre perícia em consumo de água, abordando os tópicos práticos encontrados na literatura e no meio profissional, e encerrando o capítulo com um estudo sobre raciocínio diagnóstico.

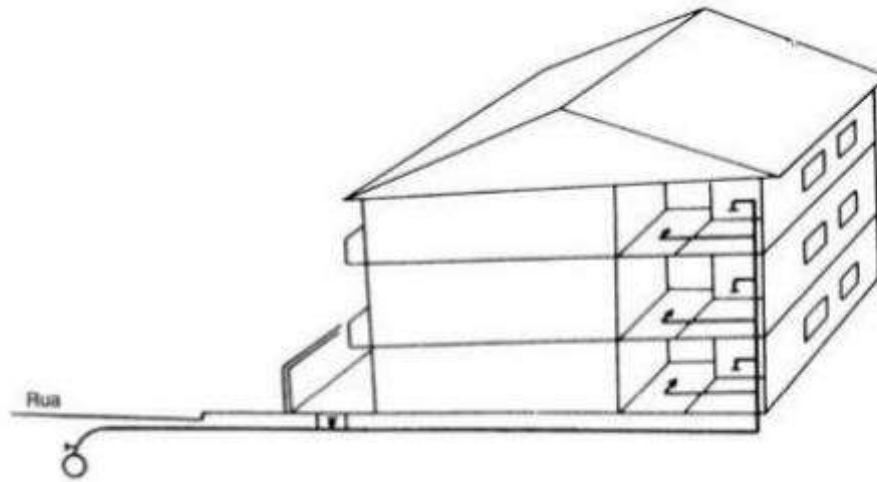
2.1. SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAIS

Segundo Ceder (2006), o sistema de abastecimento de água pode se dar através de uma distribuição direta ou indireta. Sendo este último ainda dividido quanto à presença ou não de bombeamento.

O **sistema de distribuição direta** ocorre quando a pressão da rede pública é suficiente para alcançar todos os pontos de utilização, e quando há continuidade do abastecimento, desta forma utiliza-se de uma ligação direta do ramal para as colunas de distribuição.

A Figura 1 ilustra esse sistema.

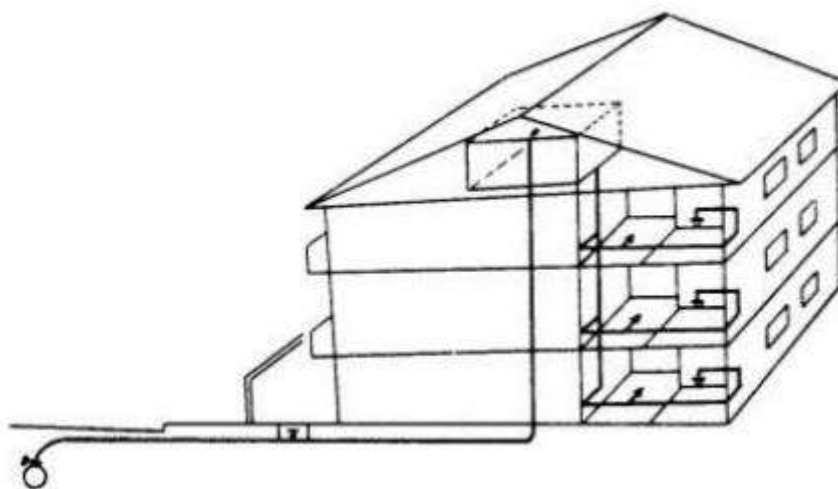
Figura 1: Sistema de distribuição direto



Fonte: Ceder (2006).

Segundo o mesmo autor, quando a pressão da água é suficiente para atender aos pontos de utilização da residência, mas sem continuidade do abastecimento, utiliza-se um **sistema indireto de distribuição sem bombeamento**. Nesse sistema, o ramal predial é conectado a um reservatório superior, que por sua vez garante a continuidade do abastecimento, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2: Sistema de distribuição indireto sem bombeamento



Fonte: Ceder (2006).

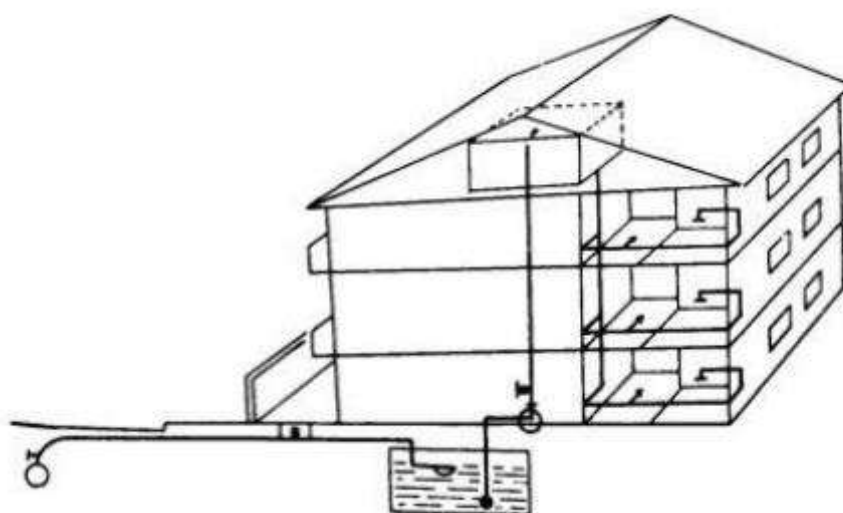
Por último, tem-se o **sistema de distribuição indireta com bombeamento**, que supre não só a descontinuidade do abastecimento pela rede pública, mas também a insuficiência de pressão da mesma. Desta forma este sistema conta com dois reservatórios, segundo um deles localizado na cota igual ou inferior à rede (reservatório inferior), para garantir que este receba o abastecimento da rede mesmo quando a baixas pressões. Além disso, conta com um sistema de bombeamento para recalcar a água até o reservatório superior, garantindo assim, o fluxo de abastecimento (Ceder, 2006).

Há ainda o sistema de distribuição indireto hidropneumático, que se aplica a grandes edifícios, aqueles apelidados de arranha-céus, entretanto, este sistema não é objeto deste trabalho.

Segundo Ceder (2006), o sistema de distribuição indireta com bombeamento é o caso mais usual em grandes edifícios, nos quais se exigem grandes reservatórios de acumulação (cisternas), sendo imprescindíveis as bombas de recalque.

A Figura 3 mostra um exemplo desse sistema.

Figura 3: Sistema de distribuição indireta com bombeamento



Fonte: Ceder (2006).

2.2 SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA

De acordo com a NBR 5626 (2020), o Sistema Predial de Água Fria (SPAF), pode ser definido como um conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinados a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilizações, mantendo o padrão de portabilidade.

No objeto de estudo deste trabalho, nos ateremos às SPAFs cujas fontes de abastecimento se dão pela rede pública, que por sua vez, é gerida por uma concessionária de água.

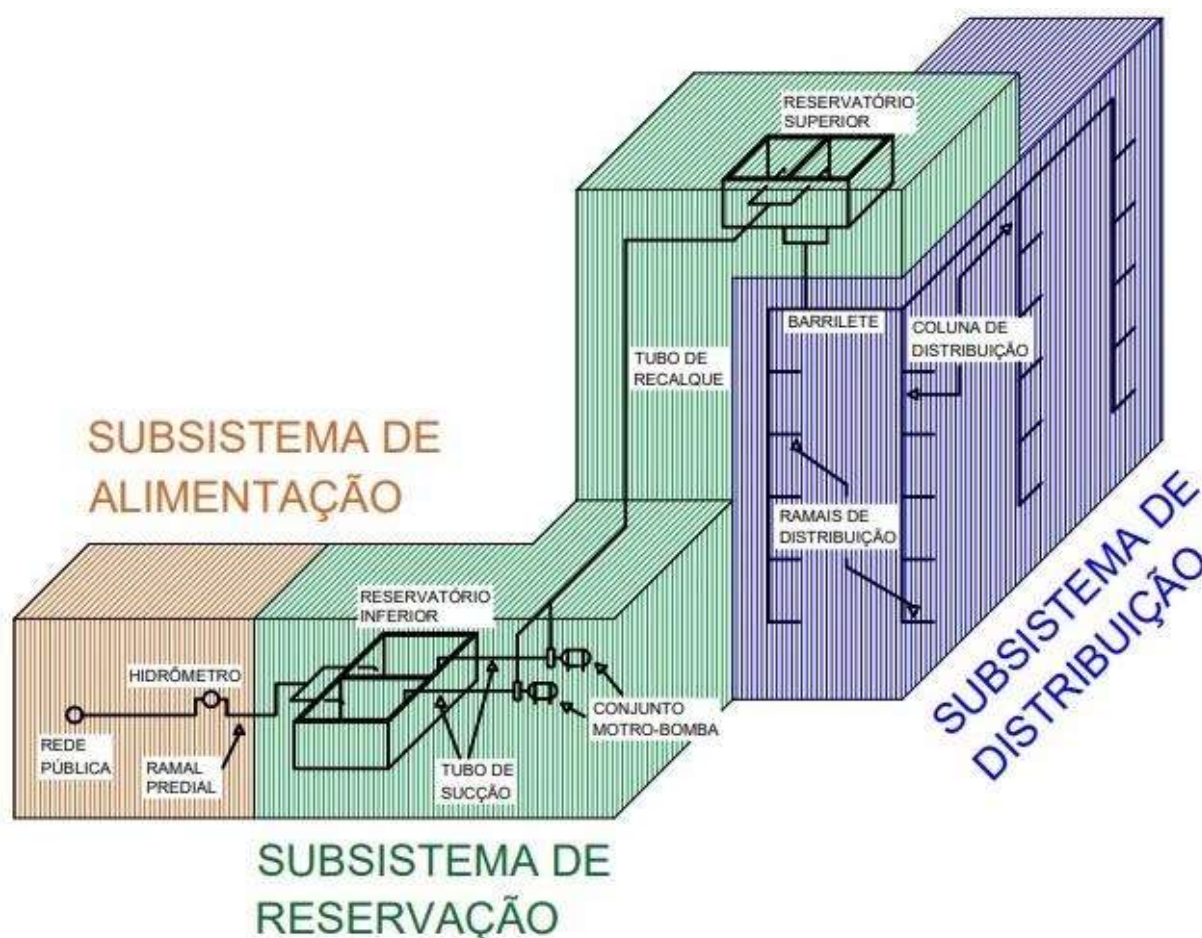
Para interligar o consumidor final à rede de abastecimento de água, é necessário, por parte das concessionárias de água, a execução de ligações prediais. Segundo Tsutiya (2006), uma maneira razoável de abordar esse conceito na prática, seria que, para cada instalação predial, deve existir uma única ligação predial. Deste modo cada ligação predial compreenderia uma única economia, tornando esta a opção com a sistemática de cobrança mais justa, pelos serviços prestados.

