

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAMILA RORIZ ALVES

JOÃO PAULO SENA DA SILVA

LEONARDO FIRMINO FERNANDES

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR
GRAVIDADE - ESTUDO DE CASO TAUÁ RESORT E
CONVENTION ALEXÂNIA**

ANÁPOLIS / GO

2021

**CAMILA RORIZ ALVES
JOÃO PAULO SENA DA SILVA
LEONARDO FIRMINO FERNANDES**

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR
GRAVIDADE - ESTUDO DE CASO TAUÁ RESORT E
CONVENTION ALEXÂNIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO
DA SILVA**

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

ALVES, CAMILA RORIZ/ DA SILVA, JOÃO PAULO SENA/ FERNANDES, LEONARDO FIRMINO

Sistema de abastecimento de água por gravidade – Estudo de caso Tauá Hotel e Convention Alexânia.

87P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Abastecimento por Gravidade	2. Resort
3. NBR 5626/2020	4. Água
I. ENC/UNI	II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, Camila Roriz; DA SILVA, João Paulo Sena, FERNANDES, Leonardo Firmino. Sistema de água por gravidade – Estudo de caso Tauá Hotel e Convention Alexânia. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 84P. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Camila Roriz Alves
João Paulo Sena Da Silva
Leonardo Firmino Fernandes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. Sistema de água por gravidade – Estudo de caso Tauá Hotel e Convention Alexânia.

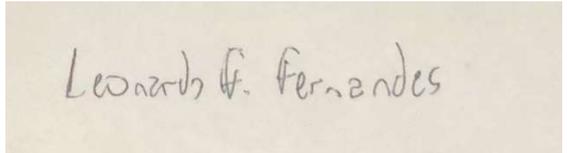
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à Uni EVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Camila Roriz Alves

E-mail: rorizcamila@outlook.com



Leonardo Firmino Fernandes

leonardofirminofernandes@hotmail.com



João Paulo Sena Da Silva

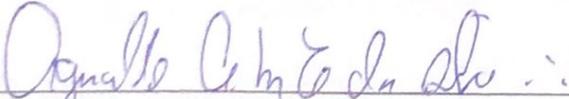
E-mail: jp.senna@hotmail.com

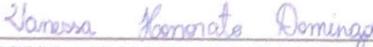
CAMILA RORIZ ALVES
JOÃO PAULO SENA DA SILVA
LEONARDO FIRMINO FERNANDES

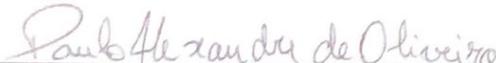
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR GRAVIDADE
ESTUDO DE CASO TAUÁ RESORT E CONVENTION ALEXANIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL

APROVADO POR:


AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Mestre
(UniEVANGÉLICA) (ORIENTADOR)


VANESSA HONORATO DOMINGOS, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)


PAULO ALEXANDRE DE OLIVEIRA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

AGRADECIMENTOS

Santa Terezinha dizia: "nada é pequeno se feito com amor", e é assim que quero trilhar meu caminho, trabalhando com amor e deixando um pedacinho de mim por onde for.

Gostaria primeiramente de agradecer a Deus, pelo imenso amor que tens por mim, por sempre me guiar, me proteger e me abençoar. Nele coloco todo o meu amor e confiança, pois ele é a rocha que me sustenta, é a calma nos dias de tempestade, é Ele quem me conduz, é o meu melhor amigo e maior amor da minha vida.

Agradeço aos meus pais Luciana e Ramatiz por toda dedicação e amor, por sempre me apoiarem e não medirem esforços para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos, a minha irmã Amanda, aos meus avós Malvina, Vicente e Doraci, às minhas tias Lucélia, Rosa (*in memorian*) e Simone, aos meus padrinhos Lucimar e José Roriz (*in memorian*). Os agradeço pelo exemplo imensurável de amor. E a toda a minha família que sempre me apoiou para que eu pudesse concluir mais essa etapa em minha vida.

Aos meus amigos, que me ajudaram nessa caminhada, fazendo momentos se eternizarem em minha memória e que hoje se tornaram parte da minha família. Agradeço em especial aos meus parceiros de TCC, Leonardo Firmino e João Paulo Sena, pois sem o auxílio dos mesmos não seria possível concluir com êxito a minha trajetória.

À universidade UniEVANGÉLICA, à todos os responsáveis pelo curso de engenharia civil e todos os professores pela dedicação e empenho para nos fazer não só bons profissionais, mas pessoas melhores. Ao professor Agnaldo Antônio pelo apoio, paciência e dedicação durante a elaboração desta monografia, pois sem o seu auxílio, não seria possível a conclusão da mesma, que Deus o abençoe!

Gostaria de dedicar essa monografia ao meu chefe Rafael Pratts Milanês (*in memorian*), pelo seu auxílio no início do projeto. A minha admiração pela sua inteira dedicação e amor pelo ofício. Agradeço a toda equipe TermoCOP pelo carinho e por todos os ensinamentos, em especial ao meu chefe Jaderson pela oportunidade a mim concedida de crescer profissionalmente junto à empresa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta jornada e me apoiaram durante toda minha formação.

Escrevo esse agradecimento em um portão de embarque com lágrimas nos olhos e com uma felicidade que não cabe no peito, deixo aqui o meu amor e minha gratidão.

.....

Camila Roriz Alves

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus que me sustentou, proveu e me capacitou para chegar ao fim desta jornada, em segundo lugar quero agradecer a minha família meu pai minha mãe e meus irmãos á vocês me faltam palavras para agradecer por tudo que fizeram por mim, pelos sacrifícios pelas renuncias pelos desafios que passaram, pelos puxões de orelha e por todas as vezes que pensei em desistir por medo ou pressão, vocês foram meu porto seguro que me direcionaram e me disseram “você vai conseguir” e hoje posso dizer a vocês “eu consegui”, muito obrigado meus pais com toda certeza sem vocês eu não conseguiria chegar até aqui eu serei eternamente grato e eu amo vocês.

Em terceiro lugar quero agradecer ao meu professor Agnaldo Antônio que tive o privilégio de o conhecer desde o ensino médio, muito obrigado por aceitar esse desafio e obrigado por ser esse profissional tão admirável a ponto de inspirar outras pessoas, que o senhor continue te abençoando e alargando suas fronteiras.

Como está escrito nas sagradas escrituras em 2 Timóteo 4:7 – “Combati o bom combate, terminei a corrida e guardei a fé”. Muito obrigado a todos que fizeram parte da minha jornada e que Deus possa recompensar a cada um.

.....

João Paulo Sena da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade de ter chegado até aqui, sempre guiando os meus passos e trilhando meus caminhos, agradeço também aos meus pais por sempre me apoiarem e confiarem no meu potencial, agradeço por serem meu maior exemplo de vida e por passarem todos os valores que carrego comigo. Por fim agradeço a mim, por ter me dedicado e esforçado todos os dias, por ter lutado e batalhado sempre, mediante qualquer obstáculo, empecilho ou barreira que viesse obstruir a busca pelos meus objetivos, sou grato a mim mesmo por nunca ter desistido e lutar com fé por aquilo que acredito.

.....

Leonardo Firmino Fernandes

RESUMO

Utilizando do próprio relevo da região para se beneficiar da gravidade, no início dos tempos o homem desenvolveu canais por onde a água escoava por gravidade e esse, era capaz de abastecer as cidades, irrigar as plantações e gerar saneamento. Inicialmente Séculos antes da invenção das primeiras bombas e de tecnologias de captação de água o homem utilizava do declive e da pressão gerada pelo próprio trajeto da água para atender as suas necessidades. O projeto em estudo traz o caso de uma edificação nos dias atuais que utiliza da mesma ideologia de abastecimento por gravidade, utilizando do declive da região. Foi realizada uma análise técnica de um projeto hidráulico utilizando apenas a gravidade para prover suas necessidades, onde será realizado todo o levantamento de cálculo, estudo do projeto e uma verificação geral da viabilidade do mesmo considerando se o mesmo se encontra apto a suprir as necessidades exigidas pela norma regente. Será realizado um estudo sobre a normativa que rege o campo de abastecimento de água fria e a aplicação da mesma às instalações prediais para o uso doméstico, levando em consideração todo o estudo aplicado sobre o abastecimento de gravidade e como a mesma age sobre esse tema, uma comparação do projeto realizado dentro da NBR5626/1998 com a normativa atual, NBR5626/2020, no intuito de expor as vantagens que a norma atual apresenta sobre a antiga e se a mesma traz vantagens significativas quando relacionada aos projetos seja tais vantagens; de cálculo de mão de obra ou econômica.

PALAVRAS-CHAVE:

Abastecimento por gravidade. Distribuição de água. NBR5626/1998. NBR5626/2020. Resort. Perda de Carga.

ABSTRACT

Using the region's own relief to benefit from gravity, without the beginning of man's times, developed channels through which water drained by gravity, and this was capable of supplying like cities, irrigating like plantations and generating sanitation. Initially Centuries before the invention of the first pumps and water capture technologies, man used the slope and the pressure generated by the water path itself to meet his needs. The project under study brings the case of a building nowadays that uses the same gravity supply ideology, using the region's decline. A technical analysis of a hydraulic project was carried out using only one gravity to meet its needs, where the entire calculation survey, study of the project and a general verification of its feasibility will be carried out considering whether it is able to meet the required needs by the governing norm. A study will be carried out on the regulations governing the field of cold water supply and its application to building installations for domestic use, taking into account all the specialized study on cold water supply and how the same age on this topic , a comparison of the project carried out within the NBR5626 / 1998 with the current regulation, NBR5626 / 2020, not intending to expose the advantages that a current standard has over the old one and if it brings important advantages when related to projects such as advantages; calculation of labor or economic.

KEY WORDS:

Supply by gravity. Water distribution. NBR5626/1998. NBR5626/2020. Resort. Cargo loss.

LISTA DE FIGURAS

figura 1 - Reconstituição livre do sitio de Hierakonpolis Egito	24
figura 2 - Aquedutos Roma antiga.....	26
figura 3 - Aquedutos Roma antiga.....	27
figura 4 - A conferência de Paris	29
figura 5 - A chegada da família imperial no Brasil	30
figura 6 - Proletários escravos de suas próprias necessidades.....	31
figura 7 - Balanço entre parcelas de água consumida e convertida em esgoto sanitário.....	36
figura 8 - Ações de controle de perda.....	37
figura 9 - Esquema de funcionamento de instalações de água fria.....	38
figura 10 - Sistema Direto de água fria.....	39
figura 11 - Sistema Indireto de água fria.	40
figura 12 - Sistema Indireto com bombeamento de água fria.....	41
figura 13 - Sistema Misto de água fria.	41
figura 14 - Elementos sistema de instalações de água fria.	42
figura 15 - Modelo kit cavalete PVC.....	44
figura 16 - NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria.....	59
figura 17 - Projeto de implantação	61
figura 18 - Planta pavimentos tipo (Tauá hotel e convention Alexânia).....	62
figura 19 - Caminhamento da tubulação de abastecimento dos reservatórios.....	67
figura 20 - Isométrico banheiro	72
figura 21- Logótipo da Empresa.....	84
figura 22 - Logótipo da Empresa	85

LISTA DE GRAFICOS

gráfico 1 - Distribuição da água no planeta terra.....	33
gráfico 2 - Taxa anual de crescimento total e da população urbana no brasil.....	34
gráfico 3 - Percentual da população residente em algumas capitais versus população residente no estado.....	35

LISTA DE TABELA

tabela 1 - Descrição da figura 7	44
tabela 2 - Dimensões das tubulações da marca TIGRE.....	49
tabela 3 - Vazões máximas para as bitolas comerciais da tubulação Tigre.....	49
tabela 4 - Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho e da peça de utilização.....	50
tabela 5 - Estimativa de consumo diário de água	51
tabela 6 - Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.....	51
tabela 7 - Determinação da capacidade do hidrômetro (DMAE – Uberlândia)	52
tabela 8 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do	54
tabela 9 - Rotina para dimensionamento das tubulações.....	55
tabela 10 - Planilha modelo	55
tabela 11 - Perda de carga em conexões – Comprimento equivalente para tubo rugoso	57
tabela 12 - Perda de carga em conexões – Comprimento equivalente para tubo liso.....	57
tabela 13 - Valores máximos do coeficiente K da perda de carga.....	58
tabela 14 - Consumo per capta de água	64
tabela 15 - Classificação das edificações quanto a ocupação ou uso	65
tabela 16 - Tabela de classificação das edificações e áreas de risco	66
tabela 17 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização	71
tabela 18 - Ábaco luneta	73
tabela 19 - Perdas de carga localizada.....	75
tabela 20 - Tabela para dimensionamento	77
tabela 21 - Dimensionamento apartamento do resort com NBR 5626:1998.....	78
tabela 22 - Dimensionamento da prumada do Resort com a NBR5626/1998.....	78
tabela 23 - Dimensionamento do Barrilete do Resort e na NBR5626/1998.....	79
tabela 24 - Dimensionamento apartamento do resort na NBR5626/2020.....	79
tabela 25 - Dimensionamento prumada do resort na NBR5626/2020.....	80
tabela 26 - Dimensionamento barrilete do resort e na NBR5626/2020.....	80
tabela 27 - Tabela baseada na NBR5626/1998 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão.....	81
tabela 28 - Tabela baseada na NBR5626/1998 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão.....	82

tabela 29 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão – apartamentos	82
tabela 30 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão - prumada	83
tabela 31 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão - prumada	83

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

NBR	Associação Brasileira Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Serviços de Concretagem
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
OMS	Organização Mundial da Saúde
A.C	Antes de Cristo
SDA	Sistema de distribuição de água
RTI	Reservatório técnico de incêndio

Sumário

FICHA CATALOGRÁFICA.....	0
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Justificativa	21
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo geral.....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.3 METODOLOGIA	22
1.4 Estrutura do trabalho	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 A ÁGUA, SUA EVOLUÇÃO E SEUS CAMINHOS ENTRE OS POVOS.....	23
3 HISTÓRIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL.....	29
4 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SAÚDE	32
4.1 OFERTA E DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS	33
4.2 IMPACTOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	35
4.3 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	36
5 TIPOS DE SISTEMAS.....	38
5.1 SISTEMA DIRETO	39
5.2 SISTEMA INDIRETO	39
5.2.1 Sistema Indireto sem Bombeamento.....	40
5.2.3 Sistema Hidropneumático	41
5.3 SISTEMA MISTO	41
6 ELEMENTOS DO SISTEMA	42
6.1 HIDROMETRO	43
6.2 CONSUMO DE ÁGUA	45
6.3 RESERVATÓRIOS	45
7 NBR 5626-2020.....	46
8 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA PERDA DE CARGA TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA	46
8.1 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA	48
8.2 OBTENÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA FRIA	50

8.3 DETERMINAÇÃO DO RAMAL PREDIAL, CAVALETE E ALIMENTADOR PREDIAL	52
8.4 DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO	53
8.5 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES.....	53
9 Apresentação do projeto	58
9.1 DIRETRIZES DE PROJETO.....	60
9.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	61
9.3 RESERVATÓRIO	63
9.4 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA.....	70
9.4.1 Aparelho sanitário	71
10 RESULTADOS	77
11 Considerações Finais	83
12 A EMPRESA	84
13 REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, pode ser observando a proximidade de localização das civilizações humanas com as margens de rios, lagos e fontes de água, pois, o fato de que a água é um dos recursos essenciais para a vida é indiscutível. Atualmente o planeta dispõe de aproximadamente 71% da superfície terrestre coberta por água, totalizando cerca de 1,4 bilhão de km³, destes 97,5% representam água salgada e apenas 2,5% doce, sendo eles 99,6% indisponíveis para o consumo humano. A água doce disponível na superfície da Terra para o consumo representa, portanto, apenas 0,4%, encontrada em lagos, zonas úmidas e rios (CLARKE E KING, 2005). Visto a necessidade do homem pelo acesso de água potável, a humanidade vem desenvolvendo métodos para abastecimento e distribuição. O sistema de abastecimento de água (SAA) pode ser entendido por um conjunto de obras e instalações que englobam a captação, adução, tratamento em conformidade com os padrões de potabilidade, distribuição de água que busca atender uma determinada população, beneficiando os indivíduos que compõem aquela região.

As primeiras fontes históricas de canalização de água e saneamento básico provem da antiga Babilônia e da grande Roma Antiga, que por volta de 320 a.C já possuíam redes de captação de água e aquedutos como é o caso do aqueduto de Aqua Ápia. Foi durante esse período no qual o homem começou a desenvolver técnicas de para irrigação das lavouras, onde surgiram as primeiras construções de diques e a canalização da água tanto superficial quanto subterrânea. No intuito de prevenir doenças e de abastecer a população, grandes cidades como Roma, Grécia e à antiga Suméria, desenvolveram redes de aquedutos em seus territórios, utilizando inicialmente do método de abastecimento por gravidade, que continua a ser um dos métodos mais utilizados até os dias presentes. Esses impérios dominaram o início do abastecimento de água da humanidade. O antigo Egito também utilizou do controle da água do rio Nilo com a construção de diques e desenvolveu as primeiras tubulações de cobre para abastecimento do palácio do Faraó Keóps.

Quando se fala em sistemas de distribuição hidráulica, um ponto importante a ser decidido é a forma como o sistema vai ser abastecido. Essa decisão vai se refletir no funcionamento e até mesmo na economia financeira e energética gerada pelo projeto. Nesses tipos de sistemas de distribuição encontram-se as distribuições por gravidade e por bombeamento podendo ser tanto um sistema de distribuição direto, indireto ou ainda um sistema misto. Nos sistemas de distribuição direto se dá diretamente da rede pública, não há a presença de reservatórios superiores. Esse tipo de sistema possui um baixo custo de instalação, além disso, não há necessidade de um espaço reservado no projeto arquitetônico para localizar uma caixa d'água. Apesar da economia gerada

pelo sistema de distribuição direto, é necessário que haja garantia de regularidade no atendimento de pressão e vazão por parte da rede pública de abastecimento, o que, na realidade brasileira, é um pré-requisito difícil a ser atendido. Além de ficar dependente do abastecimento irregular da rede pública, as tubulações ainda podem sofrer de fadiga pela variação de pressão gerada pela irregularidade no serviço.

Já no sistema indireto, o abastecimento é feito por intermédio de um reservatório eliminando a necessidade de regularidade da rede pública. O sistema indireto acaba dividindo-se em três possibilidades que são elas: O sistema indireto sem bombeamento, que ocorre quando há pressão suficiente na rede é adotado a alimentação por um reservatório superior. Dessa forma os pontos de consumo são atendidos por gravidade. A grande vantagem desse sistema é que a água do reservatório superior mesmo que haja interrupção do fornecimento da rede pública, sendo ideal para edifícios de até três pavimentos. Encontramos também o sistema indireto com bombeamento, que ocorre quando o edifício a ser abastecido possui mais de 3 pavimentos (9 metros) ou quando o volume necessário de reserva torna inviável utilizar apenas o reservatório superior, devido à sobrecarga da estrutura. Nesse caso é adotado um reservatório inferior de onde a água é bombeada para um reservatório superior que por sua vez abastece os pontos de uso da residência por gravidade. Uma vantagem adicional desse tipo de sistema é o alívio da sobrecarga na estrutura uma vez que parte do volume reservado fica no nível do solo. E por fim possuímos também o sistema hidropneumático, consiste na adoção de um equipamento de pressurização de água a partir de um reservatório inferior, abastecido pela rede pública. Esse sistema é adotado quando não convém construir um reservatório superior e não se deseja ficar à mercê da irregularidade do abastecimento da rede pública. Esse sistema infelizmente possui um custo elevado e necessita uma manutenção constante. Além de possuir inoperabilidade em caso de interrupção do fornecimento de energia. A pressurização é realizada com tanque de pressão contendo ar e água e pode ser realizada sem o bombeamento onde é composto por alimentador predial, tanque de pressão e rede de distribuição. Com bombeamento onde acrescenta-se uma estação elevatória à configuração anterior. E o próprio hidropneumático onde é acrescentado um reservatório inferior à configuração com bombeamento. Neste caso, o consumo reduz o nível d'água no reservatório e a pressão no tanque atinge um valor mínimo. Neste momento, um pressostato ativa a estação elevatória, elevando-se o nível d'água e, conseqüentemente a pressão no tanque.

