

Received:  
March 30, 2020

Accepted:  
April 24, 2020

Published:  
April 30, 2020

## Basic design and execution of a hydro-sanitary installation of a Mobile Educational Unit for residential bathrooms

Lorena Lehmann Alves<sup>1</sup> , Luély Souza Guimarães<sup>1</sup> , Alice Dias Ferreira<sup>1</sup> , Carolina Tanure Martins<sup>1</sup> , Iara Ferreira de Rezende Costa<sup>1</sup> , Alcino de Oliveira Costa Neto<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

### Email address

lorenalehmann@gmail.com (Lorena L. Alves) – Corresponding author.

### Abstract

With the increasing enrollment of students in the regular higher education makes it necessary a deep reflection about education, mainly on what refers to attractive methodologies for these students. It is still notorious that higher education has as its main objective to promote for these students the perception of similar professional life, and also prepares for the workday, considering the obstacles that they may experience. Thereby, it is evident what was exposed above became a challenge for some institutions, once the methodology applied in the course uses only theories, and are not presented in a practical way. In order to create a didactic and dynamic materials to assist in practical activities in the course of Civil Engineering at the Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM), the present work has the objective the measurement of a hydrosanitary installation and the construction of a movable didactic panel, which simulates residential bathroom installations. The project has been dimensioned in accordance with current Brazillian standards for cold water, hot water, sewer and electrical installations. Thus, the mobile educational unit will contribute to the dissemination of knowledge about the hydrosanitary installations to UFVJM students in the Mucuri campus, and the entire community in the region.

**Keywords:** Hydrosanitary installations, Didactic panel, Civil engineering, Teaching methodologies.

## 1. Introdução

Souza (2007) apresenta que as metodologias didáticas ao serem utilizadas pelo professor em âmbito educacional, tem como auxílio a utilização de materiais que visam dar suporte para o bom desempenho destas atividades, principalmente, no que se refere a facilidade proporcionada ao professor como também no entendimento adquirido pelo aluno. Dessa maneira, tal utilização pode promover a redução das falhas decorrentes do ensino tradicional.

As universidades e escolas podem se adequar a métodos de melhoria do processo de ensino-aprendizagem, no qual a partir de práticas desenvolvidas em cada área do conhecimento, a qualidade da aula do professor é melhorada, diminuindo o abismo existente entre o ensino e a aprendizagem e aproximando os estudantes cada vez mais do ambiente profissional.

Ainda no campo educacional, segundo Dias (1991) a aprendizagem é mais efetiva quando a prática é aplicada, uma vez que, o ser humano aprende através dos sentidos, retendo apenas 10% do que é lido, 20% do que é estudado, 30% do que é visto, 50% do que é visto e executado, 70% do que é escutado e logo discutido e 90% do que é escutado e logo realizado.

Costa e Costa Neto (2019a) apresentam sobre a necessidade de aulas práticas, visto que estas induzem o discente na assimilação de conceitos, além de permitir que este desenvolva habilidades direcionadas a soluções de determinados problemas. Essa metodologia, além de ser interativa no que diz respeito ao impulso das relações dos discentes, permite que o docente possa fazer o encadeamento dos conteúdos já abordados em sala com o conteúdo atual. Tal método possibilita a visualização ampliada de determinado tema, como também permite a analogia e o entendimento dos fenômenos que compreendem os acontecimentos a sua volta.

Atentando-se à premissa de melhorias, é notória a necessidade de adequações na infraestrutura dos laboratórios de ensino, uma vez que estes apresentam número reduzido de materiais didáticos tornando, muitas vezes, as atividades de sala de aula desmotivadoras para os discentes.

Conforme exposto por Costa e Costa Neto (2019b) é necessário que o discente promova a responsabilidade no que diz respeito às suas competências comportamentais, a partir de ferramentas já inseridas em âmbito educacional. Aliado a isso é exposto o papel do docente no que se refere a metodologias alternativas que visem apresentar ao discente o cenário da sala de aula e, de maneira interligada, o cenário da vida real, a fim

de promover e apresentar situações existenciais em âmbito profissional, na qual esse se sinta no papel de responsável. Em virtude disso, é viável que haja a inserção de ferramentas, a fim de induzir o indivíduo à tomada de decisões, como também a promoção de suas habilidades, possibilitando ainda, a assimilação efetiva de um dado conteúdo.

Desse modo, este trabalho destina-se a apresentar uma unidade educativa móvel de um banheiro residencial contemplado com instalações prediais de água fria, água quente, esgoto cloacal e instalações elétricas, desde a concepção, passando pela execução e testes pertinentes na mesma. Pretende-se, dessa maneira, auxiliar de forma visual e prática, a consolidação da teoria abordada em sala de aula, facilitando a assimilação do conhecimento por parte dos discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), nas unidades curriculares de Instalações Prediais I e II, como também para a comunidade de Teófilo Otoni - MG e região.

## 2. Metodologia

### 2.1. Local de desenvolvimento do projeto

A unidade educativa móvel aqui descrita foi desenvolvida no Laboratório de Engenharia Civil do prédio do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET) da UFVJM, em Teófilo Otoni - MG.

### 2.2. Concepção do projeto da unidade educativa

A princípio, foram realizados estudos acerca do elemento estrutural da unidade educativa, este deveria ser confeccionado em um material que promovesse mobilidade e leveza à estrutura, mas que também resistisse aos esforços submetidos e apresentasse estabilidade estática. Assim, a estrutura foi desenvolvida em metalon, sendo composta por dois módulos: o primeiro consiste na base, permitindo apoio para os aparelhos sanitários e as tubulações de esgoto, e conseqüentemente suportará o peso do painel, enquanto o segundo trata-se do suporte do reservatório de água fria, fixado na parte posterior da estrutura.

A base da estrutura possui 2,00 metros de comprimento, 1,00 metro de largura e 0,60 metro de altura, considerando-se as dimensões das rodas, sendo estas inseridas na estrutura com o propósito de facilitar a locomoção da mesma.