2.2.1 PARTES CONSTITUINTES DOS SPAF

Segundo Ilha (2020), o SPAF pode ser compreendido em 3 subsistemas quanto às suas funções, que são: subsistema de alimentação, subsistema de reservação e subsistema de recalque.

A Figura 4 ilustra essa representação:

Figura 4: Subsistemas do SPAF



Fonte: Autoria própria (2022).

O primeiro deles, o **subsistema de alimentação**, é feito a partir do encanamento distribuidor público, por meio um ramal predial externo, o qual compreende, segundo Macintyre (2010), o trecho do encanamento localizado entre o distribuidor público de água, em frente à residência, e o aparelho medidor ou limitador de descarga (hidrômetro), o qual é considerado como fazendo parte integrante do ramal externo.

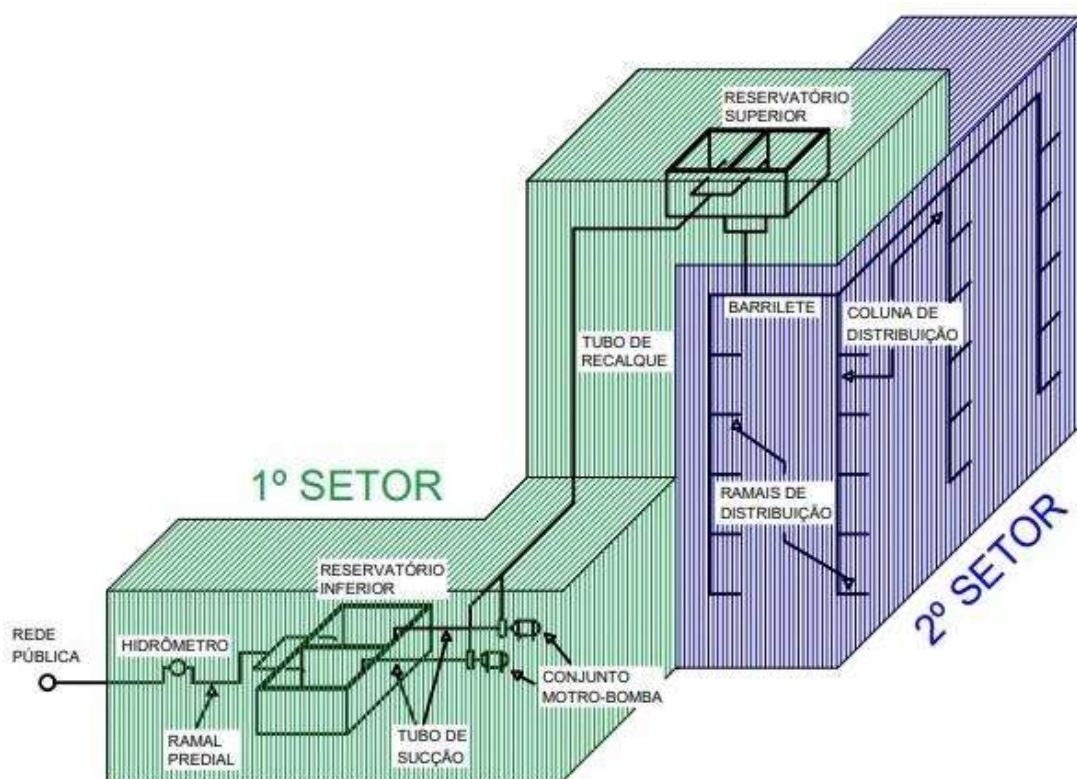
Segundo o mesmo autor, o fluxo segue com o ramal interno de alimentação, que vem a ser o trecho do encanamento que se estende a partir do hidrômetro até a primeira derivação ou até a válvula de flutuador (torneira de boia) à entrada de um reservatório superior. Sendo este portanto, a parte pertencente ao **subsistema de reservação**.

O **subsistema de distribuição** se inicia no barrilete, definido pela ABNT:NBR 5626 (2020) como, a tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, que por sua vez, segunda a mesma norma, são as tubulações derivadas do barrilete e destina a alimentar os ramais. O Sistema de distribuição tem fim nos alimentadores prediais.

De acordo com, Yamasaki (2022), na terminologia prática adotada pelos profissionais que trabalham com detecção de vazamentos e perícias de consumo de água, o sistema predial de água fria (SPAF) é dividido em setores. Assim, o ramal predial interno, que vai desde o hidrômetro até a torneira de boia, na entrada da caixa d'água, é denominado de **primeiro setor**. Na mesma terminologia, todas as tubulações a partir da caixa d'água (barrilete, colunas, ramais e sub-ramais) são denominadas de **segundo setor**.

A Figura 5 ilustra essa abordagem:

Figura 5: Setores do SPAF



Fonte: Autoria própria (2022).

2.3 HIDRÔMETROS

Os hidrômetros, que também podem ser chamados de contadores de água, são instrumentos de medição volumétrica ou taquimétrica de água.

São utilizados em larga escala pelas empresas de saneamento básico para medir o consumo dos seus clientes, permitindo a emissão das contas de acordo com o volume consumido por cada aparelho. Além disso, ajuda a estimar as perdas entre a produção e a distribuição de água (LACQUA BRASIL, 2023; NOGAMI, 1976 TSUTIYA, 2006).

Constam geralmente de uma câmara de medição, um sistema de transmissão e uma unidade de conversão, que registra o volume escoado.

2. 3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS HIDRÔMETROS

Os hidrômetros são fabricados conforme a necessidade de operação e recebem classificações que os diferenciam um do outro, construtiva e operacionalmente.

Os hidrômetros são projetados e fabricados levando-se em conta apenas o fluido que vão medir, portanto o medidor para água fria terá um projeto e o de água quente será fabricado com outro projeto e outros materiais. Porém, não há uma classificação quanto ao uso, se residencial, comercial ou industrial, todavia, se convencionou chamar de medidor residencial aquele fabricado em maior escala e com menores dimensões sendo dimensionados para aferir com baixa margem de erro somente um certo intervalo de vazões equivalentes às vazões residenciais, produzindo erros de leitura se forem instalados em edificações que possuem maior consumo. Medidores industriais são os medidores de maior tamanho que por sua maior capacidade de vazão são empregados geralmente para fins industriais ou comerciais (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

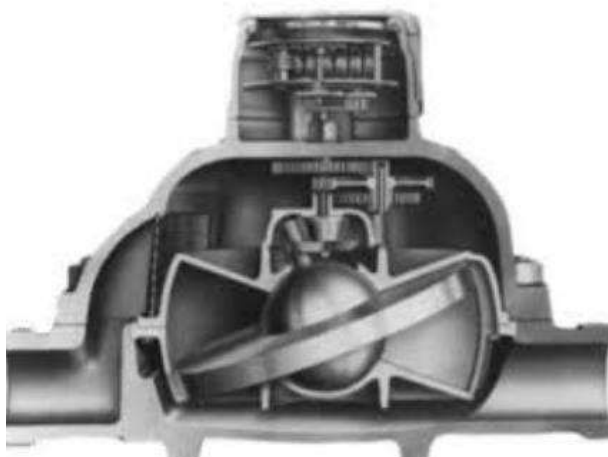
I) Quanto ao princípio de funcionamento

Quanto ao princípio de funcionamento, os hidrômetros podem ser classificados como hidrômetros de volume e hidrômetros de velocidade.

Os **Hidrômetros de Volume**, também chamados de hidrômetros volumétricos ou de deslocamento positivo, possuem câmaras de volume previamente conhecido, com um êmbolo ou disco, que se enchem e se esvaziam de maneira consecutiva, num processo contínuo com a passagem da água. Dessa maneira um mecanismo permite transmitir continuamente o movimento da peça móvel da câmara de medição a um sistema de conversão, de totalização e de indicação.

No caso do mecanismo do disco mutante, existe uma câmara com o formato esférico com duas aberturas laterais separadas por um septo, onde há um disco circular que se movimenta com a passagem de água, como mostra a Figura 6 (TSUTIYA, 2006).

Figura 6: Hidrômetro volumétrico, com disco mutante.



Fonte: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ebook-hidro-hidrometro-individual.pdf>. (Acessado em 08/04/2023).

A maior desvantagem desse tipo de hidrômetro é uma maior fragilidade, principalmente a presença de partículas em suspensão na água, que podem afetar o mecanismo de êmbolo da câmara de medição, e conseqüentemente, interromper a passagem de água para o local da sua instalação, requerendo uma ação rápida para o reestabelecimento do fornecimento de água (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

De uma maneira geral, são sensíveis às baixas vazões e apresentam menores erros. Portanto, são recomendados quando se pretende combater desperdícios em instalações residenciais e prediais.

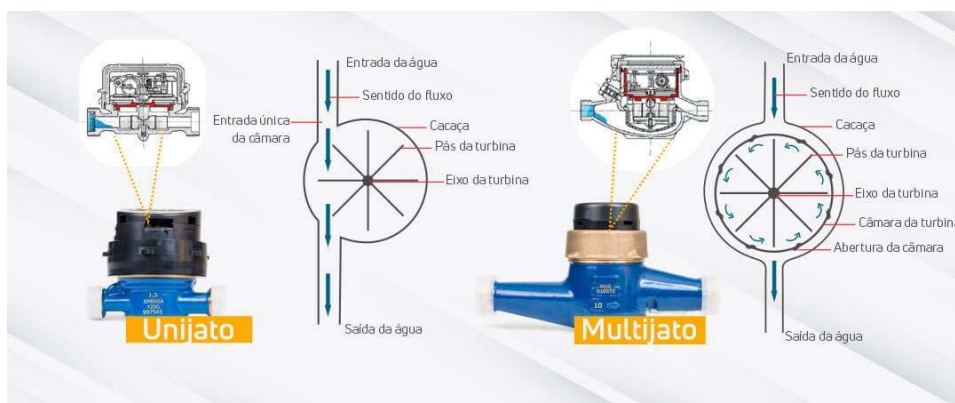
Outro tipo de hidrômetro é o **Hidrômetro de velocidade**, ou, como também são conhecidos hidrômetros velocimétricos, taquimétricos ou inferenciais. Seu mecanismo de medição está relacionado à conversão da velocidade de escoamento da água e número de rotações de uma turbina ou uma hélice. Esses hidrômetros podem ser classificados por meio do seu mecanismo giratório: tipo rotor com pás (incidência tangencial) que por sua vez ainda se subdividem em jato único ou múltiplos, ou tipo hélice (incidência uniaxial) (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Nos hidrômetros tipo rotor com pás monojatos, o jato de água incide diretamente na turbina, o que os tornam suscetíveis as impurezas retidas no filtro.

Uma obstrução do mesmo pode provocar o aumento da velocidade da incidência do jato sobre a turbina alterando a precisão do aparelho.

