



## Technical evaluation of cold water hydraulic system. A case study in the operant installation in popular housing built in the 1970s in the city of Manaus-AM

Raimundo Guedes do Nascimento<sup>1</sup>, Ítalo Jorge Tavares Jimenez<sup>2</sup>, Charles Ribeiro de Brito<sup>3</sup>, José Claudio Moura Benevides<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> Centro Universitário do Norte – UNINORTE - *Laureate Universites*, Brasil, Rua Igarapé de Manaus, 211 – Centro, Manaus/AM.

<sup>2</sup> Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Av Joaquim Nabuco, 1950 – Centro, Manaus/AM.

Email: [brancamagal@hotmail.com](mailto:brancamagal@hotmail.com), [italo.jimenez@itegam.org.br](mailto:italo.jimenez@itegam.org.br), [charles.brito@uninorte.com.br](mailto:charles.brito@uninorte.com.br), [willace.souza@uninorte.com.br](mailto:willace.souza@uninorte.com.br), [jcmb29@gmail.com](mailto:jcmb29@gmail.com)

### ABSTRACT

The present work has the objective of analyzing the installation of cold water in a project of engineering of popular residences of Manaus built in the 70s, which was part of the urban development process of the city due to the advance of Manaus Free Zone, which in turn began as a result of the political transformation during that period. In order to verify compliance with the current standard of the analyzed project, we used calculations and theoretical support from authors and professionals in the area. The results demonstrate that the operating hydraulic systems are out of phase, requiring interventions for reaching the levels of NBR-5626 on all the construction materials, low pressure in the pipes network, and a correct sizing in the reservoirs in relation to the daily consumption. The operating facilities do not reach the minimum requirements of the NBR 5626 standard, since the projects were made before its publication.

**Keywords:** water resources, cold water, popular housing.

## Avaliação técnica de sistema hidráulico de água fria. Um estudo de caso na instalação operante em habitações populares construídas na década de 70 no município de Manaus-AM

### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar a instalação de água fria em um projeto de engenharia de residências populares da cidade de Manaus da década de 70, o qual fez parte do processo de desenvolvimento urbano do município em decorrência do avanço da Zona Franca de Manaus, que por sua vez teve início em função da transformação política durante o referido período. Para a verificação de atendimento a norma vigente do projeto analisado, se utilizou de cálculos propostos em norma e apoio teórico de autores e profissionais da área. Os resultados demonstram que os sistemas hidráulicos operantes se encontram defasados, necessitando de intervenções para adequação e atendimento à NBR-5626 sobre tudo os materiais construtivos, baixa pressão na rede, e um correto dimensionamento nos reservatórios em relação ao consumo diário. As instalações operantes não atendem aos requisitos mínimos exigidos pela norma NBR 5626, uma vez que os projetos foram feitos antes de sua publicação.

**Palavras-chaves:** sistemas hidráulicos, água fria, habitações populares.

### I INTRODUÇÃO

A evolução do homem sempre foi acompanhada por grandes descobertas, como: o fogo, a agricultura, construir instrumentos diversos, entre outros. Junto a isso, a humanidade teve a obrigação de viver em comunidades cada vez mais

povoadas, necessitando de maiores abrigos o que demandava mais complexidades nas construções da época [1].

Com isso, foram surgindo as primeiras cidades. A agricultura passou para uma etapa mais industrial, fazendo com que fosse requisitado ainda mais planejamento nas construções locais [2]. Nesse ponto, quando a espécie humana passou a viver

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



em cidades, era fundamental para o crescimento e a qualidade de vida daquela comunidade ter um saneamento eficaz do lugar [3].

De acordo com o Manual de Saneamento Básico [4] Saneamento Ambiental é “o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar níveis de Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural”.

Ainda que este conceito seja da idade contemporânea, nas construções históricas esses pontos eram considerados na hora de projetar, planejar e construir os mais variados e importantes tipos de obras da época, os quais auxiliaram na evolução dos empreendimentos, além da própria civilização [5]. Então, devido a isso tudo foi possível usar técnicas novas para as mais variadas necessidades com o passar dos anos.

A Engenharia civil é grande aliada disso, o profissional dessa área pode estudar, projetar, fiscalizar ou supervisionar trabalhos relacionados a pontes, túneis, barragens, estradas, vias férreas, portos, canais, rios, diques, drenagem, irrigação, aeroportos, sistemas de transporte, abastecimento de água e saneamento, etc [6].

Deste modo, o ramo da Engenharia é o responsável por projetar, executar projetos de saneamento e abastecimento de água para habitantes de determinada região. Sendo esse de forma mais limpa, pura e eficiente possível, para que não acabe ao invés de auxiliar as atividades do homem, prejudicando o meio pelo o qual ele tira as matérias primas para o seu sustento e existência [7].