A estrutura que suporta o reservatório é retrátil, fixando-o em três posições distintas, sendo estas a 0,28 metro, 0,95 metro e a 1,95 metros, as medidas têm como referencial o registro de gaveta da coluna de água fria. A variação da altura tem como objetivo testar a pressão nos pontos de utilização da unidade, uma vez que, a pressão que estiver inferior a recomendada por norma provocará o mau funcionamento das peças, promovendo incômodo ao usuário, em contrapartida quando a pressão se encontrar superior à permitida irá favorecer determinados riscos às conexões e tubulações, conforme descreve Botelho e Ribeiro Junior (2010).

A fim de uniformizar e proteger a superfície da estrutura contra a corrosão, aplicou-se sobre a mesma uma camada de tinta anticorrosiva. Os módulos da estrutura podem ser observados na figura (1).



Figura 1 – À esquerda suporte dos aparelhos sanitários e tubulações de esgoto. À direita suporte retrátil para o reservatório.

### 2.3. Maquete eletrônica

A fim de proporcionar um caráter ilustrativo à unidade educativa confeccionou-se a maquete eletrônica da mesma. Nesta etapa, integram-se os principais componentes da unidade em ambientes 2D, que apresenta características específicas dos trechos, como também das conexões, e o 3D que permite a melhor visualização do objeto a ser construído, conforme pode-se observar na figura (2). Salienta-se que a figura ilustra as tubulações de água fria, água quente e esgoto cloacal nas paredes e piso, respectivamente.

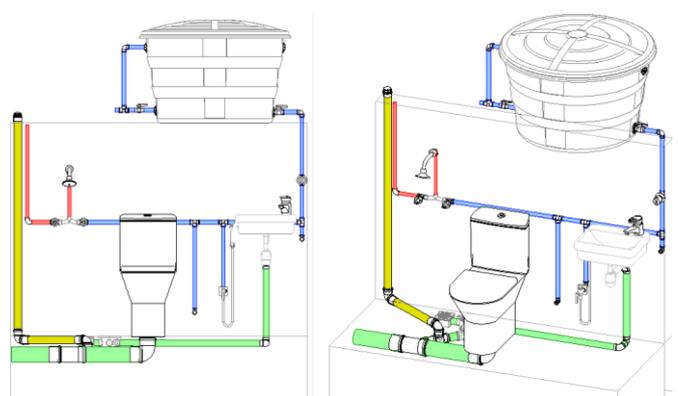


Figura 2 – À esquerda vista frontal em ambiente 2D. À direita vista em ambiente 3D.

Cabe destacar que as cores azul e vermelho representam as instalações de água fria e água quente, respectivamente, as cores verde e amarelo representam as instalações de esgoto cloacal, a primeira indica o subsistema de coleta e transporte e a segunda o subsistema de ventilação.

A condução de água para o lavatório e bacia sanitária é realizada através de engates flexíveis, estes não são observados na figura. É válido ressaltar que o reservatório apresentado é apenas hipotético, não sendo o mesmo utilizado na montagem da unidade educativa.

### 2.4. Montagem

A construção e montagem da unidade educativa foram realizadas em etapas, sendo a primeira delas a confecção da estrutura para o suporte de todas as peças do banheiro, a

segunda a preparação do painel de madeira para suporte das peças e a terceira, a montagem das tubulações e conexões de água fria, esgoto cloacal, água quente e a instalação elétrica do chuveiro.

Com relação aos equipamentos que compõem a parede hidráulica, é importante ressaltar que a mesma é constituída por um reservatório, que tem como principal função realizar o abastecimento de água para todos os aparelhos sanitários.

A unidade móvel ainda é composta pelo lavatório, ducha higiênica, bacia sanitária, chuveiro e registros de esfera, de gaveta e de pressão.

A tubulação de água fria e água quente fazem o transporte da água para os aparelhos sanitários e a tubulação de esgoto é responsável pelo seu descarte. Cabe salientar que o diâmetro das tubulações varia de acordo com a função de cada uma delas, tendo como referência o aparelho ao qual ela será acoplada.

Após os estudos preliminares, o dimensionamento e a elaboração da maquete eletrônica, deu-se início a montagem da unidade, cuja estrutura de metalon foi confeccionada por serviços terceirizados.

Com relação a simulação da parede foram reutilizadas duas chapas de madeira que se encontravam descartadas na universidade, sendo fixadas com parafusos e arruelas na estrutura metálica, estas foram pintadas com esmalte sintético na cor azul celeste.

Visando simular as instalações típicas de um banheiro residencial e devido à versatilidade, disponibilidade, facilidade de instalação e baixo custo dos materiais, para as tubulações de água fria optou-se por utilizar o cloreto de polivinila (PVC), na cor marrom e para as instalações de água quente utilizou-se o policloreto de vinila clorado (CPVC), na cor bege.

A bacia sanitária e o lavatório foram fixados na estrutura metálica através de parafusos, conforme ilustra a figura (3), em seguida, as tubulações de água fria e água quente foram medidas, cortadas e fixadas no painel através de abraçadeiras metálicas, conforme exibe a figura (4).

O ponto de água quente foi alocado à esquerda do ponto de água fria, visto de frente pelo observador, conforme determina Carvalho Junior (2017). Neste, foi inserido o registro de pressão, a fim de controlar o fluxo de água direcionado ao chuveiro, e o misturador que tem a função de realizar a mistura da água contida nas tubulações de água fria e água quente, permitindo o controle da temperatura adequada ao usuário. Cabe ressaltar que a conexão entre os sub-ramais e a peça de utilização foi realizada através de joelhos de 90° rosca bucha de latão, na cor azul, com exceção do chuveiro onde foi utilizado um joelho de transição, na cor bege, estes foram utilizados a fim de unir as peças roscáveis às tubulações de PVC e CPVC, respectivamente, e evitar vazamentos.