A Figura 7 mostra a diferença no princípio de funcionamento dos hidrômetros de velocidade tipo rotor de pás unijato e monojato.

Figura 7: Princípio de funcionamento dos hidrômetros unijato e multijato.

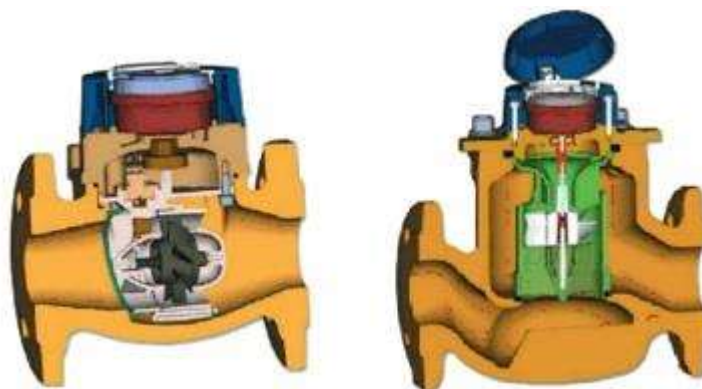


Fonte: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ebook-hidro-hidrometro-individual.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

Já os hidrômetros de velocidade com hélices, são, por sua vez, utilizados para vazões maiores. Um dos tipos mais conhecidos no Brasil e Europa é o hidrômetro denominado Woltmann. Esse hidrômetro é utilizado para medição de grandes consumos, como em estabelecimentos comerciais, prédios públicos, e em edifícios de apartamentos com alto consumo de água, além de adutoras, casas de bombas, reservatórios, estações de tratamento, poços profundos e etc. Esse hidrômetro está esquematizado na Figura 8 (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Esses hidrômetros ainda podem ser fabricados com a turbina montada nas posições vertical ou horizontal. Quando na horizontal (paralela ao fluxo de água) o hidrômetro possui melhor precisão em altas vazões, já quando na vertical (perpendicular ao fluxo de água), o hidrômetro tem melhor precisão em vazões menores (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Figura 8: Esquema de funcionamento do hidrômetro Woltmann, com a turbina horizontal e vertical, respectivamente.



Fonte: <https://www.hidrometer.com.br/servico/> (Acessado em 08/04/2023).

De maneira geral, no Brasil, os hidrômetros de velocidade são preferidos em relação aos hidrômetros volumétricos, mesmo que menos sensíveis às baixas vazões, não apresentam os problemas de interrompimento do fluxo devido as impurezas da água (LACQUA BRASIL, 2023).

II) Quanto ao mecanismo de transmissão

Nesse caso, os hidrômetros são classificados como hidrômetro mecânico ou magnético.

O **hidrômetro mecânico** tem um sistema de transmissão mecânica. Os movimentos da turbina são transferidos mecanicamente ao conjunto de engrenagens que compõe o totalizador, fazendo uso de um eixo que atravessa a placa separadora – placa que separa a parte seca da parte molhada, nos hidrômetros secos (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Já o **hidrômetro magnético** é aquele em que a transmissão dos movimentos da turbina dá-se através de um par de ímãs, posicionado acima e abaixo da placa separadora. O ímã propulsor é fixado na ponta do eixo da turbina e aciona o ímã propelido que se aloja no outro lado da placa separadora. Quando gira a turbina, gira também o mecanismo (totalizador) acoplado ao ímã propelido (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

As Figuras 9 e 10 ilustram essa classificação. A primeira mostra um exemplo do hidrômetro mecânico, enquanto a última mostra o hidrômetro magnético

Figura 9: Representação de um hidrômetro de mecanismo mecânico.



Fonte: <https://horizontesolucao.com.br/produtos/hidrometro-mecanico/> (Acessado em 08/04/2023).

Figura 10: Representação de um hidrômetro de mecanismo magnético.



Fonte: <https://www.doutorirrigacao.com.br/medicao-e-instrumentacao/medicao/hidrometro-multijato-tipo-transmissao-magnetica-1-1-4-5-m> (Acessado em 08/04/2023).

III) Quanto à disposição de seus mecanismos

Podem ser classificados como hidrômetro úmido ou hidrômetro seco.

É dito **hidrômetro úmido** aquele que tem todo o mecanismo interno mergulhado na água. Tanto a turbina quanto os conjuntos de engrenagens e o totalizador trabalham completamente submersos (LACQUA BRASIL, 2023; NOGAMI, 1976 TSUTIYA, 2006).

Já os ditos **hidrômetros secos** são os que têm placa separadora, assim chamada por separar o medidor em duas partes: uma molhada e outra seca. Na parte submersa do medidor estão a turbina e, se for o caso, o trem redutor de velocidade. Na parte seca é montado o totalizador, também chamado de relojoaria (TSUTIYA, 2006).

IV) Quanto ao tipo de mostrador

Os hidrômetros, quanto ao tipo de mostrador, são classificados em hidrômetros de ponteiros, de cilindros ciclométricos e mistos (TSUTIYA, 2006).

Nos **hidrômetros de ponteiro**, as indicações são feitas através de ponteiros, cada um destinado a indicar os algarismos das diferentes ordens de classe de valor medido.

Nos **hidrômetros de cilindros ciclométricos**, a indicação de volume é feita num mostrador de leitura direta.

Já nos **hidrômetros mistos**, há um totalizador do cilindro para leitura de metros cúbicos, e para os submúltiplos é feita uma leitura indireta através de ponteiros.

V) Quanto à vazão de água

Com a finalidade de observação de possíveis erros de leitura hidrométrica em instalações prediais, essa é a classificação mais importante a ser considerada.

São classificados metrologicamente de acordo com a vazão mínima e a vazão de transição. Quanto menor ela for, mais sensível, portanto, mais eficiente, será o medidor (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Assim, dentre os medidores de diâmetro $\frac{3}{4}$ " e vazão nominal 1,5 m³/h, aquele que operar com vazão mínima de 40 L/h e vazão de transição de 150 L/h é classificado

como medidor classe A. Se ele trabalhar na vazão mínima de 30 L/h e vazão de transição de 120 L/h, será dito um medidor classe B e, se trabalhar com vazão mínima de 15 L/h e vazão de transição de 22,5 L/h, será classificado como medidor classe C (TSUTIYA, 2006).

Nota-se que o medidor classe C é mais sensível que o B e este mais sensível que o A. Hoje não se fabricam mais os medidores classe A, há muito superados pelos classe B que também já estão cedendo espaço aos medidores classe C. Por outro lado, surgem no mercado os medidores classe D, despontando com grande sensibilidade e baixíssimas vazões de operação, que são novas tecnologias de medição, como os hidrômetros elétricos (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Os hidrômetros elétricos, são considerados de classe C, com princípio de medição semelhante aos dos modelos de medição residencial unijato e multijato, porém com sistemas de conversão e de totalização implementados eletronicamente, o que garante uma maior sensibilidade e precisão na medição (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Outro hidrômetro, também considerado classe C, é o híbrido, que apesar de possuir o sistema de medição eletrônica, também possuem todas as características de um hidrômetro convencional, o que representa uma vantagem sobre o eletrônico, pois o totalizador mecânico continua fazendo o registro de escoamento, mesmo em caso de circuito eletrônico (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Há também os hidrômetros eletromagnéticos, que são os medidores de melhor nível de exatidão comparado com os outros tipos de medidores. Em contrapartida há maiores restrições para a sua utilização, além do seu alto custo inicial, eles precisam de fontes de alimentação externa e aterramentos adequados para eliminar ruídos, distorções e instabilidades operacionais (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

2.3.2 SISTEMA DE TELEMEDIÇÃO E GERENCIAMENTO DE CONSUMO

Além dos hidrômetros e dos seus mais variados tipos, para evitar desperdícios, erros e instabilidades na alimentação de água, as prestadoras de serviço contam com o sistema de telemedição e gerenciamento do consumo, que permite verificar o comportamento do medidor instalado, além do perfil de consumo do usuário, caso existam discordâncias entre o consumo efetivo e o consumo cobrado na conta de

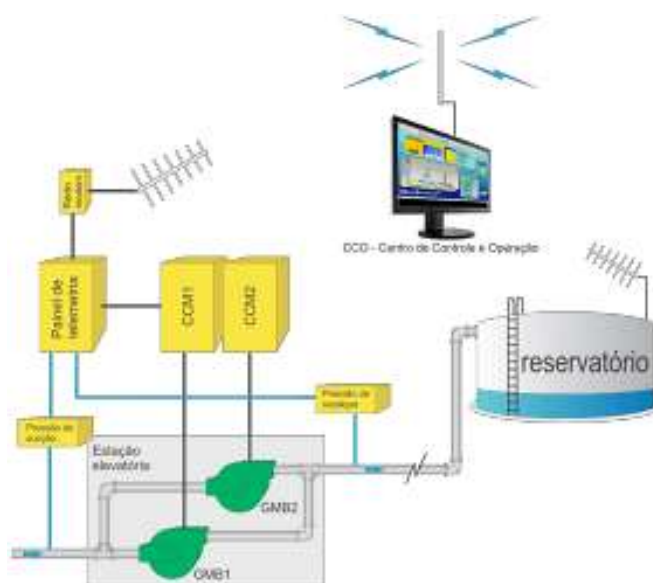
água, analisando possíveis vazamentos e o dimensionamento adequado do hidrômetro utilizado (TSUTIYA, 2006).

Além disso, com a instalação de sensores adequados, torna-se possível, também, a verificação de outras variáveis da distribuição de água pela prestadora de serviço, tais como a pressão efetiva, níveis dos reservatórios, e algumas variáveis de qualidade da água como nível de cloro e turbidez (TSUTIYA, 2006).

Esse sistema de telemedição conta com 3 partes fundamentais, como mostra a Figura 11:

- O medidor: um hidrômetro, preferencialmente eletrônico, cuja função é gerar dados relativos ao consumo de água efetiva nas instalações.
- Centro de medição: constituído de um conjunto de equipamentos com a função de captar, armazenar e transmitir os dados gerados pelo medidor. Esses equipamentos precisam de alimentação externa.
- O sistema de controle: trata-se de um programa de supervisão e gerenciamento que se comunica diariamente com os centros de medição cadastrados para transferir dados até o servidor.

Figura 11: Esquema do sistema de telemedição e gerenciamento do consumo de água.



Fonte: <https://alfacomp.net/2020/12/23/projeto-de-automacao-e-telemetria-de-uma-elevatoria-de-agua/> (Acessado em 08/04/2023).

