Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]AUTOMAÇÃO NO CÁLCULO DE PRESSÕES DINÂMICAS DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS COM IFC: EXTRAÇÃO DE DADOS EM BIM

AUTOMATION IN THE CALCULATION OF DYNAMIC PRESSURES IN BUILDING WATER SYSTEMS USING IFC: DATA EXTRACTION IN BIM

André Buchmann Müller
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | andrebmuller@usp.br

Renan Pauluci Clemente
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | renanpauluci@usp.br

Tiago de Vasconcelos Gonçalves Ferreira
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | tiagovasconcelos@usp.br

Fabiano Rogerio Corrêa
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | fabiano.correa@usp.br

RESUMO

Esta nota técnica apresenta um método para automatizar o cálculo de sistemas prediais hidráulicos de água fria, explorando a extração de dados do formato IFC (*Industry Foundation Classes*). Embora o BIM (*Building Information Modeling*) seja amplamente utilizado para a modelagem tridimensional de edifícios, a interoperabilidade efetiva entre os softwares de autoria e ferramentas de cálculo ainda enfrenta barreiras. O trabalho descreve a estrutura de dados IFC e as configurações necessárias para exportar informações relevantes ao dimensionamento do sistema de distribuição de água fria. Apresenta-se, ainda, um programa em Python que utiliza a biblioteca IfcOpenShell para buscar automaticamente essas propriedades, aplicando em seguida o método dos pesos para estimar vazões de projeto e as equações de Fair-Whipple-Hsiao para o cálculo de perda de carga linear. A comparação dos resultados com um software comercial (AltoQi Builder) e com o cálculo manual demonstra coerência. Conclui-se que a adoção do IFC como fonte de dados para cálculo pode reduzir erros manuais e retrabalhos no fluxo de projeto, indicando a importância de melhor padronizar propriedades hidráulicas nos softwares de autoria para que a automação se torne mais robusta e confiável.

Palavras-chave: sistemas prediais hidráulicos, IFC, BIM, automação, interoperabilidade.

ABSTRACT

This technical note presents a method for automating the calculation of cold-water building plumbing systems by leveraging data extraction from the IFC (Industry Foundation Classes) format. Although Building Information Modeling (BIM) is widely used for three-dimensional building modeling, effective interoperability between authoring software and calculation tools still faces significant barriers. This work describes the IFC data structure and the necessary configurations to export relevant information for sizing cold-water distribution systems. It also introduces a Python program that uses the IfcOpenShell library to automatically retrieve these properties, subsequently applying the weighting method to estimate design flow rates and the Fair-Whipple-Hsiao equations to calculate linear head losses. A comparison of the results with both a commercial software (AltoQi Builder) and manual calculations demonstrates consistency. It is concluded that adopting IFC as a data source for hydraulic calculations can reduce manual errors and rework in the design workflow, highlighting the importance of better standardizing hydraulic properties in authoring software to make automation more robust and reliable.

Keywords: *plumbing systems, IFC, BIM, automation, interoperability.*

1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento de sistemas prediais hidráulicos em edificações está intrinsecamente associado à capacidade de se obter dados confiáveis da sua geometria, propriedades físicas das tubulações escolhidas e informações sobre conexões e pontos de utilização. Em meio ao crescente uso de plataformas BIM (*Building Information Modeling*) para o desenvolvimento de projetos, surge a expectativa de que boa parte dessas informações já exista no modelo digital, de modo que o processo de cálculo seja significativamente automatizado, com menor incidência de erros e maior agilidade (MARTINS; MONTEIRO, 2013). Entretanto, na prática, ainda são comuns fluxos de trabalho fragmentados, em que o engenheiro extrai manualmente

[1]MULLER, A. B.; CLEMENTE, R. P.; FERREIRA, T. V. G.; CORREA, F. R. Automação no Cálculo de Pressões Dinâmicas de Sistemas Prediais Hidráulicos com IFC: Extração de Dados em BIM. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

dados do modelo e os insere em planilhas ou softwares de cálculo.