Em seguida, realizou-se a montagem das instalações de esgoto cloacal, para estas tubulações optou-se pela utilização do PVC, série normal e cor branca. As tubulações foram medidas, cortadas e fixadas à estrutura metálica através de abraçadeiras de plástico, o ralo e caixa sifonada foram devidamente posicionados, como demonstrado na figura (5).

Para o box do chuveiro projetou-se um recipiente de vidro, responsável por conduzir os efluentes do mesmo e encaminhá-los às instalações de esgoto, este possui 0,005 metro de espessura, 0,80 metro de comprimento e 0,60 metro de largura, sendo fixado na estrutura metálica por meio de parafusos.



Figura 3 – Posicionamento dos aparelhos sanitários.



Figura 4 – À esquerda montagem da instalação da tubulação de água fria e água quente. À direita sub-ramal joelho rosca bucha de latão.



Figura 5 – Fixação das tubulações de esgoto cloacal.

O recipiente possui ainda um furo onde o ralo do chuveiro é posicionado, este é do tipo redondo cônico com grelha branca de 10 cm de diâmetro. A caixa sifonada, contemplada na unidade, possui 5 entradas e uma saída e apresenta dimensões 100x140x50 (mm). O box é exposto na figura (6).

Uma vez que a estrutura da unidade educativa móvel não foi projetada para suportar pesos elevados optou-se por adotar um reservatório de plástico com capacidade de 61 litros, com 0,59 metro de comprimento, 0,49 metro de largura e 0,30 metro de altura.

A fim de simular as condições habituais a que um reservatório residencial está submetido, este é dotado de torneira boia, cuja função é interromper automaticamente a vazão de água quando o reservatório atinge sua capacidade máxima, tubulação de alimentação, abastecimento, limpeza e extravasor, conforme ilustram as figuras (7) e (8).

### 3. Fundamentação teórica

#### 3.1. Instalações prediais de água fria

Alguns parâmetros hidráulicos referentes às instalações de água fria apresentam os seus valores moderados conforme as normas e demais referências. No que diz respeito a velocidade, a ABNT (1998) estabelece valores inferiores a 3 m.s<sup>-1</sup> em qualquer trecho da tubulação, a fim de evitar ruídos desagradáveis na canalização. Creder (2006) estabelece que as velocidades máximas a serem consideradas no dimensionamento das instalações de água fria não devem ultrapassar o valor de 2,5 m.s<sup>-1</sup>.

Em condições dinâmicas, a ABNT (1998) determina que a pressão, em todos os pontos de utilização, deve ser superior a 10 kPa (1,00 m.c.a), exceto nos pontos da caixa de descarga, no qual a pressão pode ser inferior a este valor, até um mínimo de 5 kPa (0,50 m.c.a), e do ponto da válvula de descarga da bacia sanitária, no qual a pressão não deve ser menor do que 15 kPa (1,50 m.c.a); em condições estáticas, a ABNT (1998) estabelece valores inferiores a 400 kPa (40,00 m.c.a), em qualquer trecho da tubulação.

##### 3.1.1. Dimensionamento dos ramais e coluna de distribuição

Os ramais e colunas e de distribuição podem ser dimensionados pela hipótese do consumo máximo provável, descrita em Botelho e Ribeiro Junior (2010), a qual estabelece a improbabilidade da utilização das peças de utilização de forma concomitante. As vazões nestes trechos são determinadas através da equação (1), retirada da ABNT (1998).

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

em que:

$Q$ : valor aproximado de vazão, em litros por segundo (L.s<sup>-1</sup>); e  
 $\sum P$ : somatório de pesos de todas as peças de utilização contemplados pelo trecho considerado, sendo adimensional.

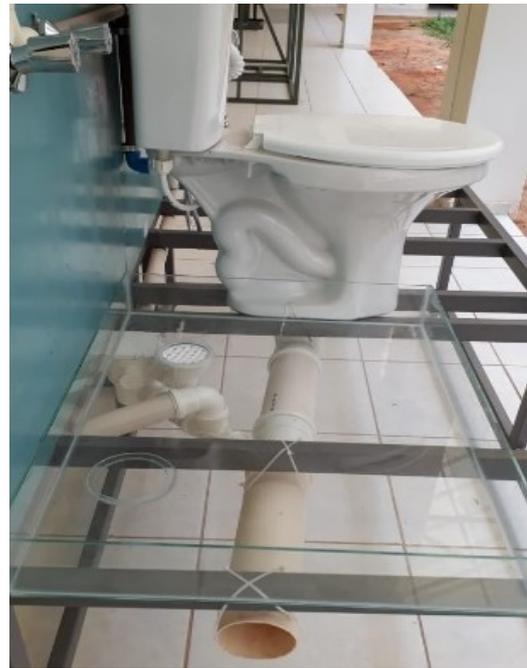


Figura 6 – Box do chuveiro.

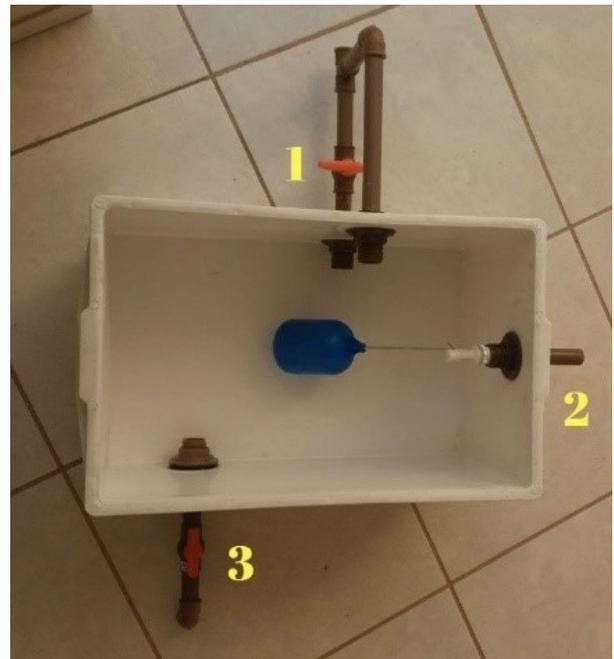


Figura 7 – Vista superior do reservatório. Os números 1, 2 e 3 representam o registro de esfera, a tubulação de alimentação e de abastecimento, respectivamente.



