VIABILIDADE TÉCNICA DE SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA COM USO DE PEX E PVC: ESTUDO DE CASO EM BANHEIROS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Technical feasibility of a building water system using PEX and PVC: case study in toilets at the State University of Santa Catarina

Fabri, Pedro Augusto[1]; Custódio, Diego Antônio[2]; Malutta, Simone[3]; Isaton, Camila[4]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville-SC, Brasil, fabri.pedroaugusto@gmail.com.

[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curitiba-PR, Brasil, custodio@utfpr.edu.br.

[3] Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville-SC, Brasil, simonemalutta@gmail.com.

[4] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, Curitiba-PR, Brasil, camila.isaton@professores.utfpr.edu.br.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a viabilidade técnica e comparar os custos associados uso do PEX nos banheiros da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), adotando sua instalação ponto a ponto, com a utilização do distribuidor Manifold para minimizar as perdas de cargas e conexões utilizadas. O projeto hidráulico para o PEX foi desenvolvido no programa AutoCAD, o projeto existente em PVC foi fornecido por meio do setor de obras da UDESC. Ambos os sistemas foram dimensionados conforme a norma NBR-5626 (ABNT, 2020), referências bibliográficas e manuais técnicos. Por fim, foram avaliados os principais fatores para a escolha de um material para os sistemas prediais de água fria, sendo seu desempenho técnico, custo e tempo de instalação. As pressões nos pontos de consumo no sistema em PEX foram maiores em 85,5% dos casos, em comparação com o PVC, para uma pressão a montante equivalente. No entanto, o custo do sistema em PEX foi 71,5% superior ao do PVC. Apesar da melhoria de desempenho hidráulico, a instalação ponto a ponto do PEX não se mostrou viável para os banheiros dos blocos F, K e L do campus da UDESC em Joinville.

Palavras-chave: Sistema predial de água fria; PEX; PVC; Viabilidade técnica.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate technical feasibility and compare the budget for using PEX in the bathrooms of the State University of Santa Cataria, adopting its point-to-point installation, with the use of the Manifold distributor to minimize load losses and connections used. The hydraulic design for the PEX was developed in the AutoCAD program, the existing PVC project was provided through the UDESC construction sector. Both systems were designed according to their respective current standards, bibliographic references and technical manuals. Finally, the main factors for choosing a material for building cold water systems were evaluated, including their technical performance, cost and installation time. Pressures at consumption points in the PEX system were higher in 85.5% of cases, compared to PVC, for an equivalent upstream pressure. However, the cost of the PEX system was 71.5% higher than that of PVC. Despite the improvement in hydraulic performance, the point-to-point installation of PEX did not prove viable for the bathrooms in blocks F, K and L of the UDESC campus in Joinville.

Keywords: *Water system; PEX; PVC; Technical feasibility.*

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Martins e Rodrigues (2021), o material PEX (polietileno reticulado) monocamada oferece ótimo desempenho hidráulico. Isso se deve principalmente às menores perdas de cargas localizadas, uma vez que o sistema em PEX requer menos conexões em comparação com outros sistemas.

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.8185

Asadi et al. (2016) compararam o material PEX ao uso de tubulações de cobre e concluíram que o PEX tem custo maior de material, mas sua instalação é duas vezes mais rápida que o cobre e assim, o custo de serviço é reduzido. Em outro estudo, comparando o uso de PEX e PVC em uma residência multifamiliar, Nóbrega (2021) concluiu que o custo total do PEX foi quase 13% maior que o PVC. No estudo de Nóbrega (2021), o custo mais alto do PEX pode ser explicado devido à predominância do PVC no mercado nacional, tornando-se, assim, um produto mais acessível e barato quando comparado ao PEX, não sendo comumente utilizado no Brasil.

Lee (2015) estimou que o PEX era a primeira escolha do consumidor em 41% dos casos comparados ao CPVC e ao cobre, devido seu menor impacto ambiental e alteração na qualidade da água. Segundo TEPPFA (2020a,b) o impacto ambiental do PEX é ligeiramente inferior ao do PVC, principalmente relacionado à sua composição de polietileno e materiais das conexões. Como também, 15% da composição de seu material pode ser reciclada, sendo apenas 5% para o PVC, podendo ser usados para gerar energia com sua incineração.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do uso do PEX em sistemas prediais de água fria já existentes na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em comparação ao sistema convencional existente em PVC.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, foram selecionados como objetivo de análise o sistema predial de água fria dos banheiros dos blocos F, K e L da UDESC ilustradas na Figura 1, onde é atualmente utilizado o PVC. Estes banheiros foram escolhidos pois apresentam pontos de consumo similares. Portanto, neste caso, é feita apenas a conversão do sistema existente para o sistema em PEX.

Figura 1 – Localização e planta baixa da UDESC



Fonte: Adaptado de UDESC (2023)

2.1 Projeto e levantamento de quantitativos

No dimensionamento do projeto utilizando PEX, adotou-se um sistema de ponto a ponto, o qual facilita a manutenção de eventuais substituições de tubos danificados. Os materiais a serem utilizados, foram fornecidos por meio do catálogo técnico da Tigre (2022), neste caso o PEX por anel deslizante, com conexões metálicas.

Para o projeto, é de suma importância seguir as diretrizes estabelecidas pela NBR-5626 (ABNT, 2020) que aborda os requisitos de desempenho e os critérios de projeto, fornecendo os parâmetros hidráulicos para o dimensionamento do sistema predial de água fria e quente. . Para projetos específicos que envolvem o uso de PEX, é fundamental consultar a norma NBR-15939/ (ABNT,2023) pois nela estão os requisitos, métodos de ensaio, procedimentos de transporte, manuseio, montagem, instalação e procedimentos específicos para utilização em PEX. Essas normas apresentam instruções e requisitos que visam garantir o correto funcionamento do sistema, além de aprimorar a eficiência e clareza do projeto, fornecendo detalhes e informações necessárias para a execução adequada.

O dimensionamento dos sistemas prediais de água fria dos banheiros foi realizado exclusivamente para o sistema em PEX, sendo apenas para os ramais e sub-ramais. Os ramais foram definidos a partir dos projetos já realizados dos banheiros, sendo fornecidos pelo setor de obras da UDESC.

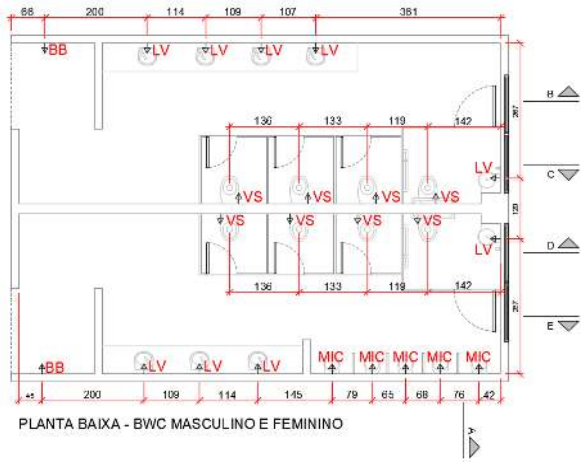
Considerando o traçado já existente como ponto de partida para a comparação entre o sistema em PEX e o sistema em PVC, a transição entre os materiais é efetuada imediatamente após o registro gaveta geral.