O abastecimento de água e a destinação adequada de resíduos sólidos e dejetos, sempre serão áreas importantíssimas para a qualidade de vida e crescimento do ambiente, com isso, muitas destas obras são consideradas marcos na história e fundamentais para o início de muitas cidades históricas responsáveis pela evolução de determinadas regiões do mundo [8-10].

A indústria da construção civil passa por inúmeras mudanças com o passar das décadas. Isso ocorre devido a diversos fatores, entre eles a descoberta de novas tecnologias e técnicas construtivas, que conseqüentemente interfere na aplicabilidade de suas normas [11]. Durante o período, as normas tiveram que se adequar as novidades e com o crescimento da cidade de Manaus na década de 80, por conta de vários empreendimentos imobiliários terem sido implantados na região.

Com esse crescimento, foi necessário um maior cuidado com a obediência as normas legais, uma vez que estas norteiam o planejamento, projeto e execução das obras. Nos dias atuais, a engenharia civil mantém estes mesmos pilares, justamente para obedecer aos requisitos de segurança e eficiência. Para que haja o menor desembolso para o maior ganho com determinado empreendimento [12]. No Brasil, alguns engenheiros no Rio de Janeiro, em 1936, iniciaram um movimento que ocasionou a criação da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, em 1940 [13].

Sendo assim, a ABNT instituindo as normas técnicas para todos os tipos de trabalho, um número que vai além das 5.000 normas elaboradas, dentre elas estão inclusas as Normas para instalações prediais de água fria (IPAF) [14].

A norma que determina as diretrizes para esse tipo de instalação é a NBR 5626 [15], onde estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria. “As exigências e recomendações

estabelecidas emanam fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água no caso de instalação de água potável.”

Isso significa que a norma além da eficiência e segurança, ela também preza pela qualidade da água, bem como também não se prende somente no projeto, mas também na instalação e até mesmo manutenção da Instalação Predial de Água Fria.

A análise das instalações hidráulicas residenciais é fundamental para assegurar o sucesso do empreendimento [16, 17].

Uma instalação de água fria bem projetada entrega maior capacidade no abastecimento, além de tornar possível a identificação de futuros problemas de forma a solucioná-los rapidamente, tornando um sistema eficiente, duradouro e seguro que contribui para a qualidade da obra. A água está cada vez mais rara e é buscada cada vez mais longe. Este simples gesto tem, atrás de si, uma enorme gama de operações, equipamentos e trabalhos envolvidos para nos proporcionar um conforto que deve ser preservado [18].

Esse estudo se torna importante, e, portanto o justifica, pois busca de forma específica analisar projetos de instalações hidráulicas de água fria de residências populares, tornando possível calcular as vazões das instalações de água fria do projeto residencial, estimar as vazões das instalações de água fria de acordo com a norma e comparar o resultado da vazão do projeto residencial.

Este trabalho tem por objetivo demonstrar e analisar o projeto das instalações de água fria de residências populares da cidade de Manaus na obediência a NBR-5626 [15] apresentando os componentes necessários da análise, bem como a norma e suas exigências. Para que fique claro que com o avanço das tecnologias, materiais e metodologias novas de construção, bem como o surgimento de novos possíveis adendos às normas, mesmo que sutis, façam com que projetos antigos, possam possivelmente estar em desacordo, ou não, com a NBR-5626 [15].

## II REFERENCIAL TEÓRICO

### II.1 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

Quando se fala em projeto de construção civil, podem estar sendo relacionadas todas as etapas que compõem o serviço, tanto de construção quanto reforma. Dentre eles existem o estrutural, o elétrico, o hidráulico, o sanitário, entre outros tantos que são tão importantes quanto estes, mas que podem variar de acordo com a função do imóvel do projeto [19].

Todas estas etapas e projetos possuem as normas específicas que instituem como serão feitos os projetos, a instalação, manutenção, para que o mesmo se torne mais seguro, eficiente e barato. O mesmo ocorre para as instalações hidro sanitárias [20]. Estas compõem o conjunto de projetos que, em harmonia com os demais, atuarão no abastecimento e destinação da água, esgoto, águas pluviais, etc.

Dentre estes, existe o sistema de instalações hidráulicas de água fria, que consiste na instalação que abastece de água a edificação e não passa pelo processo de aquecimento, ou seja, é toda a instalação de água natural que abastece a residência em temperatura ambiente da rede de distribuição [21].

A instalação predial de água fria é o conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, existentes a partir do ramal predial, destinado ao abastecimento dos pontos de utilização de água do prédio, em quantidade suficiente,

mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento [13].