2.3.3 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA

Mesmo que haja cada vez mais precisão nas medições de consumo de água feitas pelos hidrômetros, faz-se necessário a escolha do hidrômetro mais adequado a cada instalação, e para isso, precisa-se considerar alguns critérios básicos de condições reais de operação, como (TSUTIYA, 2006):

- Qualidade da água; ou seja, considera-se que os hidrômetros trabalharão com água potável, que obedece aos critérios de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 1.469 de 29 de dezembro de 2020 do Ministério da Saúde, pois se isso não for atendido pode haver partículas suspensas que danificarão o medidor e afetarão a leitura de consumo;
- Temperatura e pressão da água: geralmente não são problemas na escolha do medidor, pois dificilmente a pressão de um sistema atinge 200 mca ou 40°C de temperatura, que são os limites operacionais dos medidores de maneira geral.
- Condições de instalação: para a definição do tipo de hidrômetro a ser utilizado, como por exemplo- hidrômetro mecânico ou eletromagnético;
- Vazões de consumo: uma das principais condições a ser analisada, principalmente a fim de evitar erros de leitura. Para isso, o medidor precisa de um dimensionamento adequado, que consiste em determinar a vazão nominal (vazão até a qual o aparelho trabalha de forma satisfatória) do aparelho a ser instalado, além das vazões máxima e mínima (a maior vazão a qual o medidor funciona adequadamente por um curto período de tempo, e a vazão mínima suficiente para que haja registro sem erros no medidor, respectivamente).

Portanto, é possível comprovar que a hidrometria eficiente exige análise e gestão criteriosa de parâmetros pré-estabelecidos dos equipamentos, e sua comparação com os parâmetros reais do local a ser instalado. Dessa maneira, o hidrômetro é definido pela escolha do aparelho que tenha uma faixa de capacidade de consumo com o valor médio aproximado do valor de consumo provável estudado para cada caso, e para isso, as prestadoras de serviço possuem softwares de inteligência para essas análises (TSUTIYA, 2006).

Além disso, faz-se necessário ensaios que comprovem seu bom funcionamento, o que de maneira geral fica a cargo do INMETRO que certifica e lacra

todos os hidrômetros. Portanto, só são assegurados medidores que tenham o selo do INMETRO, como mostra a Figura 12 (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Figura 12: Representação de um hidrômetro com selo do INMETRO.



Fonte: <https://acquaxdobrasil.com.br/blog/coloque-arejador-nas-torneiras-e-economize-agua-2/> (Acessado em 08/04/2023).

2.3.4 INSTALAÇÃO

Além de todo o cuidado com a escolha e o dimensionamento do medidor adequado, a leitura precisa também requer cuidados na instalação do medidor no local e da maneira adequada (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Por se tratar de equipamentos com um custo elevado, precauções na hora da instalação são necessárias para que haja a garantia do seu bom funcionamento, precisão na leitura, e uma vida útil longa. Quando essas precauções não são tomadas pode acarretar mau funcionamento e inexatidão da leitura de consumo. Devem ser observados os seguintes aspectos de instalação:

- Colocação na horizontal, sem que haja inclinação para nenhum dos lados;
- Colocação em local acessível, que possibilite a leitura e manutenção sem dificuldades;

- Fica abrigado em local seguro de inundações, raios solares e ações danosas;
- Obedecer aos comprimentos dos trechos retos recomendados pelo fabricante a montante e a jusante para evitar medições errôneas;
- Evitar os trechos de tubulações que possam reter permanentemente o ar (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

2.3.5 MANUTENÇÃO

Assim como qualquer outro aparelho, os medidores estão sujeitos a desgastes, quebras e desajustes, que podem afetar diretamente o consumidor, por erro na leitura de consumo. Por isso faz-se necessário que esses aparelhos sejam periodicamente sujeitos a avaliações e manutenções devidas (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

O período de bom funcionamento desses equipamentos depende de uma série de fatores, como a qualidade da água, as vazões as quais estão submetidos, e a qualidade dos materiais de sua própria composição. Portanto, recomenda-se a verificação, manutenção e possível troca com menor intervalo de tempo dos medidores de grandes capacidades, devido ao maior desgaste natural a que são submetidos, e consequentemente, com maior intervalo de tempo os medidores de menor capacidade (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

A implantação de um sistema de medição como a melhor forma de proporcionar a leitura de consumo eficaz e sem erros, e de evitar fugas e desperdícios em instalações prediais, comerciais e domiciliares, não será eficaz se, concomitantemente, não for desenvolvido um sistema planejado de manutenções preventiva dos hidrômetros (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

Uma das maneiras de inspecionar os medidores é o ensaio para a verificação de erros, feito num aparelho conhecido como bancada de ensaio, que consta de uma estrutura de suporte onde são colocados os hidrômetros, e de um reservatório calibrado, junto a um dispositivo que permite controlar a vazão de escoamento. A água que circula pelo hidrômetro durante o ensaio é acumulada no reservatório e é reconhecida pela leitura de nível. Esse ensaio é feito, geralmente com 3 vazões: baixa (vazão mínima do hidrômetro), média (vazão de transição- entre a mínima e a máxima), e alta (vazão nominal). Para a verificação dos erros de indicação, anotam-

se as marcações do mostrador antes e depois da passagem de um volume escoado conhecido. A diferença das leituras representa a média feita pelo hidrômetro e a sua comparação com o volume efetivamente circulado (LACQUA BRASIL, 2023; TSUTIYA, 2006).

2.4 PERÍCIA EM CONSUMO DE ÁGUA

A perícia em consumo de água existe para aferir irregularidades em marcações de hidrômetros, ou em questões relacionadas ao abastecimento de água. Geralmente é acionada quando o cliente consumidor observa variações nos valores das suas contas de água, ou quando é lesado pela falta de abastecimento (TSUTIYA, 2006).

Comumente, a manutenção de um patamar elevado de consumo de água ou a progressão deste consumo, sem que tenha ocorrido alteração na configuração ou na sua utilização que justificasse uma nova demanda, pode ser um indicativo de perda de água por vazamentos. Em um sistema de armazenamento e distribuição de água potável em qualquer edificação, é possível que quaisquer de seus elementos e componentes apresentem vazamentos, visíveis ou invisíveis (TSUTIYA, 2006).

Os vazamentos visíveis são aqueles em que se identifica, imediatamente, a presença de água, pela formação de poças de água ou pela presença de umidades elevadas, manchas e bolhas em revestimentos, bolor e mofo. São exemplos desse tipo de vazamento, os vazamentos nos pontos de utilização, os vazamentos em conexões ou trechos de tubulações aparentes ou os vazamentos em elementos embutidos que atingem revestimentos de baixa permeabilidade (TSUTIYA, 2006).

Já os vazamentos não visíveis ou invisíveis, são aqueles cuja percepção é muito difícil ou demorada, que acarretam perda de água por um longo período sem que tal ocorrência seja visualmente identificada. Nesse grupo, tem-se os vazamentos em caixas, reservatórios, conexões e trechos de tubulações enterrados ou em conexões e trechos de tubulações embutidos em elementos construtivos que possuam revestimentos impermeáveis ou de baixa permeabilidade, como cerâmicas e pinturas epóxis, que retardam a visibilidade dos efeitos de um vazamento (TSUTIYA, 2006).

Segundo o Yamasaki (2022), os vazamentos não visíveis provenientes de avarias na tubulação como trincas, rupturas por excesso de pressão na rede, movimentação mecânica do solo, patologias na solda química ou má qualidade na

execução da instalação hidráulica, representam cerca de 35% dos vazamentos não visíveis. Dentro dos 35% das causas apresentadas, 80% se encontram no trecho entre o hidrômetro e a caixa d'água (1º Setor), onde a pressão da água é maior. Os outros 20% são avarias que ocorrem depois da caixa d'água (2º Setor), onde a pressão da água é menor (YAMASAKI, 2022).

Para a verificação e análise das hipóteses para a elevação de consumo de água registrada, são apresentadas as projeções de consumo, com base na demanda do local verificado, o consumo efetivo, com base nas leituras dos hidrômetros existentes, e as características e condições dos sistemas de água potável e de combate a incêndios, e de unidades de consumos particulares (se for o caso do local investigado) (YAMASAKI, 2022).

Um outro fator que também pode provocar alteração na conta é o mau funcionamento do hidrômetro ou ainda a instalação de hidrômetro inadequado àquele consumidor ou àquela vazão. Assim, em uma perícia de engenharia, a inspeção do hidrômetro é uma etapa indispensável na produção da prova pericial (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

Para cada caso pericial, deve-se saber sobre as possíveis trocas de hidrômetros e seus respectivos motivos, a fim de que seja bem esclarecida a média de consumo apurada pelos hidrômetros, em cada caso (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

Além disso, deve-se consultar os projetos de arquitetura (legal e executivo) e de instalações hidrossanitários e realizar inspeção nos locais, para a obtenção das características gerais e de abastecimento de água potável e combate a incêndios (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

As verificações devem consistir em inspeções visuais e táteis, com ou sem utilização de instrumentos ou equipamentos especiais com o objetivo de identificar possíveis perdas de água, infiltrações ou empoçamentos de água. Nas áreas inspecionadas, devem ser examinados todos os metais e peças sanitárias, incluindo registros, sifões e rabichos, além dos revestimentos de paredes e pisos junto a esses elementos (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

Também deve-se verificar a existência de quaisquer atividades que demandem um consumo de água considerável no local inspecionado, como, obras realizadas no local com possibilidade de consumo elevado de água (lavagem das fachadas, impermeabilizações de grandes áreas, com testes de estanqueidade), limpeza e

higienização de reservatórios de água, substituição de água das piscinas, etc (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

Se o local se tratar de um condomínio, com unidades autônomas, os consumos individuais dessas unidades também devem ser investigados, para que haja a identificação de possíveis pontos de perda de água ou não (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

Só após a investigação completa do percurso da água e de seu consumo comum e particular do local averiguado, é que se faz possível compreender as possíveis causas do problema investigado (YAMASAKI, 2022; TSUTIYA, 2006).

2.4.1 METODOLOGIAS TRADICIONAIS DE PERÍCIA

No que diz respeito à perícia em consumo de água, a literatura técnica muito diz sobre consumo de água e pouco sobre perícia. Tornando este um campo bastante amplo a ser explorado.

No que diz respeito ao consumo de água, Heller (2010) traz que, em uma edificação, a estimativa do consumo de água está relacionada com as características da atividade (comercial, residencial, industrial, etc.), aos usos específicos, ao número de ocupantes e a localização geográfica.

Tsutiya (2006), aborda o cálculo do consumo de água, a partir do valor obtido da leitura do hidrômetro, para encontrar o consumo per capita. Portanto, pode-se obter uma estimativa para o consumo, utilizando um valor pré-definido para o consumo per capita, como segue na equação a seguir.

$$V_c = n \cdot q_e \cdot t \quad (1)$$

onde, V_c é o volume total de água consumido, em litros; n é o número de consumidores da unidade; q_e é o consumo *per capita*; e t é o tempo de medição, em dias.

Na literatura técnica, são encontrados alguns valores de consumo per capita, baseado em diversos estudos. A Figura 13 apresenta alguns valores do consumo per capita, em edifícios residenciais, encontrados na literatura.