Em comparação aos sistemas que utilizam bombeamento, as redes de distribuição de água mostram-se vantajosas quanto ao custo de instalação, por não precisarem de bombas ou de eletricidade para funcionar, o custo benefício também é visível por apresentar uma maior área útil

disponível, além de possuírem uma manutenção mais simples em caso de algum problema futuro que venha a ocorrer no sistema.

Dentre as inúmeras etapas do processo construtivo se encontra a área de Instalações Hidráulicas de água Fria antes regida pela NBR 5626/1998 e que tem como objetivo estabelecer exigências ou recomendações relacionadas a execução, projeto e manutenções das instalações prediais de água fria trazendo padronização e segurança, no entanto a norma em específico passou recentemente por uma revisão surgindo assim a NBR 5626/2020 nova norma para instalações de água fria.

Segundo a organização mundial da saúde (OMS) o conceito mais amplo de saneamento, entendido como o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem efeitos deletérios sobre seu bem-estar físico mental ou social. (HELLER, 2006, p.29).

Nesse sentido, torna-se evidente, portanto, a importância do abastecimento e distribuição de água potável. Diante disso, as obras de engenharia se dispõem para assegurar um sistema de abastecimento adequado visando suprir as necessidades básicas da população.

1.1 JUSTIFICATIVA

Discutir sobre o sistema de abastecimento de água por gravidade no empreendimento TAUÁ Resorts e Convention Alexânia, justificando-se pela causa das novas tecnologias empregadas a questão do dimensionamento do sistema de abastecimento, levando em consideração os baixos impactos ambientais, redução de custos empregados aos sistemas de bombeamento de água e vantagens do sistema para promoção de novas tecnologias. Assim, é possível notar que o sistema de abastecimento de água por gravidade pode impactar direta ou indiretamente as mecanismo de projetos a fim de que tragam benefícios a empresas, que por sua vez buscam otimização e melhoria em seus custos, através do desenvolvimento de novas tecnologias e suas vantagens. Para tanto, é preciso reconhecer e avaliar o seu impacto em cada contexto e a possibilidade de sua utilização para a otimização de sistemas de abastecimento e compararmos a obra regida pela antiga ABNT NBR 5626/1998 com a nova norma, demonstrando as vantagens ou desvantagens que a nova norma pode acarretar para as futuras edificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

A pesquisa teve como objetivo geral analisar os cálculos de vazão e perda de carga que determinam os valores necessários para o dimensionamento do sistema de abastecimento de um edifício de grande porte e determinar os elementos necessários para o desenvolvimento de um sistema de abastecimento de água comparando a as aplicações do edifício construído na antiga ABNT NBR5626/1998, com o que deveria ser modificado utilizando a nova norma ABNT NBR5626/2020.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar um estudo de viabilidade técnica com o intuito de analisar o reservatório superior da edificação;
- Analisar os impactos do sistema de abastecimento de água;
- Apresentar os diversos tipos de sistema de abastecimento;
- Estudar as mudanças, realizando um comparativo entre as NBRs 5626/2020 e NBRs 5626/1998.
- Mostrar as aplicações dessas mudanças nos projetos atuais;
- Realizar o dimensionamento de um edifício comparando os métodos estudados, apresentando assim as conclusões, vantagens e desvantagens que nova NBR trouxe.

1.3 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada de caráter exploratório e descritivo, que visa apresentar o sistema de abastecimento de água por gravidade em estudo o resort TAUÁ Resorts e Convention Alexânia. Nesse sentido, os resultados serão apresentados de forma quantitativa, a partir da coleta de informações de fontes primária e secundárias, incluindo revisão de literatura com base em livros produções acadêmicas e conteúdos publicados por especialistas, além de um estudo de caso, para coleta de dados primários sobre o objeto de estudo, uma empresa no segmento de hotelaria de alto padrão, situada no interior de Goiás entre duas grandes capitais, Brasília e Goiânia.

Será realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto, em seguida um estudo de caso referente ao projeto de água fria de uma edificação com abastecimento por gravidade demonstrando a viabilidade técnica e econômica do sistema. Apresentado também um levantamento bibliográfico sobre as principais mudanças da NBR 5626/2020 e seu impacto no

dimensionamento, utilizando o estudo de caso no resort com o intuito de comparar e destacar as possíveis mudanças ocorridas com a nova norma e seus impactos técnicos e econômicos no projeto de água fria no que diz respeito a reservatório e cálculo de vazão.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a introdução do tema proposto destacando a importância para a sociedade e o meio ambiente.

O capítulo 2 realiza um levantamento bibliográfico destacando os principais estudos sobre o tema.

O capítulo 3 apresenta o projeto adotado no estudo de caso e suas características de dimensionamento destacando os pontos principais na execução do projeto por gravidade.

O capítulo 4 apresenta as novas mudanças aplicadas na nova NBR 2656/2020, realizando uma análise de viabilidade técnica e econômica

Por fim o capítulo 5 apresenta as principais conclusões sobre o tema proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ÁGUA, SUA EVOLUÇÃO E SEUS CAMINHOS ENTRE OS POVOS

A água tem importância fundamental para a preservação da vida no planeta, logo tratar dos fundamentos da água é falar sobre a sobrevivência da humanidade e preservação da biodiversidade. “Nosso planeta não teria se transformado em ambiente apropriado para a vida sem a água. Desde a sua origem, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinaram para dar origem ao elemento-chave da existência da vida.” (BACCI, et.al. 2008. p.2).

Ao longo de anos a humanidade cresceu e se desenvolveu a partir desse bem natural tão essencial e valioso que é a água, que, em excepcionais circunstâncias, deu possibilidade às espécies de evoluírem e habitarem o planeta terra. Contudo no decorrer do tempo houveram mudanças no comportamento do homem que por consequência mudaram a sua relação com a água.

Presente em todas as culturas desde as mais antigas permeando em meio ao tempo a água carrega consigo simbologias e tradições, que atravessam de gerações em gerações. Por consequência de mitos e religiões, estas representações sobre a água eram e continuam sendo relacionadas com a origem da vida. (CHEVALIER; GHEERBRANT, 1988).

Para Bachelard, (1998, p.30):

“A água, esse líquido universal submetido às leis do inconsciente, sugere um líquido orgânico. A água extraordinária, a água que surpreende o viajante, as aventuras que

querem geográficas. Se ela é matéria fundamental para o inconsciente, então deve comandar a terra. É o sangue da Terra. A vida da Terra. É a água que vai arrastar toda a paisagem para o seu próprio destino. Em particular, uma determinada água, um determinado vale (...) A inquietação mais cedo ou mais tarde, deve surpreender-nos no vale. O vale acumula as águas e as preocupações, uma água subterrânea o escava e o trabalha.”.

As antigas civilizações, se instalavam em torno de bacias hidrográficas e costas marítimas, por consequência de experiências trazidas dentre gerações. Já naquela época sabia-se que a água é um dos elementos vitais para a vida, onde, foi objeto de culto e temor, surgindo assim mitos e símbolos para explicar tal força da natureza.

A água sempre foi objeto de desejo para os povos antigos, como um alvo a ser atingido, sendo assim no decorrer do tempo os mesmos adquiriram técnicas de captação e distribuição da água através de canalizações, barragens, diques entre outros em vista o abastecimento de seus povos. Decrosse (1990) considera tais feitos de provimento de água fundadores das técnicas hidráulicas para civilizações da Antiguidade.

Os primeiros relatos de construções de poços, barragens, reservatórios que se têm relatos foram no antigo Egito, em que os povos já utilizavam sistemas de canais para traçar o caminho em que água iria percorrer, até as civilizações, (Figura 01) Os povos sumérios (5.000-4.000 a.C.) relacionavam a água às divindades que cultuavam, tendo construído neste período, galerias, cisternas, reservatórios, túneis, poços e aquedutos entre outras obras. Já os povos mesopotâmios utilizavam sistemas de canais de irrigação ligados em bacias, onde, a água fluía por gravidade até as suas plantações. (4.000 a.C.). (ROCHA, 1997 APUD RESENDE; HELLER, 2002).

figura 1 - reconstituição livre do sitio de Hierakonpolis Egito



Fonte: adaptado, citado por Doberstein (2010. p. 11.)

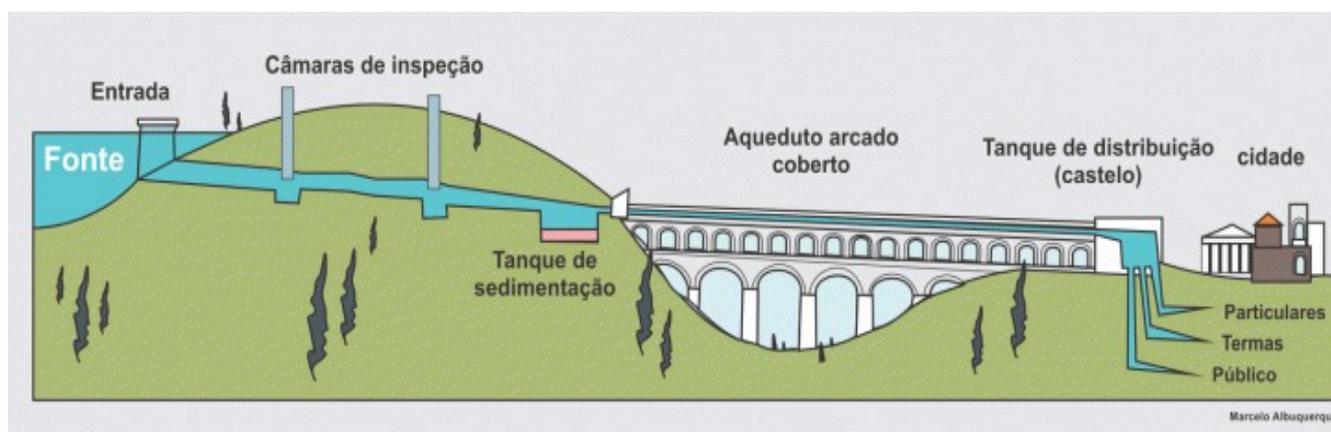
Em 2.000 a.C. a preocupação com a poluição dos recursos hídricos, onde a chamada “água imprópria”, seria a principal transmissora de doenças, levou os egípcios a buscar soluções para o tratamento da água que consumiam, utilizando assim sulfato de alumínio para tratamento e clarificação da água, iniciando um processo de cuidados com a água, podendo ser encontrada em sânscrito sobre os cuidados que se precisavam manter com a água de consumo, assim como fervura ao fogo, armazenamento em vasos de cobre, exposição ao sol e filtração por intermédio de carvão, ou de areia e cascalho grosso. (AZEVEDO NETTO, 1984 APUD RESENDE; HELLER, 2002).

Platão (427-347 a.C.) julgava que a água era a coisa mais necessária à manutenção das plantações e que havia a necessidade de regularizar o uso da água penalizar aqueles que a causassem algum danos, já que os outros elementos, tais como, vento, sol, não estavam sujeitos as destruições pela ação do homem sendo que tais danos poderiam, eventualmente, acontecer à água, necessitando que a lei intervisse a sua proteção. (SILVA, 1998).

A arquitetura romana (século V A.C.) contribuiu com importantes técnicas de sistema de transporte e abastecimento de água, por meio técnicas de canalizações, aquedutos (Fig.3) e tubulações subterrâneas, estas, instruídas pelos etruscos. RESENDE E HELLER (2002) afirmam que: Os romanos foram grandes engenheiros, que uniram seus conhecimento e talento para as

construções, realizando grandes sistemas de fornecimento de água, além de outras instalações sanitárias, revelando nas suas obras a grande preocupação do Estado com as demandas coletivas.

figura 2 - Aquedutos Roma antiga



Fonte: página História Roma Antiga. Disponível em: <www.historiaromaantiga/arquitetura-romana/aquedutos>. Acesso em: 06 de junho de 2021

Um exemplo de um grandioso símbolo da arquitetura Romana foram os aquedutos, em que, o intuito de sua construção seria pela necessidade de levar água para as cidades e vilarejos mais afastados dos rios. Utilizava-se a gravidade para o escoamento da água através da inclinação para dentro de canais constituídos de pedra, tijolo e concreto.

Enterrados, a maioria dos canais seguiam os contornos do terreno local, e em partes de planícies, os canais passavam por pontes se não fosse possível seu conteúdo era alimentado por canos de alta pressão feitos em sua grande parte de pedra até mesmo chumbo e desviados transversalmente.

Um dos principais aquedutos de Roma foi o Aqueduto fabricado por Caio Plúcio Venox (Fig.2.1.3) em 312 a.C. que buscava água dos mananciais iniciava em Roma na Porta Maior indo ao Célio e Aventino e acabava próximo ao Fórum Boário.

figura 3 - Aquedutos Roma antiga



Fonte: página História Roma Antiga. Disponível em: <www.historiaromaantiga/arquitetura-romana/aquedutos>. Acesso em: 06 de junho de 2021

Entre 27 a.C. e 15 d.C. o então imperador de Roma Augusto, desenvolveu um sistema de administração da saúde pública, originando assim a câmara de Água, para encarregar-se dos assuntos referentes ao provimento e abastecimento de água, no qual algumas pessoas eram incumbidas de realizar uma inspeção sanitária e fiscalização da limpeza de locais públicos. (ROSEN, 1994).

Com o desenvolvimento do comércio pequenos povoados foram constituídos nas extremidades de rios, no qual eram rotas de navegação comerciais, utilizando também como meio de transporte e obtenção de água (ROSEN, 1994). Todavia a população vivia em aglomerações, mantendo hábitos raros de higiene pessoal, sendo assim o ininterrupto aparecimento de enfermidades, que, por consequência de tradições, tentavam debelar com magias e penitências. (RESENDE; HELLER, 2002).

Apesar disso, o Estado mantinha-se inexistente nas intervenções a respeito de saneamento, e o crescimento de epidemias foi se modificando conforme as transformações na vida da população, onde o mesmo exercia apenas a função de inspeção, juntamente aos fiscais (RESENDE; HELLER, 2002). Ao longo de anos foram adquiridos conhecimentos a respeito de saneamento, para que se resolvesse os problemas que foram se acumulando, assim como a quarentena, que foi criada com o objetivo de impedir a propagação de vírus e o crescimento de

doenças. Da mesma forma foram instituídas medidas de regulamentação ambiental visando à preservação dos recursos hídricos (POMPEU APUD SILVA, 1998).

O capitalismo surgiu por volta do século XII, trazendo consigo o desejo de riquezas e poder, ocasionando também trocas monetárias e preocupação com o lucro, desta forma, renasce o comércio com base em grandes navegações em trocas marítimas, por consequência disso ampliou o descobrimento de novas rotas e a obtenção de novos continentes (RESENDE; HELLER, 2002). Com um insaciável desejo de riquezas por parte dos soberanos, foram desenvolvidos novos conhecimentos, impulsionando assim a criação de escolas, desenvolvimento de tecnologias e das ciências naturais. (RESENDE; HELLER, 2002). Tendo acesso as particularidades da construção e manutenção de sistemas de abastecimento em 1425, as relações entre saúde e saneamento fortaleceram-se no período do Renascimento. (SILVA, 1998).

Caracterizada pelas transformações técnicas, comerciais e agrícolas a Revolução Industrial, teve seu start inicial na Inglaterra no século XVIII (1760-1850), em meio a agitação foi instituída em Londres a companhia New River, foi a primeira no segmento privado de abastecimento, em que se atentava com a qualidade da água, pois, como não havia tratamento, provocava constantes propagações de diversas doenças provenientes da água (RESENDE; HELLER, 2002).

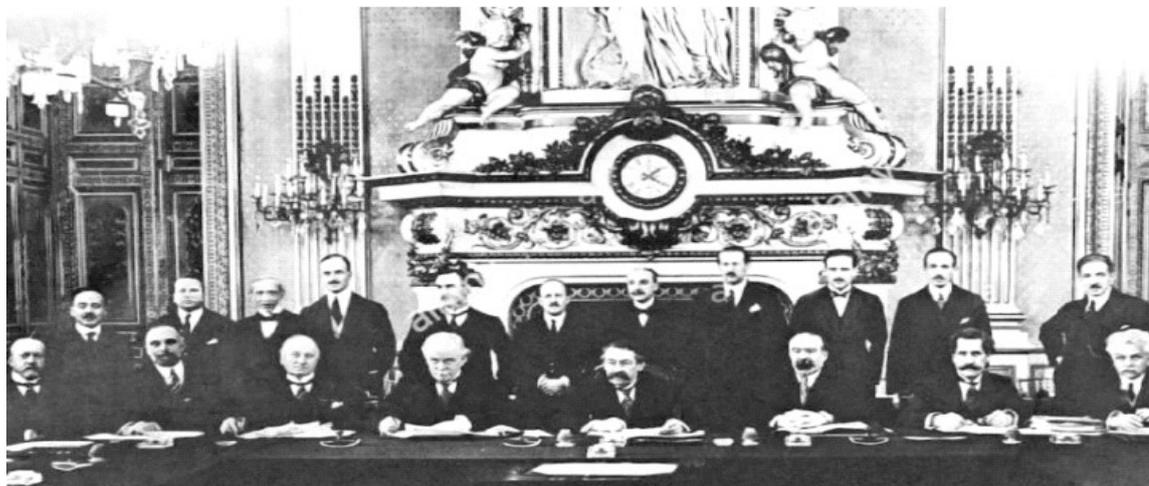
Com exposição em seu relatório “The Sanitary Conditions of the Labouring Population of Great Britain”, o advogado Edwin Chadwick, discorre sobre as condições sanitárias da população trabalhadora da Grã-Bretanha, onde saiu em defesa dos mesmos, empenhando-se na criação de um órgão administrativo de saúde pública, logo, foi instaurado o Conselho Geral de Saúde, cujas atribuições eram fiscalizar os serviços de abastecimento de água e esgotamento e averiguar as condições sanitárias do distrito, (RESENDE; HELLER, 2002). Ademais, influenciados pela Inglaterra, alguns países deram início as reformas sanitárias, como Alemanha, Estados unidos e França. (SILVA, 1998).

Foi realizada em paris, a primeira conferência de saúde, em 1851, vide (Fig.4), no qual se expos as medidas que seriam de extrema necessidade para o controle da cólera e febre amarela, doenças em questão que estavam em evidência no país, sendo assinada em 1892. Também em paris foi formada a Liga da Organização de Higiene das Nações e legitimada por vinte e seis países e no dia 7 de abril de 1948 foi fundada a OMS (Organização Mundial de Saúde). (OPAS/OMS, 1988).

Com o objetivo de melhorar as condições para trabalhadores e trabalhadoras ao redor do mundo e tudo o que isso envolve, além de prevenir situações insalubres no local de trabalho, na busca de um aprimoramento constante em questões de nutrição, moradia, saneamento e recreação.

Com participação direta atuou decisivamente para erradicar ou diminuir dramaticamente a incidência de doenças como malária, varíola e sarampo, além de estabelecer estratégias globais contra o HIV/AIDS.

figura 4 - A conferência de Paris



Fonte: pagina jornal correio do povo.

Disponível em: < www.correiodopovo.com.br/tratado-de-versailles >. Acesso em: 06 de junho de 2021

O enfrentamento de doenças infecciosas afeta a maioria dos países, em grande parte aqueles subdesenvolvidos tecnologicamente e economicamente, por não ter muitas vezes o acesso a água tratada, fazendo com que o padrão geral de vida seja abaixo de um nível mínimo aceitável. Muitos problemas de saúde se resolvem na teoria, e esse conhecimento aguarda aplicação na prática. Ainda há muito a se executar na área de saneamento básico e controle de doenças. Contudo houve um crescimento quanto a consciência em relação ao problema da poluição atmosférica semelhante à preocupação com a poluição da água, sendo ela uma preocupação mais antiga (ROSEN, 1994).

3 HISTÓRIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Antes da chegada dos navegadores portugueses, o Brasil era habitado apenas pelos povos indígenas, que vivam em aldeias em meio a floresta, onde os mesmos, deslocava-se em busca de alimento e água para a própria sobrevivência e de sua família. Os índios não dispunham de instruções técnicas a respeito de saneamento básico, apesar disso, possuíam hábitos salutarres, pois utilizavam água pura, e detinham conhecimento a respeito de ervas medicinais, e também destinavam locais específicos para as necessidades fisiológicas e a disposição do lixo. (RESENDE; HELLER, 2002).