Este método possui uma infinidade de detalhes que vão desde a fonte de abastecimento até o material usado para a condução da água no sistema predial. Na maioria dos casos o material utilizado é o plástico, ou Cloreto de Polivinila (PVC) que é uma resina plástica muito utilizada não só para instalações hidráulicas, mas para muitos outros fins na construção civil.

O material é definido no Manual Técnico de Instalações Hidráulicas e Sanitárias [22] como “[...] uma matéria sintética, dotada de grande maleabilidade que pode ser moldada, mediante a aplicação de calor e pressão.” Em meados do século XIX começaram a ser feitas as primeiras pesquisas no PVC, mas foi só no fim da primeira metade do século XX que começaram a ser feitas as primeiras redes de tubos em PVC, pouco tempo depois tal material chegou ao Brasil, tornando-se o material ideal para este tipo de sistema, no país.

Existem instalações prediais feitas com materiais diferentes, mas estas tem uma aplicação específica, uma vez que na norma que rege as instalações prediais de água fria, são definidos como material das tubulações o PVC, sendo este mais eficiente no que diz respeito duração e preço, além da manutenção [23]. Além do que o material das tubulações das IPAF outra característica é o tipo de sistema de abastecimento, podendo ser público ou particular e também o tipo de sistema de distribuição, sendo divididos em sistema de distribuição direto, indireto e misto.

O sistema direto de distribuição pode ser definido como sendo o “[...] tipo de abastecimento efetuado diretamente da rede pública e, portanto, sem reservatórios, somente deve ser utilizado quando houver garantias de sua regularidade e atendimento de vazão e pressão [24].” Tal garantia é difícil de garantir no país, principalmente em cidades onde o abastecimento público é precário.

Dentre as vantagens do sistema direto de distribuição pode-se citar a qualidade da água que chega ao sistema, uma vez que a exigência de abastecimento de água é a potabilidade da mesma, ou seja, a água chega pronta para o consumo, sendo da rede pública ou particular, no caso desta deve-se comprovar a potabilidade com testes de laboratório.

Por outro lado, o sistema indireto (Figura 1) de distribuição é diferentemente do sistema direto, quando existe o reservatório de água no sistema principal, abastecendo completamente o sistema predial, ou seja, todos os terminais são alimentados, obrigatoriamente, pela água que sai do reservatório.

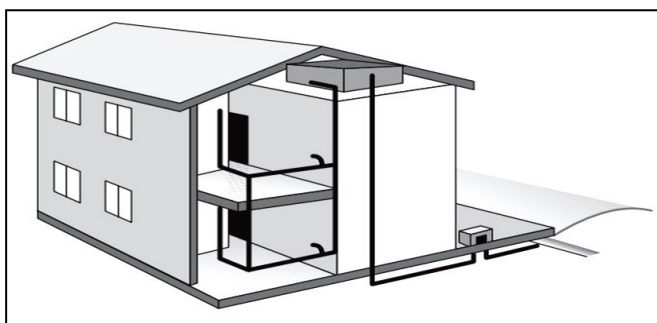


Figura 1: Sistema de Distribuição Predial Indireto.  
Fonte: [25].

A principal vantagem deste tipo de sistema é justamente a capacidade de se ter um reservatório para eventuais interrupções no abastecimento do sistema. Por outro lado, como a reserva faz parte da instalação, requer um cuidado especial no que diz respeito a potabilidade de água e condições de pressão da mesma.

Outros dados importantes para o projeto das IPAF são a capacidade do reservatório, caso o sistema seja indireto ou misto, o consumo predial, a finalidade de cada ponto do sistema para definir a vazão e pressão mínimas do sistema, além do material e tipo de conexões utilizadas para montá-lo a fim de causar o mínimo de interferência e assim projetar um sistema capaz de atender às necessidades de quem irá utilizá-lo e aos requisitos mínimos e máximos da norma técnica.

## II.2 A NBR-5626

As IPAF possuem uma série de características e detalhes necessários indispensáveis na hora de se planejar e projetá-la. Junto a isso, a indústria e seu crescimento corroboram para o surgimento de uma infinidade de produtos, porém para que estes produtos e serviços sejam ideais para as IPAF, é necessário que estejam todos seguindo a Norma Técnica respectiva.

Os sistemas de instalações hidrossanitárias são compostos por diversos sistemas, como já foi dito anteriormente, cada um destes sistemas são definidos por suas respectivas normas. Algumas normas servem, inclusive, para mais de um sistema. Mas neste trabalho o sistema estudado é o de água fria e para este sistema existe uma norma específica.