Foi imprescindível efetuar algumas modificações para a nova configuração do sistema, com foco principal no reposicionamento do registro, em virtude da instalação do distribuidor Manifold do PEX, sendo alojado em uma caixa de plástico embutida na parede, exigindo que não fosse um local obstruído e que tivesse fácil acesso.

2.1.1 Bloco L

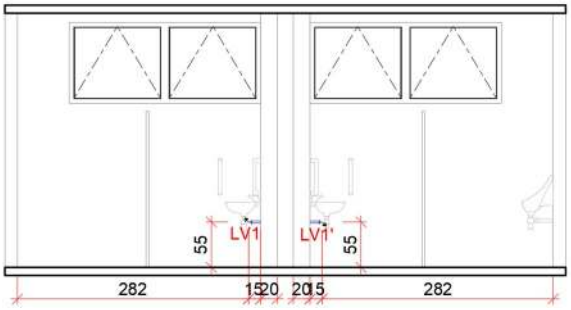
A planta hidráulica do bloco L, mostrada na Figura 2, foi obtida do setor de obras da UDESC, e nela são mostrados os pontos de consumos e cortes para detalhamento. Este bloco contém três pavimentos, sendo 24 pontos de consumo no total por pavimento. Os cortes referentes a planta baixa da Figura 2 são mostrados na Figura 3.

Figura 2 – Planta baixa do bloco L



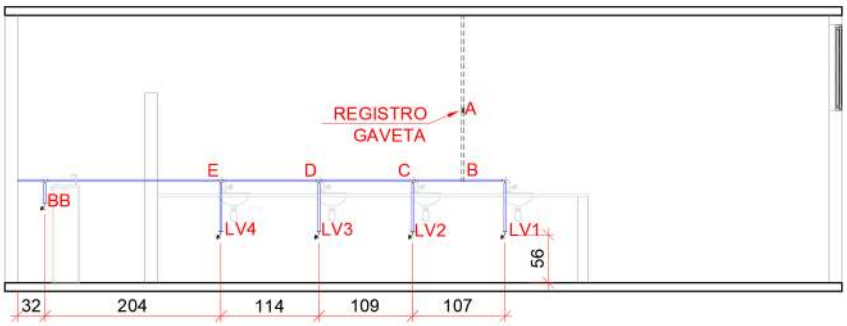
Fonte: Autores (2023)

Figura 3 – Cortes da planta baixa do bloco L



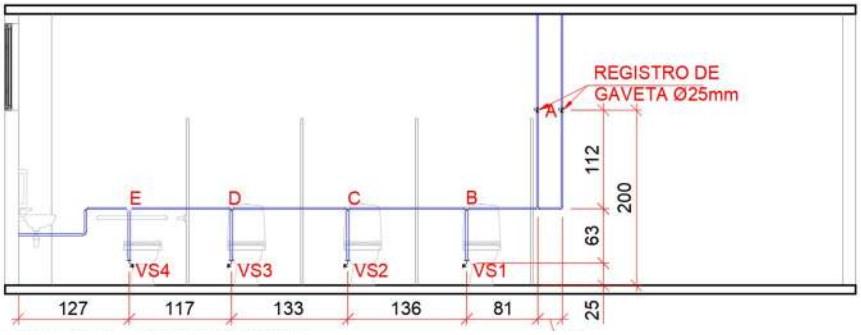
(a) Corte A dos banheiros do Bloco L.

Fonte: Autores (2023)



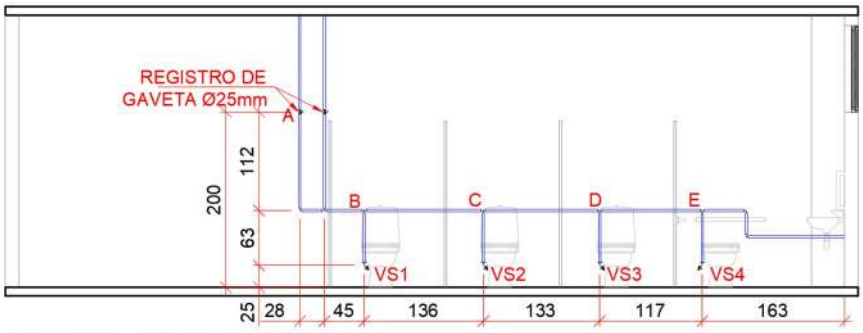
(b) Corte B dos banheiros do Bloco L.

Fonte: Autores (2023)



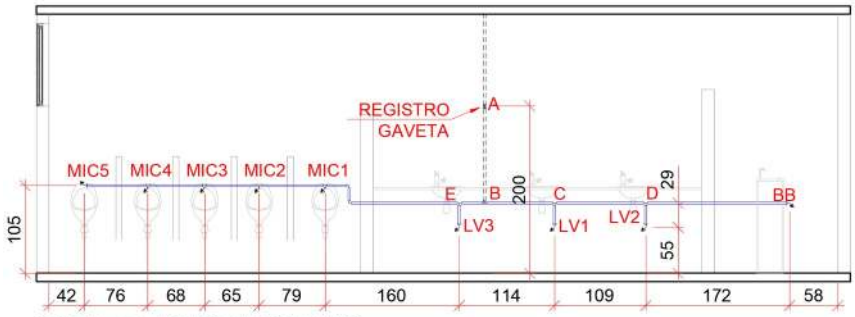
(c) Corte C dos banheiros do Bloco L.

Fonte: Autores (2023)



(d) Corte D dos banheiros do Bloco L.

Fonte: Autores (2023)



(e) Corte E dos banheiros do Bloco L.

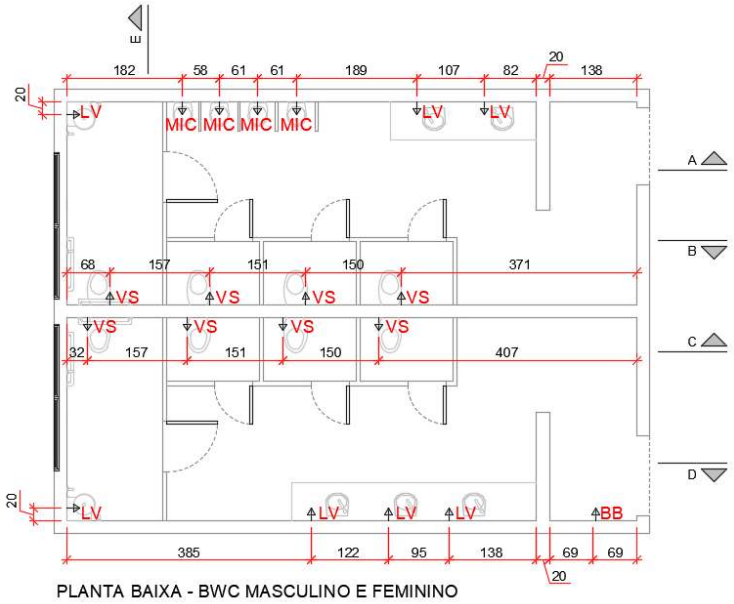
LV: Lavatório; MIC: Mictório; VS: Bacia sanitária; BB: Bebedouro.