Quando os europeus se aproximaram do país para colonizá-lo, trouxeram inúmeras doenças, que traziam consigo desde o continente do qual partiram. Os índios além de serem coagidos ao trabalho, após a dominação não detinham de uma boa higiene, por conta da longa jornada de trabalho, fazendo com que se precipitasse um processo progressivo de dominação e extermínio. (RESENDE; HELLER, 2002).

O país até o final do século XIX se caracterizava por uma sociedade predominantemente agrícola, onde, o café tratava-se do principal produto, embora houvesse uma industrialização manufatureira inexperiente. Logo, se configuraram transformações no cenário político-econômico na sociedade, nas instituições e nas cidades, que, eram beneficiárias do bom desenvolvimento econômico se se instaurava no país. Por outro lado, os cuidados com abastecimento de água e esgotos estavam sob o encargo do Estado, mas a infraestrutura era de incumbência das empresas estrangeiras. (SILVA, 1998)

Por volta de 1808 a família imperial chega ao Brasil (Fig.05), trazendo consigo um enorme impacto no desenvolvimento da cidade, por consequência do número de habitantes que vieram subsequentes. Uma das providências primordiais do governo imperial com relação ao saneamento básico ocorreu, conforme RODRIGUES E ALVES (1977), com a criação do cargo de ‘provedor-mor de saúde da Corte e do Estado do Brasil’, onde, foi estabelecido um serviço de ‘inspeção sanitária’.

figura 5 - A chegada da família imperial no Brasil



Fonte: pagina Senado Notícias

Disponível em: < www.senado.leg.br/noticias/bicentenario-da-chegada-da-familia-real-portuguesa>.

Acesso em: 06 de junho de 2021

Destaca-se que a influência institucional no país, se formou de maneira descontínua e atrelada aos interesses específicos individuais, ou de setores influentes. somente após a instalação

dos problemas as medidas necessárias eram tomadas, sendo assim, quando a situação já se fazia caótica, atingindo aos grupos privilegiados, como no caso das epidemias.

“Na base da política de saneamento, implementada pelos representantes da facção oligárquica hegemônica, residia o interesse em proporcionar às zonas produtoras de café uma oferta abundante de força de trabalho, pela subvenção à imigração estrangeira. [...] Com] a aglomeração na cidade, os surtos epidêmicos, em particular da febre amarela, passaram a ocorrer a intervalos cada vez menores [...] dando ao Rio de Janeiro a fama de uma das cidades mais pestilentas do mundo. Além de colocar em risco a sobrevivência das próprias classes dominantes, as epidemias ocasionavam sérios embaraços às relações comerciais com outros países [...]” (p.294).

Tecnicamente as medidas tomadas na época se deram pela construção de rede de abastecimento de água e esgotos, a fim de que se extinguisse os surtos epidêmicos. Sendo assim acrescenta. BENCHIMOL (1992):

“Teve início no Rio de Janeiro a comercialização da água, que deixou de ser um bem natural para se transformar em mercadoria, revestida de um valor de troca. O capital - e com ele, uma nova base tecnológica - penetraram na esfera de uma necessidade vital, potencializada pelo crescimento da população e pelo conjunto de transformações socioeconômicas que revolviam a estrutura urbana da cidade” (p.67).

A comercialização do serviço persistiria ao lado da chamada “economia natural da água” que atendia a setores privilegiados da população, utilizando-se barris e depois e latas d’água, substituindo a mão de obra de escravos a serviço dos senhores, mas “proletários escravos de suas próprias necessidades” (Fig.06). BENCHIMOL (1992, P.67).

figura 6 - proletários escravos de suas próprias necessidades



Fonte: pagina palhocense,

Disponível em: <www.palhocense.com.br/asamaedeantigamente>.

Acesso em: 06 de junho de 2021)

As etapas do desenvolvimento de ações relacionadas a água no Brasil, foram associadas aos ciclos macroeconômicos, no qual se desenvolveram norteados a partir das políticas setoriais implementadas por diferentes órgãos integrantes do aparelho estatal.

Segundo BECKER & EGLER (1993) a história Latino-Americana tem como desenvolvimento um certo “capitalismo” tardio, explicam que sua origem:

“está no antigo sistema colonial, [que] cresceu como economia mercantil nacional e generalização posterior de relações de trabalho assalariadas no setor agrário-exportador [e] foi desacompanhada de forças produtivas específicas do capitalismo, só consolidadas mais tarde, com a industrialização. Esta, por sua vez, teve duas restrições básicas. Primeiro, dependia diretamente do setor exportador para a sua acumulação e, segundo a América Latina ingressa no mercado mundial no momento em que esse já era dominado por grandes empresas” (p.31).

4 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SAÚDE

Para que seja realizado todo o trabalho de captação e distribuição de água é necessário que antes seja realizado um estudo, elaboração e análise de projeto, definir os melhores métodos a serem utilizados em determinada região visando atingir o maior número de habitantes possível e reduzir de modo significativo os gastos ou perdas que a rede pode vir a sofrer, visto isso, a engenharia deve estar presente em todos os momentos do desenvolvimento da rede garantindo maior efetividade da mesma. (HELLER, 2006).

Ao se tratar de qualquer obra de grande porte, deve-se levar em consideração todos os impactos que a mesma pode gerar para região, ao represar um rio de uma determinada localidade deve considerar todo impacto que tal atitude pode gerar nas espécies que dependem diretamente do mesmo na região, desde impactos na reprodução de determinadas espécies de animais, impactando diretamente e indiretamente em espécies da fauna e flora. (CARVALHO, 2012).

Contudo quando elaborado e projetado de forma coerente, aplicando as áreas de conhecimento da engenharia, biologia e ademais, o projeto de abastecimento tende a trazer benefícios para a região. O investimento em saneamento básico pode reduzir o número de enchentes de determinadas regiões além de ajudar no combate do aquecimento global, reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera, além disso ajuda na prevenção de doenças.

De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), **quase 1,5 milhão de crianças de menos de cinco anos morrem a cada ano de diarreia**, segunda causa de mortalidade infantil depois da pneumonia. (BRASIL, 1994).

Assim, visto os impactos que a falta de saneamento pode gerar, cabe aos responsáveis buscar maneiras de minimiza-los, levando em consideração as necessidades básicas de uma população, garantindo assim, não só chegada de água, mas o cuidado com a saúde de todos.

Nesse contexto cabe aos SDA (sistemas de distribuição de água), serem capazes de fornecer água para as populações com qualidade, regularidade e garantir o bom funcionamento da rede sem perdas e não impactar na vida de outros usuários dos mananciais pensando em futuras gerações, para garantir condições adequadas de abastecimento e saneamento e essencial uma abordagem da engenharia, visto que as instalações devem ser planejadas, projetadas, implementadas, operadas e mantidas, para tanto é necessário que “sejam aplicados conhecimentos científicos e empíricos e habilitações específicas a criação de estruturas, dispositivos e processos que convertam recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas.” (FERREIRA,1975 P.64).

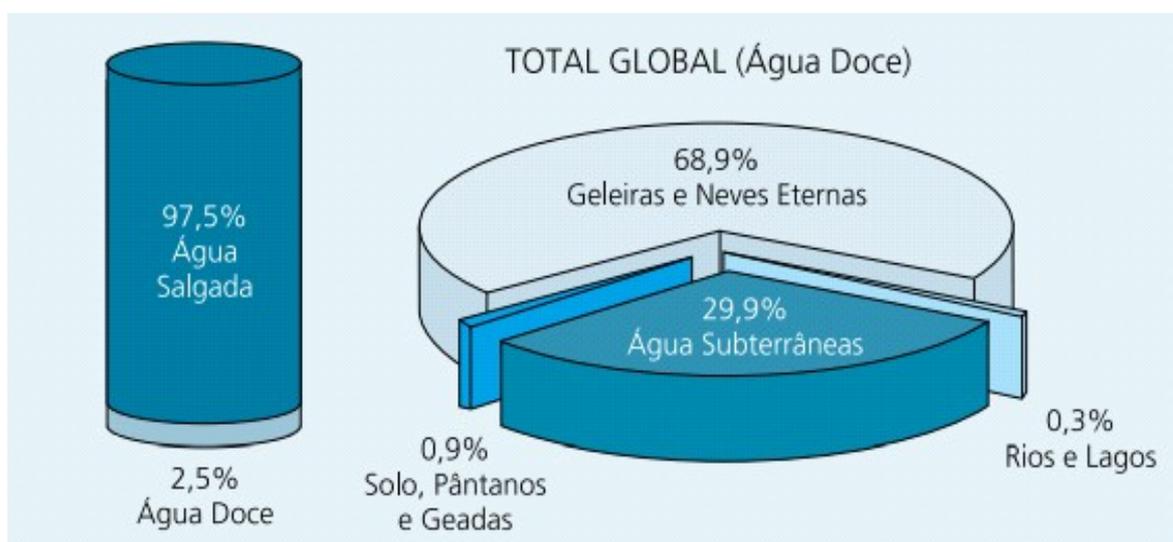
4.1 OFERTA E DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo HELLER (2006 P.42).

“Como é sabido os recursos constituem um bem natural, renovável, cujo volume total no globo terrestre é relativamente longo dos tempos, contudo como distribuição variável no tempo e no espaço, entre os diversos compartimentos ambientais. Ou seja, a distribuição da água entre suas diversas formas do planeta vem mudando ao longo dos anos sobretudo devido a forma como o ambiente vem sendo modificado[...].”

Dois terços da superfície do planeta é composto por água, sendo eles, 97,5% encontrados nos oceanos e não propicio a o consumo direto, já a água doce corresponde à 2,5% da total vide (gráfico 1). Contudo 68,9% da água doce correspondem às geleiras, 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% integram a umidade do solo e 0,3% constitui a água doce armazenada nos rios e lagos, de fato disponível para uso populacional. (SHIKLOMANOV, 1998, CITADO POR TUNDISI, 2003).

gráfico 1 - distribuição da água no planeta terra



Fonte: adaptado de shiklomanov, (1998), citado por Tundisi, (2003).

Segundo SHIKLOMANOV ET AL.(2000) “*O Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos.*” Entre os países de maior reserva de água doce, o Brasil dispõe de, 13,8% do deflúvio médio mundial, com uma disponibilidade hídrica per capita variando de 1.835 m³/hab./ano, na bacia hidrográfica do Atlântico Leste, a 628.938 m³ /hab./ano, na bacia Amazônica. (FREITAS E SANTOS, 1999).

É de extrema importância a avaliação das modificações de vazão dos cursos d’água, para que se obtenha uma maior segurança quanto ao fornecimento de água pois ele está relacionado com a captação em mananciais. (HELLER, 2006).

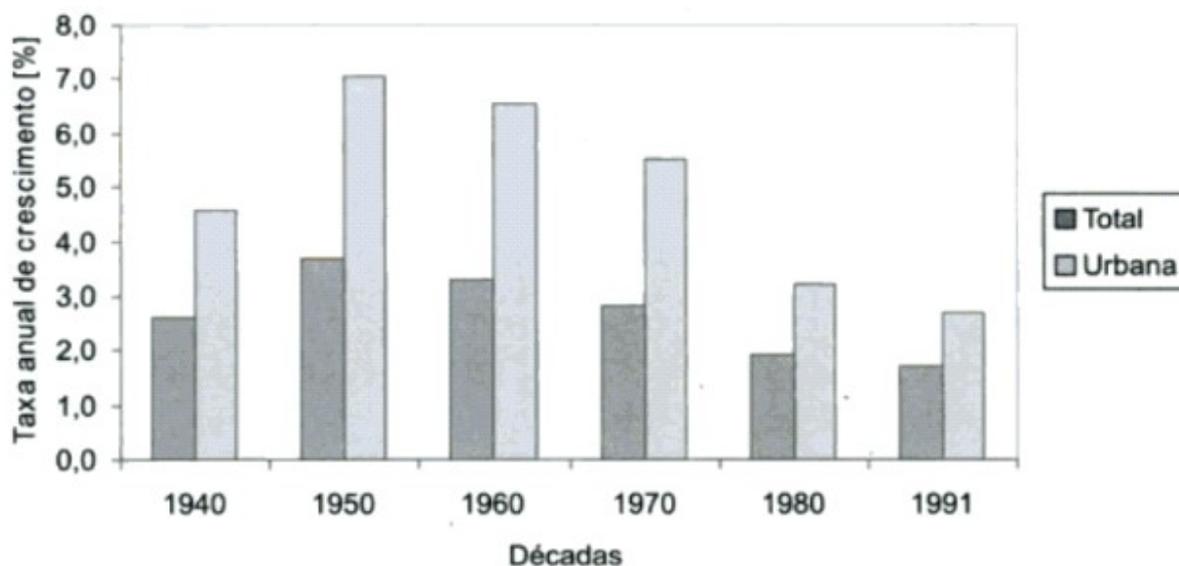
A demanda para o consumo no Brasil, obteve um crescente aumento ocasionado por fatores advindos de algum tempo. HELLER (2006) cita alguns fatores:

“aumento acelerado da população nas últimas décadas sobretudo nas áreas urbanas e em especial nas regiões metropolitanas cidades de médio porte embora em ritmo de crescente

incremento da industrialização aumentando a demanda por água em núcleos urbanos;

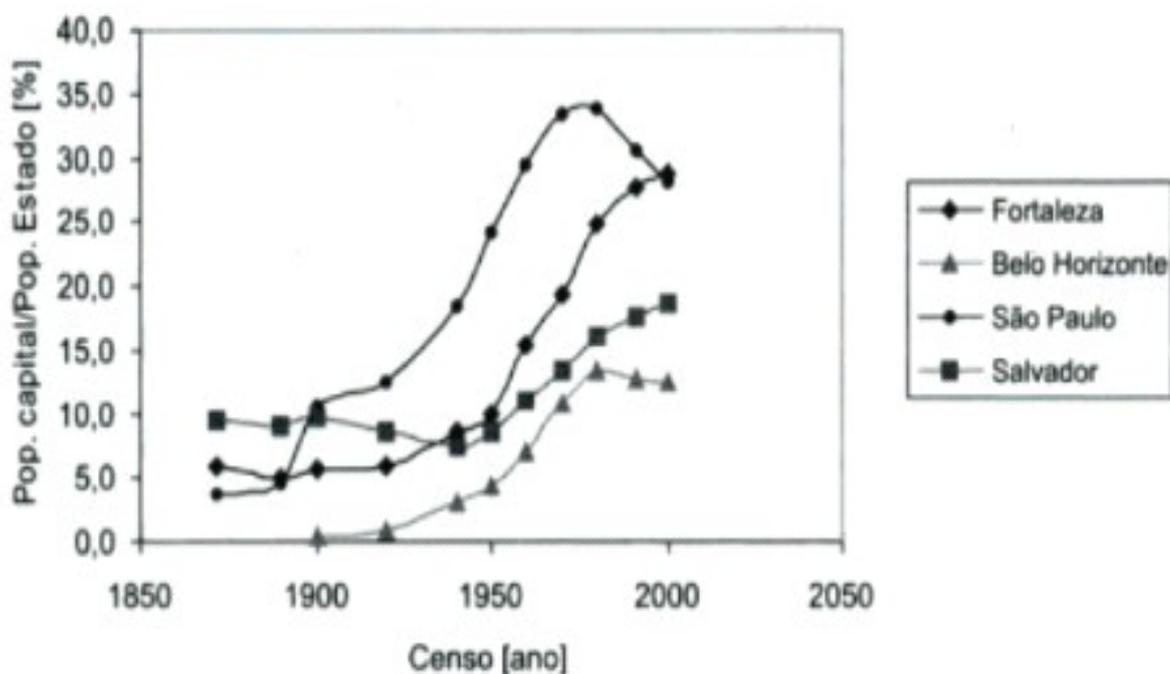
aumento do volume de perdas de água em muitos sistemas de abastecimento fruto da obsolescência de redes e de baixo CB investimentos”

gráfico 2 - Taxa anual de crescimento total e da população urbana no Brasil



Fonte: Fragmento Heller (2006 p. 44, Nascimento et.al., com base em dados censitários IBGE)

gráfico 3 - percentual da população residente em algumas capitais versus população residente no estado



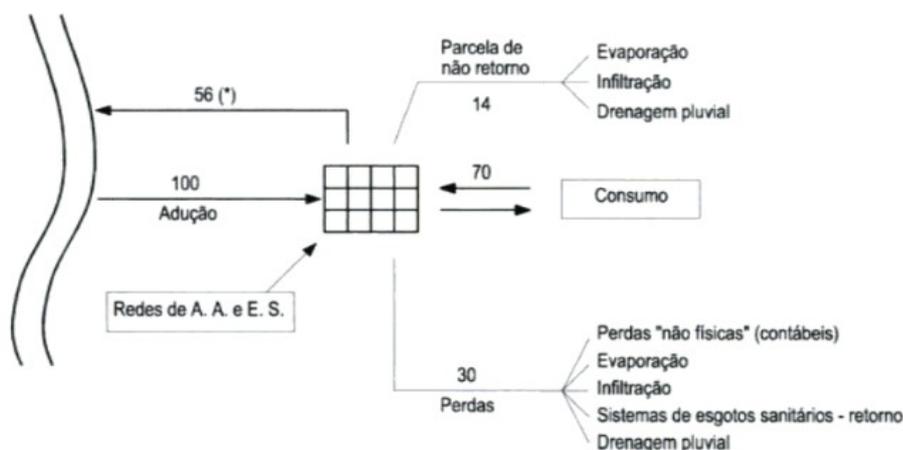
Fonte: Fragmento Heller (2006 p. 44, Nascimento et.al., com base em dados censitários IBGE)

4.2 IMPACTOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um dos fatores primordiais, de impacto ambiental a ser associado a sistemas de abastecimento de água é o retorno dessa água para o meio ambiente em forma de esgotos industriais e sanitários. (HELLER, 2006).

A figura 7 ilustra um esquema no contexto em que as perdas de água no sistema de abastecimento são de 30% e a relação água/esgoto são de 80%, observando-se assim um valor de lançamento superior a 50% do volume captado. (HELLER, 2006).

figura 7 - balanço entre parcelas de água consumida e convertida em esgoto sanitário



Fonte: adaptado Heller (2006, p. 55)

Deste modo o esgoto apresenta um potencial muito elevado de poluição. A consciência a respeito deste fato adverte para que o abastecimento seja reavaliado em um nível mundial, tomando atitudes cabíveis e adequando o equacionamento da disposição dos esgotos gerados. (HELLER, 2006).

4.3 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

É verídico o fato de que, para que se obtenha recursos hídricos é indispensável a garantia da conservação dos meios de obtenção dos mesmos para assim ter a estabilidade no abastecimento de água para a população. (GARCIA, 2013).

Segundo HELLER (2006 P.33).

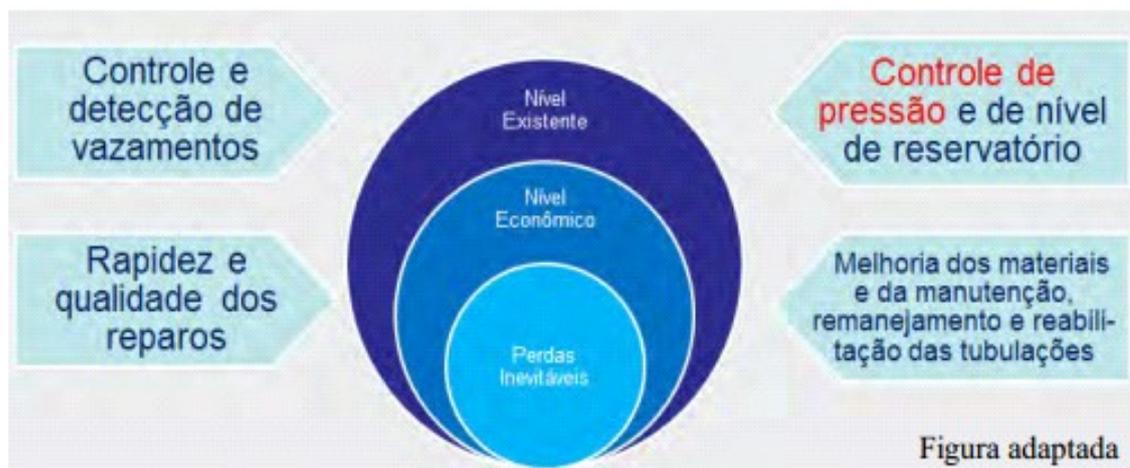
“O conceito de abastecimento de água, enquanto serviço necessário à vida das pessoas e das comunidades, insere-se no conceito mais amplo de saneamento, entendido, segundo a Organização Mundial da Saúde, como controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos sobre seu bem-estar físico, mental ou social.”