O formato IFC (*Industry Foundation Classes*), mantido pela buildingSMART, constitui um padrão de interoperabilidade aberto e amplamente reconhecido. Sua finalidade é descrever cada elemento de uma edificação em termos geométricos e também de propriedades (por exemplo, identificação do tipo ou material de um componente e seus atributos numéricos, como diâmetro, comprimento etc.). Assim, a adoção do IFC seria um caminho natural para conectar o modelo BIM aos programas de dimensionamento. Mesmo assim, há lacunas. Softwares de autoria nem sempre exportam informações detalhadas de tubulações e conexões ou fazem de forma imprecisa; além disso, alguns atributos essenciais (ex.: diâmetro interno, fatores de perda localizada, posição exata de saída lateral em tês) podem não estar presentes ou podem exigir configuração manual.

Nesta pesquisa, investiga-se como dados do IFC podem subsidiar de forma efetiva o cálculo hidráulico de pressões dinâmicas em sistemas prediais de água fria. Para tanto, descreve-se a construção de um modelo simples em software BIM (Autodesk Revit), com posterior exportação em IFC, apontando como personalizar as propriedades do modelo para que sejam aproveitáveis no cálculo. Em seguida, descreve-se o desenvolvimento de um script em Python, apoiado na biblioteca IfcOpenShell, para extrair informações e aplicá-las em um método de dimensionamento tradicional (o método dos pesos, em consonância com a ABNT NBR 5626:1998). Por fim, apresentam-se resultados comparativos entre os valores de pressão e perda de carga obtidos pelo script e aqueles calculados em um software de dimensionamento comercial e manualmente, utilizando planilhas eletrônicas, discutindo as divergências.

1.1 Contexto

O interesse em integrar o processo de projeto via BIM com cálculos automáticos de engenharia vem crescendo na indústria de construção (ATENCIO et al., 2022). No caso específico de sistemas prediais hidráulicos, as plataformas de modelagem (ex., Revit, ArchiCAD) oferecem recursos de desenho 3D de tubulações e conexões, mas nem sempre contemplam rotinas que atendam aos critérios locais de dimensionamento, como os baseados em normas nacionais (ABNT, 2020). Dessa forma, embora se obtenha um modelo geométrico rico, o engenheiro normalmente precisa exportar relatórios de comprimento e diâmetro e, só então, utilizar planilhas ou softwares terceiros para efetivar o cálculo de pressão, vazão e perda de carga.

O IFC se propõe a ser um elo de comunicação universal. Em teoria, bastaria salvar o modelo hidráulico em IFC, abrir em uma aplicação compatível e efetuar todos os cálculos. Todavia, observa-se que, na prática, as entidades do IFC voltadas a tubulações (IfcPipeSegment, IfcPipeFitting, IfcValve, IfcTank, entre outras) não são exploradas em sua plenitude. Diversos softwares de autoria exportam apenas a geometria básica (extrusão do tubo) e uma designação genérica do elemento (por exemplo, “Bend” ou “Tee”), mas não preenchem campos específicos, como o ângulo exato de derivação, o fator de perda localizada ou até mesmo o diâmetro interno do tubo. Nesse cenário, cabe ao projetista realizar complementações manuais ou scripts dedicados.

1.2 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo principal demonstrar uma técnica de automação do cálculo de redes prediais de água fria, valendo-se dos dados exportados em arquivo IFC. Para isso, pretende-se:

- Identificar quais atributos são necessários para o dimensionamento hidráulico do sistema de distribuição de água fria;
- Propor um fluxo de extração desses atributos, descrevendo a modelagem no software de autoria, exportação do arquivo IFC e o uso de uma biblioteca em Python (IfcOpenShell) para lê-los;
- Aplicar os métodos tradicionais de cálculo (método dos pesos, equações de Fair-Whipple-Hsiao) diretamente sobre os dados capturados, comparando com um software de referência (AltoQi Builder) e com o cálculo manual;
- Discutir os resultados de pressão final em cada ponto de utilização, analisando discrepâncias, vantagens e desvantagens do processo automatizado.

Dessa maneira, espera-se evidenciar que é possível integrar o IFC no fluxo de projeto hidráulico, diminuindo a necessidade de refazer manualmente tabelas de dimensionamento e assegurando maior confiabilidade nos resultados.