Figura 8 – Vista posterior do reservatório. Os números 4 e 5 representam o extravasor e a tubulação de limpeza do reservatório, respectivamente.

Além disso, a velocidade no trecho pode ser determinada através da equação (2), adaptada de Azevedo Netto et al. (1998).

$$v = Q/A \quad (2)$$

onde:

$v$ : velocidade no trecho, em metros por segundo ( $m.s^{-1}$ ); e  
 $Q$ : valor aproximado de vazão, em litros por segundo ( $L.s^{-1}$ ); e  
 $A$ : área da seção transversal do trecho considerado, em metros quadrados ( $m^2$ ).

A tabela (1) apresenta os valores de peso e vazão de projeto determinados experimentalmente pela ABNT (1998) e Veról et al. (2019) às peças de utilização contempladas pela unidade educativa.

Tabela 1 – Pesos relativos e vazão de projeto nas peças de utilização em função do aparelho sanitário (adaptada da ABNT, 1998; Veról et al., 2019).

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Peso relativo	Vazão de projeto ( $L.s^{-1}$ )
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,3	0,15
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,1	0,10
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,3	0,15
Ducha higiênica	-	0,1	0,10

Uma vez que a ABNT (1998) não atribuiu peso relativo à ducha higiênica, considerou-se para a mesma o valor de 0,1, estabelecido por Veról et al. (2019). Determinadas as vazões, utiliza-se dos nomogramas presentes em Botelho e Ribeiro Junior (2010) para determinação dos diâmetros de cada trecho de tubulação.

### 3.1.2. Dimensionamento dos sub-ramais

Diferentemente dos ramais e colunas de distribuição, os sub-ramais possuem diâmetro determinado conforme a peça de utilização a ser abastecida. A tabela (2) apresenta os diâmetros mínimos dos sub-ramais das peças de utilização contempladas pela unidade educativa.

Tabela 2 – Diâmetros mínimos dos sub-ramais (Creder, 2006).

Peça de utilização	Diâmetro (mm)
Bacia sanitária com caixa de descarga	15
Chuveiro	15
Lavatório	15

### 3.1.3. Verificação da pressão

A fim de realizar a verificação da pressão, conforme solicita a ABNT (1998) nos pontos de interesse, faz-se necessária a determinação da perda de carga unitária em cada trecho, através da equação (3).

$$J = 8,69 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad (3)$$

em que:

$J$ : perda de carga unitária, em metro por metro ( $m.m^{-1}$ );  
 $Q$ : vazão, em litros por segundo ( $L.s^{-1}$ ); e  
 $d$ : diâmetro interno da tubulação, em milímetros (mm).

Em seguida, determina-se o comprimento virtual, dado pela equação (4), definido como o somatório do comprimento real com o comprimento equivalente, visando relacionar as perdas localizadas às perdas retilíneas.

$$L_v = L_R + L_{eq} \quad (4)$$

onde:

$L_v$ : comprimento virtual, em metro (m);  
 $L_R$ : comprimento real da tubulação, em metro (m); e  
 $L_{eq}$ : comprimento equivalente, em metro (m).

Os comprimentos equivalentes para as peças e conexões que compõem a unidade educativa encontram-se descritos na tabela (3).

Tabela 3 – Perda de carga localizada, considerando diâmetro nominal de 25 mm (Carvalho Junior, 2017).

Peças e conexões	Equivalência em metros de tubulação de PVC rígido
Joelho de 90°	1,2
Tê 90° de passagem lateral	2,4
Tê 90° de passagem direta	0,8
Registro globo aberto	11,4
Registro gaveta aberto	0,2

Posteriormente, a perda de carga no trecho pode ser determinada através da equação (5).

$$h_f = J \times L_v \quad (5)$$

onde:

$h_f$ : perda de carga no trecho, em metro de coluna d'água (m.c.a.);  
 $J$ : perda de carga unitária, em metro por metro ( $m.m^{-1}$ ); e  
 $L_v$ : comprimento virtual, em metro (m).

Por fim, a pressão em um determinado ponto, pode ser definida através da equação (6).

$$P = H_g - h_f \quad (6)$$

em que:

$P$ : pressão disponível, em metro de coluna d'água (m.c.a.);  
 $H_g$ : pressão estática devido ao desnível das tubulações, em metro de coluna d'água (m.c.a.); e  
 $h_f$ : perda de carga no trecho, em metro de coluna d'água (m.c.a.).

## 3.2. Instalações prediais de água quente

Analogamente às instalações de água fria, as instalações de água quente também apresentam alguns parâmetros hidráulicos limitados pela legislação vigente, o que

se refere às pressões, a ABNT (1993) apresenta que a pressão estática máxima nos pontos de utilização deve ser de no máximo 400 kPa (40,00 m.c.a), já a pressão dinâmica não deve ser inferior a 5 kPa (0,50 m.c.a), com exceção do ponto do chuveiro, onde a pressão dinâmica mínima é de 10 kPa (1,00 m.c.a), conforme descrito em Botelho e Ribeiro Junior (2010). Com relação a velocidade e ao dimensionamento das instalações de água quente, estes são realizados de maneira análoga ao dimensionamento de água fria, descritos anteriormente.

### 3.3. Instalações prediais de esgoto cloacal

No que tange o dimensionamento das instalações prediais de esgoto cloacal, a ABNT (1999) estabelece o método das unidades Hunter de contribuição (UHC), método este que determina um fator numérico que caracteriza a contribuição de cada aparelho sanitário, em função da sua utilização.

A tabela (4) apresenta a UHC para cada um dos aparelhos sanitários contemplados pela unidade educativa.

Tabela 4 – Número de UHC para cada aparelho sanitário (adaptada da ABNT, 1999).

