

AValiação DA VARIAÇÃO DO CUSTO DE UM PROJETO HIDRÁULICO DE ÁGUA FRIA

Jorge Trota Filho¹; Lorranny Vieira Mendes²

^{1,2} FaCET – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – Unig

0173038@professor.unig.edu.br, lorranny.microbiologia@gmail.com

Resumo - Atualmente existe uma variabilidade de empreendimentos de grande porte, onde os projetos de instalação hidráulica de água fria ganham cada vez mais importância, pois garantir o fornecimento de água e a sua potabilidade ao longo do tempo é um desafio para projetistas e engenheiros. Além disso, diante da grande variedade de materiais e métodos para execução de projetos hidráulicos existe a necessidade de se avaliar os impactos no custo das instalações, chegando assim em uma metodologia para se avaliar a melhor razão custo-benefício. Este estudo de caso tem por objetivo avaliar as diferenças que ocorrem nos projetos de instalações hidráulicas utilizando as variações do Método de Hunter e o Método das Seções Equivalentes. O comparativo englobará os custos empregados na aquisição dos materiais utilizados em um determinado Projeto de Instalações Hidráulicas. Além disso, será avaliado se as modificações dos materiais empregados, também produzem impacto sobre a melhor razão custo-benefício. De acordo com a norma ABNT NBR 5626 que trata do tema instalação de água fria existe a recomendação para que o Método de Hunter seja utilizado para os projetos de instalações hidráulicas. Entretanto, em muitas instalações por questões de praticidade e simplificação dos cálculos são realizados projetos que tem como referência o Método das Seções Equivalentes. O trabalho tem por objetivo apresentar e realizar a comparabilidade entre os referidos métodos.

Palavras-chave: Água Fria, Variação do Custo, Projeto Hidráulico

Abstract - Currently, there is a variability of large projects, where cold water hydraulic installation projects are gaining more and more importance, as guaranteeing water supply and potability over time is a challenge for designers and engineers. Furthermore, given the wide variety of materials and methods for hydraulic projects, there is a need to assess the impacts on the cost of installations, thus arriving at a methodology to determine the best cost-benefit ratio. This case study aims to evaluate the differences that occur in the projects of hydraulic installations using the variations of the Hunter Method and the Equivalent Sections Method. The comparison will include the costs used in acquiring materials used in a given Hydraulic Installation Project. In addition, it will be evaluated whether the modifications to the materials used also have an impact on the best cost-benefit ratio. According to the ABNT NBR 5626 standard, which deals with the issue of cold water installation, there is a recommendation for the Hunter Method to be used for hydraulic installation projects. However, in many installations, projects are carried out using the Equivalent Sections Method as a reference for practicality and simplification of calculations. The work aims to present and carry out the comparability between these methods.

Keywords: Cold Water, Cost Variation, Hydraulic Project

1 Introdução

As instalações hidráulicas prediais constituem um dos subsistemas que devem ser integrados ao sistema construtivo que pode ser proposto tanto pela arquitetura ou pela engenharia civil, de forma harmônica, racional e tecnicamente correta de acordo com as normalizações vigentes. Um projeto

de construção quando elaborado com os equipamentos dimensionados corretamente, tendo em vista suas características funcionais, incluindo os projetos de estrutura, de fundações, de instalações e outros pertinentes, é condição básica que ocorra a integração harmônica entre os vários subsistemas construtivos. Para que ocorra tanto a manutenção como a operação eficiente das instalações prediais hidráulicas é necessária a integração com os demais projetos da edificação (ABNT NBR 52626).

Segundo Hélio Creder, uma instalação predial de água fria (onde água se encontra na temperatura ambiente) constitui-se no conjunto de tubulações, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento de peças (aparelhos) e pontos de utilização de água na edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade (potabilidade) da água fornecida pelo sistema de abastecimento (CREDER 2006)

O sistema de água fria deve ser separado fisicamente de quaisquer outras instalações que conduzam água, como, por exemplo, as instalações de águas servidas, as instalações de água para reuso ou de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. Os componentes da instalação não podem fornecer substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados, ou seja, todos os materiais empregados devem possuir compatibilidade de forma a preservar ou garantir a potabilidade da água até o respectivo ponto de utilização.