2 TÉCNICA

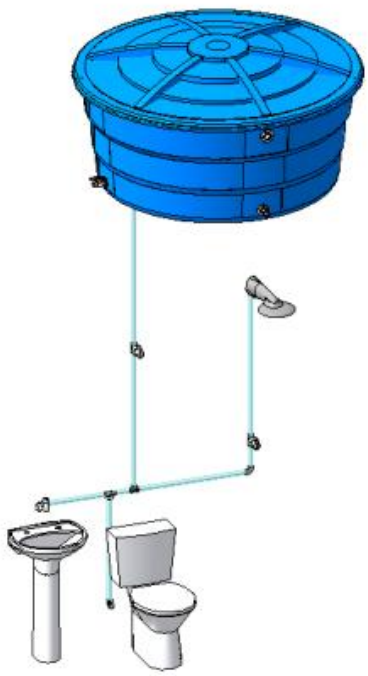
Nesta seção, descreve-se a metodologia adotada para efetuar o cálculo de um sistema predial de água fria a partir de um arquivo IFC. A elaboração do modelo e a exportação IFC são detalhadas, bem como a forma de leitura e extração de atributos, a partir do script desenvolvido, seguida pela descrição do método de cálculo e a apresentação dos resultados comparativos.

2.1 Método

A metodologia está dividida em quatro etapas: (i) modelagem do sistema hidráulico no software de autoria, (ii) ajustes e exportação para IFC, (iii) análise do arquivo IFC via Python, usando IfcOpenShell, e (iv) cálculos hidráulicos (método dos pesos, equações de Fair-Whipple-Hsiao).

Primeiramente, foi criado um protótipo de sistema predial de água fria utilizando o Autodesk Revit (versão 2024), composto por um reservatório superior, três peças de utilização (chuveiro, bacia sanitária e lavatório) e as respectivas tubulações e conexões necessárias para conduzir água do reservatório aos pontos de consumo. A Figura 1 mostra o modelo criado.

Figura 1: Modelagem no Autodesk Revit 2024.



Fonte: Os autores.

Ao finalizar a modelagem, procedeu-se à exportação em IFC (versão IFC4). Cada elemento teve de ser classificado corretamente:

- IfcTank para o reservatório;
- IfcPipeSegment para cada trecho de tubulação;
- IfcPipeFitting para conexões;
- IfcValve para registros (de gaveta ou pressão);
- IfcSanitaryTerminal para as peças sanitárias.

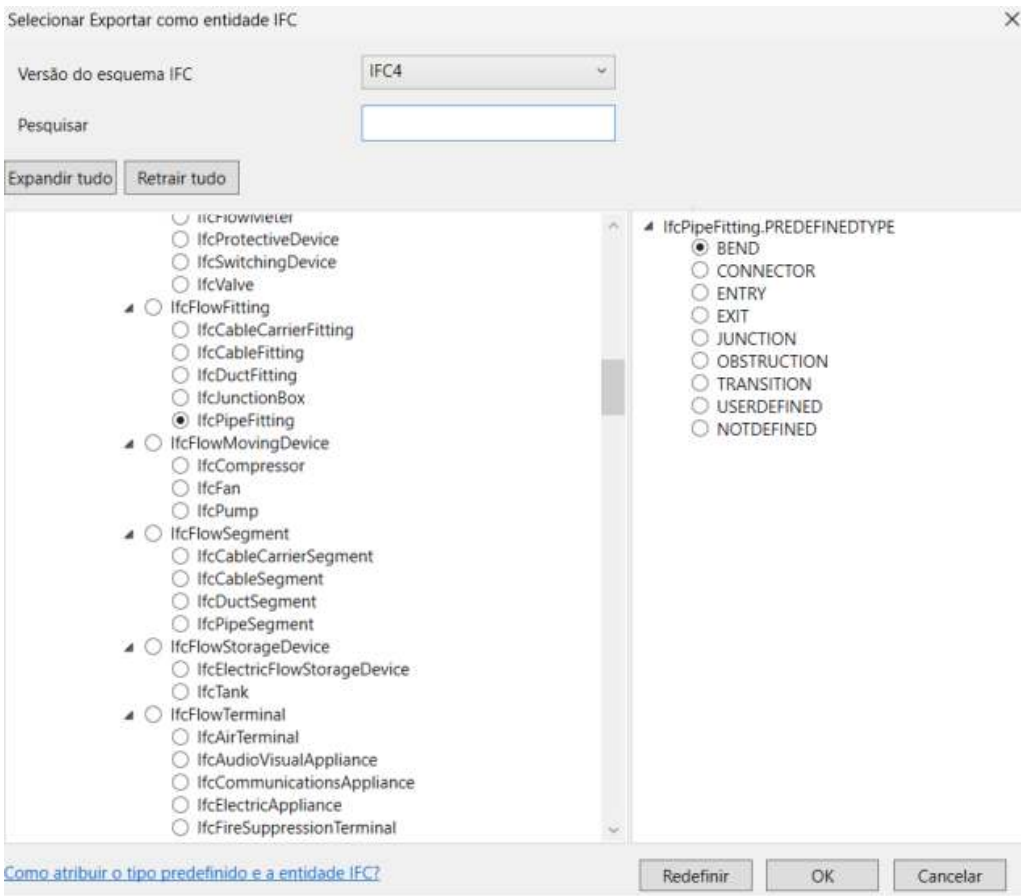
Entretanto, notou-se que o Revit exporta apenas propriedades geométricas genéricas se não houver configuração adicional. Por exemplo, um joelho de 90° pode ser reconhecido como IfcPipeFitting, mas sem descrição do ângulo. Para cada família de conexão (joelho, tê, etc.), no Revit, foi necessário configurar manualmente a propriedade “PredefinedType” dentro do mapeamento IFC, atribuindo a cada elemento os tipos “BEND”, “JUNCTION”, “REDUCER” e assim por diante. Isso é fundamental para que, na extração, o