Aparelho sanitário	Número de UHC
Bacia sanitária	6
Chuveiro de residência	2
Lavatório de residência	1

#### 3.3.1. Dimensionamento dos ramais de descarga

Os ramais de descarga possuem seu diâmetro determinado conforme o aparelho sanitário do qual recebe os efluentes.

A tabela (5) determina os diâmetros mínimos dos ramais de descarga contemplados na unidade educativa.

Tabela 5 – Diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga (adaptada da ABNT, 1999).

Aparelho sanitário	Diâmetro (mm)
Bacia sanitária	100
Chuveiro de residência	40
Lavatório de residência	40

#### 3.3.2. Dimensionamento dos ramais de esgoto

Os ramais de esgoto possuem seu diâmetro determinado através do somatório do número de UHC dos aparelhos que contribuem para o mesmo.

A tabela (6) apresenta os diâmetros mínimos dos ramais de esgoto contemplados na unidade educativa.

Tabela 6 – Diâmetros mínimos dos ramais de esgoto (adaptada da ABNT, 1999).

Diâmetro (mm)	Número máximo de UHC
50	6
100	160

### 3.3.3. Dimensionamento do ramal e coluna de ventilação

O ramal de ventilação é dimensionado de maneira análoga ao ramal de esgoto. A tabela (7) apresenta os diâmetros mínimos do ramal de ventilação contemplados na unidade educativa, considerando-se um grupo de aparelhos com bacia sanitária.

Tabela 7 – Diâmetros do ramal de ventilação (adaptada da ABNT, 1999).

Número máximo de UHC	Diâmetro (mm)
Até 17	50
18 a 60	75

A coluna de ventilação, por sua vez, é dimensionada com base no diâmetro nominal do ramal de esgoto, do número máximo de UHC do conjunto de aparelhos contemplados e do diâmetro mínimo do ramal de ventilação. A tabela (8) apresenta o diâmetro mínimo para a coluna de ventilação contemplada na unidade educativa.

Tabela 8 – Diâmetro para a coluna de ventilação (adaptada da ABNT, 1999).

Diâmetro do ramal de esgoto (mm)	Número máximo de UHC	Diâmetro nominal do ramal de ventilação (mm)		
		40	50	75
		Comprimento permitido (m)		
100	43	-	11	73

### 3.4. Instalações elétricas

Para determinação da seção dos condutores, pertencentes à instalação elétrica do chuveiro, a ABNT (2004) preconiza o critério da capacidade de condução de corrente, critério este que considera a maior corrente a ser conduzida pelo condutor, a esta corrente dá-se o nome de corrente de projeto, sendo determinada pela equação (7).

$$i = \frac{P}{U \times f_1 \times f_2} \quad (7)$$

onde:

$i$ : corrente de projeto, em ampères (A);

$P$ : potência, em watts (W);

$U$ : tensão de funcionamento, em volts (V);

$f_1$ : fator de correção de temperatura ambiente de trabalho do circuito, adimensional; e

$f_2$ : fator de correção para quantidade de circuitos agrupados no mesmo eletroduto, adimensional.

Os fatores de correção e a seção nominal dos condutores podem ser determinados através das tabelas presentes na ABNT (2004). A legislação, determina ainda, a seção nominal mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de tomadas.

## 4. Resultados

### 4.1. Aparelhos sanitários contemplados

A unidade educativa é contemplada por um lavatório com torneira, uma ducha higiênica, uma bacia sanitária com caixa acoplada, um chuveiro elétrico e três acessórios: dois engates flexíveis e um sifão universal, conforme ilustra a figura (9).

É válido ressaltar que a bacia sanitária utilizada na unidade educativa apresenta um dispositivo *dual flush*, responsável por controlar a vazão da caixa de descarga.

### 4.2. Dimensionamento das instalações de água fria

Tendo em vista a conveniência sob o aspecto econômico toda a instalação de água fria foi dimensionada trecho a trecho, sendo a coluna de distribuição, ramais e sub-ramais que alimentam as peças de utilização, dimensionados através das equações, tabelas e figuras presentes nas literaturas recorrentes.

A figura (10) apresenta a definição dos trechos de tubulação.

As siglas observadas na figura (10) tratam-se de: registro de esfera (RE), registro de gaveta (RG), lavatório (LAV), ducha higiênica (DH), bacia sanitária (BS), registro de pressão (RP) e chuveiro (CH). É válido ressaltar que o H variável representa cada uma das três posições da base do reservatório a partir do registro de gaveta, sendo estas: 0,28 metro, 0,95 metro e 1,95 metros.

A tabela (9) apresenta a vazão estimada, diâmetro calculado, diâmetro adotado e velocidade para os trechos associados à coluna de distribuição e o ramal da unidade educativa, salienta-se que o valor de diâmetro adotado já leva em consideração a verificação da pressão no chuveiro e que o trecho C-D é referente ao sub-ramal.

Tabela 9 – Parâmetros hidráulicos para cada trecho da unidade educativa.

Trecho (m)	Vazão estimada (L.s <sup>-1</sup> )	Diâmetro calculado (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )
A-B	0,27	20	25	0,55
B-C	0,27	20	25	0,55
C-D	0,09	20	22	0,24

A tabela (10) expõe os valores adotados para os diâmetros nominais de cada um dos sub-ramais da unidade educativa. Com relação aos sub-ramais que a compõem, optou-se por adotar diâmetros iguais aos dos ramais, a fim de evitar a utilização de reduções.

Tabela 10 – Diâmetros nominais adotados para os sub-ramais.

Peça de utilização	Diâmetro adotado (mm)
Lavatório	25
Ducha higiênica	25
Bacia sanitária	25
Chuveiro	22



Figura 9 – Aparelhos sanitários contemplados pela unidade educativa.