Fonte: Autores (2023)

2.1.2 Bloco K

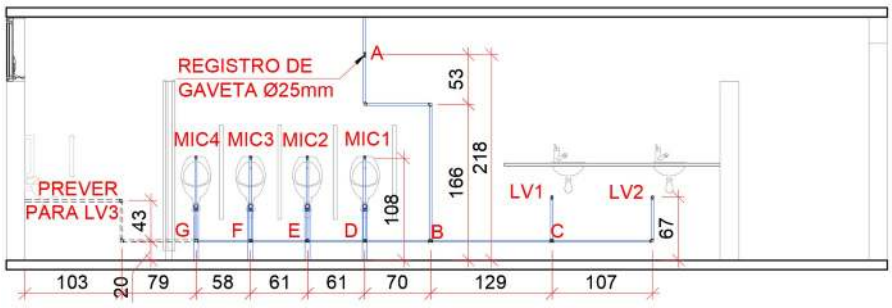
O bloco K possui dois pavimentos no total. Os banheiros de cada pavimento são idênticos, conforme a planta baixa mostrada na Figura 4. Os cortes referentes à planta do bloco K são mostrados na Figura 5.

Figura 4 – Planta baixa do bloco K



Fonte: Autores (2023)

Figura 5 – Cortes da planta baixa do bloco K



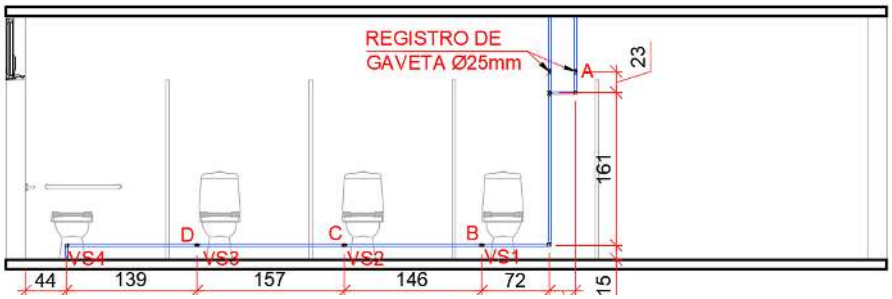
(a) Corte A dos banheiros do Bloco K.

Fonte: Autores (2023)



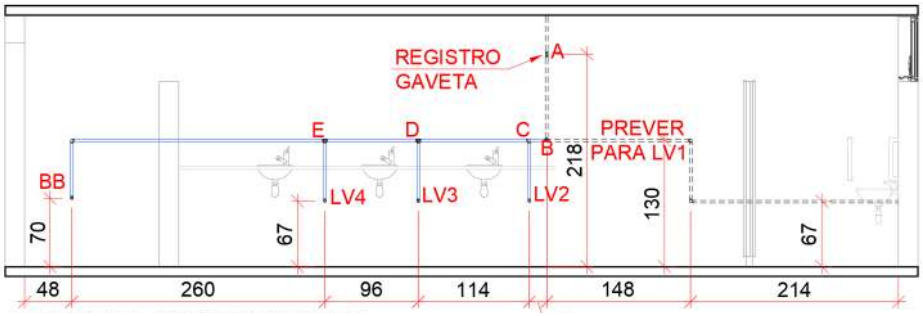
(b) Corte B dos banheiros do Bloco K.

Fonte: Autores (2023)



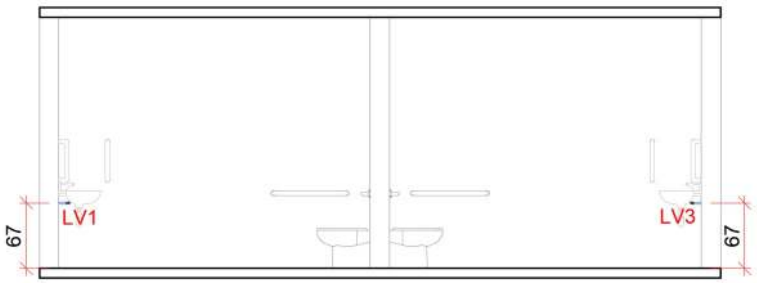
(c) Corte C dos banheiros do Bloco K.

Fonte: Autores (2023)



(d) Corte D dos banheiros do Bloco K.

Fonte: Autores (2023)



(e) Corte E dos banheiros do Bloco K.

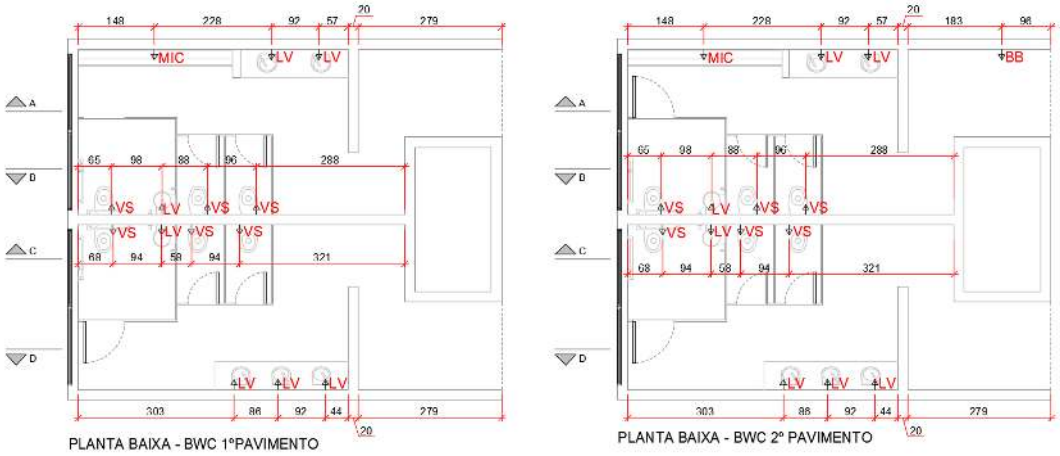
LV: Lavatório; MIC: Mictório; VS: Bacia sanitária; BB: Bebedouro.

Fonte: Autores (2023)

2.1.3 Bloco F

O bloco F contém três pavimentos, sendo o 1º e 3º pavimentos idênticos, e o 2º pavimento possui um bebedouro adicional. Conforme as plantas baixas mostradas na Figura 6, foi necessário avaliar separadamente esses pavimentos. Para o 1º e 3º pavimento, tem-se seis bacias sanitárias com caixas de descargas, cinco lavatórios e um mictório de calha. Para o 2º pavimento, são mantidos esses pontos de consumo, apenas adicionando o bebedouro. Os cortes deste bloco estão ilustrados nas Figuras 7 e 8.

Figura 6 – Planta baixa de bloco F



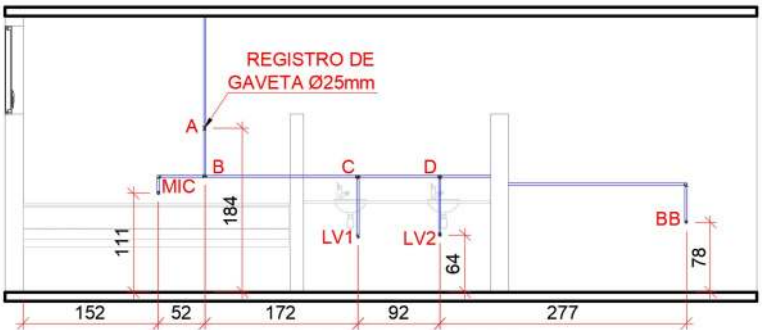
Fonte: Autores (2023)

Figura 7 – Cortes A das plantas baixas do bloco F



(a) Corte A do bloco F referente aos banheiros do 1º e do 3º pavimento.