script identifique qual o tipo específico de conexão para então calcular corretamente as perdas localizadas.

A

Figura 2 mostra a tela de seleção dos tipos de conexão, no Revit 2024.

Figura 2: Tela de seleção dos tipos de conexão.



Fonte: Os autores.

Outra limitação diz respeito ao diâmetro interno. O Revit, por padrão, exporta a geometria do tubo como se fosse uma extrusão cujo perfil é definido pelo diâmetro externo nominal. Considerando que as tubulações possuem espessura de parede significativa, o diâmetro interno efetivo utilizado nos cálculos hidráulicos será inferior ao diâmetro nominal usualmente exportado pelo modelo. Em decorrência disso, os valores de perda de carga obtidos podem apresentar variações em relação aos calculados com base no diâmetro externo. Esta limitação é discutida em maior detalhe nas seções subsequentes.

Concluída a exportação, obteve-se um arquivo IFC no qual cada entidade do sistema hidráulico está representada. Para processar essas entidades de maneira programática, utilizou-se a biblioteca IfcOpenShell em Python 3, que permite abrir, navegar e extrair atributos e relacionamentos do esquema IFC. Os passos principais são:

- Leitura do arquivo IFC: abrir o arquivo utilizando a biblioteca IfcOpenShell;
- Identificação das entidades relevantes: filtrar as entidades de tipo IfcPipeSegment, IfcPipeFitting, IfcValve, IfcTank e IfcSanitaryTerminal;
- Criação de um grafo: a conexão entre esses elementos no IFC pode ser obtida via relacionamento IfcRelConnectsPorts e IfcRelNests. A ideia é representar cada tubo como uma aresta no grafo e as conexões e peças como nós, facilitando a busca de caminhos desde o reservatório até cada ponto de utilização;
- Extração de propriedades geométricas: cada IfcPipeSegment, por exemplo, possui uma entidade IfcProductDefinitionShape que faz referência a IfcShapeRepresentation e, em seguida, a IfcExtrudeAreaSolid ou IfcArbitraryClosedProfileDef. Dessa forma, encontra-se o diâmetro (nominal) e o comprimento do trecho;

- Identificação do tipo de conexão: no caso de IfcPipeFitting, verifica-se a propriedade “PredefinedType” (BEND, JUNCTION, etc.) e, se preciso, buscam-se diâmetros nos trechos adjacentes. Quando a conexão é “REDUCER”, isso implica transição de diâmetro;
- Posição e cota: para o cálculo de pressão, importa saber a diferença de alturas entre o reservatório e cada aparelho. Essas posições podem ser encontradas consultando a matriz de transformação de cada elemento no IFC (IfcLocalPlacement), ou checando a extrusão do objeto e seu ponto de inserção (IfcAxis2Placement3D). Assim, é possível subtrair as cotas para calcular a pressão gerada pela coluna d’água.

Durante esse processo, notou-se que algumas propriedades, ainda que previstas no esquema IFC, não foram preenchidas pelo software de autoria. Por exemplo, em Pset_PipeFittingCommon poderia haver um campo FittingLossFactor, mas ele não constava no arquivo gerado. Assim, recorreu-se a valores tabelados de perda localizada, conforme catálogos de fabricantes.