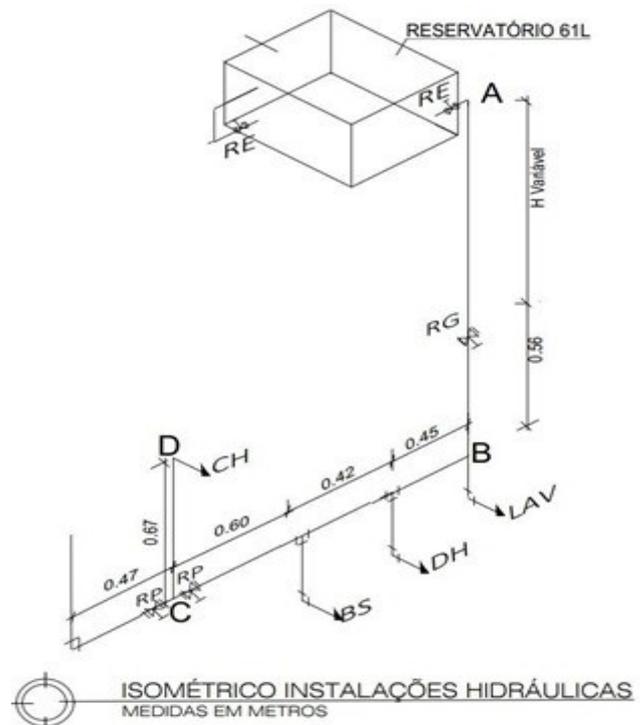


Figura 10 – Definição dos trechos das tubulações.

A verificação da pressão foi realizada apenas para o ponto mais desfavorável, o chuveiro, sendo calculada para as três posições do reservatório. Os valores obtidos para as pressões nos três pontos encontram-se na tabela (11).

A tabela (12) faz a relação do volume do reservatório e o tempo gasto para esvaziá-lo referente a cada peça de utilização contemplada pela unidade educativa, com exceção da bacia sanitária.

A tabela (13) apresenta o número de descargas necessário para esvaziar o reservatório da unidade educativa, considerando o dispositivo *dual flush*, que permite descargas com 3 litros e 6 litros de água.

As três posições de funcionamento do reservatório podem ser observadas nas figuras (11), (12) e (13).

Tabela 11 – Valores de pressão para as três posições do reservatório.

Posição (m)	Pressão (m.c.a)
0,28	-0,299
0,95	0,357
1,95	1,337

Tabela 12 – Tempo necessário que cada peça utilizará para esvaziar o reservatório da unidade educativa.

Peça de utilização	Tempo
Lavatório	6 min 47 s
Ducha higiênica	10 min 10 s
Chuveiro	10 min 10 s

Tabela 13 – Número de descargas necessários para esvaziar o reservatório da unidade educativa.

Peça de utilização		Nº de descargas
Bacia sanitária	3 litros	20 descargas
	6 litros	10 descargas



Figura 11 – Unidade educativa com base do reservatório posicionada a 0,28 metro do registro de gaveta presente na coluna de distribuição.



Figura 12 – Unidade educativa com base do reservatório posicionada a 0,95 metro do registro de gaveta presente na coluna de distribuição.

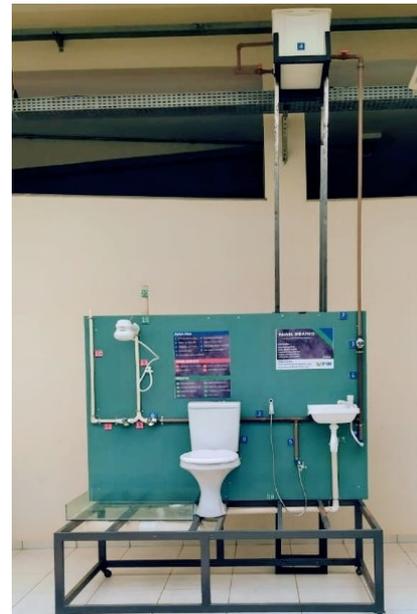


Figura 13 – Unidade educativa com base do reservatório posicionada a 1,95 metros do registro de gaveta presente na coluna de distribuição.

### 4.3. Dimensionamento das instalações de água quente

O traçado da tubulação de água quente foi realizado de forma independente do sistema de distribuição de água fria, porém obedecendo aos mesmos critérios.

O dimensionamento das instalações de água quente é realizado de forma análoga ao dimensionamento das instalações de água fria. Uma vez que a unidade educativa não contempla uma fonte de aquecimento alternativa, adotou-se o diâmetro de 22 mm.

As instalações de água quente da unidade educativa podem ser observadas na figura (14), onde os números 6, 10, 11, 12 e 13 representam o registro de pressão, o misturador, o ramal água quente, a coluna de distribuição de água quente e o sub-ramal do chuveiro, respectivamente.

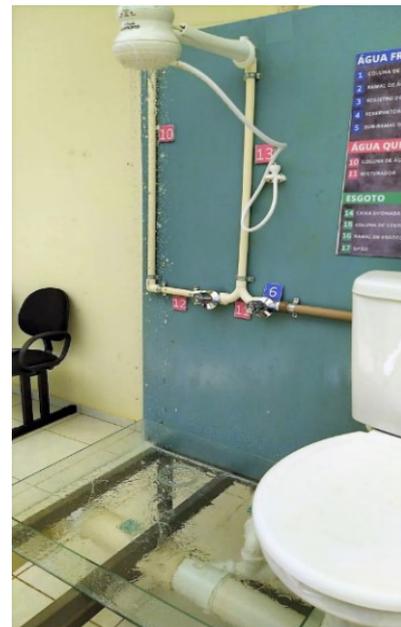


Figura 14 – Instalações de água quente.

#### 4.4. Dimensionamento das instalações de esgoto cloacal

Uma vez que o sistema de esgoto cloacal tem por finalidade a coleta e a condução dos despejos provenientes dos aparelhos sanitários a um destino adequado, por meio do subsistema de coleta e transporte, bem como eliminar para a atmosfera os gases provenientes dos ambientes sanitários, através do subsistema de ventilação, sendo assim, faz-se necessário o correto dimensionamento das instalações que compõem o sistema. Os diâmetros adotados para as instalações de esgoto cloacal encontram-se descritos na tabela (14).