A norma que estabelece os requisitos mínimos, e recomendações relativas ao projeto, à execução, e à manutenção das instalações prediais de água fria é a ABNT NBR 5626, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com esta norma, as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo a garantir as seguintes características:

- Preservar a potabilidade.
- 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.
- Promover economia de água e energia utilizando métodos que visam a sustentabilidade.
- Possibilitar manutenção preventiva e corretiva de forma fácil e econômica.
- Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente.
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências da maioria dos usuários.

De acordo com Roberto Carvalho Jr, uma instalação predial de água fria compreende além dos encanamentos, o hidrômetro, os aparelhos (peças de utilização), os reservatórios que permitem o suprimento, a medição, o armazenamento, o comando, o controle e a distribuição de água potável até as peças de utilização, tais como, torneiras, chuveiros, filtros ou purificadores de água, duchas higiênicas, vasos sanitários, máquinas de lavar roupas etc. (CARVALHO et al. 2003).

Para o dimensionamento das instalações hidráulicas o Método de Hunter (Método do Consumo Máximo Provável ou Possível) leva em consideração os pesos das peças, as perdas de cargas e as velocidades de escoamento da água. Já o Método das Seções Equivalentes faz uma estimativa do dimensionamento da tubulação a partir de uma conversão em seções equivalentes de $\frac{1}{2}$ " (meia

polegada), que tem relação com os diâmetros mínimos aplicáveis a cada tipo de peça de utilização que porventura estiverem presentes na instalação hidráulica.

Para o dimensionamento das tubulações de uma determinada instalação hidráulica predial existe a possibilidade de se utilizar três tipos de metodologias estão citadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Métodos utilizados para a realização de projetos de instalações hidráulicas

Método	Aplicabilidade	Fundamentação
Consumo Máximo Provável	Maioria das Edificações	Soma dos pesos dos aparelhos
Consumo Máximo Possível	Edificações com picos de consumo	Soma das vazões dos aparelhos
Seções Equivalentes	Qualquer tipo de edificação	Soma das seções equivalentes

Este trabalho foca na avaliação da variação do custo de um projeto hidráulico de uma residência de médio padrão. Por se tratar de um tipo de edificação que não apresenta picos de consumo, será apresentado a variação custos associados a aquisição dos materiais hidráulicos utilizando os métodos do Consumo Máximo Provável e das Seções Equivalentes.

2 Metodologia

Diante das limitações causadas pela pandemia de Covid-19 a elaboração deste trabalho foi realizada a partir de diversas ferramentas disponíveis para suprir a questão da ausência de encontros presenciais. Desta forma, o planejamento e a sua efetiva execução foram feitas através de reuniões virtuais, mensagens de áudio e texto via aplicativo de mensagens e troca intensa de e-mails. A Tabela 2 mostra de forma simplificada as principais metodologias e ferramentas utilizadas para a realização deste estudo.

Tabela 2 – Metodologia aplicada para a realização do trabalho

Atividade	Realização	Programa/Método Utilizado
Desenhos e plantas	Utilização de software de desenhos de prateleira	Autocad Civil 3D (2021)
Dimensionamento das instalações utilizando os vários métodos	Utilização de software de prateleira para o dimensionamento da instalação	Excel 2019

A seguir serão apresentados os métodos utilizados para elaboração do dimensionamento de um projeto hidráulico para uma residência de médio padrão. A partir da planta baixa da edificação mostrada na Figura 1, é possível saber quais são as peças hidráulicas que serão acopladas em cada ponto de utilização.