De posse das informações, parte-se para o dimensionamento segundo o método dos pesos (ABNT, 1998), usual em edificações de pequeno e médio porte.

Primeiro calcula-se a vazão de projeto (Q): define-se um peso relativo (P) para cada peça de utilização, associado à sua vazão provável. A NBR 5626 (ABNT, 1998) traz tabelas indicando, por exemplo, 0,1 para um chuveiro elétrico ou 0,30 para torneiras de lavatório. A vazão em certo trecho é dada por:

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

Em que ΣP é a soma dos pesos das peças atendidas naquele trecho.

Perda de carga linear: adotou-se a equação de Fair-Whipple-Hsiao, recomendada para diâmetros entre 12,5 mm e 100 mm:

$$h_f = L \cdot (0{,}000859 \cdot Q^{(1{,}75)} \cdot d^{(-4{,}75)}) \quad (2)$$

Onde L é o comprimento do trecho (m), Q a vazão (m³/s) e d o diâmetro (m). Como destacado, d aqui é o diâmetro nominal extraído do IFC.

É necessário também levar em consideração a perda de carga localizada: para cada conexão ou válvula, converteu-se o fator de perda em comprimento equivalente (L_eq) que se soma a L no cálculo de Fair-Whipple-Hsiao. Assim, um joelho de 90° vale 1,2 m equivalentes, enquanto usar um tê é algo como adicionar 2,4 m (valores padrão dos catálogos dos fabricantes). O IFC poderia armazenar esses valores, mas, não havendo tal preenchimento, foi adotada a abordagem tabelada.

Por fim, calcula-se a pressão final: a pressão disponível no ponto de utilização resulta da subtração das perdas de carga (lineares e localizadas) da altura manométrica inicial (diferença de cota entre o reservatório e o aparelho, convertida em metros de coluna d’água). O script percorre o caminho do grafo até o terminal e acumula cada perda de carga, devolvendo o valor final.

Para automatizar o procedimento, foi desenvolvido um script em Python (versão 3.9), composto por classes que auxiliam na leitura e cálculo:

- Classe TopologyCreator: cria o grafo não direcionado a partir de IfcRelConnectsPorts e IfcRelNests, identificando quais portas conectam quais elementos;
- Classe PropCalculator: dada a instância de um objeto no IFC (por exemplo, IfcPipeSegment), extrai diâmetro, comprimento, posição e outras propriedades relevantes. Para conexões, verifica a “PredefinedType” e se há variação de diâmetro;
- Classe HydroCalculator: realiza o cálculo de vazões pelo método dos pesos e a perda de carga via Fair-Whipple-Hsiao. Combina os dados de topologia (caminho) e propriedades (dimensões) para acumular as perdas.

Em seguida, basta para cada peça de utilização (IfcSanitaryTerminal) rodar a rotina de cálculo que:

- Identifica o caminho até o reservatório;
- Soma os comprimentos equivalentes de cada tubo e conexão;
- Determina a vazão que flui em cada trecho (conforme a soma dos pesos das peças a jusante);
- Aplica a equação de perda linear;

- Acumula as perdas até chegar ao terminal;
- Calcula a pressão disponível, subtraindo todas as perdas da pressão inicial.

2.2 Resultados

Para verificar a coerência dos resultados, o mesmo sistema modelado foi recalculado em um software comercial especializado (AltoQi Builder) e em um cálculo manual, com o uso de planilhas eletrônicas, seguindo igualmente o método dos pesos e utilizando a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao. Como os processos (script Python, software especializado e cálculo manual) partiram dos mesmos parâmetros de diâmetro nominal e comprimentos equivalentes, esperava-se obter valores próximos.

Figura 3: Sistema hidráulico modelado no Autodesk Revit 2024 e calculado com o script implementado (esquerda) e modelado e calculado utilizando o AltoQi Builder (direita).



Fonte: Os autores.

No Quadro 1 estão apresentados os resultados de pressão (em m.c.a.) para cada aparelho sanitário, considerando os três métodos de cálculo:

Quadro 1: Comparação dos resultados.