O controle em um sistema de abastecimento de água está interligado ao consumo de água e energia elétrica, fazendo – se um desafio a ser administrado. Este controle é de extrema importância para que o sistema seja eficaz e simples. (CARVALHO, 2012).

A ciência e a tecnologia estão cada vez mais interligadas com avanços e técnicas desenvolvidas para facilitar e automatizar processos além de aperfeiçoar o desempenho dos sistemas com melhoras significativas e aumento de produtividade. (CARVALHO, 2012).

Existe uma relação direta entre o controle de pressão e o índice de perdas reais de água como apresentado (Fig.8) onde apresenta a necessidade do estudo de alternativas utilizando ferramentas de gestão associadas ao controle de Sistemas de abastecimento.

figura 8 - ações de controle de perda



Fonte: adaptado, TARDELLI FILHO (2004)

Dentro dos sistemas de abastecimento, com o foco nos dimensionamentos, existem equipamentos que auxiliam no controle dos mesmos tais como válvulas de controle de pressão que são utilizadas em um sistema para reduzir a pressão de água de forma pontual ou setorial da rede. Existem também os conversores de frequência que mantêm à altura manométrica nos pontos de consumo enquanto as válvulas eliminam excesso de pressão nas partes mais baixas da rede. (CARVALHO, 2012).

Em Sistemas onde a topografia propicia desníveis geométricos entre o caminho da rede pode ser uma boa estratégia no que se refere a minimização dos custos energéticos o dimensionamento com a técnica de abastecimento por gravidade, como o presente caso estudado, no qual, leva-se em consideração os baixos impactos ambientais, redução de custos empregados aos sistemas de bombeamento de água e vantagens do sistema para promoção de novas tecnologia.

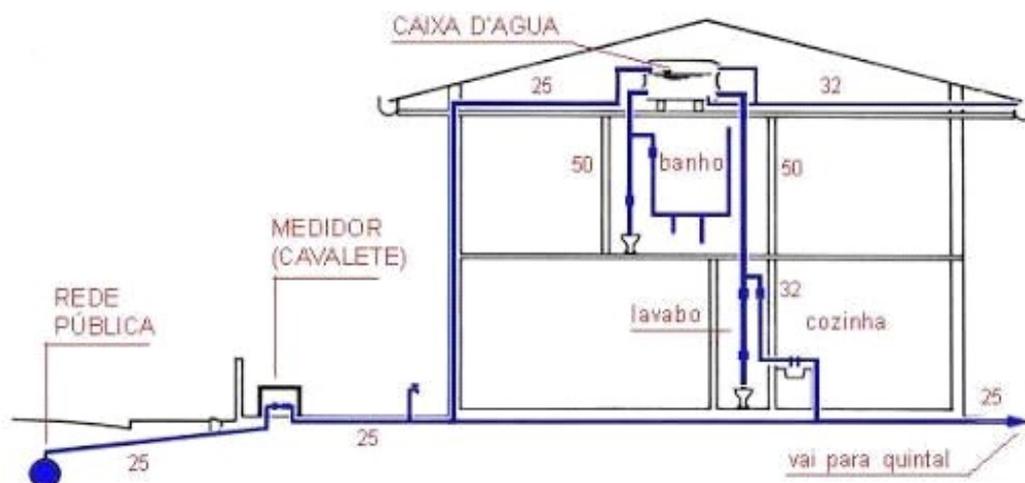
O sistema de instalações hidráulicas é composto por vários dispositivos, como tubos, conexões, válvulas, reservatórios, medidores, peças de utilização e outros componentes que vão surgindo com o avanço tecnológico para aumentar a eficiência do mesmo. Tal sistema tem como objetivo básico suprir os usuários de uma edificação com água potável necessária para suas atividades, sendo elas higiênicas, fisiológicas e domésticas diariamente (CEO, 2018).

Para tornar esse sistema funcional a necessidade de se atentar para condições de vazão, pressão, velocidade, perda de carga etc.

Para garantir tais exigências a norma ABNT NBR 5626:1998 diz que à necessidade da elaboração de projeto de instalações prediais de água fria sendo este feito por projetista profissional de nível superior. Neste projeto de instalações deve atender os seguintes requisitos previstos em norma.

- Fornecimento de água contínuo para utilização dos usuários e em quantidade suficiente para cada atividade a ser desenvolvida;
- Armazenamento do maior volume de água ao menor custo possível minimizando os efeitos decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema de abastecimento público;
- Preservação da potabilidade da água por meio de técnicas de represamento e distribuição adequadas proporcionando aos ocupantes boas condições de higiene, saúde e conforto;
- Limitação de pressões e velocidades como indicados na norma técnica, assegurando a maior durabilidade das instalações, evitando vazamentos e ruídos nas tubulações e aparelhos de utilização.

figura 9 - esquema de funcionamento de instalações de água fria



Fonte: pagina fórum da construção

Disponível em: (www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php)

Como é observado na imagem acima, um projeto que mostra de forma simplificada como é o funcionamento do sistema de água em uma residência onde a água é captada da rede pública logo em seguida passa pelo medidor e é levada ao reservatório que posteriormente é distribuída por gravidade para os pontos de utilização, esse modelo é definido como sistema misto que será mais abordado posteriormente

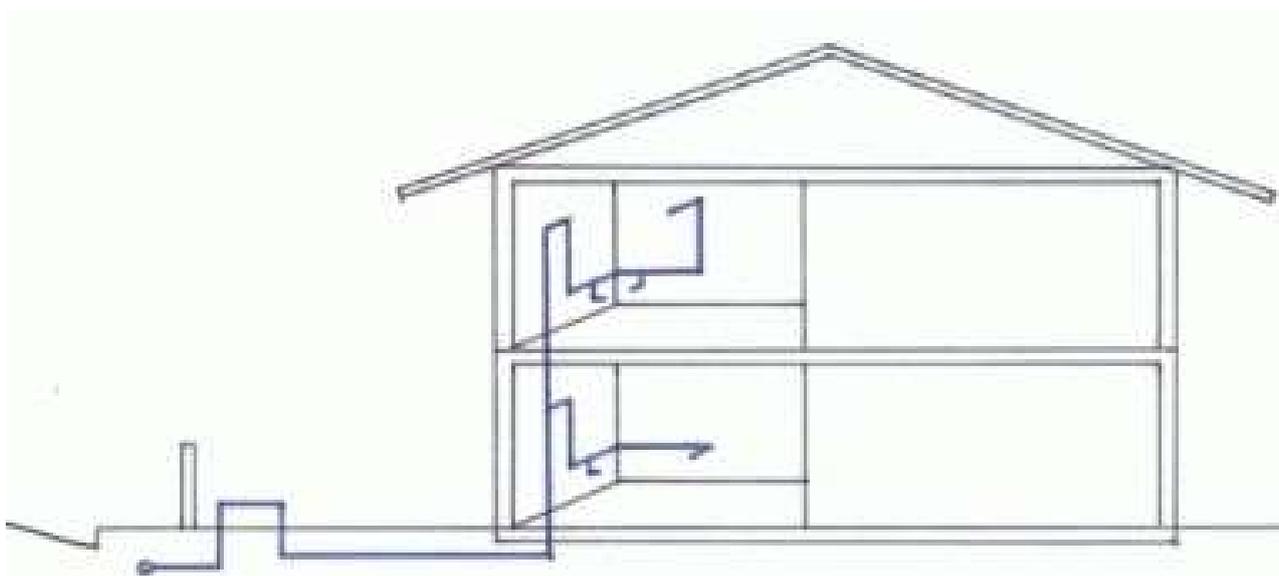
5 TIPOS DE SISTEMAS

MACINTYRE (1996) classifica em três tipos o sistema abastecimento dentro da edificação, dependendo da separação entre a rede pública e a rede interna, sendo eles: sistema direto, indireto e misto.

5.1 SISTEMA DIRETO

A água é captada diretamente da rede pública e distribuída do mesmo modo para os pontos de utilização sem a necessidade de uso do reservatório, sistema esse que é utilizado quando a concessionária da região em questão consegue fornecer o abastecimento ininterrupto de água.

figura 10 - Sistema Direto de água fria



Fonte: página neoipsum

Disponível em: (www.neoipsum.com.br/sistemas-de-distribuicao-hidraulica-predial)

5.2 SISTEMA INDIRETO

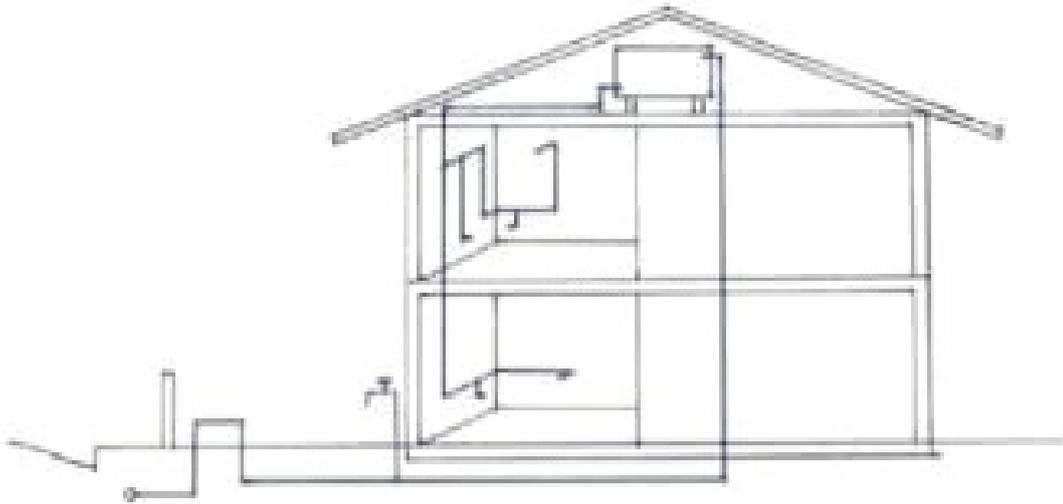
Neste modelo de sistema o abastecimento é feito por intermédio de um reservatório onde a água é captada diretamente da rede pública e direcionada ao reservatório sendo distribuída aos pontos de utilização por gravidade. A presença deste modelo de sistema elimina a necessidade do abastecimento ininterrupto por meio da concessionária trazendo mais segurança ao cliente.

Este sistema de distribuição indireto traz consigo três possibilidades.

5.2.1 Sistema Indireto sem Bombeamento.

Utilizado quando a pressão fornecida pela concessionária é suficiente para transportar a água ao reservatório.

figura 11 - Sistema Indireto de água fria.

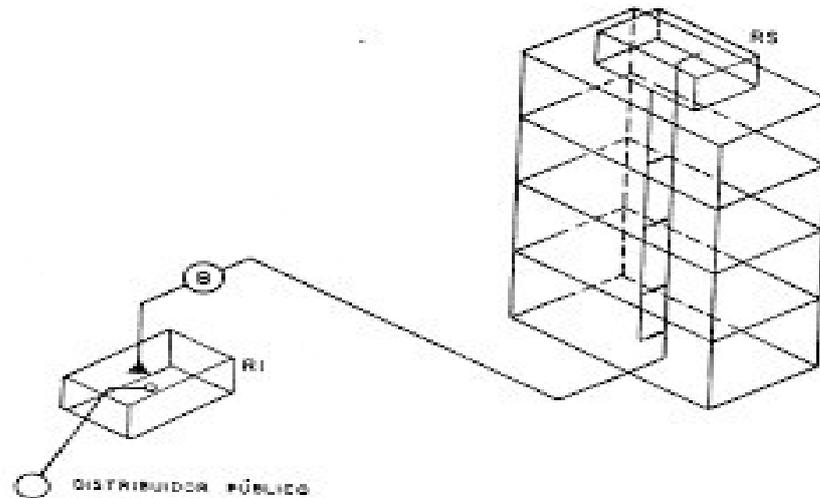


Fonte: FELIPE, (2020).

5.2.2 Sistema indireto com bombeamento.

Esse sistema é adotado quando o edifício a ser abastecido possui mais de 3 pavimentos, (9 metros) ou quando o volume necessário de reserva torna inviável utilizar apenas o reservatório superior, devido à sobrecarga da estrutura. Neste caso é adotado um reservatório inferior de onde a água é bombeada para um reservatório superior que por sua vez abastece os pontos de uso da residência por gravidade. Uma vantagem adicional desse tipo de sistema é o alívio da sobrecarga na estrutura uma vez que parte do volume reservado fica no nível do solo.

figura 12 - Sistema Indireto com bombeamento de água fria.



Fonte: Ghisi, (2004).

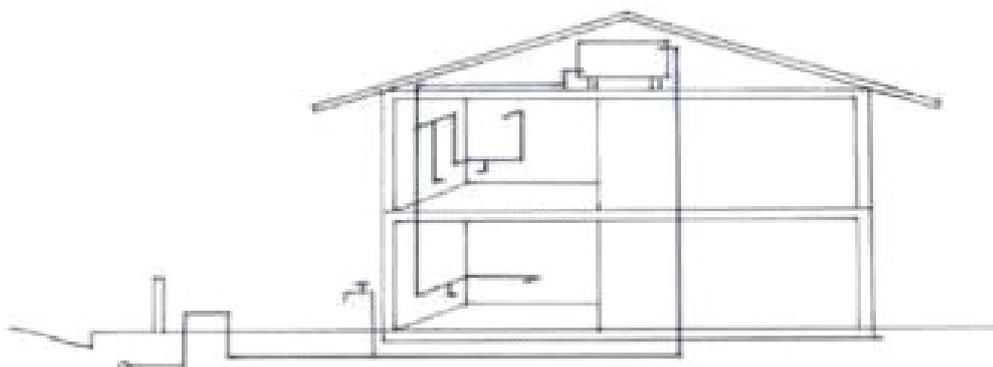
5.2.3 Sistema Hidropneumático

Esse sistema consiste na adoção de um equipamento de pressurização de água a partir de um reservatório inferior, abastecido pela rede pública. Esse sistema é adotado quando não convém construir um reservatório superior e não se deseja ficar à mercê da irregularidade do abastecimento da rede pública. Este sistema possui um custo elevado e necessita uma manutenção constante. Além da inoperância do sistema em caso de interrupção do fornecimento de energia.

5.3 SISTEMA MISTO

Este sistema é um dos sistemas mais utilizados onde os pontos principais da instalação é atendido pelo sistema indireto e os pontos restantes pelo sistema direto, proporcionando assim menor volume reservado no reservatório superior.

figura 13 - Sistema Misto de água fria.

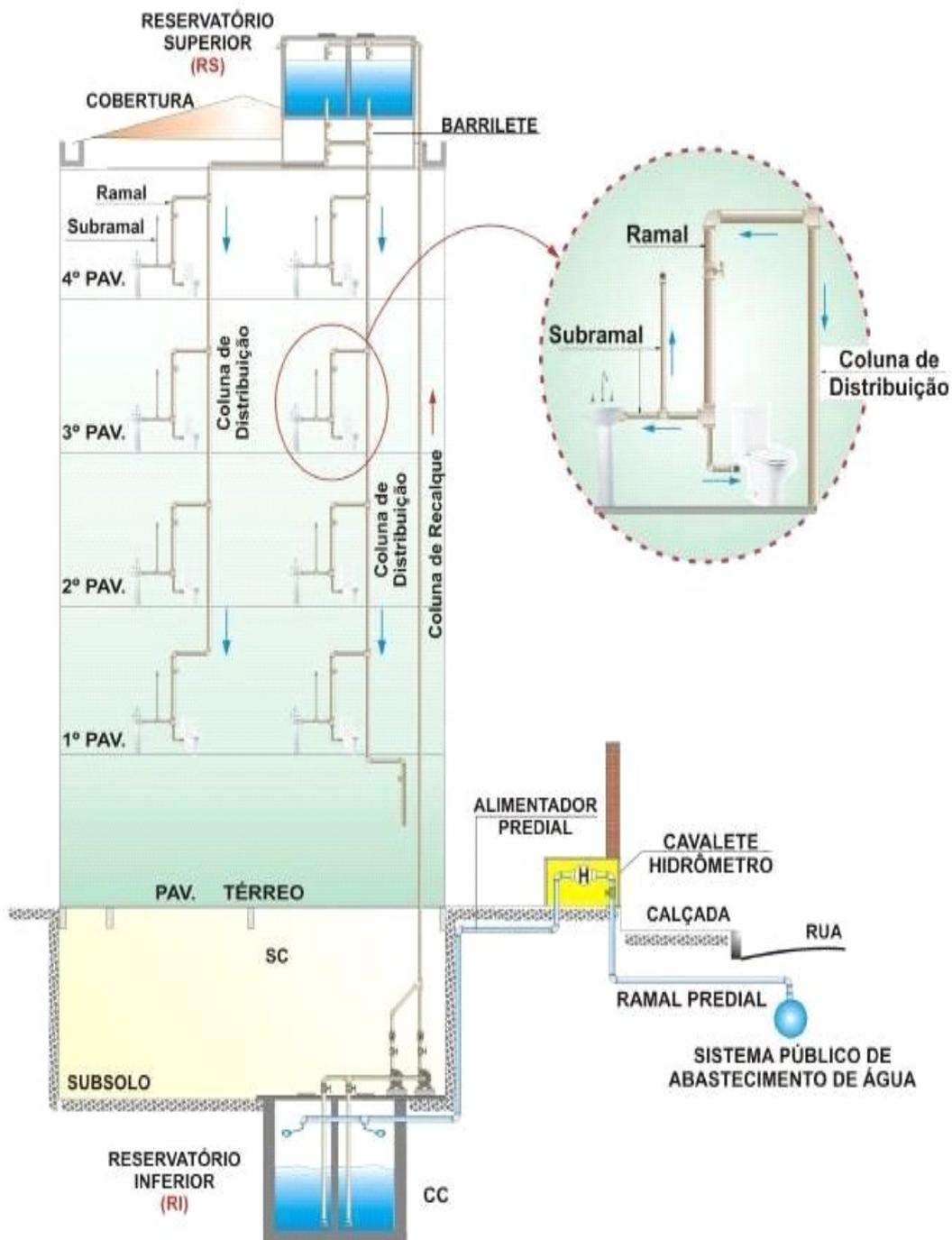


Fonte: FELIPE (2020).

6 ELEMENTOS DO SISTEMA

As instalações hidráulicas de água fria que compõe o projeto em si e composto por várias partes desde o sistema público até os pontos de utilização como pode ser observado na imagem abaixo.

figura 14 - Elementos sistema de instalações de água fria.



Fonte: Oliveira (2018).

As definições e significados dessas respectivas partes do sistema de acordo com a NBR 5626:1998 são:

- Ramal Predial

Tubulação entre a rede pública de abastecimento de água e a rede predial de abastecimento ou cavalete do Hidrômetro, seu tamanho é definido pela concessionária.

- Alimentador Predial

Tubulação que liga a fonte de abastecimento (Ramal Predial) ao reservatório do edifício.

- Coluna de Recalque

Tubulação utilizada no caso da existência de reservatório inferior, fazendo a ligação do reservatório inferior ao superior.

- Barrilete

Tubulação que se origina do reservatório superior e conecta-se as colunas de distribuição no caso de abastecimento indireto.

- Coluna de Distribuição

Tubulação que deriva do barrilete e se conecta aos ramais.

- Ramal

Tubulação que deriva da coluna de distribuição e se conecta aos sub-ramais.