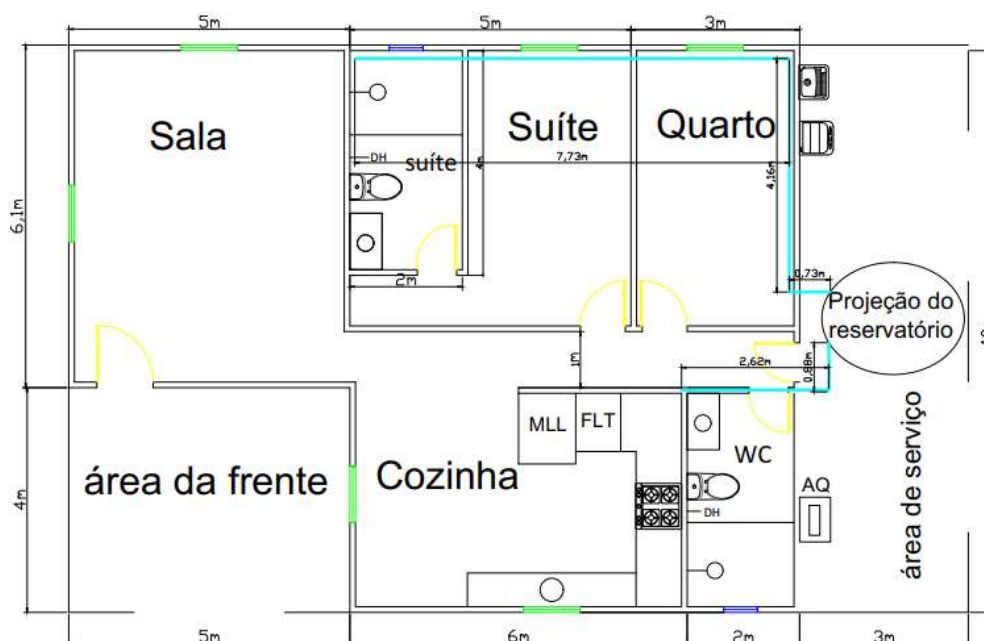


Figura 1 – Planta baixa de uma residência de médio padrão

Ao se observar a Figura 1 é possível notar a necessidade de alimentação de água fria nos cômodos da cozinha, área de serviço, suíte e banheiro (WC). É importante notar que essas peças serão alimentadas a partir do reservatório superior da edificação. Além disso, nota-se que as peças de utilização da suíte e do banheiro (WC) são idênticas.

2.1 Método do Consumo Máximo Provável

2.1.1 Determinação dos Pesos e das Vazões nos Trechos das Instalações Hidráulicas

Este método de dimensionamento da instalação hidráulica considera uma probabilidade de utilização das peças de utilização, ou seja, não considera a utilização simultânea das mesmas. Isso é uma medida bastante razoável, principalmente em edificações tipo residenciais. O dimensionamento da instalação hidráulica predial está associado ao somatório dos pesos dos aparelhos, conforme equação 1 mostrada abaixo [1].