APARELHO	PRESSÃO (SCRIPT IFC)	PRESSÃO (ALTOQI BUILDER)	PRESSÃO (CÁLCULO MANUAL)
Chuveiro (ducha)	1,25 m.c.a.	1,41 m.c.a.	1,45 m.c.a.
Lavatório	2,54 m.c.a.	2,61 m.c.a.	2,66 m.c.a.
Bacia sanitária	3,24 m.c.a.	3,27 m.c.a.	3,34 m.c.a.

Fonte: Os autores.

Observa-se que as diferenças são da ordem de décimos de metro de coluna d'água, o que se considera aceitável em projetos simplificados. Pequenas divergências decorrem de:

- Representação de conexões: em certas situações, o software poderia ter tratado um tê como derivação a 180°, ao passo que o script considerou 90°, gerando perdas ligeiramente superiores;
- Critérios de arredondamento: no Builder, possivelmente a vazão é arredondada em cada trecho antes de aplicar a equação de Fair-Whipple-Hsiao;

Para o cálculo manual, considerou-se o diâmetro interno das tubulações e os mesmos comprimentos equivalentes de perda de carga localizada utilizados no script desenvolvido em Python e no AltoQi Builder. Ao comparar os resultados do cálculo hidráulico manual com os fornecidos pelo AltoQi Builder, observam-se

pequenas discrepâncias nas pressões finais obtidas para os mesmos trechos da rede. Essas diferenças, segundo Silva (2023), decorrem principalmente de três fatores: critérios de arredondamento internos do software, que podem aplicar aproximações distintas para vazão e perda de carga; representação simplificada ou genérica de conexões e singularidades, como tês e joelhos, o que influencia nos comprimentos equivalentes considerados; e adoção de parâmetros-padrão, como o fator de atrito e coeficientes de perda, que nem sempre são transparentes ao usuário.

Em linhas gerais, conclui-se que a abordagem de extrair dados do IFC e aplicar um método tradicional é viável para sistemas pequenos. Se o fluxo for bem configurado e os dados de diâmetro, rugosidade e perdas localizadas forem corretamente mapeados no IFC, a coincidência tende a aumentar.

Um ponto recorrente é que, no IFC exportado, a tubulação aparece como um cilindro vazado, mas o "perfil" (IfcArbitraryClosedProfileDef, por exemplo) normalmente reflete o diâmetro nominal externo. Na prática, para o PVC, há diferença entre diâmetro externo e interno, podendo impactar o cálculo de perda de carga. Em tubulações de 25 mm de diâmetro externo, a espessura pode ser de 2 mm, resultando em 21 mm de diâmetro interno. Em sistemas pequenos, esse desvio não gera grandes variações na pressão final, mas, em edifícios de múltiplos pavimentos, a soma do erro em cada trecho pode se tornar relevante.

Como a informação de diâmetro interno é fundamental, torna-se necessário:

- Modelar tubos com espessura; ou
- Atribuir manualmente o diâmetro interno em um Pset específico do IFC; ou
- Criar uma rotina que leia a especificação do tubo (por ex. "PVC 32 mm classe…") e busque em uma tabela as dimensões reais.

Sem esse detalhamento, persiste um erro sistemático, que pode ser mitigado com a adoção de coeficientes de segurança ou pela padronização de uma "folga" no dimensionamento.

Embora o IFC possibilite uma ampla gama de propriedades, grande parte dos softwares de autoria MEP (*Mechanical, Electrial and Plumbing*) não as preenche automaticamente. Válvulas (IfcValve) poderiam conter informação de diâmetro, material e fator de perda; conexões (IfcPipeFitting) poderiam ter o fator de perda correspondente a um joelho de 90°, 45° ou a um tê, considerando a saída a 90º e 180º, separadamente. Contudo, isso depende de a biblioteca de objetos do software de autoria já vir configurada, ou de o usuário editar manualmente cada família. Portanto:

- Se o fator de perda localizada estivesse registrado como "FittingLossFactor" em Pset_PipeFittingCommon, o script poderia ler diretamente esse valor;
- Da mesma forma, se existisse "InteriorRoughnessCoefficient" em Pset_PipeSegmentOccurrence, a equação de Fair-Whipple-Hsiao poderia ser customizada para cada material.

Na ausência disso, o dimensionamento recai no uso de tabelas fixas, condizentes com a norma ABNT (1998, 2020) ou especificações de fabricantes. Isso, porém, não diminui a utilidade do IFC, mas enfatiza a necessidade de configurá-lo adequadamente.