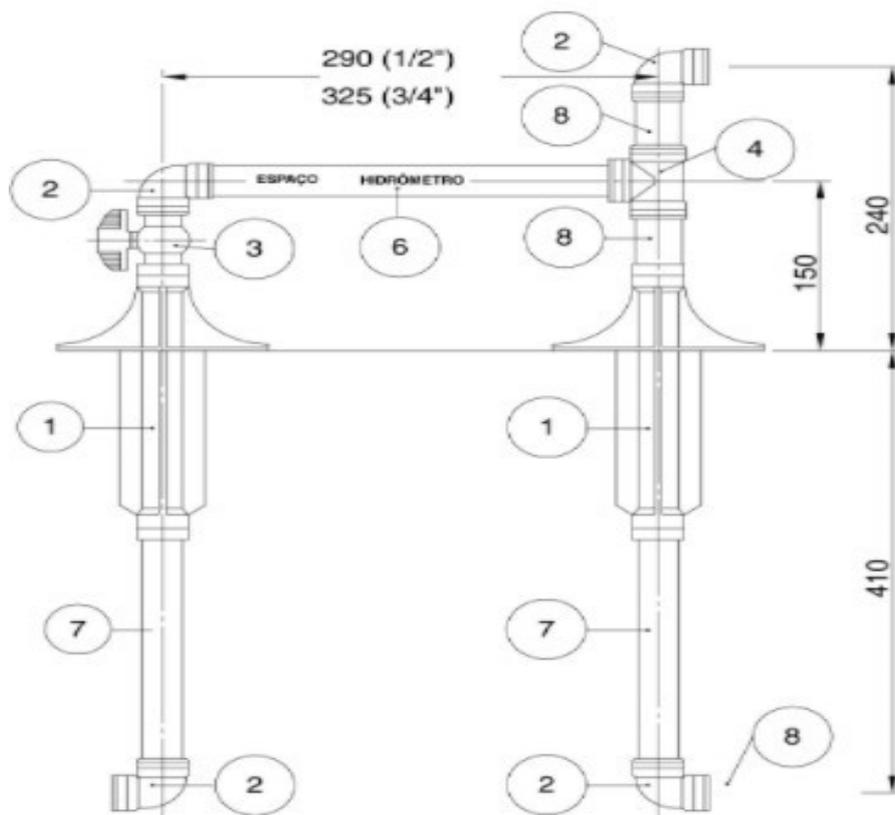
- Sub-ramal

Tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização.

6.1 HIDROMETRO

O aparelho que mede o consumo de água é o hidrômetro. É fornecido e instalado pelo Serviço de Águas da municipalidade, mas o usuário deverá preparar a instalação para recebê-lo. Para isso, as tubulações, conexões e registro são montados de modo a ser possível encaixar e fixar o hidrômetro. Essa armação é denominada cavalete. MACINTYRE (2020).

figura 15 - Modelo kit cavalete PVC



Fonte: Macintyre, (2020)

tabela 1 - descrição da figura 7

Nº	QTD	DESCRIÇÃO
1	2	TUBO ALETADO RB $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$,"
2	4	JOELHO RB 90° $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$,"
3	1	REGISTRO ESF. COM BORBOLETA $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$,"
4	1	TÊ RB 90° $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$,"
5	1	CAP $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$,"
6	1	TUBO PVC RIGIDO $\frac{1}{2}$ " x 250mm ou $\frac{3}{4}$," x 290mm

7	2	TUBO PVC RIGIDO 1/2 " ou 3/4" x 230mm
8	3	TUBO PVC RIGIDO 1/2 " ou 3/4" x 70mm

fonte: Macintyre, (2020)

6.2 CONSUMO DE ÁGUA

Para se determinar o consumo de água a se utilizar em projeto e necessário conhecer a finalidade e objetivo da edificação. MACINTYRE (1996) observa que o consumo médio de água cresce com a importância da população a qual está abordando e varia com o clima, o grau de civilização e os costumes locais. Geralmente para efeito de cálculo adota-se 200 litros por habitante por dia MACINTYRE (1996) explica, este número é dividido da seguinte forma: • 100 L para uso doméstico, sendo 50 L para asseio pessoal, 15 L para bebida e cozinha, 20 L para banheiro e 15 L para lavagem de casa e roupa;

50 L para uso no local de trabalho;

25 L para usos diversos, como restaurantes e locais de lazer;

25 L para perdas.

6.3 RESERVATÓRIOS

Se o sistema adotado for indireto ou misto haverá a necessidade da utilização de reservatório, a capacidade adotada dependerá do consumo médio diário.

A capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água do edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções no abastecimento (ABNT NBR 5626:1998).

O conhecimento de tais informações sobre o abastecimento de determinada região é de extrema importância pois influencia diretamente o projeto. A interrupção do abastecimento pode ser dada por vários motivos, como reparo na rede pública, ampliação de rede, falta de energia, racionamento, falta de pressão na rede tornando-se assim conveniente a projeto ter uma reserva pré-estabelecida para essas eventualidades.

A norma ABNT NBR 5626:1998 menciona alguns cuidados quanto ao reservatório, onde o mesmo deve garantir o padrão de portabilidade, não deve transmitir gosto, cor, odor ou toxidade

à água nem promover ou estimular o crescimento de microrganismos. O reservatório deve ser um recipiente estanque que possua tampa para evitar contaminações externas.

7 NBR 5626-2020

Norma para Sistemas Prediais de água fria que vem para substituir a NBR 5626-1998 a qual regulava as regras e modelos de projetos hidráulicos de água fria. A NBR 5626-2020 não erradica por completo a NBR 5625-1998 pelo contrário aproveita-se boa parte de sua base acrescentando mais desempenho melhorando a execução e trazendo objetividade ao projeto desenvolvido. Para melhorar o desempenho da NBR 5626-2020 foram feitas algumas mudanças pontuais que impactam diretamente ao projeto, dentre essas mudanças pode ser destacada: Utilização de 10 kpa de pressão dinâmica para qualquer ponto de utilização. A não especificação de uma velocidade limite de 3m/s para cálculo desassociando a ideia de causa e efeito entre a mesma e o golpe de aríete. E também a mudança padrão de cálculo utilizado sendo adotado agora a Formula Universal (ou formula de Darcy-Weisbach). Tais mudanças trazem alteração na rotina de cálculo do sistema prediais de água fria que estava em vigência pela NBR 5626-1998, mudanças essas que serão tratadas neste estudo.

8 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA PERDA DE CARGA TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA

A determinação da perda de carga distribuída pode ser realizada pelo método racional ou pelo método empírico. No primeiro emprega-se a equação de Darcy-Weisbach obtido a partir de análise dimensional. No segundo, são empregadas fórmulas obtidas a partir de experimentos e utilizáveis para água escoando em um determinado tipo de conduto, como por exemplo, a equação de Hazen-Williams, a equação de Flamant e a equação de Fair-Whipple-Hsiao (MACINTYRE, 1996).

O escoamento em tubulações envolve problemas como descarga, vazão, diâmetro, velocidade de escoamento e perda de carga unitária.

Segundo (MACINTYRE, 2020). Essas grandezas não são interdependentes e a determinação da perda de carga normal, ou seja, ao longo de uma tubulação retilínea e uniforme, pode ser realizada por um dos seguintes métodos:

- Método racional ou universal: aplicável a quaisquer líquidos e tubulações. Emprega-se a equação de *Darcy-Weisbach* ou a *Colebrook-White*. Aplica um coeficiente de atrito f , que depende da rugosidade do encanamento e do *número de Reynolds*, que, por sua vez, é função da velocidade de escoamento, do diâmetro

e do coeficiente de viscosidade cinemática. Empregando-se os *diagramas de Moody* ou de *Hunter-Rouse*, obtém-se a perda de carga unitária, J_u :

$$J_u = f/D \times V^2/2g = 8f/\pi^2g \times Q^2/D^5$$

- Método empírico: consiste em aplicar fórmulas empíricas utilizáveis para água e determinado tipo de material e diâmetros de tubulação. São muitas as fórmulas utilizadas na hidráulica disponíveis na literatura, entre as quais se destacam as seguintes.

Fórmula de *Fair-Whipple-Hsiao* (FWH), para aço galvanizado e ferro fundido até o diâmetro de 100 mm (4”).

$$Q = 27,1111 \times J^{0,632} \times D^{2,596}$$

ou

$$J_u = 0,002021 \times Q^{1,88} / D^{4,88}$$

e, para PVC ou cobre até 100 mm (4”).

$$Q = 55,934 \times J^{0,571} \times D^{2,714}$$

ou

$$J_u = 0,0008695 \times Q^{1,75} / D^{4,75}$$

Fórmula de Hazen-Williams (HW), para diâmetros de 50 mm até 2400 mm e vários tipos de material de tubo e de revestimento.

$$Q = 0,278531 \times C \times J^{0,51} \times D^{2,63}$$

ou

$$J_u = 10,641 / C^{1,85} \times Q^{1,85} / D^{4,87}$$

em que C é igual a;

100, para ferro fundido após 15 a 20 anos de uso;
 110, para aço soldado com 10 anos de uso;
 90, para ferro fundido usado ou aço soldado com 20 anos de uso;
 75, para aço soldado com 30 anos de uso;
 125, para aço galvanizado com costura;
 130, para aço soldado novo;
 130, para aço soldado com revestimento especial;
 130, para cobre e latão; 125, para PVC até 50 mm de diâmetro;
 135, para PVC de 75 mm e 100 mm de diâmetro;
 140, para PVC com mais de 100 mm de diâmetro;
 130, para cimento-amianto; e 120, para ferro fundido revestido de cimento;
 As fórmulas de Fair-Whipple-Hsiao (FWH) são recomendadas pela NBR 5626:1998.

8.1 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

O sistema de instalações de água fria inicia-se a partir do dispositivo de medição conhecido como hidrômetro. A princípio deve se definir alguns parâmetros básicos como o tipo de abastecimento, que pode ser direito, indireto ou misto. No também dever ser definido o tipo de material que será utilizado como por exemplo poli cloreto de vinila (PVC), ferro fundido (FoFo), cobre, dentre outros materiais existentes no mercado.

NETTO (2015) recomenda que a velocidade máxima da água nas tubulações, descrita pela Equação 1, não exceda 3 m/s, para evitar a propagação de ruídos.

$$v \leq 14 \times \sqrt{DI}$$

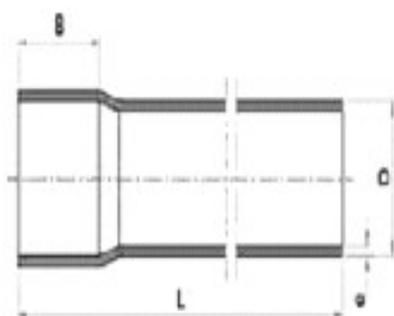
Onde:

v – Velocidade da água dentro da tubulação, em m/s;

DI – Diâmetro interno da tubulação, em m.

A partir desta equação e possível determinar as vazões máximas para cada bitola comercial de tubulação. Utilizando o catálogo da tigre (tabela 02) como exemplo, retira-se as dimensões das tubulações utilizadas para água fria. Com as informações aplicada na equação 1 e limitando a velocidade a 3m/s elaborou-se a tabela 3 .

tabela 2 - Dimensões das tubulações da marca TIGRE



-	DIMENSÕES								
Cotas	20	25	32	40	50	60	75	85	110
B	32	32	32	40	50	60	70	77	91
D	20	25	32	40	50	60	75	85	110
e	1,5	1,7	2,1	2,4	3,0	3,3	4,2	4,7	6,1
L	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Fonte: Catálogo Tigre (2018).

tabela 3 - Vazões máximas para as bitolas comerciais da tubulação Tigre

DIAMETRO EXTERNO (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110
ESPESSURA (mm)	1,5	1,7	2,1	2,4	3	3,3	4,2	4,7	6,1
DIAMETRO INTERNO (mm)	17	21,6	27,8	35,2	44	53,4	66,6	75,6	97,8
VAZÃO MÁXIMA (l/s)	0,7	1,1	1,8	2,9	4,6	6,7	10,5	13,5	22,5

Fonte: Autor (2019).

De acordo com (NETTO,2015) recomenda que a perda de carga unitária no barrilete e no trecho mais elevado da coluna não seja superior a 0,08 m/m. As expressões recomendadas pela ABNT NBR 5626:1998 para cálculo da perda de carga são a Fair-Whipple e Hsiao, que a após a inserção dos valores e possível dimensionar a perda de carga para tubos hidráulicamente rugosos (aço carbono, aço galvanizado) pela Equação 2.

$$J = 19,6 \times 10^6 \times Q^{1,88} \times D^{-4,88}$$

e para tubos hidráulicamente lisos (PVC, polietileno, cobre) pela Equação 3.

$$J = 8,63 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75}$$

Onde:

J – Perda de carga unitária, em kPa/m (1 kPa/m é equivalente a 0,1 m.c.a.);

Q – Vazão estimada, em L/s;

D – Diâmetro interno, em mm.

Em relação a pressão (NETTO,2015), refere que: a pressão estática máxima é limitada em 400 kPa (40 m.c.a.), a pressão mínima em qualquer ponto da rede não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 m.c.a.) e para o bom funcionamento das peças de utilização a pressão deve ser de 10 kPa (1,0 m.c.a.) e deve atender as vazões de projeto descritas na Figura 10.

tabela 4 - Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projetos L/s
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15
		Válvula de descarga	1,70
Banheira		Misturador (água fria)	0,30
Bebedouro		Registro de pressão	0,10
Bidê		Misturador (água fria)	0,10
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25
		Torneira elétrica	0,1
Tanque		Torneira	0,25
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998)

8.2 OBTENÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA FRIA

No dimensionamento do consumo diário é necessário determinar a população. Para isso descobre-se o consumo diário per capita dado pela Figura 11 e a taxa de ocupação informada pela

Figura 12. Com esses dados é possível encontrar o consumo diário de uma edificação pela Equação 4. (MACINTYRE, 1996).

$$CD = P \times C_{per\ capita}$$

Onde:

CD – Consumo diário, em Litros por dia;

P – População, em habitantes;

$C_{per\ capita}$ – Consumo per capita, em Litros por dia por habitante.

tabela 5 - Estimativa de consumo diário de água

	TIPO DE PRÉDIO	UNIDADE	CONSUMO l/dia
1.	SERVIÇO DOMÉSTICO		
	Apartamentos	per capta	200
	Apartamentos de luxo	por dormitório	300 a 400

Fonte: MACINTYRE (1996)

tabela 6 - Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

NATUREZA DO LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
Prédio de apartamentos	Duas pessoas por dormitório e 200 a 250 l/pessoa/dia
Prédio de escritórios de:	
* uma só entidade locadora	Uma pessoa por 7 m ² de área
* mais de uma entidade locadora	Uma pessoa por 5 m ² de área
* segundo o código de obras	6 litros por m ² de área útil
Restaurantes	Uma pessoa por 1,50 m ² de área
Teatros e cinemas	Uma cadeira para cada 0,70m ² de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,5 m ² de área
Lojas (pavimentos superiores)	Uma pessoa por 5,0 m ² de área
Supermercados	Uma pessoa por 2,5 m ² de área
Shopping centers	Uma pessoa por 5,0 m ² de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 5,5 m ² de área

Fonte: MACINTYRE (1996)

8.3 DETERMINAÇÃO DO RAMAL PREDIAL, CAVALETE E ALIMENTADOR PREDIAL

Com o consumo diário é possível realizar o dimensionamento do diâmetro mínimo do ramal predial, que geralmente é de 20 mm (¾”) para residências e pequenos edifícios, no entanto cada concessionária estabelece a faixa de vazão. O DMAE adota a vazão característica relacionando-a com o consumo mensal e o diâmetro do ramal predial, apresentado na Figura 2.10.1. Logo basta multiplicar o consumo diário por trinta dias, como visto na equação, e encontrar na Figura 2.10.1 a descarga característica. Assim, tanto o cavalete, quanto o alimentar predial e o ramal predial terão o mesmo diâmetro (OLIVEIRA, 2018).

$$CM = 30 \text{ dias} \times CD$$

Onde:

CM – Consumo mensal, em Litros;

CD – Consumo diário.

tabela 7 - Determinação da capacidade do hidrômetro (DMAE – Uberlândia)

DESCARGA CARACTERÍSTICA (m ³ /h)	Dref (DN)	CONSUMO MENSAL MAXIMO (m ³)
1,5	¾' - 20mm	0-20
3	¾' - 20mm	21-300
10	1" - 25mm	301 - 1200
20	1.1/2" - 25mm	1201 - 2400
30	2" - 50mm	2401 - 8000
60	3" - 75mm	8001 - 16000
100	4" - 100mm	16001 - 27000
200	5" - 125mm	27001 - 54000
300	6" - 150mm	54001 - 90000

Fonte: Oliveira (2018)

8.4 DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

De acordo a norma ABNT NBR 5626:1998, a reserva de água fria deve ser o suficiente para 24 horas de consumo normal de uma edificação, sem considerar a reserva de incêndio. Utilizando o consumo diário e possível calcular a capacidade do reservatório. O volume total reservado varia de 1 a 3 vezes o consumo diário:

$$1 \times CD \leq V \leq 3 \times CD$$

Onde:

CD – Consumo diário, em Litros por dia;

V – Volume total reservado.

A norma ABNT NBR 5626:1998 direciona a distribuição do volume armazenado em reservatórios superior e inferior a uma taxa de 40% e 60% do volume total, respectivamente. (MACINTYRE,1996) sugere que o diâmetro da tubulação do extravasor do reservatório seja a bitola comercial acima da utilizada na alimentação do reservatório.

8.5 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

No dimensionamento da rede interna de distribuição as vazões dos ramais e sub-ramais são obtidas por meio da Figura 14 que relaciona os pesos relativos, obtidos empiricamente, com a vazão de projeto. (ABNT NBR 5626:1998).

tabela 8 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projetos L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998 p.28)

Para dimensionamento dos elementos do sistema (barrilete, ramais e sub-ramais.) a ABNT NBR 5626:1998 utiliza uma rotina de cálculos, demonstrada na tabela 8, a serem utilizados para preenchimento da planilha modelo apresentada na tabela 9

tabela 9 - Rotina para dimensionamento das tubulações

Passo	Atividade	Coluna da planilha a preencher
1º	Preparar o esquema isométrico da rede e numerar seqüencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete	
2º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha	1
3º	Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, usando a tabela A.1	2
4º	Calcular para cada trecho a vazão estimada, em litros por segundo, com base na equação apresentada em A.1.2	3
5º	Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária (calculada pelas equações indicadas em A.2.1) de cada trecho	4, 5 e 6
6º	Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário	7
7º	Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água (10 kN/m³)	8
8º	Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado	9
9º	Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões	10
10º	Determinar a perda de carga de cada trecho, multiplicando os valores das colunas 6 e 10 da planilha	11
11º	Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos	12
12º	Obter a perda de carga total de cada trecho, somando os valores das colunas 11 e 12 da planilha	13
13º	Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total (coluna 13) da pressão disponível (coluna 8)	14
14º	Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão for negativa, repetir os passos 5º ao 13º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho	

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998 p.33)

tabela 10 - Planilha modelo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cota desce + sobe -	Pressão disponível (14) + 10 x (7)	Comprimento da tubulação		Perda de carga			Pressão disponível residual (8) - (13)	Pressão requerida no ponto de utilização
								Real	Equivalente	Tubulação (10) x (6)	Registros e outros	Total (11) + (12)		
		L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998 p.32)

A Equação 7 estima a vazão na tubulação em análise (ABNT NBR 5626:1998).

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P}$$

Onde:

Q – Vazão estimada da seção considerada, em Litros por segundo;

$\sum P$ – Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

A (ABNT NBR 5626:1998) determina a velocidade da água dentro da tubulação em análise através da equação da velocidade. Para o dimensionamento da tubulação compara-se a vazão estimada na equação da vazão e busca-se um diâmetro que sustente a vazão obtida na tabela 1. As perdas de carga são dadas pelas Equações 2 e 3, dependendo do tipo de material que é constituída a tubulação.

$$v = 4000 \times \frac{Q}{\pi \times d^2}$$

Onde:

v – Velocidade, em m/s;

Q – Vazão estimada, em L/s;

d – Diâmetro interno da tubulação, em mm.