Sendo que este tipo de instalação é normatizado pela NBR-5626 – Instalação Predial de Água Fria [15]. Esta, por sua vez tem por objetivo estabelecer as exigências relativas ao projeto, execução e manutenção das instalações prediais de água fria. Tais exigências são necessárias para que o sistema funcione da melhor maneira, sem que haja desperdício e que funcione de forma eficiente e segura. Esta tem sua última atualização no ano de 1998, e substitui as normas antigas NBR 5651: 1977, NBR 5657: 1977 e NBR 5658:1977, e tem sua vigência a partir de 30 de outubro de 1998.

Assim como a maioria das normas técnicas, esta está dividida em Objetivo, as Referências Normativas, Definições, Materiais e componentes, Projeto, Execução, Manutenção e os anexos que servem para auxiliar e registrar os dados necessários para a execução de todas as etapas contidas na norma.

As referências normativas desta contém prescrições que estavam em vigor no momento em que esta foi publicada. Em sua grande maioria são especificações técnicas de materiais, tais como tubos de PVC, de aparelhos sanitários, conexões, entre outros. Porém também fazem parte e de maneira importantíssima, as normas dos demais sistemas de construção, projetos, tais como o projeto estrutural, de instalações elétricas e outros, para que não hajam conflitos entre as definições e que ambas possam funcionar em conjunto, cada uma desempenhando sua função e os sistemas possam operar de forma eficiente sem que prejudique o outro.

Possui mais de 50 definições de termos técnicos mencionados no texto da norma, dos quais vale destacar água fria que é a água a temperatura dada pelas condições do ambiente, água potável sendo essa a água que atende ao padrão mínimo determinado pelo Ministério da Saúde. Além destas definições também fazem parte as definições de itens do sistemas das IPAF, tais como, os reservatórios, barrilete, camisa, coluna de distribuição.

Sobre os componentes [26] define que a IPAF “[...]compreende o conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e demais elementos necessários ao abastecimento de água numa edificação, em quantidade e qualidade suficientes. Esta instalação inicia-se a partir da tomada inicial de água, geralmente o ramal predial, estendendo-se até as peças de utilização de água fria”.

A fase de projeto é muito importante e não deve ser relegada a um plano secundário, devendo ser conduzida por projetista com formação profissional de nível superior, legalmente habilitado para este fim, com fiel observância das normas pertinentes [26].

Isso é tratado na norma, no primeiro tópico que trata a etapa do projeto. Além disso, como esta norma trabalha em concomitância com outras, como dito anteriormente, ela não exclui o que é definido nas demais, como os sistemas de Proteção Contra Incêndios, ou normas de Segurança do trabalho e condições sanitárias do local de trabalho.

Esse cuidado que a NBR 5626 [15] traz para o projeto é para que nesta etapa sejam planejados todos os passos para que o projeto possa ser executado de maneira simples e objetiva e possa cumprir seus objetivos, além de no caso de uma eventual manutenção, esta seja feita de maneira fácil, com fácil acesso para o mesmo.

As instalações devem ser preservadas de modo que se preserve a potabilidade da água dos sistemas de abastecimento e de distribuição, garanta o fornecimento contínuo e em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas, promovam o conforto aos usuários, possibilite a economia de água, energia e manutenção.

Na execução a NBR 5626 [15] em seu texto define em suas condições gerais: “A execução da instalação predial de água fria deve ser levada a efeito em conformidade com o respectivo projeto. Eventuais alterações que se mostrem necessárias durante a execução devem ser aprovadas pelo projetista e devidamente registradas em documento competente para tal fim.”

Uma vez com o projeto em mãos, o profissional deve segui-lo à risca em sua execução e qualquer empecilho que acarrete na necessidade de qualquer alteração, deverá ser recorrido ao projetista, pois este poderá encontrar a melhor maneira para contornar o problema de forma a não comprometer o funcionamento do sistema futuramente. Pois se não for tratado desta maneira é possível que ocorram problemas no sistema futuramente como é prescrito pelo autor [26] “Mesmo havendo um bom projeto, na etapa de construção podem vir a ocorrer uma série de incorreções que comprometerão a qualidade da instalação.”

O texto também apresenta detalhes sobre a manutenção, onde o mais importante é o livre acesso para que as manutenções possam ser feitas de forma rápida e segura. Além de ser relatada a necessidade de inspeções periódicas das instalações para que possíveis problemas possam ser identificados antes da situação se agravar, ou para prevenir problemas futuros.

De forma geral, esses são os pontos principais que a norma traz, tudo que trata sobre o sistema das IPAF está contido nela e com isso é possível identificar os pontos em que são aplicadas no projeto de residências populares da cidade de Manaus, onde a data em que grande parte dos projetos de desenvolvimento habitacional do município foram criados com normas e exigências anteriores a esta norma [27].