Figura 13: Valor de consumo per capita em edifícios residenciais.

Tipo Edificação	População	Consumo	Fontes de Consulta
apartamento padrão médio	2 pessoas/quarto nos 2 primeiros quartos + 1 pessoa/quarto a partir do terceiro quarto + 1 pessoa/qto. emp.	250 l/pessoa/dia	BOTELHO
residência	2 pessoas/quarto + 1 pessoa/qto. emp.	150 l/pessoa/dia	CREDER
apartamento	2 pessoas/quarto + 1 pessoa/qto. emp.	200 l/pessoa/dia	CREDER
residência	2 pessoas/quarto	150 l/pessoa/dia	MACINTYRE
apartamento	2 pessoas/quarto	200 l/pessoa/dia	MACINTYRE

Fonte: Oliveira e Parahyba (2019).

Os cálculos realizados a partir da Figura 13, variam de acordo com o tipo de edificação e a quantidade de pessoas residentes. Somente com base nessas informações, os cálculos de projeção de consumo são feitos, como citado no COBREAP- Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (2019).

“Um edifício possui 49 unidades privativas com 3 dormitórios e 1 dependências completas de empregada. Considerando os parâmetros anteriores e mais 3 pessoas no apartamento do porteiro, a população média que se pode prever no condomínio é de: $49 (3 \text{ Dorm} + \text{Dorm Emp}) \times 5p + 3p = 248$ pessoas.

Prevendo-se a possibilidade de que a totalidade dos apartamentos não esteja permanentemente ocupada (vazio, em obras, moradores em viagem, uso descontínuo, etc.), adota-se um percentual de 5% de unidades vazias, obtendo-se a população estimada de 236 pessoas.

Com o consumo diário de 150 a 250 litros/pessoa, temos uma faixa de consumo médio de 35,40 m³/dia a 59,00 m³/dia:

236 pessoas x 150 litros/dia = 35.400 litros/dia = 35,40 m³/dia.

236 pessoas x 250 litros/dia = 59.000 litros/dia = 59,00 m³/dia.”

No meio profissional, assim como na literatura técnica, existem poucos materiais acerca da perícia em consumo de água, tornando escassa a análise das metodologias aplicadas.

Neste contexto, destaca-se o curso de perícia judicial em consumo de água, apresentado pelo professor e perito MSc. Fernando Altounian. Que apresenta uma metodologia para auxiliar o engenheiro perito na execução do laudo técnico.

Tal metodologia, para a realização de perícia de consumo de água, consiste inicialmente em fazer um registro fotográfico de todos os pontos hidráulicos da residência, bem como do hidrômetro.

Após isso é feito um cálculo do consumo estimado da unidade consumidora, usando como base, o maior valor referente ao consumo *per capita* (volume de água, em litros, consumido durante um dia, por um habitante) das regiões do Brasil, de acordo com o SNIS (Sistema de Informações de Saneamento). Tal cálculo, se dá de acordo com equação (1).

Portanto, uma vez conhecido o número de habitantes na residência e o consumo per capita estimado na região, pode-se estimar o volume total consumido, para o período de 1 mês (para $t = 30$).

A partir do valor obtido, o professor MSc. Fernando Altounian, induz a ser feito uma análise comparativa deste valor, com o valor medido pela concessionária (exibido na conta de água). Para essa comparação, segundo o professor, deve-se levar em conta uma tolerância de +/- 20%, onde diferenças, do valor de consumo estimado, para o valor de consumo medido, maiores que essa tolerância, indicam medições irregulares da concessionária.

A Figura 14 ilustra, na forma de fluxograma, o passo-a-passo proposto pelo MSc. Fernando Altounian.

Figura 14: Fluxograma da metodologia proposta pelo professor e perito MSc. Altonian



Fonte: Autoria Própria (2023).

2.5 RACIOCÍNIO DIAGNÓSTICO

Em uma perícia, ou seja, em uma investigação diagnóstica, ter conhecimento sobre patologia é condição necessária, mas não suficiente; é preciso saber raciocinar diagnosticamente. Sem raciocínio diagnóstico pode ser que o perito não correlacione seu conhecimento com a situação fática investigada. Segundo o Dr. Douglas L. McGee, estudos sugerem que há mais erros médicos envolvendo erros cognitivos (por vieses cognitivos) que falta de conhecimento ou informação. Exemplo: um engenheiro especialista em patologia fez o diagnóstico de infiltração de água pela esquadria de uma janela. Na verdade, a umidade era decorrente de condensação sobre a esquadria, que escorria e umedecia a parede. Foram ignoradas outras possibilidades de causa, porque foi assumido como verdade, pressuposto, que a anomalia era típica, como visto nas aulas e trabalhos acadêmicos. Só que a realidade não reflete a teoria, a teoria que deve refletir a realidade. (Gomide et al., 2021)

Segundo Marcus Vinícius Fernandes Grossi, autor do capítulo “Metodologia do Diagnóstico”, no livro Manual de Engenharia Diagnóstica (Gomide et al., 2021), existem três formas de conclusão lógica de um raciocínio:

- Dedução;
- Indução, e
- Abdução.

A **dedução** advém da certeza, ou seja, é o resultado positivo, a prova positiva. Um exemplo de raciocínio dedutivo: (a) quando chove, a parede fica molhada; (b) Choveu hoje. Logo (c) A parede está molhada.

Dedução por correlação, erro de conclusão. Quem nunca presumiu que uma anomalia que se manifestou num imóvel, logo após o início de uma obra vizinha, era decorrente dela? Será?! Será que a correlação temporal tem causalidade com o fenômeno? A falácia lógica é clássica: “Com isto, logo por causa disto.” Veja um exemplo de falta de causalidade em casos de correlação positiva: na década de 30, um estudo na Inglaterra correlacionou a quantidade de aparelhos de rádio, com a quantidade de pessoas com doença mental. A ideia, na época, era que os equipamentos de rádio induziam problemas mentais, um equívoco descoberto *a posteriori*. Logo, o perito precisa ter cuidado ao concluir uma causa baseada numa correlação que, como demonstrado, não existe consistência lógica para uma indução

(probabilidade) sendo apenas uma hipótese (possibilidade) que deverá ser demonstrada por outros dados, assim, correlação não implica em causalidade. (Gomide et al., 2021),

Deduções válidas, porém, falsas. A maioria de nossas conclusões são lógicas, porém, é possível obter-se uma conclusão lógica válida, mas falsa. O processo de dedução traz certeza e nos convence com segurança da conclusão. Porém, existe dedução lógica erística: “este piso está manchado; manchas já estão fora do prazo de garantia; este piso está manchado desde a entrega; logo, este piso precisa ser substituído pela construtora. O *silogismo* apresentado é validamente lógico, porém, pode não ser verdadeiro se o piso não foi entregue manchado, ou seja, será falso por se deduzir a partir de uma premissa falsa. O exemplo parece ser difícil na prática, mas acontece.

A excessiva confiabilidade que se dá a casos particulares que se extrapolam para o geral é frequente. De modo geral, a maioria das premissas falsas se concentram em aceitar como verdade, dados de depoimentos, registros e documentos, ensaios com amostras insuficientes ou impressões sensoriais coletadas de forma incompleta, limitada. Três premissas (dados) tomados como verdade geral, somado com eventual falta de conhecimento do patologista, faz com que se obtenha diagnósticos errados, por meio de raciocínios lógicos válidos. Assim, o perito deve cuidar-se com os dados coletados procurando sempre fazer uma prova real ou uma dupla checagem.

A **indução** advém da probabilidade. Na seara do exemplo do parágrafo anterior: (a) Choveu hoje; (b) A parede está molhada. Logo (c) Quando chove, a parede fica molhada (Gomide et al., 2021),

A **abdução** advém da possibilidade. No mesmo caso: (a) A parede está molhada; (b) Quando chove a parede fica molhada. Logo (c) Choveu hoje. Note que conclusões lógicas nem sempre representam a verdade. Desta forma, o perito precisa ter cuidado com falsas impressões trazidas pelo sistema 1, que apesar de lógicas, podem ser apenas prováveis ou possíveis (Gomide et al., 2021),

Assim, não basta acertar o processo diagnóstico, mas sim o processo que lhe levou à conclusão. O acerto ou o erro podem ser consequências de um processo de raciocínio ou de aleatoriedade (chute, achismo). Tendo três alternativas possíveis, alguém, ainda que não raciocine de modo lógico, pode, por sorte, acertar a resposta, com 33% de chance. Essa sorte, infelizmente, acaba por validar de modo equivocado

o método heurístico usado, que não se alicerça num processo lógico confiável. Porém, isso não significa que seguir um processo lógico adequado garanta o acerto do diagnóstico. A inferência por dedução só é 100% verdadeira, se as premissas forem verdadeiras. Todavia, o processo lógico nos possibilita mensurar o erro e ter maior consciência da situação fática, diferentemente do processo heurístico. Em suma, o excelente processo diagnóstico traz a resposta lógica que melhor responde à pergunta com base nos dados possíveis de serem obtidos pelos métodos empregados.

É muito comum em perícias, observarmos a seguinte conclusão indutiva: “não identifiquei anomalias no elemento durante a vistoria, logo ele está conforme.” Será?! Será que a ausência de evidência de anomalia significa que esta seja uma evidência de ausência de problema?! A briga filosófica é boa, mas facilmente demonstrável: havia um tijolo na baia, observou-se visualmente e não se encontrou o tijolo, logo não há tijolo na baia. Havia um grão de areia na baia, observou-se visualmente e não se encontrou o grão de areia na baia. E aí, qual exemplo é verdadeiro? Obviamente ambos utilizaram o mesmo método para coleta de dados, e usaram a indução para concluir logicamente. Porém, no caso do grão de areia, o método parece não ser preciso o suficiente para demonstrar evidência de ausência. Logo, precisamos ter cuidado para tirar conclusões de ausência com base em métodos imprecisos para tal. No aforismo inicial, não é possível afirmar que há ausência de problemas numa construção apenas pelo fato de sensorialmente não se ter observado anomalias.

Um outro fator de erro no raciocínio diagnóstico é a **conclusão por viés de confirmação**. Imagine o seguinte cenário: João está com uma mancha de umidade em seu banheiro. A primeira coisa que lhe vem à mente é infiltração pelo piso do vizinho. Assim, ele vai até seu vizinho e pede para inspecionar o banheiro. Chegando lá, este acabou de passar por reforma e está em uso. O resto da estória podemos imaginar. João confirmou sua hipótese com base na aparente confirmação dela devido a reforma no banheiro. Seu cérebro acha que achou a resposta, bloqueando qualquer outra hipótese de causa. Esse modo “automático” de pensar é denominado **raciocínio heurístico**, popularmente chamado de **viés de confirmação**. Trata-se de um atalho mental para que menos energia seja gasta no processo de pensar, impactando em nossas ações, tomadas de decisões e conclusões. Ciente deste automatismo, o perito deve ter métodos para contornar seus vieses. Sócrates, precursor do pensamento científico já nos ensinava que duvidar é o melhor caminho para buscar a verdade. Um método simples que pode ser feito é o levantamento de

pelo menos três hipóteses; isso o forçará a não aceitar o primeiro viés que lhe vier à mente.