Tabela 14 – Diâmetro das instalações de esgoto cloacal.

-	Aparelho sanitário	Diâmetro adotado (mm)
Ramal de descarga	Lavatório	40
	Bacia sanitária	100
	Chuveiro	40
Ramal de esgoto	Bacia sanitária	100
	Caixa sifonada	50
Coluna e ramal de ventilação	-	50

Parte das instalações de esgoto cloacal são observadas na figura (15), onde os números 14, 16, 19 e 21 representam a caixa sifonada, o ramal de esgoto, o ramal de ventilação e o ralo sifonado, respectivamente.



Figura 15 – Instalações de esgoto cloacal.

A figura (16) apresenta o tubo ventilador, responsável por encaminhar os gases da instalação de esgoto cloacal para a atmosfera, e o terminal de ventilação, que se encontra na extremidade do tudo, responsável por impedir a entrada de água da chuva e outros elementos que possam obstruir o sistema.



Figura 16 – Tubo ventilador e terminal de ventilação.

#### 4.5. Dimensionamento das instalações elétricas

Para o funcionamento do chuveiro elétrico empregado na unidade, com potência igual a 4600 Watts, foram adotados um condutor fase, um condutor neutro e um condutor terra, nas cores branco, azul e verde, respectivamente, conforme as considerações da ABNT (2004), com seção nominal de 6 mm<sup>2</sup>, considerando uma tensão de 127 V. Além disso, para a emenda dos condutores da unidade adotou-se um conector de porcelana, a fim de evitar o superaquecimento dos cabos e garantir a segurança da instalação.

A figura (17) apresenta os condutores e o conector utilizados na instalação elétrica do chuveiro da unidade.



Figura 17 – À esquerda condutores utilizados na instalação elétrica do chuveiro da unidade educativa. À direita instalação elétrica e chuveiro.

Além disso, visando a proteção da instalação, adotou-se um disjuntor de 40 Ampères DIN termomagnético, sendo este alocado no quadro de distribuição do Laboratório de Engenharia Civil do ICET, uma vez que o mesmo já contava com pontos de reserva. O disjuntor adotado pode ser observado na figura (18).



Figura 18 – Disjuntor termomagnético alocado no quadro de distribuição.

#### 4.6. Identificação das instalações hidrossanitárias

Visando tornar a unidade dinâmica e interativa aos discentes, foram adotadas identificações para os principais componentes dos sistemas de água fria, água quente e esgoto cloacal. Para isso, fixou-se uma placa sobre a superfície do painel contendo uma legenda que associa os componentes hidrossanitários à números, assim como placas com somente indicação numérica junto aos aparelhos sanitários, tubulações,

registros e reservatório. Essa metodologia foi inserida ao projeto, a fim de possibilitar melhor visualização e auxiliar no aprendizado do discente a respeito da função de cada peça, acessório e tubulação.

A identificação das instalações encontra-se ilustrada nas figuras (19) e (20).

ÁGUA FRIA			
1	COLUNA DE ÁGUA FRIA	6	REGISTRO DE PRESSÃO
2	RAMAL DE ÁGUA FRIA	7	REGISTRO DE ESFERA
3	REGISTRO DE GAVETA	8	SUB-RAMAL BACIA SANITÁRIA
4	RESERVATÓRIO	9	SUB-RAMAL LAVATÓRIO
5	SUB-RAMAL DUCHA HIGIÊNICA		
ÁGUA QUENTE			
10	COLUNA DE ÁGUA QUENTE	12	RAMAL DE ÁGUA QUENTE
11	MISTURADOR	13	SUB-RAMAL CHUVEIRO
ESGOTO			
14	CAIXA SIFONADA	18	RAMAL DE DESCARGA
15	COLUNA DE VENTILAÇÃO	19	RAMAL DE VENTILAÇÃO
16	RAMAL DE ESGOTO	20	TERMINAL DE VENTILAÇÃO
17	SIFÃO	21	RALO SECO

Figura 19 – Placa com indicações numéricas.



Figura 20 – Indicação das terminologias das instalações.

As cores azul, vermelha e verde representam os constituintes das instalações de água fria, água quente e esgoto cloacal, respectivamente. Cabe destacar que as placas que indicam as terminologias das instalações foram fixadas à estrutura através de um velcro, dessa maneira, os discentes podem posicioná-las de acordo com os conhecimentos adquiridos em sala de aula, e então ao final, o docente responsável pela disciplina poderá verificar se estas foram posicionadas de forma correta, caso contrário, as indicações numéricas são facilmente removidas e podem ser realocadas adequadamente.

## 5. Discussão dos resultados

Com intuito de garantir o bom funcionamento das instalações prediais, estas devem ser perfeitamente dimensionadas e executadas com acabamento ideal, de modo a evitar problemas que interfiram no funcionamento dos equipamentos e tubulações, além disso, estas devem ser bem fixadas, a fim de evitar manifestações patológicas.

Neste contexto, visando o bom funcionamento das instalações de água fria e água quente, foram adicionados à

unidade registros a fim de bloquear por completo a passagem de água, em caso de manutenção ou alteração na altura do reservatório, e para controlar a vazão nos pontos de utilização. Os registros de esfera, localizados próximo ao reservatório, são mais resistentes e fabricados em PVC, sendo acionados quando houver necessidade de interromper o abastecimento ou para a limpeza do reservatório. O registro de gaveta, por sua vez, controla o fluxo da água que parte do reservatório até as peças de utilização, sendo instalado na coluna de distribuição. Por fim, os registros de pressão permitem a regulação da vazão, sendo instalados nas extremidades do misturador.

Conforme descrito anteriormente, as tabelas apresentadas fazem referência ao correto dimensionamento do conjunto de tubulações que integram às instalações deste projeto. Cabe salientar, que todas seguiram as normas e literaturas recorrentes, tanto no que se refere aos cálculos como na interpretação e análise do desenvolvimento da unidade hidráulica, quando a mesma está em utilização.