Portanto possam apresentar situações que necessitem o devido cuidado para que com isso atinja os resultados necessários e que possa cumprir o seu papel da maneira ideal, um projeto de IPAF seguro, eficiente, econômico e que seja simples de se executar, acessíveis para possíveis manutenções e entregue água potável para quem o utilizar.

### III MATERIAL E MÉTODOS

O projeto avaliado foi o de residência popular localizada no bairro da Cidade Nova com projeto original datado do ano de

1971, aprovado pela Sociedade de Habitação do Amazonas – SHAM. Foram analisadas as pranchas de nº 08 do projeto (Figura 2) [28] a qual apresentam o sistema de Instalações Hidráulicas de Água Fria incluindo abastecimento, reservação, distribuição e os pontos finais de cada um.

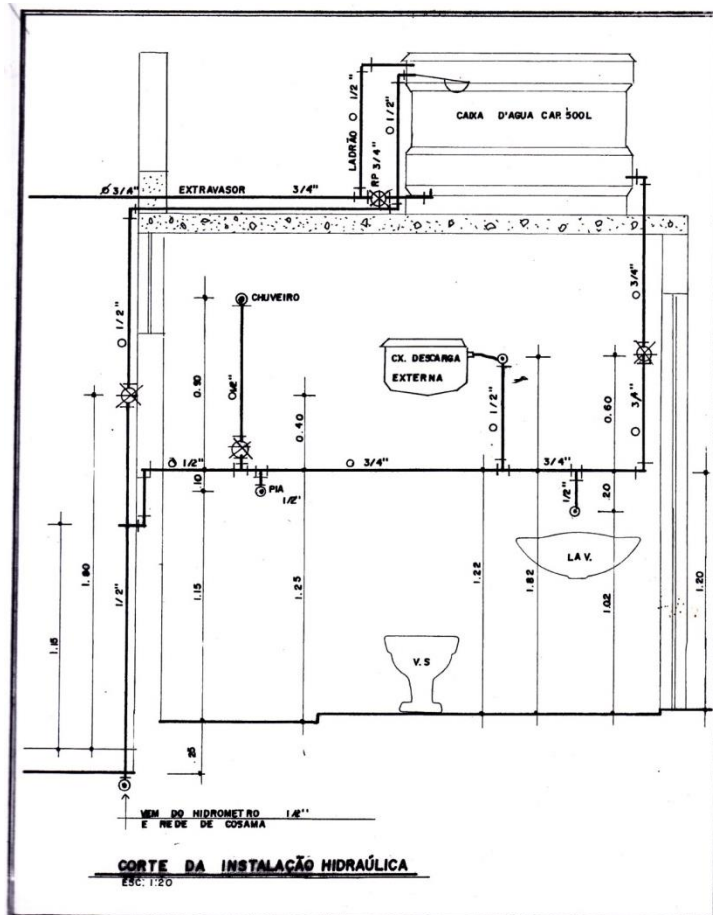


Figura 2: Corte da Instalação Hidráulica.

Fonte: [28].

Esse projeto possui em suas IPAF um reservatório, logo se trata de um sistema indireto de distribuição, muito se dá pela distribuição da época ser precária, uma vez que se trata de um projeto onde a cidade estava se desenvolvendo ainda, de pois para [25] “Quando a pressão é suficiente, mas sem continuidade, há necessidade de prevermos um reservatório superior e a alimentação do prédio será descendente”. O projeto disponibilizado pela SUHAB [28] não continha memorial descritivo, logo a primeira análise, a do dimensionamento do reservatório é possível ser feita, uma vez que a prancha está dizendo que a capacidade do mesmo é de 500L, apesar da norma NBR 5626 [15] prever o valor mínimo para ele, porém os componentes do sistema estão contidos no projeto, como no caso do registro de boia do reservatório.

Para fins de cálculo do consumo diário, estimamos cada quarto social ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma [25]. O projeto prevê dois quartos sociais, logo o reservatório desta residência deverá ser dimensionado para uma residência com 4 moradores. O autor [25] ainda indica que após identificar o numero de habitantes, deverá ser encontrado o valor do consumo *per capita* (Tabela 1).

Tabela 1: Consumo per capita.

Tipologia do Imóvel	Consumo per capita (l/hab.dia)
Alojamentos provisórios	80
Casas Populares ou rurais	120
Residências	150

Fonte: Adaptado [25].