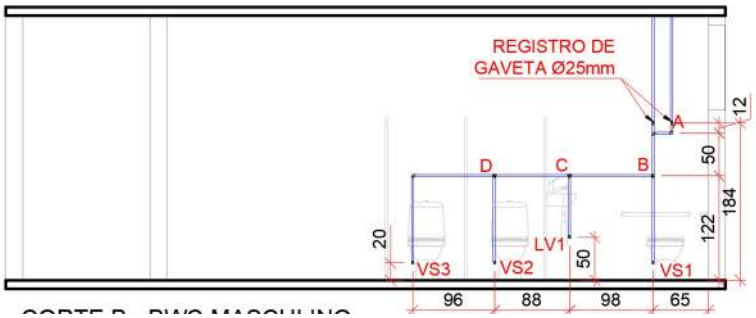
Fonte: Autores (2023)



(b) Corte A do bloco K referente aos banheiros do 2º pavimento.

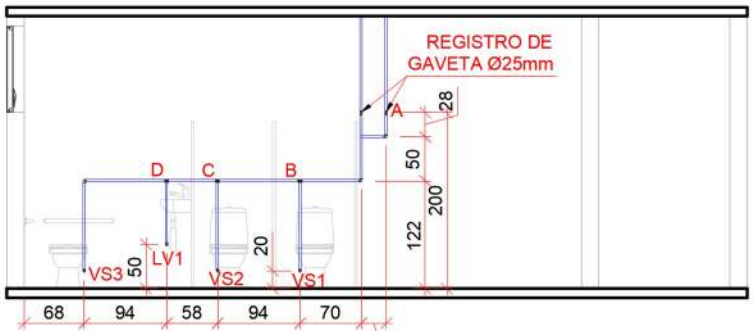
Fonte: Autores (2023)

Figura 8 – Cortes plantas baixas do bloco F comuns a todos os pavimentos.



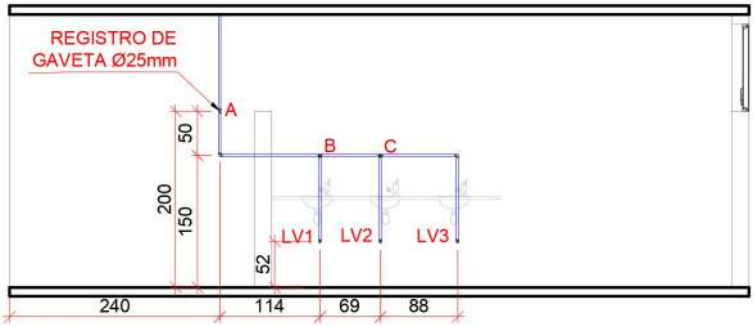
(a) Corte B dos banheiros do bloco F.

Fonte: Autores (2023)



(b) Corte C dos banheiros do bloco F.

Fonte: Autores (2023)



(c) Corte D dos banheiros do bloco F.

Fonte: Autores (2023)

2.2 Dimensionamento dos ramais e sub-ramais

O sistema em PEX foi dimensionado considerando ramais e sub-ramais, com dados obtidos de projetos existentes. A distribuição foi feita a partir de um Manifold central. Os diâmetros e perdas de carga (divididas em distribuídas e localizadas) foram calculados segundo as normas técnicas, utilizando as equações de Darcy-Weisbach e Swamee para perda distribuída. Para perda de carga localizada na tubulação de PVC consideraram-se os comprimentos equivalentes das conexões, conforme apresentado por Carvalho Júnior (2020). Para a perda de carga no sistema PEX foram utilizados os dados do catálogo técnico da Tigre. A flexibilidade do PEX permite curvas suaves, o que reduz perdas. No entanto, a instalação do Manifold requer atenção especial, uma vez que seu posicionamento afeta significativamente o desempenho hidráulico do sistema. O detalhamento do dimensionamento está descrito em Fabri (2023).

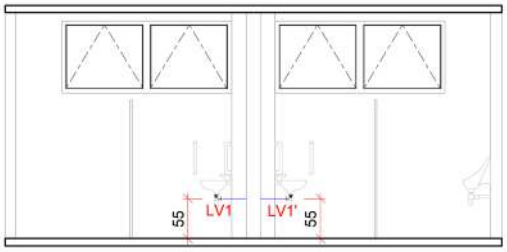
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise por bloco

3.1.1 Bloco L

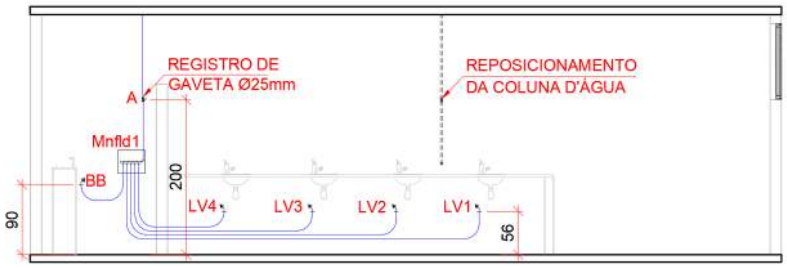
As Figuras 9 a 13 mostram os cortes utilizando o sistema em PEX e suas alterações.

Figura 9 – Corte A do bloco L em PEX



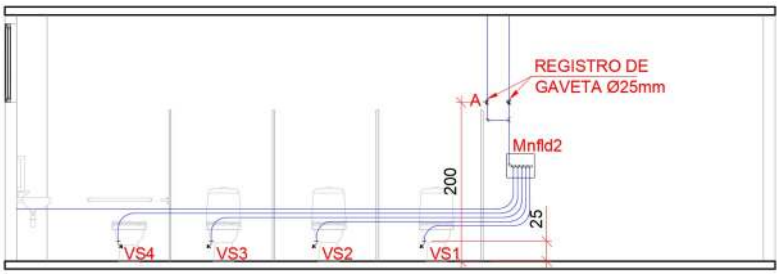
Fonte: Autores (2023)

Figura 10 – Corte B do bloco L em PEX



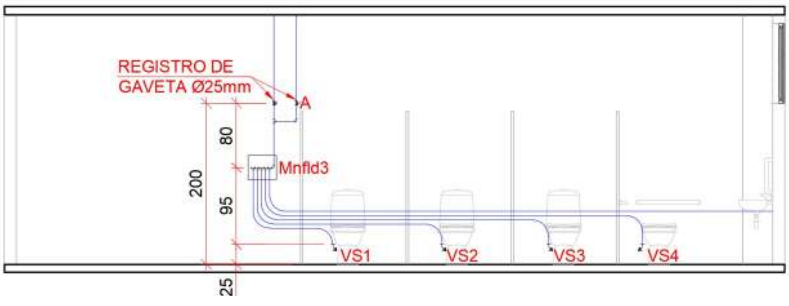
Fonte: Autores (2023)