Um outro erro de raciocínio diagnóstico muito comum é **associar-se ausência à uma causa**. É muito comum observar-se diagnósticos que indicam “fissuras por ausência de verga”, “infiltração por falta de pingadeira”, etc. Todavia, a ausência de alguma coisa ou alguma ação nunca poderia ser a causa de alguma coisa. **A omissão pode trazer responsabilidade, mas não causalidade**. Nos exemplos dados, podemos elencar as possíveis causas reais: sobrecarga na alvenaria sobre o vão; umidade de precipitação infiltrando em trecho não calafetado da esquadria. Note que as supostas causas de ausência são, na verdade, soluções para se evitar o problema. Pensando desta forma, há uma limitação de soluções possíveis a serem dadas. Trazendo um pouco de conceito, causas por ausência são denominadas “**causas contrafactuais**”, ou seja, causas de situações que não ocorreram. Tal área da lógica existe para simular cenários hipotéticos, porém, nunca demonstráveis ou comprováveis. Assim, chegamos a grande falácia da causa contrafactual (por ausência): Não é possível prová-la ou testá-la. Nos casos de exemplo, nunca saberíamos se as fissuras de fato não apareceriam, mesmo com verga ou junta de movimentação, ou mesmo a umidade na presença da pingadeira. Assim, o perito não deve usar ausência como causa, porque estará errando seu diagnóstico, limitando suas soluções e abrindo margem para contestações.

Existe também o **diagnóstico por inferência bayseana**. Segundo Gomide et al. (2021), a inferência bayseana, aplicada ao diagnóstico, consiste em aumentar a plausibilidade de uma hipótese em função da obtenção de dados durante a investigação, também, levando em consideração o conhecimento prévio sobre elas (taxa-base). Suponha uma mancha de umidade no teto de um banheiro; duas hipóteses foram levantadas. **(I)** Infiltração pelo sistema de piso, **(II)** Infiltração pelo sistema hidrossanitário. Se o perito tem um levantamento histórico de problemas nesta ou em edificações similares, consegue ponderar o percentual de probabilidade de cada uma das hipóteses. No caso hipotético, pelo levantamento de ocorrências, temos 30% de chances de ser piso contra 70% de chances de ser hidráulica. O objetivo agora é descobrir qual o mais plausível, ou mais verossímil, em função do contexto. Após a realização de entrevista com os usuários, descobriu-se que **(I)** o banheiro não é usado para banho, mas sofre ações de limpeza com água mensalmente. Agora será que melhorou nosso entendimento do problema? Note que,

intuitivamente, ao falar que o banheiro não é usado para banho (vamos considerar que é verdade) uma hipótese diminui sua plausibilidade em relação a outra. Neste cenário, a hipótese 2 conta com maior percentual, sendo a mais plausível. Ressalte-se que esta não é a causa do problema, apenas a hipótese que melhor responde o problema frente aos dados coletados, ou seja, por onde se deve iniciar a investigação.

Por fim, um outro erro é a conclusão de **diagnóstico dedutivo**. Não existe diagnóstico dedutivo. Como já esclarecido, a dedução é uma inferência que parte das causas para determinar os efeitos. No diagnóstico, tem-se os efeitos e pretende-se inferir as causas, sendo este possível pelo método indutivo, ou abdutivo (hipotético-dedutivo). Saber esses conceitos pode parecer irrelevante, mas se o perito não compreender os processos lógicos de raciocínio, não saberá o nível de certeza que tem sobre suas conclusões. “Nível de certeza sobre suas conclusões”, vai parecer estranho, visto que se demonstrada a hipótese por meio de um dado, este é 100% válido. Mas está errado! A indução NUNCA terá certeza absoluta, visto se tratar de algo particular que se pretende extrapolar para o geral. A indução trará uma maior ou menor probabilidade para a relação de causa-efeito analisada e, provavelmente, não sabia disso. Não saber disso, lhe dará mais confiança do que é possível ter, ignorando-se o risco intrínseco do diagnóstico. Se o perito é um solucionador de problemas (patologista ou engenheiro diagnóstico) poderá estar dando a solução errada. Se você é um perito, poderá estar responsabilizando alguém de modo injusto. As incertezas permeiam todas as etapas do processo diagnóstico e, conhecê-las, mensurá-las e controlá-las, é fundamental para maior precisão de sua atividade.

3 METODOLOGIA

Neste tópico será elaborada uma metodologia detalhada, mostrando os passos que devem ser percorridos pelo engenheiro perito para a realização de perícias de consumo de água.

Inicialmente será abordado a problemática sobre a qual a metodologia se desenvolverá, e em seguida será feita a elaboração da metodologia.

3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Tanto as referências encontradas na literatura técnica, acerca dos temas relacionados à perícia e consumo de água, quanto o curso de perícia judicial em consumo de água, apresentado pelo professor e perito MSc. Fernando Altounian, mostram um caminho metodológico para auxiliar o engenheiro perito na execução do laudo técnico.

Entretanto, as metodologias apresentadas, possuem várias imprecisões contundentes, que podem acarretar um efeito de argumentação pobre, para o laudo técnico. Os principais problemas observados nestes métodos são:

- Ausência da aferição mais detalhada do hidrômetro;
- Ausência de uma estratégia de checagem de vazamentos no 1º e 2º Setor;
- Ausência da checagem da pressão na instalação predial;
- Ausência da verificação da presença de ar na tubulação.

Essas ausências metodológicas podem, em um processo judicial, trazer problemas para o perito com a impugnação de seu laudo, contestações de ambas as partes do processo, autor e réu com perda de credibilidade de seu trabalho.

Mas por qual motivo não as partes de impugnar o laudo? Em uma perícia judicial, o perito precisa obter a causa da patologia, ou seja, ele precisa comprovar o porquê da diferença, geralmente acréscimo, na conta de água. Se ele não comprova, seus argumentos têm força de tese, não de prova. Tese podem ser contestadas, provas não. Assim, não basta apresentar o “provável valor correto” que a conta deveria ter, uma vez que é perfeitamente possível que aquela conta não contenha erro, mas

sim que, de fato, o consumo da unidade tenha sofrido alteração. É preciso comprovar o erro para que haja irrefutável conjunto probatório no laudo que, uma vez incontestável, torna-se forte e goza de credibilidade junto ao Juízo do processo.

O método proposto neste trabalho, traz uma abordagem metodológica mais completa, capaz de auxiliar o perito na elaboração de um laudo mais embasado, uma vez que resolve todos os pontos falhos levantados junto às metodologias encontradas na literatura técnica e no meio profissional.

3.2 ELABORAÇÃO DA METODOLOGIA

A seguinte proposta busca apresentar uma metodologia completa para a realização perícias judiciais ou extrajudiciais de consumo de água, com um passo-a-passo para o engenheiro perito garantir uma investigação completa da residência para o auxílio na elaboração do laudo técnico.

Uma perícia nada mais é do que a busca pela causa, pela origem e pelo mecanismo de ação de uma determinada manifestação patológica ou falha. Nesta busca, inicialmente, o perito precisa fazer uma “tempestade de ideias” colocando à mesa todas as prováveis causas, mesmo as mais absurdas, mas que gozem de probabilidade de ocorrência. Com todas as hipóteses levantadas, inicia-se a metodologia pericial o que, naturalmente, acarreta o descarte de diversas hipóteses pela “comprovação de sua não ocorrência”. O processo investigativo deve ser realizado até que **(i)** se comprove exclusivamente uma ou mais causas, ou **(ii)** reste-se somente uma causa “provável”. Aqui o termo “provável” foi usado porque, uma vez que não se obteve a prova positiva da hipótese, a mesma terminou sendo concluída porque se obteve a prova negativa de todas as demais hipóteses, restando somente ela.

A seguir serão levantados os pontos referentes à sequência metodológica sugerida neste trabalho. Tais pontos foram dispostos de forma a apresentar uma sequência completa de ações e verificações a serem realizadas pelo perito, durante a vistoria técnica, visando a elaboração do laudo técnico pericial. São elas:

- Entrevista com o cliente consumidor;
- Solicitação de contas anteriores;
- Cálculo da estimativa do consumo mensal;

- Verificação dos hidrômetros;
- Verificação da estanqueidade do primeiro setor;
- Verificação da estanqueidade do segundo setor;
- Detecção de vazamentos através de geofonia;
- Elaboração do laudo técnico.

I) Entrevista com o cliente consumidor:

Esta etapa consiste em reunir o máximo de informações, com os ocupantes da residência, a respeito de modo de utilização da água, número de ocupantes regulares, e rotina. Desta forma, qualquer uso específico da instalação de água, que fuja do habitual, e que tenha potencial de aumento significativo do consumo de água, será identificado e considerado para a elaboração do laudo.

Um outro objetivo desta entrevista é a investigação preventiva de possíveis causadores de variação na medição de água, que não passarão pelo processo de investigação, como a qualidade dos materiais empregados no SPAF, a presença ou não de projeto Hidrossanitário (e se este foi executado corretamente), e se há vazamentos visíveis previamente diagnosticados na residência.

II) Solicitação de contas anteriores:

A ação judicial, o recurso administrativo ou a mera suspeição de existência de divergências entre o valor cobrado e o quantum consumido se dá em pelo menos uma conta mensal, podendo ainda ter se dado em uma quantidade maior de períodos (meses).