A NBR 5626/98 determina que a reserva total não pode ser inferior ao consumo diário (garantindo-se um mínimo de abastecimento) e recomenda que não deve ser maior que o triplo do consumo diário, valor este plenamente aceitável, e somente em casos muito especiais irá se necessitar uma reserva de maior volume [26]. Logo a capacidade do reservatório será determinada pela multiplicação da quantidade de moradores da residência pelo consumo per capita, não podendo ultrapassar o triplo deste valor, pois é assim determinado pela norma, este cálculo se dá pela seguinte fórmula:

$$R = P \cdot CD \cdot 3 \quad (1)$$

Sendo:

R= Volume do reservatório (litros)

P= Quantidade de moradores

CD= Consumo diário (litros)

Uma vez definida a capacidade e dimensionado o reservatório a próxima etapa é dimensionar as tubulações de distribuição da água fria pelo sistema para que a mesma entregue no ponto a água nas pressões estáticas e dinâmicas mínimas e máximas de acordo com a norma NBR 5626 [15].

A primeira tubulação é a do ramal predial, ou residencial, como no caso deste projeto. Esta é a tubulação principal que irá ligar a rede de abastecimento para o sistema residencial de IPAF.

Como é admitido que o abastecimento deve ser contínuo a vazão deverá ser suficiente para suprir o consumo diário por 24 horas logo calcula-se a vazão mínima para o sistema baseada no consumo mínimo diário, dada pela seguinte fórmula [22]:

$$Q = \sqrt{\frac{4 \cdot CD}{3 \cdot \pi}} \quad (2)$$

Onde:

Q= Vazão mínima (L/s)

A próxima etapa foi o dimensionamento das tubulações internas, ou seja, os tubos da residência que irão sair do reservatório até os pontos em que distribuirão a água fria. Estes, por sua vez, possuem generalidades. As tubulações da rede de água fria trabalham como condutos forçados, razão pela qual é necessário se dimensionar e caracterizar os quatro parâmetros hidráulicos, a saber: Vazão (Q), Velocidade (v), Perda de carga (h) e a Pressão (p)[26].

Para determinar essas variáveis, são utilizados cálculos e fórmulas básicas da hidráulica. Auxiliadas por ábacos, estes que facilitam os cálculos. Um deles foi o da vazão, onde é fixada a velocidade máxima de 3,0 m/s da água. Isto se dá para evitar que ocorra a incidência de golpe de aríete e diminuindo, com isso os ruídos das tubulações.

Foi verificada a pressão mínima em todos os pontos de utilização e nas peças, assim como a pressão máxima nas mesmas e na própria tubulação. Tais informações são encontradas de posse de dois dados: a perda de carga e o diâmetro do tubo. Com isso é possível calcular toda a pressão de acordo com a NBR 5626

[15]. A perda de carga pode ser encontrada pela seguinte fórmula [26]:

$$J = 8,69 \cdot 10^6 \cdot Q^{1,75} \cdot d^{-4,75} \quad (3)$$

Em que:

D= Diâmetro (mm)

Q= Vazão (L/s)

Toda a instalação de água fria deve ser calculada trecho a trecho, visando economia e racionalização e de acordo com as unidades de medida e com a Tabela Parâmetros Hidráulicos de Escoamento da NBR 5626/98 [26]. É ainda recomendado que se utilize uma planilha de cálculo das pressões.

O autor [26] ainda contribui informando que “O valor mínimo de 5 kPa (0,5 mca) da pressão dinâmica tem por objetivo fazer que o ponto crítico da rede de distribuição (via de regra o ponto de ligação do barrilete com a coluna) tenha sempre uma pressão positiva. Quanto à pressão estática, a mesma não pode ser superior a 400 kPa (40 mca) em nenhum ponto da rede. Esta precaução é tomada visando limitar a pressão e a velocidade da água em função de: ruído, golpe de aríete, manutenção e limite de pressão nas tubulações e nos aparelhos de consumo”.

Com isso é possível definir o dimensionamento mínimo e máximo da tubulação do ramal de distribuição, para que obedeça a norma. Uma vez que os sub-ramais irão ligar-se diretamente com o instrumento o qual será alimentado pela rede e o mesmo já tem medida comercial, sendo assim, não é necessário dimensioná-lo, apenas seguir o que o fabricante determina.

Além disso, o cálculo da pressão do aparelho será feito no ponto mais crítico do sistema, ou seja, no ponto onde a pressão da água sofre mais com a perda de carga e ainda assim precisa entregar o mínimo de pressão exigido pela norma, no caso deste projeto residencial popular este ponto é o do chuveiro, o qual é localizado a uma altura elevada e tem vários equipamentos até chegar no ponto, contribuindo para maior perda de carga. Uma vez este entregando a pressão necessária, é possível definir que os demais também irão entregar pois estão em situação mais favorável.