Figura 11 – Corte C do bloco L em PEX



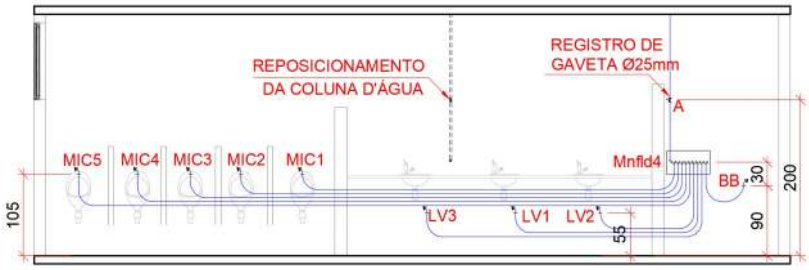
Fonte: Autores (2023)

Figura 12 – Corte D do bloco L em PEX



Fonte: Autores (2023)

Figura 13 – Corte E do bloco L em PEX

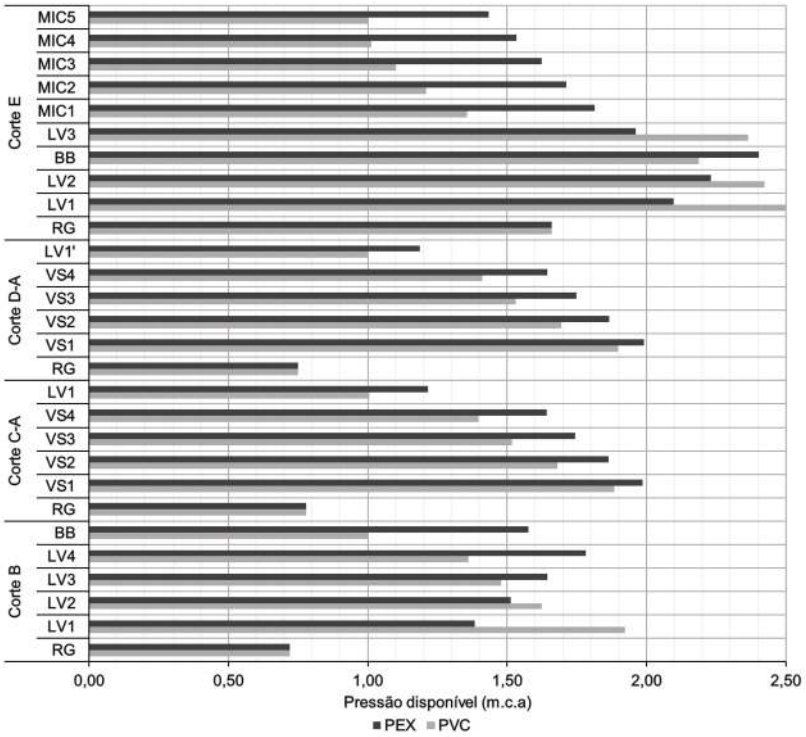


Fonte: Autores (2023)

Nos cortes B e E foram necessários os reposicionamentos das colunas de água, devido aos sistemas Manifold não poderem ser obstruídos.

Na Figura 14 são apresentadas as pressões obtidas em cada aparelho do sistema do bloco L para ambos os materiais. As pressões a montante destes cortes foram definidas para atender o pior caso do sistema mais desfavorável.

Figura 14 – Pressões disponíveis nos aparelhos do Bloco L

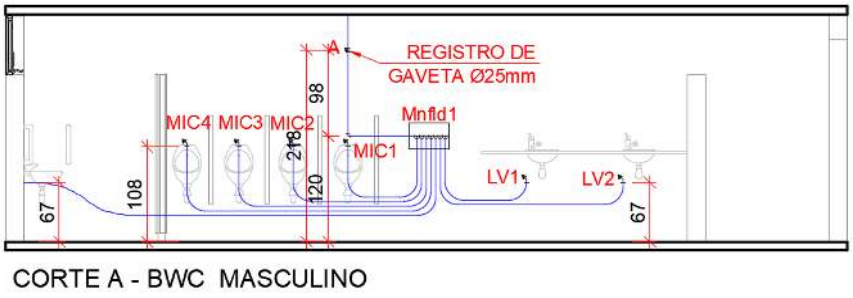


Fonte: Autores (2023)

3.1.2 Bloco K

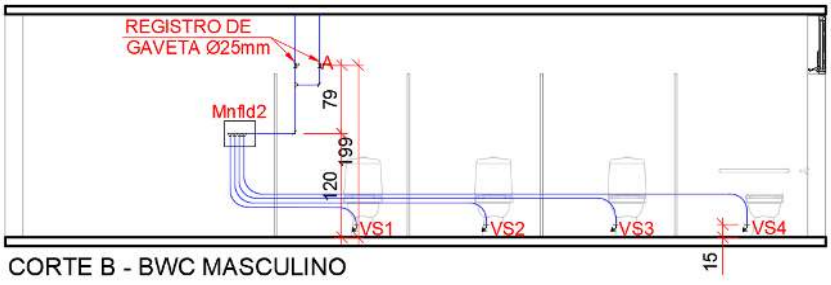
Para o projeto em PEX do bloco K, as Figuras 15 até 19 mostram os cortes utilizando o sistema em PEX e suas alterações. Para o bloco K, na Figura 20 são apresentadas as pressões obtidas em cada aparelho do sistema para ambos os sistemas em PVC e PEX.

Figura 15 – Corte A do bloco K em PEX



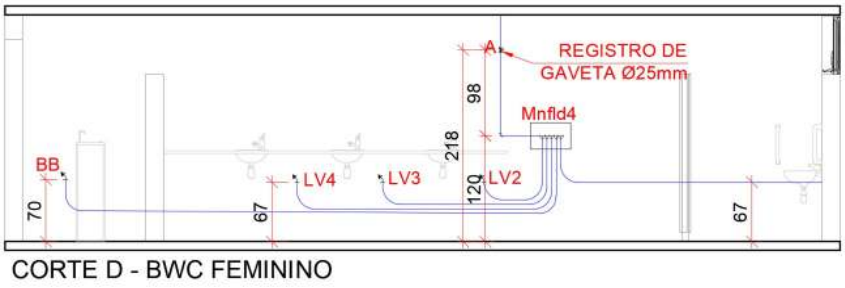
Fonte: Autores (2023)

Figura 16 – Corte B do bloco K em PEX



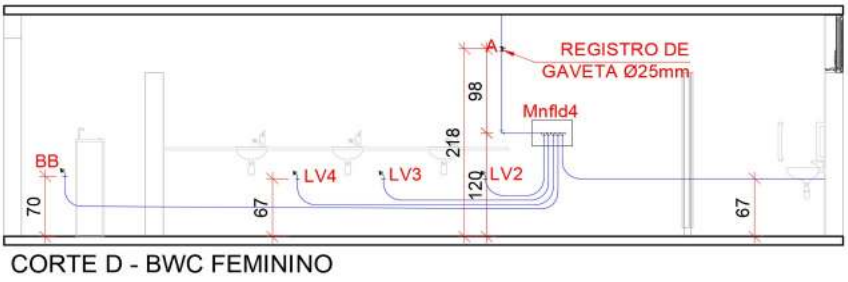
Fonte: Autores (2023)