É importante salientar que o consumo de água não se trata de um algo linear e constante, mas algo que possui diversas variações: anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. Assim, deve-se comparar aquela suspeita conta: **(i)** com contas do mesmo período do ano anterior para que se possa verificar ou eliminar hipóteses de variações de consumo. Por exemplo: o consumidor percebeu um grande acréscimo em relação às contas dos meses anteriores, por isso, recorreu à justiça, mas não havia se dado conta de que no mesmo período do ano anterior, o consumo também era maior que os meses que o antecederam e semelhante ao do atual conta, não tendo

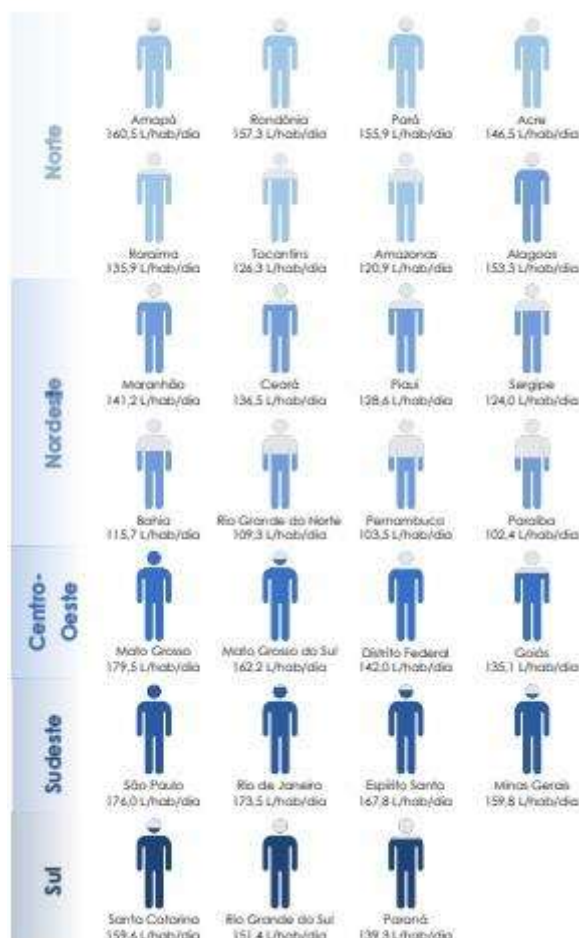
havido erros na leitura, mas mero erro de interpretação por parte do autor (do processo). (ii) com contas dos 03 (três) últimos meses anteriores para que se possa ter uma noção da evolução do consumo, assim, é possível comprovar que o consumidor já vinha (hipoteticamente falando) aumentando seu consumo ou ainda que realmente há erro de medição, de leitura ou vazamento há mais tempo.

III) Cálculo da estimativa de consumo mensal:

Nesta etapa, será feita uma estimativa do consumo mensal, porém não como argumento final do laudo, mas com o objetivo de evidenciar eventuais valores discrepantes do volume de água consumido, e utilizar esse dado para reforçar os resultados que serão obtidos nas outras etapas.

Para obter essa estimativa de volume total de água consumido, utilizaremos a Equação 1. O valor de consumo *per capita* é obtido a partir da Figura 15, que traz informações acerca do consumo médio *per capita* em cada estado brasileiro. Já o tempo de utilização corresponde ao número de dias do mês em vigência.

Figura 15: Consumo per capita de água (L/HAB.DIA) - Volume médio por estado



Fonte: SINIS (2022).

IV) Verificação dos hidrômetros:

Segundo o Yamasaki (2022), a medição de água no Brasil ainda é feita manualmente por leituristas que trabalham ou prestam serviços para as gestoras de água públicas ou privadas.

Quando a medição é realizada por um ser humano, ela é suscetível a erros, que variam desde fatores internos dos leituristas, como atenção e condição de saúde etc., até fatores externos, relacionados à infraestrutura, sendo eles cavaletes mal posicionados, que dificultam a visualização do hidrômetro, hidrômetros com o visor embaçado, presença de vegetação no local, entre outros empecilhos que dificultam a leitura correta.

Além disso, deve-se conferir se o hidrômetro instalado, condiz com a edificação no qual ele é designado, como foi explanado no **sub tópico 2.3**, e se o mesmo está dentro da sua vida útil. A escolha de um hidrômetro incompatível com o tipo de edificação, ou com sua validade ultrapassada, pode ser um forte indicio de erros de medição na conta de água.

No caso de residências que não possuam um medidor, deve-se conferir se a medição utilizada, atende ao critério do consumo mínimo.

V) Verificação de estanqueidade do Primeiro Setor:

O primeiro setor, que conforme definido no **sub tópico 2.2.1**, é a região compreendida entre o hidrômetro e a torneira de boia, na entrada do reservatório superior, é o responsável por concentrar, segundo Yamasaki (2022), o maior número de incidências em vazamentos não visíveis, uma vez que este setor trabalha com pressões mais elevadas (entre 10 e 40 mca).

- **Teste do hidrômetro:**

Para aferir a estanqueidade deste setor, deve-se isolá-lo, ou seja, garantir que a água não esteja alimentando a caixa d'água, para em seguida, realizar o teste do hidrômetro. Que consiste primeiramente, em interromper o escoamento de água até o reservatório superior. Isso pode ser feito fechando o registro de entrada do reservatório ou travado a boia do mesmo. Com isso, após cerca de 5 minutos, o movimento de água na rede interna será estabilizado.

A partir deste cenário deve-se analisar o comportamento do hidrômetro, pois se o mesmo estiver parado por completo, significa que o trecho correspondente ao Primeiro Setor não possui vazamento. Mas, se o hidrômetro continuar girando, de forma contínua, seu ponteiro, então há indícios de vazamento neste setor.

Pode ainda ocorrer o cenário em que o hidrômetro apresenta oscilação, de um sentido para o outro. Neste caso a oscilação se dá possivelmente pela presença de ar na tubulação ou pelo fenômeno de arraste de fluidos, por influência da rede pública. Todavia, para este caso, também pode-se descartar a presença de vazamento no Primeiro Setor.

- **Teste da pressão no primeiro setor:**

Com o primeiro setor isolado, deve-se conectar um manômetro na torneira de jardim. Qualquer que seja o valor da pressão, se este valor permanecer inalterado, significa que a pressão está constante porque não há vazamentos neste setor. Se a pressão cair lenta ou rapidamente, significa que há vazamento neste setor.

VI) Verificação de estanqueidade no Segundo Setor:

Em relação ao segundo setor, que conforme definido no **sub tópico 2.2.1**, compreende a região a jusante do reservatório superior (se tratando, portanto, do barrilete, colunas de distribuição e ramais de distribuição), iremos propor a utilização de um teste simples, que se utiliza do princípio físico da sucção e outro que necessita do auxílio de um equipamento.

- **Teste de Sucção**

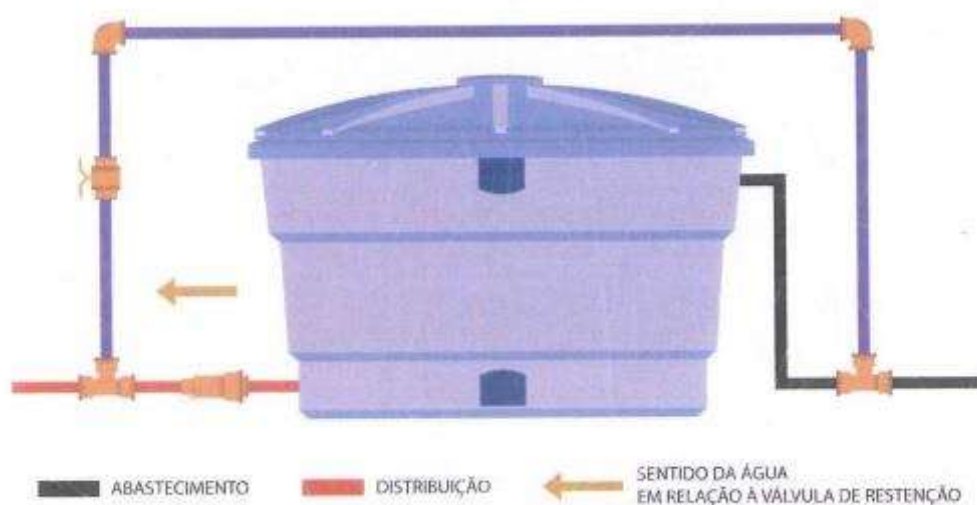
Este método, segundo Yamasaki (2022), é aplicado diretamente nas torneiras, através da introdução de um copo cheio de água à boca da torneira, até está ficar totalmente submersa. Com isso, caso houver vazamento na tubulação do Segundo Setor, a vazão decorrente deste vazamento provocará na boca da torneira, um processo de sucção da água do copo, no sentido da vazão decorrente do vazamento, evidenciando, portanto, a existência do vazamento no setor.

Devido a simplicidade deste método, o mesmo é indicado a ser usado para reservatórios com capacidade inferior à 5000 litros.

- **Teste do By-Pass**

Esse teste, por sua vez, é mais indicado para reservatórios de capacidade superior à 5000 litros. E, ele se dá, segundo o mesmo autor, através da implementação de um by-pass, que é uma tubulação que intercepta a ligação com o reservatório superior, e é conectada com a tubulação a jusante do mesmo, conforme ilustrada na Figura 16.

Figura 16: Esquema ilustrativo do By-Pass



Fonte: Franco Vecchioli de Lima (2022).

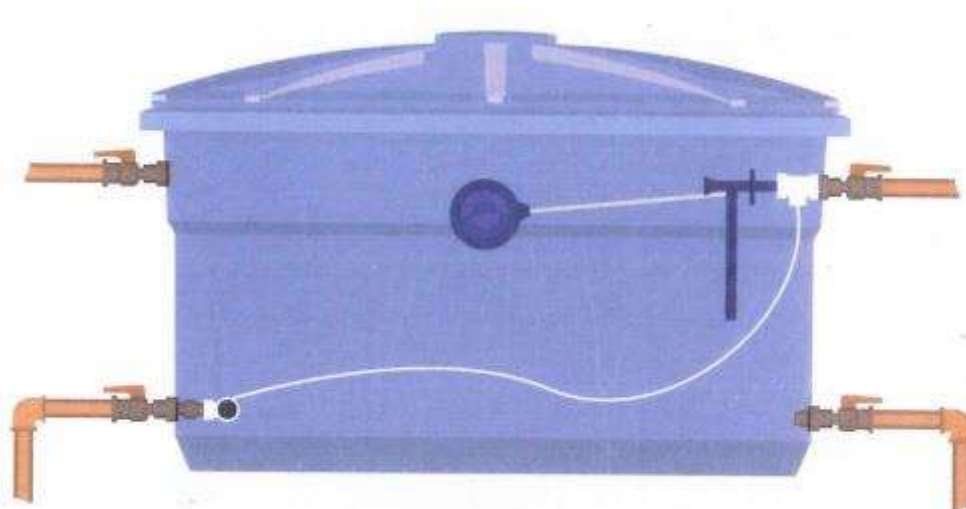
A partir do esquema ilustrado, pode-se, de maneira análoga ao teste do hidrômetro, fazer a análise do comportamento do hidrômetro, e identificando assim, possível incidência de vazamento no Segundo Setor.

Este método tem como desvantagem o fato de se necessitar fazer uma instalação auxiliar, o que demanda mão de obra qualificada e um bom acesso às tubulações próximas ao reservatório.

Portanto, deve-se avaliar se é possível a aplicação deste teste, e em caso de impossibilidade, recorrer ao teste de sucção, mesmo para reservatórios de grande porte.

Outra alternativa, é a utilização da válvula transferidora de pressão, ilustrada pela Figura 17. Ela possuiu o mesmo princípio do by-pass (transferir a pressão do Primeiro Setor para o Segundo Setor), porém tem o processo de aplicação, um pouco mais simples.