$$Q = 0,3 \cdot \sqrt{\sum P} \quad (1)$$

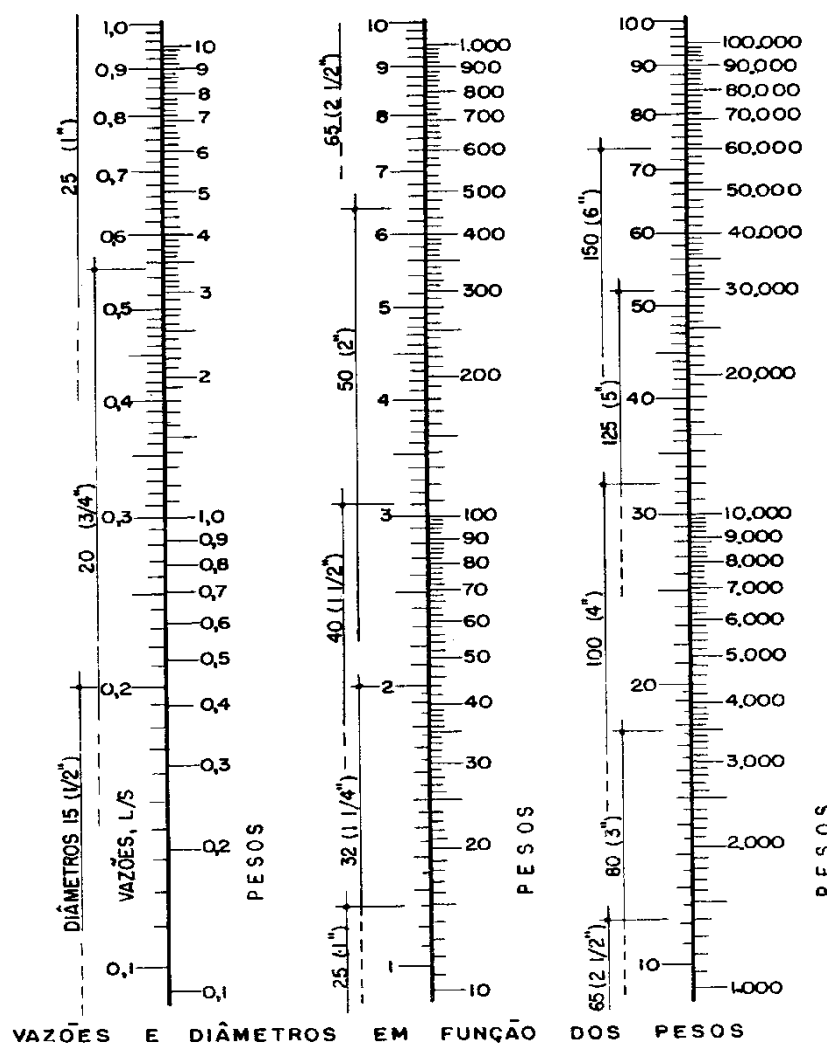
Onde:

Q – Vazão, L/s;

$\sum P$ – Somatório dos “Pesos”;

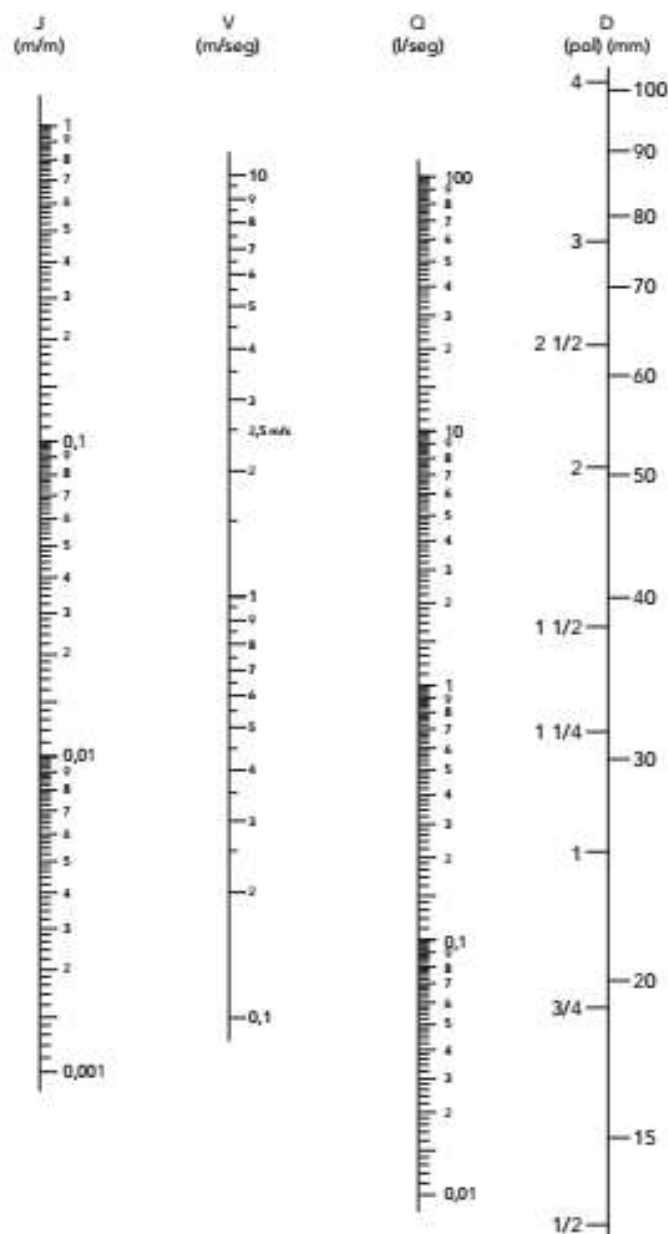
O “Peso” de uma peça de utilização está diretamente relacionado com a demanda de água associada ao seu correto funcionamento. Após a determinação da vazão a partir da equação 1 foi determinado o diâmetro inicial do ramal para atender cada ramal utilizando o nomograma de pesos, vazões e diâmetros, conforme Figura 2.