Figura 17 – Corte C do bloco K em PEX



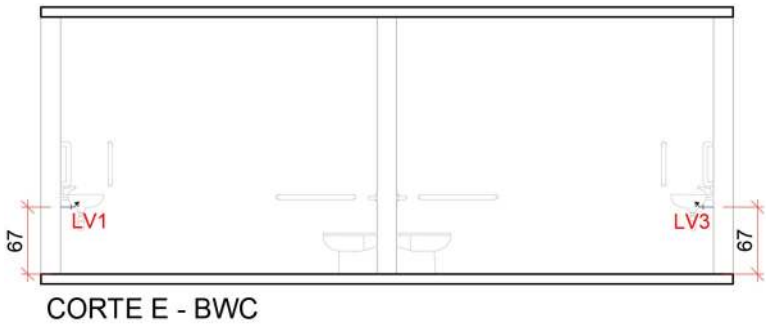
Fonte: Autores (2023)

Figura 18 – Corte D do bloco K em PEX



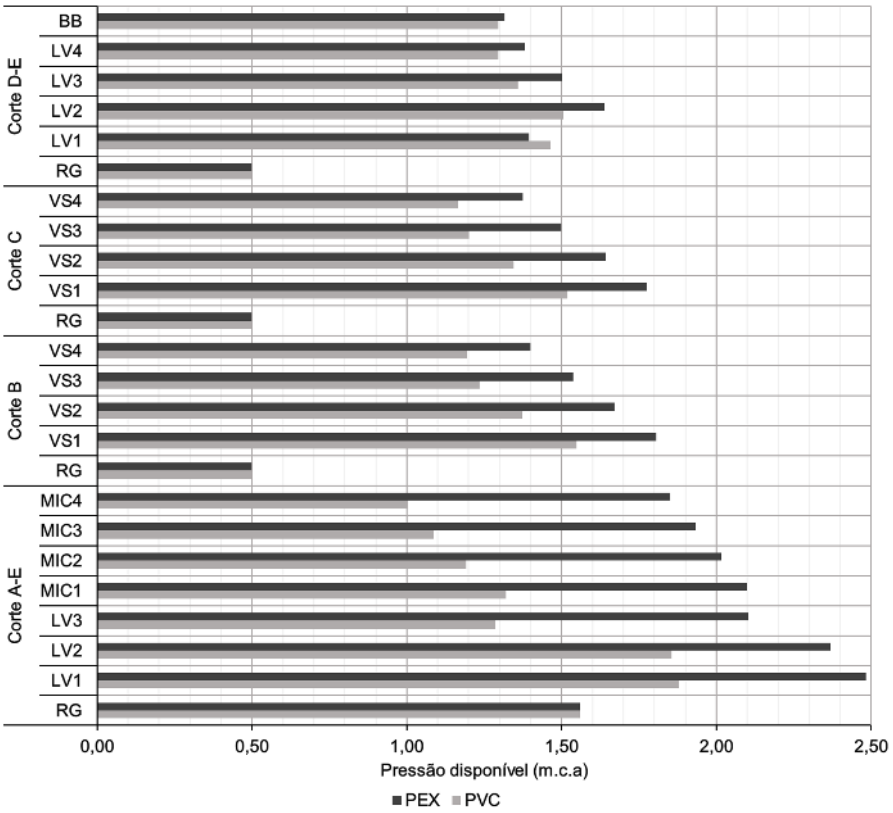
Fonte: Autores (2023)

Figura 19 – Corte E do bloco K em PEX



Fonte: Autores (2023)

Figura 20 – Pressões disponíveis nos aparelhos do Bloco K



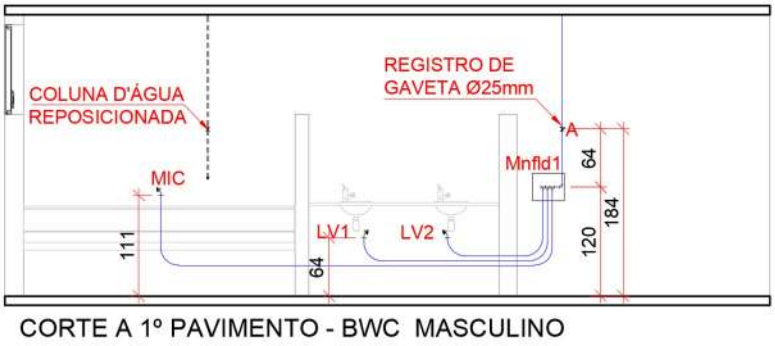
Fonte: Autores (2023)

As diferenças nas perdas de carga observadas neste bloco foram semelhantes às encontradas no bloco L. O sistema em PEX demonstrou pressões mais favoráveis em todos os pontos, à exceção de um lavatório específico. Para o corte A, as diferenças foram mais acentuadas, sendo as pressões em PEX 32% menores, pois o sistema em PVC apresentou maior acúmulo de pontos nos trechos, resultando em uma perda de carga mais significativa. O sistema ponto a ponto em PEX, além de conter poucas conexões, direciona as tubulações para atender a um único ponto, reduzindo, assim, a velocidade de escoamento associada à perda de carga.

3.1.3 Bloco F

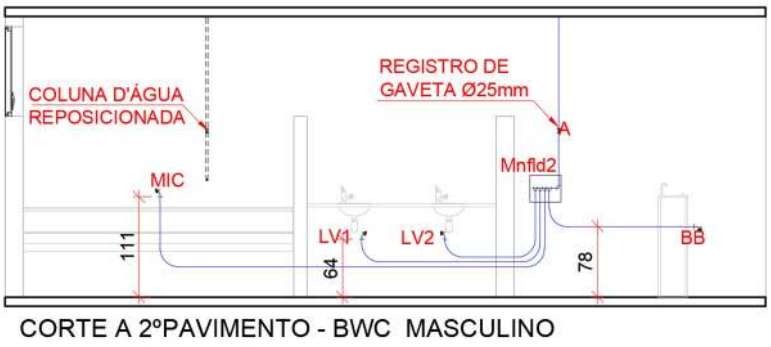
Para o projeto em PEX do bloco K, as Figuras 21 até 25 mostram os cortes utilizando o sistema em PEX e suas alterações.