A perda de carga total é obtida multiplicando o comprimento da tubulação pela perda de carga unitária. No entanto as tubulações possuem peças especiais e conexões. A perda de carga nesses elementos é calculada pelo método dos comprimentos virtuais ou equivalentes, que compara a perda de carga produzida por uma peça especial ou conexão com a mesma perda de carga produzida por um comprimento equivalente de um tubo de mesmo material e diâmetro. Tais valores são encontrados nas (tabela 10 e 11). A perda de carga em registro de gaveta aberto é desconsiderada por apresentar valores baixos (MACINTYRE, 1996).

tabela 11 - Perda de carga em conexões – Comprimento equivalente para tubo rugoso

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,7
20	0,7	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0
25	0,9	0,4	0,7	0,4	0,2	1,4
32	1,2	0,5	0,8	0,5	0,2	1,7
40	1,4	0,6	1,0	0,6	0,2	2,1
50	1,9	0,9	1,4	0,8	0,3	2,7
65	2,4	1,1	1,7	1,0	0,4	3,4
80	2,8	1,3	2,0	1,2	0,5	4,1
100	3,8	1,7	2,7	...	0,7	5,5
125	4,7	2,2	0,8	6,9
150	5,6	2,6	4,0	...	1,0	8,2

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998 p.29)

tabela 12 - Perda de carga em conexões – Comprimento equivalente para tubo liso

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8
80	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3
125	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998 p.30)

A equação abaixo determina a perda de carga em válvulas de pressão (torneiras e registros de pressão) juntamente com o valor do coeficiente de perda de carga, presente na equação, que é dado abaixo. A ABNT NBR 5626:1998 sugere a norma NBR 10071:1994 para obtenção da (Figura 2.11.6) com o valor do coeficiente K, entretanto ela foi substituída pela ABNT NBR 15704-1:2011.

$$h_f = 8 \times 10^6 \times \left(\frac{K \times Q}{\pi \times D^2} \right)^2$$

Onde:

h_f – Perda de carga, em kPa;

K – Coeficiente de perda de carga;

Q – Vazão, em L/s; D – Diâmetro, em mm.

tabela 13 - Valores máximos do coeficiente K da perda de carga

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo DE	Valores de K	Faixa de vazão para determinação de K L/s
15	20	45	$0,25 \pm 0,05$
20	25	40	$0,50 \pm 0,10$
25	32	32	$0,85 \pm 0,25$

Fonte: ABNT NBR 15704-1 (2011 p.20)

Deve-se verificar a pressão em cada ponto de utilização do sistema. A pressão na rede não pode estar abaixo 0,5 (m.c.a). e 1 (m.c.a) para os pontos de utilização. Utilizando este método e possível calcular o diâmetro dos elementos do sistema cumprindo com as exigências da norma ABNT NBR 5626:1998.

9 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

No decorrer do tempo, equações matemáticas foram desenvolvidas para descrever e demonstrar o movimento dos fluidos. De acordo com (STREETER,1974, P. 109) “[...] a natureza do escoamento de um fluido real é muito complexa. As leis básicas que descrevem o movimento de um fluido não são de fácil formulação, nem de fácil manejo matemático, de forma que se necessita de recursos experimentais”

Existem diversas abordagens e equações para a determinação do movimento de fluidos, como: as equações da continuidade, a equação de Bernoulli, as leis da mecânica básica assim como análises matemática a respeito da hidráulica que resultaram em diretrizes, como o físico italiano, Giovanni Battista Venturi, que buscou uma abordagem tomando-se como princípio a equação de Bernoulli, para idealizar o chamado tubo de venturi, que sucintamente indica a variação da pressão de um fluido em escoamento em regiões com áreas transversais diferentes.

No entanto, de um modo geral, todas as equações possuem algum tipo de limitação, seja quanto à aplicabilidade da equação, seja a respeito das técnicas e regras matemáticas para o emprego e solução das mesmas. Diante disso é estabelecida normativas no âmbito técnico e

organizacional, visando atender satisfatoriamente às demandas para caracterização do movimento dos fluidos.

Mediante a necessidade a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou no dia 30/09/1998 a norma que consiste no regulamento para instalações prediais de água fria e água quente, a normativa que recentemente foi atualizada. “Instalação predial de água fria – projeto, execução, operação e manutenção”. Essa atualização da norma trouxe uma maior preocupação com a atenção quanto “exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria.” (NBR 5626, 1998).

figura 16 - NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 220-1762/220-6436
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1998,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 1998	NBR 5626
Instalação predial de água fria	
<p>Origem: Projeto NBR 5626:1996 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:009.03 - Comissão de Estudo de Instalações Prediais de Água Fria NBR 5626 - Cold water building installation Descriptors: Building installation. Cold water. Water supply Esta Norma cancela e substitui as NBR 5651:1977, NBR 5657:1977 e NBR 5658:1977 Esta Norma substitui a NBR 5626:1982 Válida a partir de 30.10.1998</p>	
Palavras-chave: Instalação predial. Água fria. Abastecimento de água	41 páginas

Fonte: ABNT 5626 (1998 P.06)

A norma orienta que além das funções de dimensionamento e funcionamento básicas do sistema de abastecimento de água, o projeto deve ainda atender aos seguintes requisitos (NBR 5626:1998).

1. Preservar a potabilidade da água;
2. Promover economia de água e de energia;

3. Possibilitar manutenção fácil e econômica;
4. Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
5. proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

9.1 DIRETRIZES DE PROJETO

Com a necessidade da elaboração de um sistema que obedeça todas as necessidades do cliente e, também, aos critérios de qualidade exigidos pela norma brasileira, o desenvolvimento e o dimensionamento do projeto foram realizados em conformidade com as prescrições da NBR 5626:1998, onde as instalações de água fria devem ser projetadas de modo a “garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes” (NBR 5626:1998).

A determinação de pressão de água para o dimensionamento de instalações prediais pode ser classificada em: pressão estática, na qual, pode ser definida como a pressão exercida na água que está parada na tubulação. A norma recomenda que a pressão estática seja menor que 40 MCA. Já a pressão dinâmica pode ser definida como a pressão exercida sob a água que está em movimento na tubulação, onde, o mínimo para rede de distribuição é: maior ou igual a 0,5 PA e no ponto de utilização maior ou igual a 10 KPA, levando em consideração a utilização de caixa de descarga, onde a norma aceita uma pressão maior ou igual a 0,5 KPA. E a velocidade indicada sendo menor ou igual a 3,0 m/s.

O estudo de caso analisado foi desenvolvido, através da parceria entre as empresas Tauá Hotel e Convention, onde, o projeto foi concretizado, no resort Alexânia localizado na ROD BR 060 KM 23 - Faz Pedra Redonda em Goiás e a empresa TermoCOP Engenharia e instalações industriais responsável pelo desenvolvimento e execução do mesmo. O projeto teve por objetivo dimensionar um sistema de abastecimento por gravidade predial, utilizando de recursos existentes para atender a necessidade do cliente, custo benefício e aos critérios de qualidade.

Para a realização do estudo, foi utilizado o projeto original executivo de um dos edifícios multifamiliar do resort, compostos de 6 pavimentos tipos e um pavimento técnico. A edificação Alexânia 01, foi escolhida por apresentar o ponto mais crítico para a chegada e distribuição de água fria no sistema de gravidade.

figura 17 - projeto de implantação



Fonte: autor (2020)

Para o início do dimensionamento do projeto é necessário o levantamento prévio de informações primárias, sendo elas (NBR 5626:1998).

1. Características do consumo predial (volumes, vazões máximas e médias, características da água, etc.)
2. Características da oferta de água (disponibilidade de vazão, faixa de variação das pressões, constância do abastecimento, características da água, etc.);
3. Necessidades de reservação, inclusive para combate a incêndio;
4. No caso de captação local de água, as características da água, a posição do nível do lençol subterrâneo e a previsão quanto ao risco de contaminação.

Sendo assim ao dar início ao dimensionamento de água fria da edificação, foi realizada uma análise prévia do projeto o arquitetônico do edifício levando em consideração a quantidade pontos de utilização de aparelhos sanitários em seus respectivos ambientes de uso e a taxa ocupacional de cada unidade para que assim possa ser garantida a quantidade suficiente e mantendo a qualidade da água fornecida.

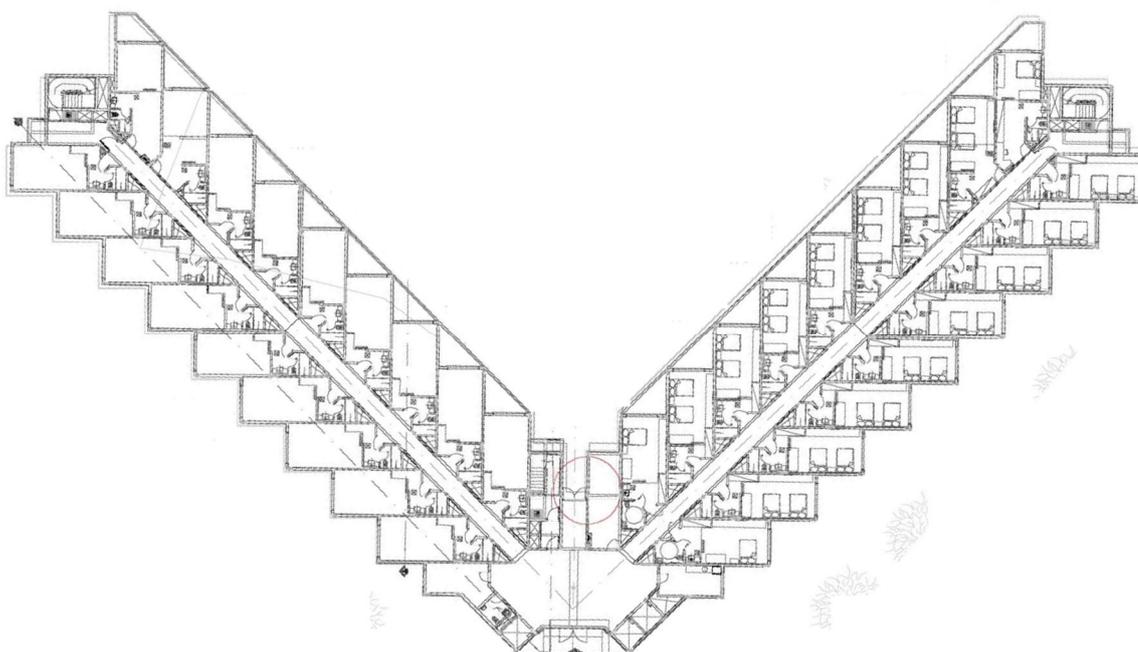
9.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Segundo a NBR 5626:1998 a “instalação predial de água fria é um sistema composto por tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes, destinado a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização.” Sendo assim, o sistema de abastecimento é responsável por conduzir a água potável até as instalações finais.

A rede de predial de distribuição é estruturado pelos seguintes componentes: “conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos, destinado a levar água aos pontos de utilização.” (NBR 5626:1998 P. 4).

O dimensionamento do sistema estudado fornecerá os diâmetros, velocidade e vazão necessários para a concepção do projeto visto que a metodologia empregada é diferente dos métodos convencionais, para que venha a atender a demanda do cliente com conforto e satisfação.

figura 18 - planta pavimentos tipo (Tauá hotel e convention Alexânia)



Fonte: autor (2020)

A edificação estudada é dotada de 10.493m² de área construída, 6 pavimentos, dos quais, os 4 primeiros são compostos por 28 apartamentos standard com 33m² cada, 2 apartamentos duplo com 66m² (família) e 4 apartamentos PNE (portador de necessidades especiais) com 33m², já os pavimentos 5° e 6° são compostos por 28 apartamentos standard, 2 apartamentos duplo com 66m² (luxo) e 4 apartamentos PNE (portador de necessidades especiais).

O apartamento standard e PNE (portador de necessidades especiais) dessa edificação abrange os seguintes pontos de alimentação de água: 1 chuveiro com misturador, 1 ducha higiênica, 1 ponto de alimentação de bacia sanitária, 2 pontos de água para lavabo com misturador. O apartamento duplo é composto por: 2 chuveiros com misturador, 2 duchas higiênica, 2 pontos de alimentação de bacia sanitária, 4 pontos de água para lavabo com misturador e 1 ponto de água para pia da copa, e o apartamento luxo é composto por: 2 chuveiros com misturador, 1 ducha higiênica, 2 pontos de alimentação de bacia sanitária, 1 ponto de água para bidê, 6 pontos de água

para lavabo com misturador, 2 pontos de água para a banheira de hidromassagem e 1 ponto de água para pia da copa.

Encontram-se, também, 1 banheiro social por pavimento, onde, dispõe os seguintes pontos de alimentação de água: 1 ducha higiênica, 1 ponto de alimentação de bacia sanitária, 1 ponto de alimentação de lavabo e 1 ponto de alimentação de tanque. Há também uma copa com 1 ponto de água para pia e 1 ponto de água para filtro.

A edificação também é dotada de uma área técnica no 7º pavimento, na qual, encontra-se o barrilete de alimentação predial e as válvulas redutoras de pressão, que tem por objetivo a distribuição de água pelos ramais até os apartamentos.

Totalizando assim, 216 apartamentos com uma área de 7128m², corredores de acesso com área de 918m², área comum de 462,9m², incluindo hall de entrada e hall de elevadores, área técnica com 1986,80m², totalizando assim 10492,70m² de área construída.

9.3 RESERVATÓRIO

“A capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.”
(NBR 5626:1998)

Sendo assim é de extrema importância levantar as necessidades apresentadas para dar início ao projeto.

Para o cálculo da capacidade de reserva, inicialmente é necessário que seja obtido o número de habitantes e o valor de consumo diário da edificação respectivamente, obtido pelas Equações, apresentadas:

Número de habitantes

$$P = \text{PAV} \times \text{QT} \times \text{HAB}$$

PAV = número de pavimentos

QT = número de quartos

HAB = número de habitantes por quarto

Desta forma;

$$P = \text{PAV} \times \text{QT} \times \text{HAB}$$

$$P = 6 \times 36 \times 4$$

$$P = 864 \text{ hab.}$$

- Consumo diário

$$\text{Cd} = P \times q$$

q= per capita (tabela 14)

P = população

tabela 14 - Consumo per capita de água

EDIFÍCIO	CONSUMO (l/dia)
alojamento provisório	80 "per capita"
apartamento	200 "per capita"
asilo, orfanato	150 "per capita"
cinema e teatro	2 por lugar
edificio público, comercial ou com escritórios	50 "per capita"
escola - externato	50 "per capita"
escola - internato	150 "per capita"
escola - semi-internato	100 "per capita"
garagem	50 por automóvel
hospital	250 por leito
hotel (s/cozinha e s/lavand)	120 por hóspede
jardim	1,5 por m ² de área
lavanderia	30 por kg roupa seca
mercado	5 por m ² de área
quartel	150 "per capita"
residência popular ou rural	120 "per capita"
residência	150 "per capita"
restaurante e similares	25 por refeição

Fonte: pagina leiaut

Disponível em: (www.leiautdicas.wordpress.com/nocoes-de-dimensionamento-hidraulico)

$C_d = P$ Assim;

$$C_d = 864 \times 200$$

$$C_d = 172800 \text{ l}$$

Visto que a capacidade de reserva deve ser maior que o consumo diário é recomendado pela (NBR 5626:1998, p.10), “o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 h de consumo normal no edificio, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.” desta forma o dimensionamento é realizado com duas vezes o volume necessário, sendo 48 hrs, para que consiga atender a norma e trazer um maior conforto quanto ao abastecimento da edificação.

Assim, o cálculo da capacidade de reserva é obtido pela equação:

$$C_r = 2 \times C_d$$

Cr = capacidade de reserva

Cd = consumo diário

Logo;

$$CR = 2 \times Cd$$

$$CR = 2 \times 1752,8$$

$$CR = 345,6 \text{ m}^3$$

Para que se obtenha o volume total da reserva da edificação é necessário também a chamada RTI (reserva técnica de incêndio) que pode ser conceituada como;

“Um preparo que ocorre antes da chegada do Corpo de Bombeiros. Trata-se da primeira ação a ser realizada para controlar o fogo até que o Corpo de Bombeiros chegue e tome as medidas cabíveis, utilizando um hidrante de recalque ou hidrante de passeio que bombeará a água para então disseminá-la contra o fogo. Essa reserva precisa ter, pelo menos, 20% de volume de água de todo o consumo diário do imóvel.” (Morais,R. 2017,p.1).

Para dar início ao RTI (reserva técnica de incêndio) é necessário que se obtenha dados de acordo com a edificação, logo, a edificação em estudo pode ser classificada como serviço de hospedagem B-1 hotel e assemelhado, conforme apresentado na tabela 15- classificação das edificações quanto a ocupação ou uso.

tabela 15 - classificação das edificações quanto a ocupação ou uso

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas isoladas e assemelhados.
		A-2	Habitação multifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas não isoladas, edifícios de apartamentos em geral e condomínios verticais e assemelhados.
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas com capacidade máxima de 16 leitos e assemelhados.
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais) e assemelhados.

Fonte: norma técnica 01/2014 – procedimentos administrativos – anexo A (P.01)

Quanto ao volume da RTI (reserva técnica de incêndio) é necessária uma consulta a tabela de classificação das edificações e áreas de risco, que, com as informações obtidas de classificação da edificação e área construída possa ser definido o volume necessário para a edificação estudada, conforme a tabela 16.

tabela 16 - tabela de classificação das edificações e áreas de risco

ÁREAS DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO				
	A-2, A-3; C-1; D-1 e D-3 (até 300 MJ/m ²); D-2 e D-4; E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6; F-1 (até 300 MJ/m ²); F-2, F-3, F-4, F-8; G-1, G-2, G-3, G-4; H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1; J-1, J-2; M-3.	B-1, B-2; C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²); C-3; D-1 (acima de 300 MJ/m ²); D-3 (acima de 300 MJ/m ²); F-1 (acima de 300 MJ/m ²); F-5, F-6, F-7, F-9, F-10; H-4; I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²).	C-2 (acima de 1000 MJ/m ²); I-2 (acima de 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 800 MJ/m ²); L-1; M-1 e M-10.	G-5, G-6; I-3; J-4; L-2 e L-3.	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³
Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³
Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³
Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 25 m ³	Tipo 2 RTI 35 m ³	Tipo 3 RTI 48 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³
Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 35 m ³	Tipo 2 RTI 48 m ³	Tipo 3 RTI 70 m ³	Tipo 4 RTI 120 m ³	Tipo 5 RTI 180 m ³

Fonte: norma técnica 22/2014 – sistemas de hidrantes e de mangotes para combate a incêndio (P.10)

A área das edificações e áreas de risco é classificada como: acima de 10.000m² até 20.000m², tipo 3, sendo assim a tabela recomenda que a RTI (reserva técnica de incêndio) tenha um volume de 35m³.

O volume total da reserva da edificação será o valor da soma entre a capacidade de reserva e a RTI (reserva técnica de incêndio), obtendo assim a porcentagem de água do prédio 01 nos reservatórios.

Logo,

$$VT = CR + RTI$$

VT = volume total

CR = capacidade de reserva

Para o cálculo do diâmetro do tubo é necessário que se obtenha a vazão mínima da edificação é obtida pela Equação:

$$Q_{\min} = Cd/36400$$

Q_{\min} = vazão mínima

Cd = consumo diário

Tempo = 60 min x 60 segs x 24 horas = 86400 segs

Logo;

$$Q_{\min} = 172800/86400$$

$$Q_{\min} = 2 \text{ l/s}$$

Entretanto o método utilizado para a realização do cálculo de vazão da edificação estudada, foi executado de acordo com a necessidade do cliente, visto que, se trata de uma edificação de alto padrão, onde a vazão dimensionada deverá atender a todas as peças sanitárias instaladas com conforto.

Foi levado em consideração o pior caso dentro do apartamento, no qual se destaca o chuveiro tipo ducha com misturador, que dispõe de uma vazão de 10 l/min, entretanto é importante destacar a simultaneidade do uso dos aparelhos dentro do apartamento onde a NBR 5626:1998 (p.12) diz que: “No caso de funcionamento simultâneo não previsto pelo cálculo de dimensionamento da tubulação, a redução temporária da vazão, em qualquer um dos pontos de utilização, não deve comprometer significativamente a satisfação do usuário.” Por esse motivo foi utilizada a vazão de l/min.