Figura 2 – Nomograma de vazões e diâmetros em função dos pesos [1].



Para se verificar se os diâmetros encontrados a partir do Método do Consumo Máximo Provável utilizando o nomograma da Figura 2 estão corretos é necessário utilizar o Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico (tubulações lisas, ou seja, com baixa rugosidade superficial), conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico [3]



]. Para se verificar que os diâmetros estão adequados é necessário utilizar o Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico. Sendo marcados dois pontos o de vazão calculado pela equação 3 e o diâmetro que foi retirado do nomograma da Figura 2. A partir disso se a perda de carga unitária for de até 8% e a velocidade de escoamento da água for menor do que 2,5 m/s, o diâmetro está adequado. Em caso o diâmetro determinado pelo nomograma da Figura 2, atinja velocidades maiores do que 2,5 m/s e ou perda de carga unitária acima de 8% é necessário aumentar em um diâmetro nominal o diâmetro originalmente determinado.

2.1.2 Método das Seções Equivalentes

O Método das Seções Equivalentes é baseado na proporção de seções com diâmetros de $\frac{1}{2}$ " que cada peça de utilização possui. O somatório das seções equivalentes de cada aparelho conduzirá a informação de qual diâmetro deverá ser utilizado para as colunas, ramais, sub-ramais e barriletes que fazem parte do sistema de alimentação das peças de utilização. Na Tabela 3 é mostrado as seções equivalentes para cada diâmetro nominal frequentemente utilizados nas

instalações hidráulicas [3-4].

Tabela 3 – Valores das seções equivalentes em relação às seções de $\frac{1}{2}$ " com a mesma capacidade.

Seções Equivalentes	
Diâmetros dos canos (polegadas)	Nº de canos de $\frac{1}{2}$ " com a mesma capacidade
$\frac{1}{2}$ "	1
$\frac{3}{4}$ "	2,9
1"	6,2
1 $\frac{1}{4}$ "	10,9
1 $\frac{1}{2}$ "	17,4
2"	37,8
2 $\frac{1}{2}$ "	65,5
3"	110,5
4"	189

Para a determinação do diâmetro da instalação segundo o Método das Seções Equivalentes será necessário utilizar como referência os diâmetros das peças de utilização já previamente definidos conforme apresentados na Tabela 4 e também foram apresentados na Figura 1 [4].

Tabela 4 – Diâmetro nominais para as principais peças de utilização.