Figura 17: Válvula transferidora de pressão



Fonte: Franco Vecchioli de Lima (2022).

VII) Detecção do vazamento através de geofonia:

O **GEOFONE**, é um aparelho que funciona de forma analógica e eletrônica (Figura 18 e Figura 19), que tem como princípio a detecção de ruídos em frequências sonoras que não podem ser detectadas pelo ouvido humano. Desta forma, pode-se usar este equipamento, para, através dos ruídos provenientes do vazamento não-visível, identificar e localizar tal vazamento, ou seja, vazamentos em tubulações ocultas em paredes ou enterradas no solo.

Figura 18: Geofone analógico



Fonte: <https://casadogeofone.com.br/> (Acessado em 11/04/2023).

Figura 19: Modelo do Geofone eletrônico da YAMATEC



Fonte: Franco Vecchioli de Lima (2022).

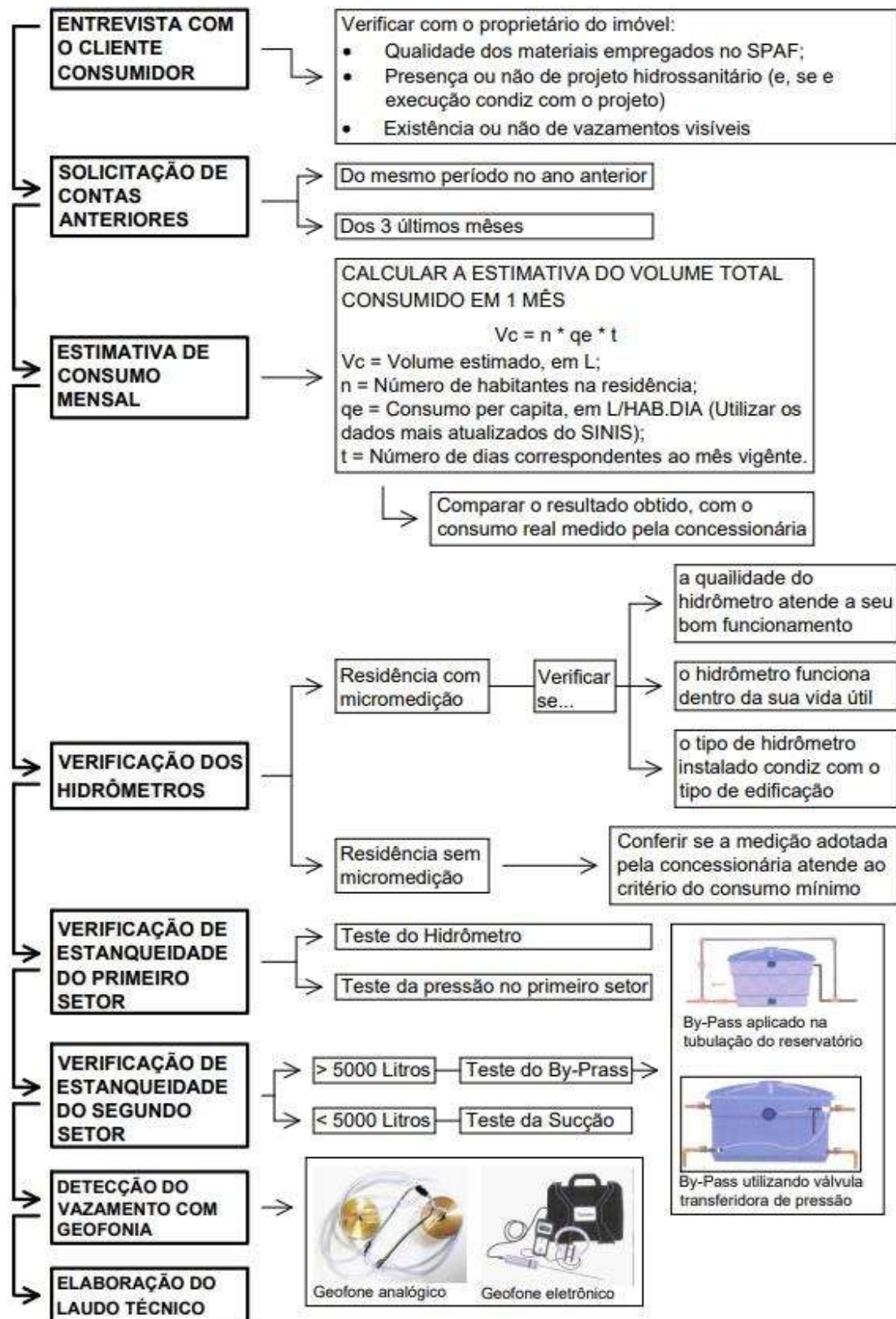
Portanto, este método de detecção de vazamento vem como complemento aos outros métodos apresentados neste tópico, uma vez que ele, não só confirma a existência de vazamento naquele setor, mas também auxilia na localização do mesmo.

VIII) Elaboração do Laudo Técnico:

Uma vez executado todos os passos anteriores, tem-se um diagnóstico preciso em relação ao SPAF da residência. Com isso, na ausência de evidências de vazamentos, erro de projeto, problema nos equipamentos ou vícios construtivos, pode-se atestar uma falha no abastecimento de água cedido pela concessionária responsável. E junto ao Laudo Técnico, será listada todos os métodos executados, que foram propostos neste trabalho, que servirão como argumento para reforçar a petição do cliente.

O fluxograma, mostrado na Figura 20, mostra, de maneira ilustrativa, o passo-a-passo proposto neste trabalho.

Figura 20: Fluxograma da metodologia proposta



Fonte: Autoria Própria (2023).

4 RESULTADOS ESPERADOS

Este trabalho está propondo uma metodologia que não foi aplicada em estudo de caso, portanto, não há que se falar em resultados obtidos, entretanto, há que se falar em resultados esperados, uma vez em que se propõe um trabalho mais completo buscando a causa positiva para reduzir a possibilidade de manifestações contrárias e impugnações por falta de critério técnico.

Espera-se, portanto, obter com a metodologia de perícia proposta por esse trabalho, além da redução de impugnações judiciais devido a falhas ou brechas na perícia, uma considerável redução de imprecisões diagnósticas da perícia, visto que a metodologia proposta não deixa brechas nas análises e fatores de causa analisados, isso leva, conseqüentemente, a obtenção, de fato, da causa real da divergência de contas que levaram a busca pela perícia, fugindo completamente de raciocínios indutivos, mas sim, levando em conta apenas a perícia técnica e fundamentada em testes reais e aplicados, abarcando todos os setores da rede de distribuição de água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do trabalho, além de explanar sobre a rede de distribuição de água das cidades de maneira geral, foi propor uma metodologia completa, sem brechas, de perícia na rede de distribuição de água.

A perícia, por sua vez, é requerida quando os proprietários de um determinado local, sejam moradores de casa ou prédios residenciais, ou ainda donos de imóveis comerciais, desconfiam de falhas de leitura, vazamentos ou quaisquer outros possíveis defeitos que tornam a conta de água mais cara do que o habitual, de acordo com o consumo in loco.

Dessa maneira, a perícia na distribuição de água visa detectar possíveis erros de leitura, seja nos aparelhos de medição (hidrômetros), por defeito ou até mesmo falta de manutenção, ou ainda, possíveis vazamentos na rede de distribuição, ou outros defeitos que afetem a conta de água, como a presença de ar na rede.

Logo, a metodologia de perícia proposta pelo presente trabalho consiste nos seguintes tópicos:

- Registro fotográfico de todos os pontos hidráulicos do local em questão, incluindo o hidrômetro;
- Entrevista com o cliente consumidor;
- Solicitação de contas anteriores;
- Cálculo do consumo médio estimado dos habitantes do local, considerando um volume *per capita*;
- Conferência do hidrômetro instalado, para averiguar se o mesmo condiz com o local da perícia, e se sua manutenção está em dia, além da revisão de sua leitura;
- Verificação de estanqueidade no primeiro setor;
- Verificação de estanqueidade no segundo setor;
- Localização de possíveis vazamentos utilizando a geofonia;
- Elaboração do laudo técnico detalhado.

Portanto o objetivo do presente trabalho foi alcançado, analisando as metodologias de perícia já existentes e as brechas periciais presentes nelas, e dessa maneira propor uma metodologia completa de perícia na rede de distribuição de água, de maneira a abarcar todos os possíveis defeitos que causam o aumento substancial da conta de água, a fim de que nem os consumidores, nem as empresas de distribuição de água sejam lesadas por falhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOUNIAN, F. S. **Capacitação Pericial em Consumo de Água**. Disponível na internet via correio eletrônico> Fernandosarian.eadplataforma.com. Acessado em: 27/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; JÚNIOR, R; DE ANDRADE, Geraldo. **Instalações hidráulicas prediais feitas para durar**. São Paulo: ProEditores, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004**, Brasília, 2004.

CREDER, Helio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GOMIDE, T. L. F; FLORA, S. M. D; BRAGA, A. G. M; GULLO, M. A; NETO, J. C. P. F. **MANUAL DE ENGENHARIA DIAGNÓSTICA**. Desempenho, manifestações patológicas e perícias na construção civil. 2 ed. São Paulo: LEUD, 2021.

HELLER, L; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. v.2

ILHA, M. S. O; GONÇALVES, O. M. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo, 1994. Texto Técnico, Escola Politécnica da USP, TT/PCC/08.

JÚNIOR, A. C. G.; SILVA, A. C. **REGULAÇÃO – Indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. 2. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda. 2006.

JÚNIOR, R. C. **PATOLOGIAS EM SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICO-SANITÁRIOS**. São Paulo: Editora Edgard Bucher Ltda, 2013.

LACQUA BRASIL. **O QUE É UM HIDRÔMETRO?** Disponível em: <https://www.lacquabrasil.com.br/blog/o-que-e-um-hidrometro>. Acesso em: 01 maio 2023.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editoria Livros Técnicos e Científicos S.A (LTC), 2010.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL DE SANEAMENTO, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto – Gestão Técnica de Água (ano de referência 2020)**. Brasília, 2022.

MOTA, R. C. **POR ÁGUA ABAIXO – a justiça contra as práticas ilegais da Cadae**. 1 ed. Rio de Janeiro: Walprint Gráfica e Editora, 2014.

OLIVEIRA, A. R. N; PARAHYBA, A. J. **Perícia instalações hidrossanitárias**. In: XX COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES PERÍCIAS – IBAPE/BA-2019. Bahia, 2019.

REALI, M. A. P; MORUZZI, R. B. M; PICANÇO, A. P. P; CARVALHO, K. Q. C. **INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA**. 1º ed. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2002.

TSUTIYA, M. T. **ABASTECIMENTO DE ÁGUA**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

YAMASAKI, F. Y. **MANUAL PARA CAÇA VAZAMENTO: Manual Técnico Yamatec**. 2. ed. Mairinque, 2022.