Em termos de pressão, conforme descrito anteriormente, para a primeira posição do reservatório obteve-se uma pressão igual a -0,299 m.c.a, sendo esta desfavorável ao funcionamento do chuveiro elétrico. Na segunda posição, a pressão residual é igual a 0,357 m.c.a, estando, também abaixo da pressão mínima de 1,00 m.c.a estabelecida pela ABNT (1998), porém o chuveiro funcionou de modo satisfatório, o que pode ser explicado pelos superdimensionamentos oriundos da literatura. Por fim, a pressão residual para a terceira posição do reservatório é de 1,337 m.c.a, nesta posição o chuveiro funciona de modo adequado, com o completo aquecimento da água, conforme esperado.

No que se refere às instalações de água quente, foi adotado o diâmetro de 22 mm, pois foi considerado a uniformidade das tubulações utilizadas na unidade educativa, uma vez que este se equivale ao valor de 25 mm que foi calculado e adotado no dimensionamento das instalações de água fria. Ainda, vale salientar que, para fins didáticos, o diâmetro adotado para água quente permite a melhor visualização da tubulação. Além disso, para o sub-ramal do chuveiro também foi adotada tubulação de CPVC, uma vez que a tubulação de PVC não seria capaz de suportar a temperatura da água, em caso de funcionamento do sistema.

Cabe ressaltar, que o dispositivo *dual flush* presente na caixa de descarga da bacia sanitária possui duas saídas de água: uma que libera até seis litros, e o parcial, que libera menor quantidade de água, até três litros. Esta praticidade apresentada ao usuário, o sistema induz a economia de água, visto que o usuário pode optar pela meia descarga ou pela descarga completa. Destaca-se ainda que, para esvaziar completamente o reservatório o usuário pode tomar um banho de 10 minutos e 10 segundos ou lavar as mãos e/ou escovar os dentes durante 6 minutos e 47 segundos, ou utilizar a ducha higiênica por 10 minutos e 10 segundos ou dar 20 descargas, considerando a economia de água do dispositivo presente na bacia sanitária, ou 10 descargas, considerando o maior fluxo de água.

As instalações de esgoto cloacal, obtiveram êxito em seu funcionamento, uma vez conduziu os efluentes dos aparelhos sanitários de forma rápida e eficaz.

Conforme descrito anteriormente, os condutores do chuveiro elétrico da unidade educativa apresentam seção nominal de 6 mm<sup>2</sup>, valor este que obedece à seção nominal de 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de tomadas preconizada pela ABNT (2004).

## 6. Conclusão

Considerando a análise e pesquisa detalhada com relação a unidade educativa móvel, seja no que se refere às peças, tubulações, velocidades, pressões e outros, tem-se que a metodologia aplicada ao projeto é veemente útil no auxílio do entendimento dos conceitos referentes às unidades curriculares de Instalações Prediais I e II da UFVJM. Tal fato se dá, pois a unidade apresenta fidedignidade quando se refere às instalações de um banheiro residencial, visto que seu processo de visualização detalhada permite a compreensão do aluno, pois este pode expor de maneira palpável e direta o seu questionamento quando diz respeito ao processo hidrossanitário e elétrico apresentado pela unidade educativa móvel.

A unidade educativa desenvolvida e apresentada neste trabalho pode se mostrar uma ferramenta útil a ser utilizada em aulas como recurso didático e criando um ambiente de informalidade. A partir da observação da unidade, os discentes podem conhecer os tipos de tubulações e conexões utilizadas nas instalações de água fria, esgoto e água quente. Além disso, a partir das variações das alturas do reservatório é possível compreender a importância do cálculo de verificação da pressão no chuveiro para a obtenção do bom funcionamento do sistema.

A elaboração da unidade poderá incentivar os discentes a construir novas unidades educativas, para alocação no Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia, da UFVJM. Dessa maneira, é notório que a construção desta unidade irá promover o desempenho dos futuros profissionais da área da engenharia do Campus Mucuri estimulando às didáticas de sala de aula, pois desenvolve um ambiente de informalidade e diminui o distanciamento entre docente e discente.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha do Mucuri - Campus do Mucuri e ao Núcleo Estratégico e Interdisciplinar de Engenharia do Mucuri (NEIEMUC) pelo incentivo. Aos patrocinadores, pela contribuição para o desenvolvimento do projeto. À Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) e ao Programa de Apoio ao Ensino de Graduação (PROAE) pelo apoio financeiro.

## Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas, 1993. *NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas, 1998. *NBR 5626: Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas, 1999. *NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas, 2004. *NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Azevedo Netto, J.M., Fernández, M.F., Araujo, R. e Acácio, E. I., 1998. *Manual de Hidráulica*. 8 ed. Editora Blucher.
- Botelho, M.H.C., Ribeiro Junior, G.A., 2010. *Instalações hidráulicas prediais: Usando tubos de PVC e PPR*. 3 ed. Editora Blucher.
- Carvalho Junior, R., 2017. *Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura*. 11 ed. Editora Blucher.
- Costa, I.F.R. e Costa Neto, A.O., 2019a. *A pedagogia da construção de maquetes no aprendizado de conceitos da engenharia: Maquete para o estudo de fundações rasas*. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e II Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE.
- Costa, I.F.R. e Costa Neto, A.O., 2019b. *Meios didáticos na engenharia: Proposta de uma revista para divulgação de aterro sobre solos moles*. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e II Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE. Fortaleza: COBENGE.
- Creder, H., 2006. *Instalações hidráulicas e sanitárias*. 6 ed. Livros Técnicos e Científicos (LTC).
- Dias, G.F., 1991. *Educação Ambiental*. Princípios e Práticas. São Paulo: Gaia.
- Souza, S.E., 2007. *O uso de recursos didáticos no ensino escolar*. In: Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”. ArqMudi.
- Veról, A.P., Vazquez; E.G. e Miguez, M.G., 2019. *Sistemas prediais hidráulicos e sanitários: Projetos práticos e sustentáveis*. 1 ed. Editora Elsevier.