Peças de utilização	Diâmetro (polegadas)
Aquecedor de alta pressão	$\frac{1}{2}$
Bacia com caixa de descarga/acoplada	$\frac{1}{2}$
Ducha higiênica	$\frac{1}{2}$
Chuveiro	$\frac{1}{2}$
Filtro	$\frac{1}{2}$
Lavatório	$\frac{1}{2}$
Máquina de lavar pratos ou roupas	$\frac{3}{4}$
Pia de cozinha	$\frac{1}{2}$
Tanque de lavar roupas	$\frac{3}{4}$

3 Resultados

3.1 Dimensionamento de acordo com o Método do Consumo Máximo Provável

Utilizando o Método do Consumo Máximo Provável foram determinados os diâmetros dos trechos (ramais) relativos a cada um dos cômodos presentes na edificação. As Tabelas 5, 6 e 7 mostram os dimensionamentos dos ramais obtidos a partir da utilização dos ábacos das Figuras 2 e 3.

Tabela 5 – Ramal do Banheiro 1 (WC) e da Suíte – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Banheiro 1/Suíte	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
2 - Vazão Provável (L/s)		0,315
3 - Diâmetro nominal		3/4"

Tabela 6 – Ramal da cozinha – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Cozinha	Pia	0,7
	Filtro	0,1
	Máquina de lavar louças	0,1
1 - Total		0,9
2 - Vazão Provável (L/s)		0,285
3 - Diâmetro nominal		3/4"

Tabela 7 – Ramal da Área de serviço – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Área de serviço	Aquecedor de passagem	0,1
	Tanque	0,7
	Máquina de lavar roupas	1
1 - Total		1,8
2 - Vazão Provável (L/s)		0,402

3 - Diâmetro nominal	1"
-----------------------------	-----------

A instalação hidráulica é composta por colunas que são trechos de tubulações que alimentam um ou mais ramais. Assim, utilizando a mesma metodologia foram dimensionados os diâmetros associados a Coluna de Água Fria 1 que a tubulação que a partir do reservatório alimenta parte da instalação hidráulica referente à suíte e à área de serviço. O dimensionamento da Coluna de Água Fria 1 (AF1) é mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Total dos pesos das peças de utilização e diâmetro nominal da coluna água fria 1 – Método do Consumo Máximo Provável

Coluna 1 – AF1		
Cômodos	Peças	Pesos
Suíte	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
Área de serviço	Aquecedor de passagem	0,1
	Tanque	0,7
	Máquina de lavar roupas	1
1 - Total		1,8
2- Total dos pesos		2,9
3 - Vazão Provável (L/s)		0,511
4 - Diâmetro nominal		1"

Tabela 9 – Total dos pesos das peças de utilização e diâmetro nominal da coluna água fria 2 – Método do Consumo Máximo Provável

Coluna 2 – AF2		
Cômodos	Peças	Pesos
Banheiro 1 (WC)	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
Cozinha	Pia	0,7
	Filtro	0,1
	Máquina de lavar louças	0,1
1 - Total		0,9
2- Total dos pesos		2
3 - Vazão Provável (L/s)		0,424
4 - Diâmetro nominal		1"

É importante observar a partir das informações das Tabelas 8 e 9 que o diâmetro nominal tanto da tubulação que sai do reservatório para alimentar a área de serviço e o banheiro (AF1) da suíte como aquela para abastecer o banheiro 1 (WC) e a cozinha (AF2) ambas precisam ter um diâmetro nominal de 1".

3.2 Dimensionamento de acordo com o Método das Seções Equivalentes

Utilizando a metodologia das seções equivalentes foi determinado o diâmetro dos trechos (ramais) relativos a cada um dos cômodos presentes na edificação. As Tabelas 10, 11 e 12 exibem o dimensionamento dos ramais obtidos a partir da utilização dos dados das Tabelas 3 e 4.