Logo foi possível calcular o diâmetro da tubulação, e com o valor das perdas de carga é possível calcular o comprimento real e equivalente, com as perdas de carga e com o auxílio da planilha de cálculo de pressão disponibilizada no anexo A.1 da NBR 5626 é possível calcular as pressões atingidas de acordo com os dados disponíveis no projeto e ver se o mesmo atende as normas impostas pela norma.

#### IV RESULTADOS

Conforme dito anteriormente as etapas de cálculo iniciarão com o dimensionamento do reservatório, o qual não está contido no projeto disponível, porém deverá constar no memorial descritivo do mesmo, posteriormente a dimensão do ramal de abastecimento, o dimensionamento das tubulações do ramal de distribuição e a pressão do ponto mais crítico do sistema, no caso o chuveiro.

Na Tabela 2 observam-se os valores obtidos para dimensionamento do reservatório e o consumo diário.

Tabela 2: Dimensionamento do Reservatório.

Pessoas	Consumo Diário (L)	Capacidade do Reservatório (L)
4	120	1500

Fonte: Autores, (2018).

O total calculado, levando em consideração os dados de projeto e literatura, resultou em um reservatório de 1440 L, porém comercialmente fica inviável, então adotou-se um reservatório de 1500 L.

A Vazão do projeto necessária para identificar o mínimo requerido para todo o sistema com o intuito de ao ligar um aparelho o outro não ser comprometido, tal dado é utilizado na tabela da NBR 5626 [15] anexo A.1 para calcular a pressão residual do sistema a qual é definida na norma como estática 400 KPA e dinâmica como 50 KPA. Na Tabela 4 possível identificar os valores encontrados.

Tabela 4: Resultados para pressão residual do sistema.

1	Trecho	CH
2	Soma dos pesos	2,50
3	Vazão estimada (L/s)	0,474
4	Diâmetro (mm)	25,00
5	Velocidade (m/s)	3,00
6	Perda de carga unitária (kPa/m)	0,54
7	Diferença de cota (m)	0,50
8	Pressão disponível (kPa)	5,00
9	Comprimento da tubulação (m)	5,25
10	Comprimento da tubulação (m)	22,20
11	Perda de carga (kPa)	11,98
12	Perda de carga (kPa)	11,98
13	Perda de carga (kPa)	11,98
14	Pressão disponível residual (kPa)	6,98
15	Pressão requerida no ponto de utilização (kPa)	5,00

Fonte: Autores, (2018).

Conforme o demonstrado na tabela, o valor da carga residual é negativo, ou seja, a carga é inferior ao mínimo do cálculo e conseqüentemente não atende aos requisitos mínimos da norma NBR 5626 [15], tornando o sistema com baixa pressão. Além desses fatores, como se trata de um projeto antigo, existem mais informações que demonstram isso.

O cálculo do reservatório foi considerado apenas as medidas, porém o projeto original prevê a instalação de uma caixa de fibrocimento, o que nos dias atuais não é permitido. Além disso, toda a tubulação é embutida na alvenaria, o que impossibilita ter fácil acesso a manutenção caso seja necessária, o que é bastante recorrente nas instalações brasileiras.

Já no dimensionamento da tubulação, foi determinada a área da seção suficiente para que o sistema exija um tubo de 25 mm ou "3/4". Com isso o cálculo foi todo feito baseando-se nesta medida, porém no projeto original, o sub-ramal que sai do ramal até o chuveiro é de 20 mm ou "1/2", ou seja, o valor de pressão desta tubulação é ainda menor, o que causa mais transtorno e desconforto para quem o utiliza.

## V CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho demonstram que nos projetos originais das residências populares do programa de desenvolvimento urbano e habitacional, promovido para desenvolver a região no início dos anos 70, especificamente do bairro da Cidade Nova, não cumprem exigências básicas previstas na norma. Entre estes descumprimentos estão o dimensionamento insuficiente do reservatório, uma vez que o sistema de distribuição é do tipo indireto e utilizar três vezes menor a quantidade de água necessária, além de a distribuição da

tubulação não prever uma cota mínima para que a pressão da água seja a mínima necessária para atender norma vigente, pois com este desnível pequeno somado as perdas de carga do sistema, a pressão é muito baixa. Cabe ressaltar que este estudo de caso se restringiu apenas a calcular as instalações básicas do sistema, pois é o previsto pelo projeto. Além disso o projeto analisado data de 1971, portanto é de se esperar que não atendessem a todos os pontos da norma, pois a mesma foi publicada em 1995, por isso, os órgãos autorizaram tais projetos a serem executados. Dado este fato após a norma seria necessária a vistoria de todas as residências para identificar quais ainda estariam em desacordo, pois com isso uma intervenção seria necessária.