Figura 21 – Corte A do 1º e 3º pavimento do bloco F em PEX



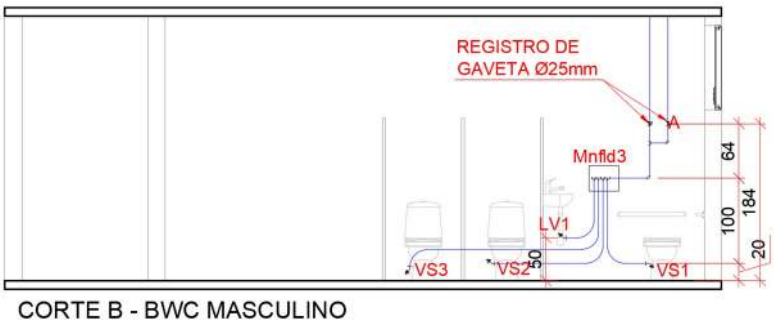
Fonte: Autores (2023)

Figura 22 – Corte A do 2º pavimento do bloco F em PEX



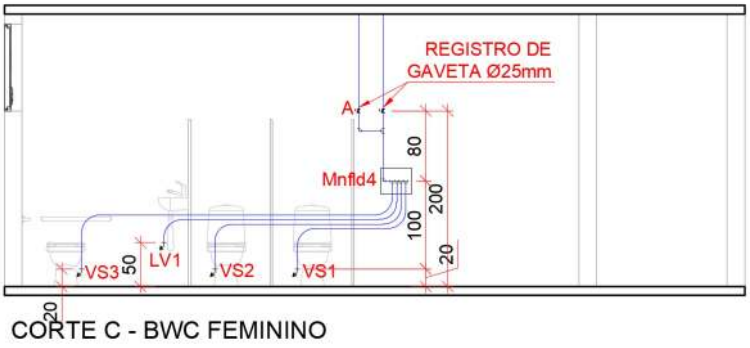
Fonte: Autores (2023)

Figura 23 – Corte B do bloco F em PEX



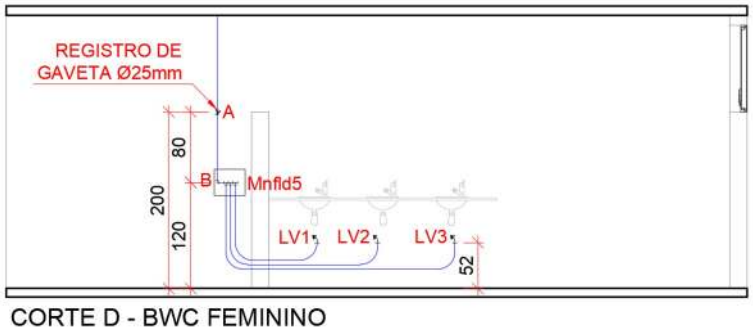
Fonte: Autores (2023)

Figura 24 – Corte C do bloco F em PEX



Fonte: Autores (2023)

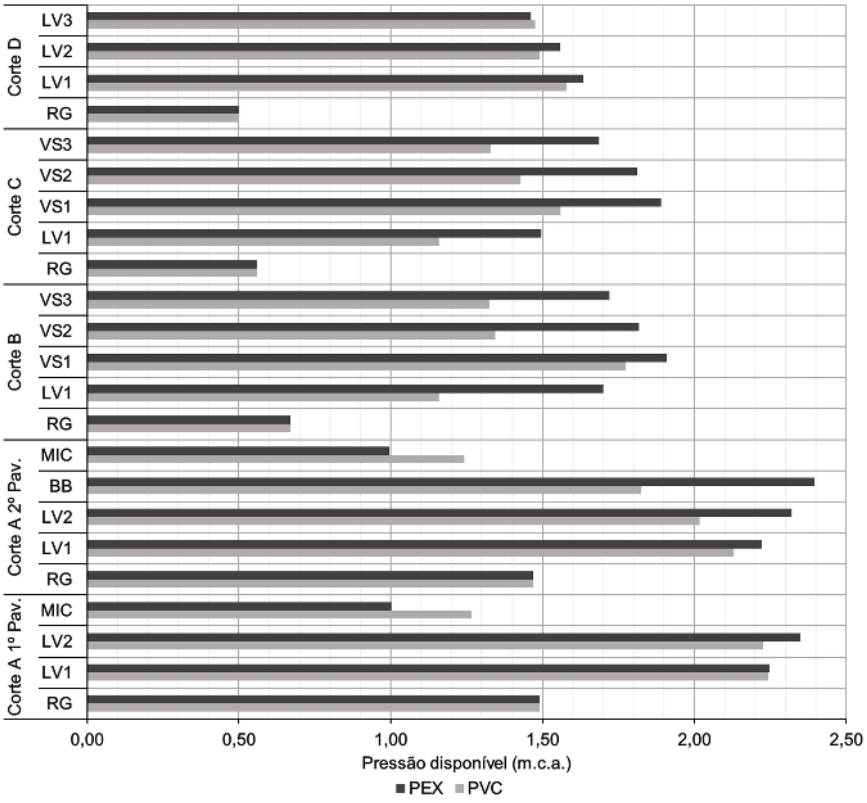
Figura 25 – Corte D do bloco F em PEX



Fonte: Autores (2023)

Para o bloco F, na Figura 26 são apresentadas as pressões obtidas de cada aparelho em seus respectivos cortes para ambos os materiais, sendo considerado a diferença entre pavimentos do corte A.

Figura 26 – Pressões disponíveis nos aparelhos do Bloco F



Fonte: Autores (2023)

No bloco F, as pressões disponíveis dos pontos de consumo foram diferentes em relação aos pontos dos demais blocos, especialmente no corte A. Nesse contexto, a inclusão do bebedouro não influenciou no dimensionamento. No entanto, o que tornou o sistema em PEX menos vantajoso foi a alteração da posição da coluna de água, que ficou mais distante do ponto de consumo de maior vazão. O aumento no comprimento da tubulação, do distribuidor Manifold até este ponto de consumo, resultou em uma perda de carga maior no sistema PEX em comparação ao PVC.

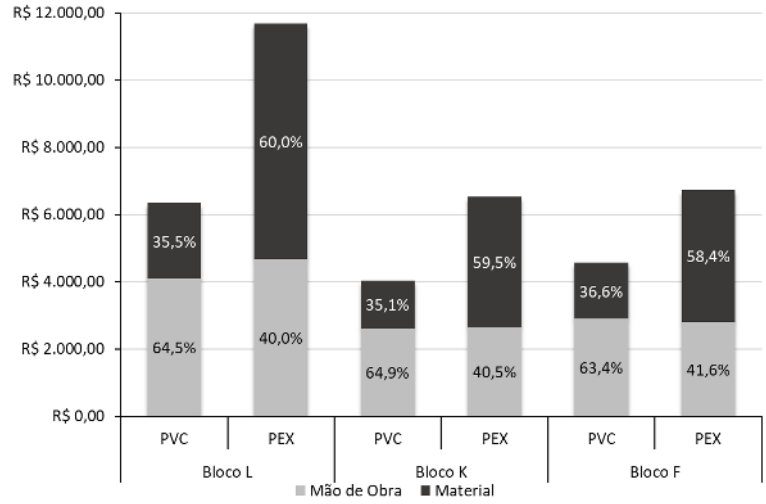
3.2 Análise comparativa

Em geral, o sistema PEX apresentou pressões mais elevadas em 85,5% das situações. Portanto, o sistema PEX apresentou a capacidade de mitigar as perdas de carga e alcançar as pressões mínimas requeridas pelo projeto, mesmo utilizando uma tubulação com diâmetro menor. Entretanto, é necessário avaliar a disposição do distribuidor Manifold, uma vez que sua posição influencia na perda de carga.

Para os custos totais dos sistemas, a Figura 27 detalha esses custos divididos em custos de mão de obra e matérias para ambos os sistemas.