Tabela 10 – Ramal do Banheiro 1 (WC) e da Suíte – Método das Seções Equivalentes

Cômodos	Peças	Seção	Equivalência
Banheiro 1/Suíte	Ducha higiênica	½"	1
	Chuveiro	½"	1
	Lavatório	½"	1
	Vaso sanitário com caixa acoplada	½"	1
1 - Total			4
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1"

Tabela 11 – Ramal da cozinha – Método das Seções Equivalentes

Cômodo	Peças	Seção	Equivalência
Cozinha	Pia	½"	1
	Filtro	½"	1
	Máquina de lavar louças	¾"	2,9
1 - Total			4,9
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1"

Tabela 12 – Ramal da Área de serviço – Método das Seções Equivalentes

Cômodo	Peças	Seção	Equivalência
Área de Serviço	Aquecedor de passagem	½"	1
	Tanque	¾"	2,9
	Máquina de lavar roupas	¾"	2,9
1 - Total			6,8
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1 ¼"

A partir das análises das Tabelas 10, 11 e 12 observa-se que os diâmetros nominais dos ramais do banheiro 1 (WC) e da suíte e o ramal da cozinha são os mesmos, ou seja, de 1", pois as peças de utilização também são as mesmas. O ramal da área de serviço ficou com diâmetro nominal de 1 ¼".

Foram realizados os cálculos para a determinação dos diâmetros associados a Coluna de Água Fria 1 pelo Método das Seções Equivalentes. O dimensionamento da Coluna de Água Fria 1 (AF1) é mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Diâmetro nominal utilizado na coluna água fria 1 – Método das Seções Equivalentes

Coluna 1 – AF1	
Cômodos	Equivalência
Suíte	4
Área de serviço	6,8
1 - Total	10,8
2 – Diâmetro nominal equivalente	1 ¼"

A Tabela 14 mostra o dimensionamento de acordo com o Método das Seções Equivalentes para a Coluna de Água Fria 2 (AF2).

Tabela 14 – Diâmetro nominal utilizado na coluna água fria 2 – Método das Seções Equivalentes

Coluna 2 – AF2	
Cômodos	Equivalência
Cozinha	4
Banheiro	4,9
1 - Total	8,9
2 – Diâmetro nominal equivalente	1 ¼"

É importante ressaltar que a partir dos dados das Tabelas 14 e 15 que o diâmetro nominal da tubulação que sai do reservatório para alimentar tanto as colunas AF1 e AF2 precisam ter um diâmetro nominal de 1 ¼".

3.3 Comparativo entre o Método do Consumo Máximo Provável e o Método das Seções Equivalentes

O Método do Consumo Máximo Provável é recomendado para edificações que não apresentam picos de consumo e fornece dimensionamentos dos ramais e das colunas com diâmetros menores quando comparado com o Método das Seções Equivalentes. Isto ocorre porque além de serem considerados os pesos das peças de utilização ainda é realizada uma correção quanto ao uso, pois o referido método não considera que os pontos de utilização estarão em funcionamento de forma simultânea. O Método das Seções Equivalentes direciona o projeto hidráulico para diâmetros

de tubulações e de conexões maiores do que o Método do Consumo Máximo Provável, já que é baseado na proporção em relação às seções de ½”.

O Método das Seções Equivalentes oferece ao profissional da construção civil uma metodologia rápida, simplificada e com maior segurança hidráulica quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável, pois como já foi mencionado este está baseado em uma probabilidade de uso das peças que está associado também a taxa de ocupação de duas pessoas por dormitório da edificação residencial.

Para comparar os custos dos materiais empregados no projeto de instalação hidráulica da edificação mostrada na Figura 1 foi realizada um orçamento para as tubulações e conexões em uma loja Varejista Popular de Materiais de Construção localizada na Cidade de Seropédica no Estado do Rio de Janeiro. A Tabela 15 abaixo mostra os valores a serem gastos com os materiais empregados na instalação hidráulica. O orçamento foi realizado para os materiais hidráulicos fabricados em PVC (Policloreto de Vinila) soldável, pois atualmente ainda é o tipo de material mais utilizado na maioria das instalações residenciais. Caso o orçamento fosse realizado em materiais como PPR (Polipropileno randomizado), PEX (Polietileno Reticulado), CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) a variação no custo de aquisição dos materiais hidráulicos poderia ser ainda mais acentuada.