O método de cálculo utilizado também levou em consideração a taxa de ocupação dentre as temporadas de hospedagem do hotel, visto que, em baixas temporadas temos uma média de 40% de ocupação e em altas temporadas 80%, logo, foi adotado em projeto o valor de 60% de ocupação média para o cálculo de vazão.

Sendo assim;

$$216 \times 60\% = 130$$

$$Q = 130 \times 10 \text{ l/min}$$

$$Q = 1300 \text{ l/m}$$

A vazão calculada abrange a necessidade da edificação em sua totalidade, logo a vazão de água fria em estudo será:

$$Q_{af} = 1300/2$$

$$Q_{af} = 650 \text{ l/min}$$

$$Q_{af} = 10,83 \text{ l/s}$$

$$Q_{af} = 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

O método hidráulico para o cálculo do diâmetro mínimo é calculado pela seguinte equação:

$$D_{\min} = \sqrt{4000 \times Q_{\min} / \pi \times v}$$

Onde;

D_{\min} = diâmetro mínimo (mm)

Q_{\min} = vazão mínima (l/s)

V = velocidade

A qual é derivada da equação fundamental da hidráulica chamada Equação da continuidade

$$Q = V \times A$$

Q = vazão

A = área da seção das tubulações

V = velocidade

Como o cálculo leva em consideração a área circular da tubulação, então, pode ser substituída por $\pi \times R^2$, chegando assim na equação necessária para o diâmetro mínimo:

$$Q = V \times (\pi \times R^2)$$

$$Q = v (\pi \times d/2)$$

$$Q = v \times \pi \times d/4^2$$

$$d^2 = 4 \times Q / \pi \times v$$

$$d^2 = 4000 \times Q / \pi \times d$$

$$d = \sqrt{4000 \times Q / \pi \times d}$$

$$d_{\min} = \sqrt{4000 \times Q_{\min} / \pi \times d}$$

logo, o diâmetro mínimo da tubulação é obtido pela equação:

$$d_{\min} = \sqrt{4000 \times Q_{\min} / \pi \times d}$$

$$d_{\min} = \sqrt{4000 \times 10,83 / \pi \times 0,6}$$

$$\mathbf{d_{\min} = 151,59 \text{ mm}}$$

Visto que o resultado para a obtenção do diâmetro mínimo foi de 151,59mm, é necessário que se utilize um diâmetro comercial conhecido que atenda de forma segura e compatível com o resultado encontrado, logo o diâmetro utilizado será de 160mm.

9.4 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA

O sistema de distribuição interna da edificação é composto por;

Barrilete – local em que partem as colunas de distribuição e alimentação de água do prédio;

Coluna - canalização vertical, que originasse no barrilete e abastece os ramais de distribuição de água;

Ramal - canalização compreendida entre a coluna e os sub-ramais, a qual deriva da coluna até o ponto de registro dos ambientes;

sub-ramal - canalização que liga os ramais aos aparelhos de utilização, sendo do registro até o ponto de consumo;

Com base nesse raciocínio, para iniciar o dimensionamento interno do sistema de alimentação, é necessário o chamado cálculo da soma de pesos, no qual é realizado um somatório dos valores dos pesos relativos do aparelho sanitário instalado dentro do apartamento, retirando informações da tabela (...) – pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização da NBR 5626:1998 (P.13), apresentada a seguir:

tabela 17 - pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Tabela A.1 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

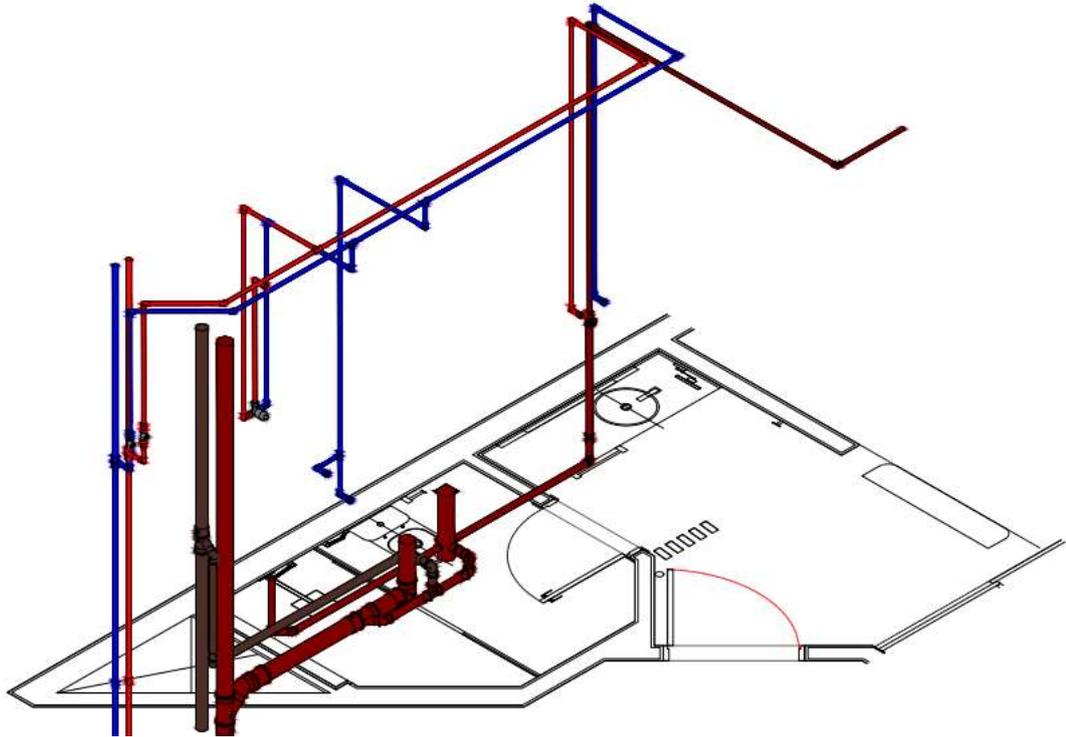
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: NBR 5626:1998 (P.12)

9.4.1 Aparelho sanitário

- 1 bacia sanitária com caixa acoplada
- 1 ducha higiênica
- 1 Chuveiro com misturador
- 1 lavatório (misturador)

figura 20 - isométrico banheiro



Fonte: autor (2021)

Estabelecendo as seguintes informações:

Bacia sanitária com caixa acoplada = 0,3

Ducha higiênica = 0,3

Chuveiro com misturador = 0,4

Lavatório (misturador) = 0,7

Desta forma, chegando ao peso de;

$$P = 0,3 + 0,3 + 0,4 + 0,7$$

$$P = 1,7 \text{ (por apto)}$$

Visto que a quantidade de pavimentos da edificação, o valor do peso por apartamento será multiplicado pela quantidade de pavimentos em cada ramal calculado, para que se obtenha o peso do prédio do trecho a ser dimensionado, como exemplo o primeiro ramal no 6º pavimento;

$$P = 1,7 * 6$$

$$P = 10,2 \text{ (prédio)}$$

Após realizado o somatório das peças é necessário encontrar a vazão necessária para cada apartamento, para que desta forma seja dimensionado os diâmetros de suas tubulações. Segundo

a NBR 5626:1998 (P.28) “somatório é convertido na demanda simultânea total do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação.”

O valor da vazão será dado pela seguinte equação:

$$Q = \sqrt{0,3 \Sigma P}$$

Onde;

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

ΣP é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada

Assim;

$$Q = \sqrt{0,3 \Sigma P}$$

$$Q = \sqrt{0,3 \times 10,2}$$

$$Q = 0,714 \text{ l/s}$$

Desta maneira é possível determinar o diâmetro da tubulação, por meio do chamado ábaco luneta, utilizando-se da soma dos pesos realizada é possível encontrar o diâmetro a ser utilizado, conforme a tabela 18 abaixo:

tabela 18 - ábaco luneta

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: página sem armengues

Disponível em: (www.semarmengues.eng.br/dimensionamento-das-instalacoes-de-agua-fria)

Logo, levando em consideração a soma dos pesos sendo ser notado que a tubulação utilizada no primeiro trecho da coluna de alimentação será de 32mm.

Para o cálculo da velocidade a NRB 5626:1998 (P.33), pede para que seja utilizada a expressão:

$$v = 4 \times 103 \times Q \times \pi^{-1} \times d^{-2}$$

onde:

v = velocidade, em metros por segundo;

Q = vazão estimada, em litros por segundo;

d = diâmetro interno da tubulação, em milímetros

Assim para o primeiro trecho calculado a velocidade será de:

$$v = 4 \times 10^3 \times Q \times \pi^{-1} \times d^{-2}$$

$$v = 4 \times 10^3 \times 10,83 \times \pi^{-1} \times 32^{-2}$$

$$v = 1,38 \text{ m/s}$$

Entretanto a NBR 5626:1998 determina que “o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s”, portanto a verificação do diâmetro da tubulação por meio da velocidade calculada está dentro dos padrões aceitáveis.

Partindo para o cálculo da perda unitária a norma NBR5626:1998 (p.29) diz que “A perda de carga ao longo de um tubo depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão”, na qual são utilizadas as equações de Fair-Whipple-Hsiao, para as especificações de tubos lisos e rugosos, sendo elas;

Para tubos rugosos, sendo eles aço-carbono, galvanizado ou não

$$J = 20,2 \times 10^6 \times Q^{1,88} \times d^{-4,88}$$

Para tubos lisos, sendo eles, tubos de plástico, cobre ou liga de cobre

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$$

onde:

J = perda de carga unitária, em quilopascals por metro

Q = vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

d = diâmetro interno do tubo, em milímetros

Assim, a perda de carga unitária pode ser calculada como;

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$$

$$J = 8,69 \times 10^6 \times 10,83 \times 1,75 \times 32^{-4,75}$$

$$J = 0,048 \text{ mca/m}$$

Para o cálculo do comprimento equivalente é necessário o conhecimento de todas as peças que serão utilizadas na instalação, pois por definição ele é o “valor relativo ao comprimento real mais os comprimentos equivalentes das conexões” NBR 5626:1998, na qual seguindo a tabela de perda de cargas localizadas (tabela ...) pode ser encontrado o valor de cada peça a ser utilizada.

tabela 19 - perdas de carga localizada

Perdas de carga localizadas - Sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido

DE (mm)	D. ref (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	½"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	¾"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1¼"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	1½"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	2"	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2½"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	4"	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1

Fonte: UFG (Universidade Federal de Goiás Escola de Engenharia Civil)

Informações correspondentes ao primeiro trecho saindo do barrilete até coluna de alimentação do ramal:

2 Tê de saída lateral DN 32= 6,2

2 Registro de gaveta aberto DN 32 = 0,6

1 Joelho 90° DN 32 = 1,5

Obtendo assim o valor de:

$$LE = 6,2 + 0,6 + 1,5$$

$$LE = 8,3\text{m}$$

A perda de carga total pode ser definida como “soma das perdas de carga verificadas na tubulação e nos registros e outros” NBR 5626:1998 (P.31), desta forma, o cálculo para a perda de carga será a soma entre o comprimento real e o comprimento equivalente, no qual o comprimento real, é encontrado no projeto como sendo a distância entre os trechos calculados, no exemplo do primeiro trecho (barrilete – entrada apto) o comprimento real será de 6 metros, então:

$$J = LR + LE \times J$$

LR = comprimento real (projeto)

LE = comprimento equivalente

J = perda de carga

Logo;

$$J = LR + LE \times J$$

$$J = 6 + 8,3 \times 0,048$$

$$J = 0,686 \text{ m}$$

A verificação de pressão é dividida em duas disponível, a qual pode ser classificada como pressão disponível, a qual, na saída do trecho é considerado a diferença de cota positiva ou negativa, ou seja, a coluna d'água, no qual os trechos ascendentes possuem diferença de cota negativa, e trechos descendente possuem diferença positiva.

A pressão disponível pode ser calculada pela expressão

$$Pd = P + h$$

$Pd =$ i pressão disponível no trecho considerado (kPa).

$P =$ pressão disponível no trecho anterior (kPa);

$h =$ cota é a diferença de cota entre o início e fim do trecho (m)

Assim, realizando o cálculo para o exemplo do primeiro trecho do dimensionamento:

$$Pd = P + h$$

$$Pd = 0 + 4,5$$

$$Pd = 4,5 \text{ mca ou } 45 \text{ kpa}$$

Já a pressão residual, também chamada jusante considera as perdas de carga verificadas no mesmo trecho, sendo:

$$Pr = Pd - J$$

Onde:

$Pd =$ pressão disponível residual no trecho considerado (kPa)

tabela 21 - dimensionamento apratamento do resort com NBR 5626:1998

Planilha Dimensionamento apto NBR															
Trecho	Peso		vazão calculada NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
	unitário	acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total				
1(ch)	0,4	0,40	0,19	20,00	0,80	1,98	4,60	7,20	11,80	0,031	0,370	2,20	21,76	21,39	10,00
2(dc)	0,3	0,7	0,25	20,00	0,80	1,98	0,17	2,40	2,57	0,051	0,131	2,33	23,72	23,59	5,00
3(bs)	0,3	1,00	0,30	20,00	0,96	1,98	2,63	2,40	5,03	0,070	0,351	2,60	26,19	25,84	5,00
4(pia)	0,7	1,7	0,39	25,00	0,80	2,21	3,1	3,6	6,70	0,039	0,258	0,53	26,43	26,17	10,00

Planilha Dimensionamento apto TAUÁ																
Trecho	Peso		Vazão utilizada	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária	
	unitário	acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total					
1(ch)	0,4	0,40	0,1	25,00	0,20	2,21	4,60	0,00	4,60	0,004	0,016	2,20	21,76	21,74	10,00	
2(dc)	0,3	0,7		25,00			2,21	0,17	0,00	0,17	0,004	0,001	2,33	24,07	24,07	5,00
3(bs)	0,3	1,00		25,00			2,21	2,63	0,00	2,63	0,004	0,009	2,60	26,67	26,66	5,00
4(pia)	0,7	1,7		25,00			2,21	3,1	0	3,10	0,004	0,011	0,53	27,25	27,24	10,00

Fonte: autor (2021)

tabela 22 - Dimensionamento da prumada do Resort com a NBR5626/1998

Planilha Dimensionamento prumada NBR														
Trecho	Peso		vazão calculada NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
B-C	1,7	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	6,00	0,00	6,00	0,057	0,343	6	21,76	21,42
C-D	1,7	8,50	0,87	32,00	1,09	2,50	3,00	0,00	3,00	0,049	0,146	3	24,42	24,27
D-E	1,7	6,80	0,78	32,00	0,97	2,50	3,00	0,00	3,00	0,040	0,120	3	27,27	27,15
E-F	1,7	5,10	0,68	32,00	0,84	2,50	3,00	0,00	3,00	0,031	0,094	3	30,15	30,06
F-G	1,7	3,40	0,55	25,00	1,13	2,21	3,00	0,00	3,00	0,071	0,212	3	33,06	32,84
G-H	1,7	1,70	0,39	25,00	0,80	2,21	3,00	0,00	3,00	0,039	0,116	3	35,84	35,73

Planilha Dimensionamento prumada TAUÁ														
Trecho	Peso		Vazão utilizada	Diâmetro adotado	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
B-C	1,7	10,20	0,10	50,00	0,05	3,13	6,00	0,00	6,00	0,000	0,001	6	21,76	21,76
C-D	1,7	8,50	0,20	40,00	0,16	2,80	3,00	0,00	3,00	0,001	0,004	3	24,76	24,76
D-E	1,7	6,80	0,30	40,00	0,24	2,80	3,00	0,00	3,00	0,003	0,008	3	27,76	27,75
E-F	1,7	5,10	0,40	32,00	0,50	2,50	3,00	0,00	3,00	0,013	0,038	3	30,75	30,71
F-G	1,7	3,40	0,50	32,00	0,62	2,50	3,00	0,00	3,00	0,019	0,056	3	33,71	33,65
G-H	1,7	1,70	0,60	25,00	1,22	2,21	3,00	0,00	3,00	0,083	0,249	3	36,65	36,40

Fonte: Autor (2021)

tabela 23 - Dimensionamento do Barrilete do Resort e na NBR5626/1998

Planilha Dimensionamento barrilete NBR														
Trecho	Peso		vazão calculada a NBR (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
0	10,2	91,80	2,87	50,00	1,46	3,13	23,10	0,00	23,10	0,047	1,084	20,51	21,76	20,68
1	10,2	81,60	2,71	50,00	1,38	3,13	5,73	0,00	5,73	0,042	0,243	0	20,68	20,43
2	10,2	71,40	2,53	50,00	1,29	3,13	5,73	0,00	5,73	0,038	0,216	0	20,43	20,22
3	10,2	61,20	2,35	50,00	1,20	3,13	5,73	0,00	5,73	0,033	0,189	0	20,22	20,03
4	10,2	51,00	2,14	50,00	1,09	3,13	5,73	0,00	5,73	0,028	0,161	0	20,03	19,87
5	10,2	40,80	1,92	40,00	1,52	2,80	5,73	0,00	5,73	0,067	0,382	0	19,87	19,49
6	10,2	30,60	1,66	40,00	1,32	2,80	5,73	0,00	5,73	0,052	0,297	0	19,49	19,19
7	10,2	20,40	1,35	40,00	1,08	2,80	5,73	0,00	5,73	0,036	0,208	0	19,19	18,98
8	10,2	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	5,73	0,00	5,73	0,057	0,328	0	18,98	18,65

Planilha Dimensionamento barrilete TAUÁ														
Trecho	Peso		Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
0	10,2	61,20	1,20	110,00	0,13	4,64	23,10	0,00	23,10	0,000	0,006	20,51	21,76	21,75
1	10,2	51,00	2,40	110,00	0,25	4,64	5,73	0,00	5,73	0,001	0,005	0	21,75	21,75
2	10,2	40,80	3,60	110,00	0,38	4,64	5,73	0,00	5,73	0,002	0,010	0	21,75	21,74
3	10,2	30,60	4,80	110,00	0,51	4,64	5,73	0,00	5,73	0,003	0,016	0	21,74	21,72
4	10,2	30,60	6,00	110,00	0,63	4,64	5,73	0,00	5,73	0,004	0,023	0	21,72	21,70
5	10,2	30,60	7,20	110,00	0,76	4,64	5,73	0,00	5,73	0,006	0,032	0	21,70	21,67
6	10,2	30,60	8,40	110,00	0,88	4,64	5,73	0,00	5,73	0,007	0,042	0	21,67	21,63
7	10,2	30,60	9,60	110,00	1,01	4,64	5,73	0,00	5,73	0,009	0,053	0	21,63	21,57
8	10,2	30,60	10,80	110,00	1,14	4,64	5,73	0,00	5,73	0,011	0,066	0	21,57	21,51

Fonte: Autor (2021)

A partir de todo o trabalho e acompanhamento realizado no resort utilizando a NBR5626/98, foi realizado posteriormente um estudo comparativo baseando-se na nova normativa de 2020 no intuito de demonstrar quais mudanças que a nova norma trouxe para a engenharia e como ela impactaria desde os cálculos aos valores a serem encontrados, como pressão, vazão e possível economia que a mesma possa trazer para um projeto.

tabela 24 - Dimensionamento apartamento do resort na NBR5626/2020

Planilha Dimensionamento apto NBR															
Trecho	Peso acumulado	vazão calculada a NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
						Real	Equiv.	Total							
1(ch)	0,40	0,19	20,00	0,60	1,98	4,60	7,20	11,80	1,21E+04	2,96E-02	0,324	2,20	21,76	21,44	10,00
2(dc)	0,7	0,25	20,00	0,80	1,98	0,17	2,40	2,57	1,60E+04	2,75E-02	0,115	2,33	23,77	23,65	10,00
3(bs)	1,00	0,30	20,00	0,96	1,98	2,63	2,40	5,03	1,91E+04	2,63E-02	0,308	2,60	26,25	25,94	10,00
4(pia)	1,7	0,39	25,00	0,80	2,21	3,1	3,6	6,70	1,99E+04	2,60E-02	0,226	0,59	26,53	26,31	10,00