É evidente o impacto que os custos de materiais do PEX causam no custo final do sistema, é justificada pelo fato de que o sistema ponto a ponto requer aproximadamente o dobro da quantidade de tubulação em relação ao sistema convencional. Além disso, há a necessidade de utilizar diversos adaptadores no distribuidor Manifold, que combinados contribuem significativamente nas despesas globais do projeto em PEX.

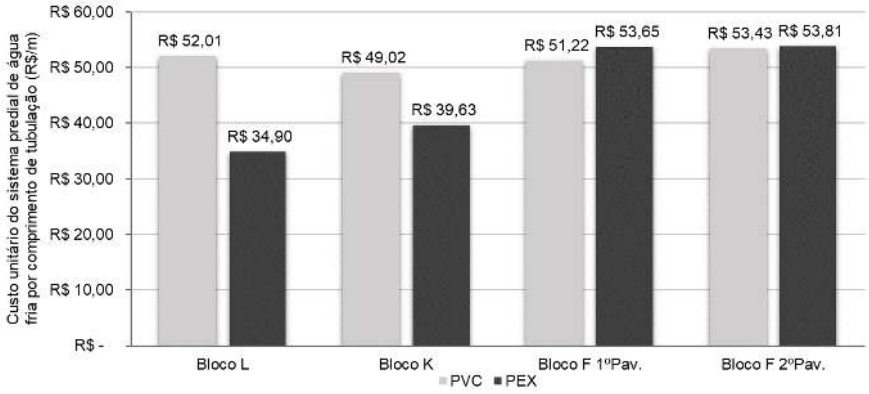
Figura 27 – Custos totais dos sistemas



Fonte: Autores (2023)

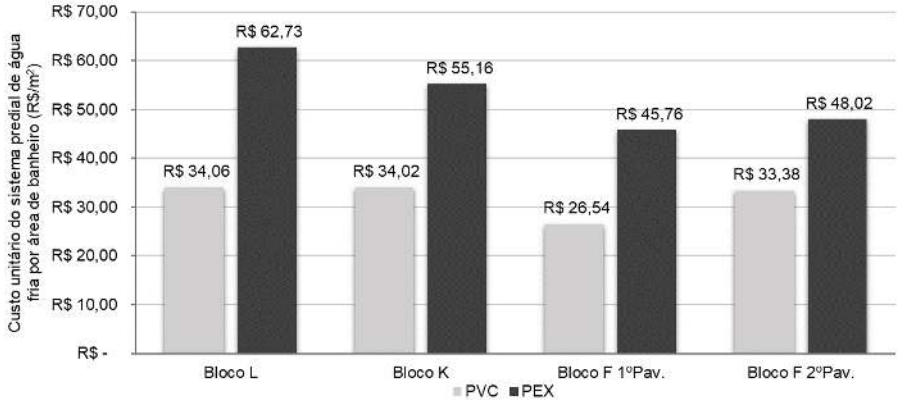
Por fim, as Figuras 28 e 29 detalham, respetivamente, os custos médios por metro de tubulação e por metro quadrado do banheiro.

Figura 28 – Custo médio por metro de tubulação



Fonte: Autores (2023)

Figura 29 – Custo médio por metro quadrado dos banheiros



Fonte: Autores (2023)

Nóbrega (2021) em seu estudo de uma residência multifamiliar constatou que o PEX apresentou custo de R$47,78 por metro de tubulação e R$27,04 por metro quadrado. Já para o PVC, o autor estimou o custo de R$50,76 por metro de tubulação e R$23,58 por metro quadrado. Embora esses resultados sejam comparáveis aos do PVC obtidos, é importante notar que neste trabalho o PEX, quando avaliado por metro quadrado, teve, em média, o dobro do custo obtido no estudo de Nóbrega. Isso pode ser explicado pelo fato que o trabalho de Nóbrega (2021) foi desenvolvido em uma edificação residencial unifamiliar enquanto o objeto de estudo deste trabalho era uma edificação de universidade. No objeto de estudo deste trabalho há mais aparelhos sanitários, pela própria natureza da edificação, o que contribuiu para que o custo de instalação por metro quadrado fosse maior.

Com base nessa disparidade, é evidente que, ao comparar um sistema com menos demanda de pontos de consumo, o aumento do número desses pontos pode encarecer significativamente o sistema ponto a ponto, principalmente devido a necessidade de mais tubulações e adaptadores. Portanto, é prudente analisar a viabilidade de utilizar tanto os sistemas convencionais quanto o ponto a ponto, de acordo com as necessidades específicas do projeto, uma vez que cada um apresenta suas vantagens particulares.

4 CONCLUSÕES

A realização deste estudo mostrou que, embora o sistema ponto a ponto demande grande quantidade de tubulação, o PEX proporcionou perdas de carga inferiores ao PVC. Apenas para a instalação das tubulações, os coeficientes apresentados pelo SINAPI indicaram que os tubos em PEX demandam aproximadamente metade do tempo necessário para a instalação quando comparado ao PVC.

Verificou-se que os custos das conexões em PEX ainda são elevados quando comparados aos das conexões em PVC, devido sua falta de consolidação do PEX no mercado nacional.

Nesse cenário em questão, os banheiros não apresentaram complexidades e necessidade de desvios para as instalações do sistema convencional em PVC. Assim, a escolha do sistema ponto a ponto em PEX revelou-se menos favorável, ainda devido sua necessidade de instalação de adaptadores para o distribuidor Manifold, que não apenas encarecem o sistema, como também demandam mais tempo de instalação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Instalação Predial de água fria. 2 ed. Rio de Janeiro, 2020.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**. São Paulo: Editora Blucher, 2020.

FABRI, P. A. 2023. **Viabilidade técnica de sistema predial de água fria com uso de PEX e PVC:** estudo de caso em banheiros da Universidade do Estado de Santa Catarina. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Santa Catarina. 2023.

LEE, J. ***A holistic decision-making framework for selecting domestic piping materials***. Journal of water supply: research and technology-aqua, [S.L.], v. 64, n. 3, p. 326-332, 23 jan. 2015. IWA Publishing. http://dx.doi.org/10.2166/aqua.2015.088.

MARTINS, T. G.; RODRIGUES, R. **Os benefícios da utilização de novas tecnologias para sistemas hidráulicos**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 27, n. 27, p. 50-59, dez. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/605. Acesso em: 16 jun. 2023.

NÓBREGA, K. T. F. A. A**nálise da viabilidade econômica da utilização do pex como alternativa ao pvc em projeto hidráulico de uma edificação multifamiliar**. 2021. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil), Campus Cajazeiras, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

THE EUROPEAN PLASTIC PIPES AND FITTINGS ASSOCIATION (TEPPFA). ***ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION:*** *Unplasticized Polyvinylchloride (PVC-U), MRS 25 Mpa, pipe system for water distribution.* Bélgica: TEPPFA, 2020. 16 p. Disponível em: https://www.teppfa.eu/sustainability/environmental-footprint/epd/. Acesso em: 03 abr. 2023.

TIGRE. **Catálogo técnico:** Clicpex Tigre, 2022. 44 p. Disponível em: https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos. Acesso em: 28 mar. 2023.

TIGRE. **Ficha técnico:** Clicpex Tigre, 2019. 11 p. Disponível em: https://www.tigre.com.br/produto/tubo-flexivel-pex-monocamada. Acesso em: 15 jun. 2023.