Tabela 15 – Custo de aquisição dos materiais hidráulicos para realização do projeto

Método:	Consumo Máximo Provável (Valores R\$)	Seções Equivalentes (Valores R\$)
Conexões Suíte	173,00	247,15
Conexões Área de Serviço	271,63	263,05
Conexões banheiro 1(WC)	179,15	256,15
Cozinha	125,90	212,80
Tubulações	596,55	945,95
Custo das Conexões	749,30	979,15
Custo Total	1345,85	1925,10

A partir dos dados da Tabela 15 é possível observar que há um aumento expressivo do valor a ser gasto para aquisição do material hidráulico ao se aplicar a metodologia das Seções Equivalentes. Esse aumento no custo da instalação está diretamente associado ao fato do dimensionamento do Método das Seções Equivalentes conduzir a diâmetros maiores quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável. A Tabela 16 a seguir mostra o aumento em percentual do custo de aquisição dos materiais hidráulicos quando se opta pelo Método das Seções Equivalentes em detrimento da utilização do Método do Consumo Máximo Provável.

Tabela 16 – Avaliação da Variação do Custo de um Projeto Hidráulico de Água Fria

Variação do Custo na Aquisição das Conexões	30,7%
Variação do Custo na Aquisição das Tubulações	58,6%
Variação do Custo Total	43%

A Tabela 16 mostra três aspectos da variação do custo de um projeto hidráulico de água

fria, sendo a variação do custo em relação às conexões, às tubulações e o custo total. Assim, observa-se que o aumento do custo em relação à aquisição das tubulações é 58,6% maior quando se aplica o Método das Seções Equivalentes. Quando se analisa o custo de aquisição das conexões percebe-se um aumento de 30,7% ao se utilizar o Método das Seções Equivalentes.

Considerando que o trabalho aplicou as duas metodologias de projeto de instalações hidráulicas a uma edificação residencial de médio padrão que é a realidade da maioria das construções nos centros econômicos do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais). É possível inferir que ao se utilizar a metodologia das Seções Equivalentes para dimensionar uma instalação hidráulica sem pico de consumo, o aumento do custo total com a aquisição dos materiais hidráulicos é maior do que 40% comparativamente ao Método do Consumo Máximo Provável.

5 Conclusões

O Método das Seções Equivalentes se mostra mais simples para se realizar o projeto de instalação hidráulica de uma edificação, proporcionando uma maior segurança hídrica quanto ao funcionamento das peças de utilização em situações de grande consumo de água potável. O Método das Seções Equivalentes conduz ao dimensionamento de diâmetros maiores quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável.

O Método do Consumo Máximo Provável leva em conta a propabilidade de utilização das peças, logo tende a dimensionar de forma mais adequada desde que a instalação opere dentro dos limites estabelecidos pelas normas. Caso, ocorra uma demanda muito intensa de água potável em curto período de tempo a instalação hidráulica poderá não funcionar de forma satisfatória.

Foi evidenciado que o Método das Seções Equivalentes pode produzir um aumento de 43% no custo total na aquisição dos materiais hidráulicos a serem empregados no projeto quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável.

Cabe ao Engenheiro avaliar o perfil do cliente, as características e a finalidade da edificação para saber que tipo de metodologia deverá aplicar para dimensionar a instalação hidráulica de forma que a mesma apresente a melhor razão custo benefício.

5 Referências Bibliográficas

ABNT NBR 5626 – Norma Brasileira Registrada para Instalações Prediais de Água Fria, da Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CARVALHO JR, Roberto, Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura, 2013, 7ª Edição, São Paulo: Blücher;

MACINTYRE, Joseph A. Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 1990 Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan; Mecânico. Oxford.

CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias, 2006, 6ª. Edição, Rio de Janeiro: LTC;

A IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO PROGRAMA 5S EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM GALPÃO INDUSTRIAL