Planilha Dimensionamento apto TAUÁ															
Trecho	Peso acumulado	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
						Real	Equiv.	Total							
1(ch)	0,40	0,1	25,00	0,20	2,21	4,60	0,00	4,60	5,10E+03	3,77E-02	0,015	2,20	21,76	21,75	10,00
2(dc)	0,7		25,00		2,21	0,17	0,00	0,17	5,10E+03	3,77E-02	0,001	2,33	24,08	24,07	10,00
3(bs)	1,00		25,00		2,21	2,63	0,00	2,63	5,10E+03	3,77E-02	0,008	2,60	26,67	26,67	10,00
4(pia)	1,7		25,00		2,21	3,1	0	3,10	5,10E+03	3,77E-02	0,010	0,59	27,26	27,25	10,00

Fonte: Autor (2021)

tabela 25 - Dimensionamento prumada do resort na NBR5626/2020

Planilha Dimensionamento prumada NBR														
Trecho	Peso	vazão calculada da NBR (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
B-C	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	6,00	0,00	6,00	3,81E+04	2,22E-02	0,302	6	21,76	21,46
C-D	8,50	0,87	32,00	1,09	2,50	3,00	0,00	3,00	3,48E+04	2,27E-02	0,128	3	24,46	24,33
D-E	6,80	0,78	32,00	0,97	2,50	3,00	0,00	3,00	3,11E+04	2,33E-02	0,105	3	27,33	27,22
E-F	5,10	0,68	32,00	0,84	2,50	3,00	0,00	3,00	2,70E+04	2,41E-02	0,082	3	30,22	30,14
F-G	3,40	0,55	25,00	1,13	2,21	3,00	0,00	3,00	2,82E+04	2,39E-02	0,186	3	33,14	32,96
G-H	1,70	0,39	25,00	0,80	2,21	3,00	0,00	3,00	1,99E+04	2,60E-02	0,101	3	35,96	35,86

Planilha Dimensionamento prumada TAUÁ														
Trecho	Peso	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro adotado	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
B-C	10,20	0,10	50,00	0,05	3,13	6,00	0,00	6,00	2,55E+03	4,70E-02	0,001	6	21,76	21,76
C-D	8,50	0,20	40,00	0,16	2,80	3,00	0,00	3,00	6,37E+03	3,53E-02	0,003	3	24,76	24,76
D-E	6,80	0,30	40,00	0,24	2,80	3,00	0,00	3,00	9,55E+03	3,14E-02	0,007	3	27,76	27,75
E-F	5,10	0,40	32,00	0,50	2,50	3,00	0,00	3,00	1,59E+04	2,75E-02	0,032	3	30,75	30,72
F-G	3,40	0,50	32,00	0,62	2,50	3,00	0,00	3,00	1,99E+04	2,60E-02	0,048	3	33,72	33,67
G-H	1,70	0,60	25,00	1,22	2,21	3,00	0,00	3,00	3,06E+04	2,34E-02	0,214	3	36,67	36,45

Fonte: Autor (2021)

tabela 26 - Dimensionamento barrilete do resort e na NBR5626/2020

Planilha Dimensionamento barrilete NBR														
Trecho	Peso	vazão calculada da NBR (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
0	91,80	2,87	50,00	1,46	3,13	23,10	0,00	23,10	7,32E+04	1,92E-02	0,971	20,51	21,76	20,79
1	81,60	2,71	50,00	1,38	3,13	5,73	0,00	5,73	6,90E+04	1,95E-02	0,217	0	20,79	20,57
2	71,40	2,53	50,00	1,29	3,13	5,73	0,00	5,73	6,46E+04	1,98E-02	0,192	0	20,57	20,38
3	61,20	2,35	50,00	1,20	3,13	5,73	0,00	5,73	5,98E+04	2,01E-02	0,168	0	20,38	20,21
4	51,00	2,14	50,00	1,09	3,13	5,73	0,00	5,73	5,46E+04	2,05E-02	0,142	0	20,21	20,07
5	40,80	1,92	40,00	1,52	2,80	5,73	0,00	5,73	6,10E+04	2,00E-02	0,340	0	20,07	19,73
6	30,60	1,68	40,00	1,32	2,80	5,73	0,00	5,73	5,28E+04	2,07E-02	0,263	0	19,73	19,47
7	20,40	1,35	40,00	1,08	2,80	5,73	0,00	5,73	4,31E+04	2,16E-02	0,183	0	19,47	19,28
8	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	5,73	0,00	5,73	3,81E+04	2,22E-02	0,288	0	19,28	19,00

Planilha Dimensionamento barrilete TAUÁ														
Trecho	Peso	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
0	61,20	12,00	110,00	1,26	4,64	23,10	0,00	23,10	1,39E+05	1,68E-02	0,287	25	21,76	21,47
1	51,00	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,47	21,40
2	40,80	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,40	21,33
3	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,33	21,26
4	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,26	21,19
5	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,19	21,12
6	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,12	21,05
7	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,05	20,98
8	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	20,98	20,90

Fonte: Autor (2021)

As tabelas acima demonstram o projeto em estudo com os cálculos feitos sob a nova NBR5626/2020 que tem a perda de expressa pela Formula Universal

$$J_u = \frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g} = \frac{8f}{\pi^2 g} \times \frac{Q^2}{D^5}$$

Onde:

J – Perda de carga unitária, em kPa/m (1 kPa/m é equivalente a 0,1 m.c.a.);

Q – Vazão estimada, em L/s;

D – Diâmetro interno, em mm.

F – Coeficiente de atrito.

V – Velocidade do líquido dentro da tubulação.

Esta fórmula leva em consideração o coeficiente de atrito (f), que é determinado pela fórmula:

$$C_f = \frac{1,325}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Onde também é considerado o número de Reynolds que é dado pela fórmula:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Com os resultados obtidos na Tabela juntamente com a Tabela é possível realizar a comparação entre a NBR 5626-1998 e a NBR 5626-2020, e analisar os seguintes dados:

tabela 27 - Tabela baseada na NBR5626/1998 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão

Planilha Dimensionamento apto NBR															
Trecho	Peso		vazão calculada a NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
	unitário	acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total				
1(ch)	0,4	0,40	0,19	20,00	0,60	1,98	4,60	7,20	11,80	0,031	0,370	2,20	21,76	21,39	10,00
2(dó)	0,3	0,7	0,25	20,00	0,80	1,98	0,17	2,40	2,57	0,051	0,131	2,33	23,72	23,59	5,00
3(bs)	0,3	1,00	0,30	20,00	0,96	1,98	2,63	2,40	5,03	0,070	0,351	2,60	26,19	25,84	5,00
4(ria)	0,7	1,7	0,39	25,00	0,80	2,21	3,1	3,6	6,70	0,039	0,258	0,59	26,43	26,17	10,00

Planilha Dimensionamento apto TAUÁ															
Trecho	Peso		Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
	unitário	acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total				
1(ch)	0,4	0,40	0,1	25,00	0,20	2,21	4,60	0,00	4,60	0,004	0,016	2,20	21,76	21,74	10,00
2(dó)	0,3	0,7		25,00		2,21	0,17	0,00	0,17	0,004	0,001	2,33	24,07	24,07	5,00
3(bs)	0,3	1,00		25,00		2,21	2,63	0,00	2,63	0,004	0,009	2,60	26,67	26,66	5,00
4(ria)	0,7	1,7		25,00		2,21	3,1	0	3,10	0,004	0,011	0,59	27,25	27,24	10,00

Fonte: Autor (2021)

tabela 28 - Tabela baseada na NBR5626/1998 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão

Planilha Dimensionamento prumada NBR														
Trecho	Peso		vazão calculada a NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
B-C	1,7	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	6,00	0,00	6,00	0,057	0,343	6	21,76	21,42
C-D	1,7	8,50	0,87	32,00	1,09	2,50	3,00	0,00	3,00	0,049	0,146	3	24,42	24,27
D-E	1,7	6,80	0,78	32,00	0,97	2,50	3,00	0,00	3,00	0,040	0,120	3	27,27	27,15
E-F	1,7	5,10	0,68	32,00	0,84	2,50	3,00	0,00	3,00	0,031	0,094	3	30,15	30,06
F-G	1,7	3,40	0,55	25,00	1,13	2,21	3,00	0,00	3,00	0,071	0,212	3	33,06	32,84
G-H	1,7	1,70	0,39	25,00	0,80	2,21	3,00	0,00	3,00	0,039	0,116	3	35,84	35,73

Planilha Dimensionamento prumada TAUÁ														
Trecho	Peso		Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro adotado	Velocidade (m/s)	Velocidade limite	Comprimento			Perda de carga (mca/m)		Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante
	Unitário	Acumulado					Real	Equiv.	Total	Unit.	Total			
B-C	1,7	10,20	0,10	50,00	0,05	3,13	6,00	0,00	6,00	0,000	0,001	6	21,76	21,76
C-D	1,7	8,50	0,20	40,00	0,16	2,80	3,00	0,00	3,00	0,001	0,004	3	24,76	24,76
D-E	1,7	6,80	0,30	40,00	0,24	2,80	3,00	0,00	3,00	0,003	0,008	3	27,76	27,75
E-F	1,7	5,10	0,40	32,00	0,50	2,50	3,00	0,00	3,00	0,013	0,038	3	30,75	30,71
F-G	1,7	3,40	0,50	32,00	0,62	2,50	3,00	0,00	3,00	0,019	0,056	3	33,71	33,65
G-H	1,7	1,70	0,60	25,00	1,22	2,21	3,00	0,00	3,00	0,083	0,249	3	36,65	36,40

Fonte: Autor (2021)

tabela 29 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão – apartamentos

Planilha Dimensionamento apto NBR															
Trecho	Peso acumulado	vazão calculada NBR (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
						Real	Equiv.	Total							
1(ch)	0,40	0,19	20,00	0,60	1,98	4,60	7,20	11,80	1,21E+04	2,96E-02	0,324	2,20	21,76	21,44	10,00
2(ds)	0,7	0,25	20,00	0,80	1,98	0,17	2,40	2,57	1,60E+04	2,75E-02	0,115	2,33	23,77	23,65	10,00
3(bs)	1,00	0,30	20,00	0,96	1,98	2,63	2,40	5,03	1,91E+04	2,63E-02	0,308	2,60	26,25	25,94	10,00
4(ia)	1,7	0,39	25,00	0,80	2,21	3,1	3,6	6,70	1,93E+04	2,60E-02	0,226	0,59	26,53	26,31	10,00

Planilha Dimensionamento apto TAUÁ															
Trecho	Peso acumulado	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	Montante	Jusante	Necessária
						Real	Equiv.	Total							
1(ch)	0,40	0,1	25,00	0,20	2,21	4,60	0,00	4,60	5,10E+03	3,77E-02	0,015	2,20	21,76	21,75	10,00
2(ds)	0,7		25,00		2,21	0,17	0,00	0,17	5,10E+03	3,77E-02	0,001	2,33	24,08	24,07	10,00
3(bs)	1,00		25,00		2,21	2,63	0,00	2,63	5,10E+03	3,77E-02	0,008	2,60	26,67	26,67	10,00
4(ia)	1,7		25,00		2,21	3,1	0	3,10	5,10E+03	3,77E-02	0,010	0,59	27,26	27,25	10,00

Fonte: Autor (2021)

tabela 30 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão - prumada

Planilha Dimensionamento prumada NBR														
Trecho	Peso	vazão calculada da NBR (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
B-C	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	6,00	0,00	6,00	3,81E+04	2,22E-02	0,302	6	21,76	21,46
C-D	8,50	0,87	32,00	1,09	2,50	3,00	0,00	3,00	3,48E+04	2,27E-02	0,128	3	24,46	24,33
D-E	6,80	0,78	32,00	0,97	2,50	3,00	0,00	3,00	3,11E+04	2,33E-02	0,105	3	27,33	27,22
E-F	5,10	0,68	32,00	0,84	2,50	3,00	0,00	3,00	2,70E+04	2,41E-02	0,082	3	30,22	30,14
F-G	3,40	0,55	25,00	1,13	2,21	3,00	0,00	3,00	2,82E+04	2,39E-02	0,186	3	33,14	32,96
G-H	1,70	0,39	25,00	0,80	2,21	3,00	0,00	3,00	1,99E+04	2,60E-02	0,101	3	35,96	35,86

Planilha Dimensionamento prumada TAUÁ														
Trecho	Peso	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro adotado	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
B-C	10,20	0,10	50,00	0,05	3,13	6,00	0,00	6,00	2,55E+03	4,70E-02	0,001	6	21,76	21,76
C-D	8,50	0,20	40,00	0,16	2,80	3,00	0,00	3,00	6,37E+03	3,53E-02	0,003	3	24,76	24,76
D-E	6,80	0,30	40,00	0,24	2,80	3,00	0,00	3,00	9,55E+03	3,14E-02	0,007	3	27,76	27,75
E-F	5,10	0,40	32,00	0,50	2,50	3,00	0,00	3,00	1,59E+04	2,75E-02	0,032	3	30,75	30,72
F-G	3,40	0,50	32,00	0,62	2,50	3,00	0,00	3,00	1,99E+04	2,60E-02	0,048	3	33,72	33,67
G-H	1,70	0,60	25,00	1,22	2,21	3,00	0,00	3,00	3,06E+04	2,34E-02	0,214	3	36,67	36,45

Fonte: Próprio Autor

tabela 31 - Tabelas baseadas na NBR5626/2020 destacando as mudanças em perda de carga e aumento na pressão - prumada

Planilha Dimensionamento barrilete NBR														
Trecho	Peso	vazão calculada da NBR (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
0	91,80	2,87	50,00	1,46	3,13	23,10	0,00	23,10	7,32E+04	1,92E-02	0,971	20,51	21,76	20,79
1	81,60	2,71	50,00	1,38	3,13	5,73	0,00	5,73	6,90E+04	1,95E-02	0,217	0	20,79	20,57
2	71,40	2,53	50,00	1,29	3,13	5,73	0,00	5,73	6,46E+04	1,98E-02	0,192	0	20,57	20,38
3	61,20	2,35	50,00	1,20	3,13	5,73	0,00	5,73	5,98E+04	2,01E-02	0,168	0	20,38	20,21
4	51,00	2,14	50,00	1,09	3,13	5,73	0,00	5,73	5,46E+04	2,05E-02	0,142	0	20,21	20,07
5	40,80	1,92	40,00	1,52	2,80	5,73	0,00	5,73	6,10E+04	2,00E-02	0,340	0	20,07	19,73
6	30,60	1,66	40,00	1,32	2,80	5,73	0,00	5,73	5,28E+04	2,07E-02	0,263	0	19,73	19,47
7	20,40	1,35	40,00	1,08	2,80	5,73	0,00	5,73	4,31E+04	2,16E-02	0,183	0	19,47	19,28
8	10,20	0,96	32,00	1,19	2,50	5,73	0,00	5,73	3,81E+04	2,22E-02	0,288	0	19,28	19,00

Planilha Dimensionamento barrilete TAUÁ														
Trecho	Peso	Vazão utilizada (l/s)	Diâmetro	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento			Re	f	Perda de carga (mca/m)	Desnível Geométrico (m)	pressão disponível (mca)montante	Jusante (m. c. a)
	Acumulado					Real	Equiv.	Total						
0	61,20	12,00	110,00	1,26	4,64	23,10	0,00	23,10	1,39E+05	1,68E-02	0,287	25	21,76	21,47
1	51,00	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,47	21,40
2	40,80	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,40	21,33
3	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,33	21,26
4	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,26	21,19
5	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,19	21,12
6	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,12	21,05
7	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	21,05	20,98
8	30,60	12,00	110,00	1,26	4,64	5,73	0,00	5,73	1,39E+05	1,68E-02	0,071	0	20,98	20,90

Fonte: Próprio Autor

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como é possível observar na comparação acima a nova NBR 5626/2020 não trouxe mudanças significativas, uma pequena mudança notada na perda de carga aonde a mesma não variou mais que 3,2% trazendo uma pequena redução para a mesma e consequentemente um aumento na sua pressão.

Levando em consideração ser um projeto já pré dimensionado na normativa antiga as mudanças ocorridas com o comparativo não trouxeram um impacto significativo, mas se tratando de um dimensionamento inicial para começo de projeto mudanças como a erradicação da limitação da velocidade em 3m/s como pretexto para golpe de aríete ou mesmo a pequena variação da pressão com uso de formula Universal pode influenciar no resultado do dimensionamento final.

Como toda análise, estudo de caso, verificação, os resultados se tornam uma incógnita para aqueles que a realizam, qualquer análise está pré-disposta a se deparar com resultados, muitas das vezes não esperados. No estudo de caso do Tauá constatou-se que a nova NBR5626/2020, normativa base para realização desse projeto, não se torna aparentemente ou necessariamente vantajosa, como benefícios mínimos comparados a normativa antiga a nova NBR mostra-se aplicável de toda e qualquer forma mas sem que seja de fato algo relevante no final do projeto, o que não coloca porá terra todo o estudo trabalhado sobre ela e nem anula seu objetivo de viabilizar os projetos hidráulicos de água fria, mas leva a conclusão que em um projeto menor; uma edificação com menos pavimentos, a normativa passada continua realizando seu papel de forma satisfatória, abrindo espaço para utilização da nova norma em projetos maiores, aonde o número de pavimentos seja superior, o impacto na vazão se torne realmente notável e a normativa atual demonstre uma maior viabilidade, tanto técnica, executável e econômica.

12 A EMPRESA

O presente estudo é resultado da cooperação entre a universidade evangélica de Goiás (Uni EVANGÉLICA) e a empresa Tauá resort e Convention Alexânia.

figura 21- Logótipo da Empresa



Fonte: pagina Tauá resorts. Disponível em: (tauaresorts.com.br/). Acesso em: 06 de junho de 2021

A hotel Tauá Alexânia é o quinto empreendimento do segmento da rede de hotéis de luxo espalhados no Brasil. A nível mundial a o grupo líder no setor de hotelaria com premiações internacionais desde 2015.

Em parceria com a empresa TermoCOP engenharia e instalações industriais, especializada em sistemas térmicos bem como eficiência energética, implementaram o projeto de dimensionamento do sistema de abastecimento, no hotel Tauá Alexânia, local do estudo em questão.

figura 22 - Logótipo da Empresa



TermoCOP
ENGENHARIA

Fonte: pagina TermoCOP Engenharia. Disponível em:

< <http://www.termocop.com.br/> >. Acesso em: 06 de junho de 2021

Para a escolha do modelo de abastecimento a ser utilizado, foi considerado alguns importantes aspectos:

- O custo;
- A facilidade de utilização;
- A operacionalidade e flexibilidade
- O baixo custo
- A necessidade reduzida de manutenção
- A qualidade do modelo;

13 REFERÊNCIAS

SÁ MARQUES, José Alfeu Almeida de; SOUSA, Joaquim José de Oliveira. Hidráulica urbana: sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. iv-iv, 2011.

GOMES, Heber P. Sistemas de bombeamento. **João Pessoa, Editora Universitária UFPB**, 2009.

ALTEVOGT, Francine. Avaliação do sistema de abastecimento de água: estudo de caso em Santa Cruz do Sul/RS. 2020.

ALEGRE, Helena. Indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água–trabalho em curso no âmbito da IWSA. In: **CONGRESSO DA ÁGUA**. 1998. p. 1-15.

PINTO, Tiago Manuel Vieira et al. Modelação e calibração de um sistema de abastecimento de água. 2010.

ANDRADE SOBRINHO, Renavan; BORJA, Patrícia Campos. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 783-795, 2016.

GARCIA, Emmanuelle Holdefer et al. Sistema de Abastecimento de água. Estudo de caso: Redentora–RS. **II ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL**, 2013.

GUANAIS, Ana Luiza Rezende; COHIM, Eduardo Borges; MEDEIROS, Diego Lima. Avaliação energética de um sistema integrado de abastecimento de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1187-1196, 2017.

VOTRE, Rodrigo. XI-114-AUTOMAÇÃO NO CONTROLE DE PERDAS, IMPACTOS AMBIENTAIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (ESTUDO DE CASO).

ALVES, Isaura Macêdo. **Avaliação energética e ambiental do ciclo de vida de um sistema de abastecimento de água**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CARVALHO, Paulo Sergio Oliveira de et al. Controle para bombeamento distribuído com vistas à minimização dos custos energéticos aplicado a sistemas de abastecimento de água. 2012.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.

ALEXANDER, Lisa Victoria et al. Mudanças globais observadas nos extremos climáticos diários de temperatura e precipitação. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 111,