Por fim, destaca-se que a principal contribuição desta pesquisa está na identificação de situações em que o profissional da engenharia civil se faz necessário. O mesmo projetou, executou e após as exigências mudarem será ele quem irá fazer as intervenções a fim de torna-las de acordo com o exigido pela norma técnica, garantindo assim a qualidade, segurança, economia e eficiência para quem está envolvido com isso.

## VI REFERENCIAS

- [1] E. Hobsbawm, *A era das revoluções: 1789-1848*: Editora Paz e Terra, 2015.
- [2] J. E. da Veiga, *O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica*: edusp, 2012.
- [3] R. V. Belmonte, "**Cidades em mutação**," *Formação & informação ambiental: jornalismo para iniciados e leigos*, p. 15, 2004.
- [4] J. M. d. Azevedo Netto and M. H. C. Botelho, "**Manual de saneamento de cidades e edificações**," in *Manual de saneamento de cidades e edificações*, ed: PINI, 1991.
- [5] M. Braga, C. Coelho, N. P. Ribeiro, and R. Trevisan, "**Conservação e restauro**: arquitetura," *Rio*, 2003.
- [6] M. Valério and W. A. Bazzo, "**O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco**: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade," *Revista de Ensino de Engenharia*, vol. 25, pp. 31-39, 2006.
- [7] E. R. da Silva, "**O curso da água na história**: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos," Tese de doutoramento, Escola Nacional de Saúde Pública, 1998.
- [8] J. W. Ribeiro and J. M. S. Rooke, "**Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**," *Monografia de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil*. 36p, 2010.
- [9] J. C. Rocha, A. H. Rosa, and A. A. Cardoso, *Introdução à química ambiental*: Artmed Editora, 2009.
- [10] M. d. F. M. Souza, "**O saneamento básico e suas implicações no meio ambiente e na saúde humana**," 2014.
- [11] E. d. M. Franco, "**Gestão do conhecimento na construção civil: uma aplicação dos mapas cognitivos na concepção**

**ergonômica da tarefa de gerenciamento dos canteiros de obras,"** 2001.

[12] R. d. R. Peres, "**Guia com requisitos de sustentabilidade para auxílio no desenvolvimento de projetos arquitetônicos,"** 2018.

[13] R. Cimino, *Planejar para construir:* Pini, 1987.

[14] A. C. D. F. B. PINHEIRO and E. M. CRIVELARO, *gestão de contratos na construção civil:* Editora Saraiva, 2018.

[15] A. NBR, "**5626—Instalação predial de água fria,"** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.

[16] Y. A. E. Couto, "**Estudo das vantagens e desvantagens do uso de kits hidrossanitários em obras de edificações,"** UFRJ/Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

[17] S. T. de ALMEIDA, "**A satisfação de clientes em unidades residenciais verticais sob a ótica da APO,"** 2003.

[18] A. Zhouri and K. Laschefski, "**Conflitos ambientais,"** *Publicação do Grupo de Estudos em Temáticas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais—GESTA/UFMG,* 2010.

[19] E. E. C. CIVIL and T. M. CARNEIRO, "**proposta de melhoria no processo de retroalimentação dos projetos de sistemas prediais hidráulicos sanitários."**

[20] V. T. Sarmiento, "**Qualidade na construção civil Construção Enxuta:** A utilização do método construtivo de paredes de concreto armado moldadas in loco com fôrmas de alumínio em unidades habitacionais," 2018.

[21] J. T. Bruch, "**Projeto de instalações hidrossanitárias com aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar,"** 2018.

[22] S. TIGRE, "**Manual técnico de instalações hidráulicas e sanitárias,"** São Paulo: Editora Pini. 2a, 1987.

[23] H. d. R. Ramos, "**Manutenção de sistemas hidráulicos prediais:** Manual de intervenção preventiva," 2010.

[24] F. M. Neves, "**Estudo do sistema hidrossanitário aparente com relação à norma de desempenho 15575-6/2008,"** 2010.

[25] H. Creder, "**Instalações hidráulicas e sanitárias,"** in *Instalações hidráulicas e sanitárias,* ed: LTC, 1981.

[26] M. H. C. Botelho and G. d. A. R. Junior, *Instalações hidráulicas prediais: usando tubos de PVC e PPR:* E. Blucher, 2009.

[27] D. Pereira da Costa and J. A. d. Oliveira, "**Conjuntos habitacionais e a expansão urbana de Manaus.** filigramas do processo de construção urbana e o papel das políticas habitacionais," *Mercator-Revista de Geografia da UFC,* vol. 6, 2007.

[28] SUHAB, "Superintendência de Urbanização e Habitação do Estado do Amazonas. ," *Sociedade de Habitação do Amazonas – SHAM. Pranchas de nº 08.,* 1991.