3 DISCUSSÃO

A experiência relatada confirma que a automação de cálculo para sistemas de água fria via IFC é perfeitamente viável em um fluxo BIM, desde que sejam tomados cuidados prévios na configuração do software de autoria. A extração das propriedades geométricas (comprimento e diâmetro nominal) mostrou-se robusta, assim como a identificação de tipos de entidades (IfcPipeSegment, IfcValve, IfcPipeFitting). Entretanto, a ausência de certos atributos no IFC ainda obriga a complementação manual.

3.1 Benefícios e Desafios

O principal benefício é a redução de retrabalho. Em um projeto tradicional, o engenheiro tende a:

- Modelar o sistema em 3D;
- Extrair comprimentos e diâmetros num relatório, ou manualmente, um a um;
- Repetir esses dados em planilhas ou softwares de cálculo;

- Revisar o desenho se forem necessárias correções.

Utilizando um script de leitura IFC, ganha-se agilidade e minimiza-se o risco de erros de digitação, com a possibilidade de processar dezenas de ramais de forma automática. Também se abre margem para integrar outros processos, como detecção de interferências e simulação de desempenho.

Por outro lado, há desafios, destacando-se:

- Qualidade do modelo BIM: se o projetista não inseriu corretamente as famílias e propriedades, o IFC exportado será incompleto;
- Diferença diâmetro nominal vs. interno: gera pequena discrepância nos resultados, que pode ser significativa em projetos maiores;
- Mapeamento das perdas localizadas: sem Psets bem preenchidos, o programa recorre a valores tabelados, resultando em hipóteses genéricas (por exemplo, tratar um tê sempre como 2,4 m de perda equivalente, mesmo que em alguns casos a saída seja alinhada a 180°, ou que haja variações de diâmetro).

3.2 Comparação com Outras Iniciativas

Segundo Atencio et al. (2022), a maior parte das iniciativas de projeto hidráulico em BIM limita-se ao uso de softwares MEP que facilitam a criação do modelo 3D, mas não fornecem método de cálculo próprio que atenda às normas nacionais de cada país. Martins e Monteiro (2013) apontam que, na checagem automática de regras de sistemas prediais hidráulicos, a estrutura do IFC serve como base para automatizar verificações. Entretanto, tais estudos ainda não resolveram por completo a implementação de um sistema baseado em IFC e a ausência de certos parâmetros específicos.

O presente trabalho soma-se a esses esforços ao demonstrar um protótipo funcional que extrai do IFC dados o bastante para aplicar um método clássico (método dos pesos + Fair-Whipple-Hsiao) em um exemplo simples de banheiro. Para projetos de maior complexidade, seria necessário aprofundar a modelagem IFC (por exemplo, armazenar dados de bombas, pressões mínimas requeridas, e eventuais ramificações múltiplas). Mesmo assim, a viabilidade do processo foi comprovada.

3.3 Perspectivas de Aprimoramento

Um passo adiante seria padronizar a introdução de propriedades-chave no software BIM, de forma que cada elemento possua:

- Diâmetro interno;
- Coeficiente de rugosidade;
- Fator de perda localizada (ou ao menos um identificador que permita a busca em uma tabela).

Com isso, a automação poderia ser expandida para projetos de edifícios de médio ou grande porte, e o script calcularia cada ramal. Em paralelo, é possível estabelecer um procedimento de validação do IFC, garantindo que nenhum elemento do sistema hidráulico esteja sem a designação “PredefinedType” ou sem a referência de diâmetro.

Outro ponto que emerge é a unificação de parâmetros normativos. Em diversas regiões do mundo, as equações e métodos de cálculo hidráulico podem variar (Atencio et al., 2022). Adaptar o script para diferentes fórmulas (por exemplo, Darcy-Weisbach, Colebrook-White) requer apenas que as propriedades associadas (rugosidade absoluta etc.) estejam presentes. Assim, a adoção de IFC como “núcleo de dados” pode tornar mais simples a troca de métodos, bastando mudar a rotina de cálculo.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou uma abordagem de automação de cálculos hidráulicos prediais de água fria, utilizando como fonte de dados um modelo BIM exportado para IFC. Foi apresentado o fluxo completo, que incluiu a modelagem no software de autoria (Autodesk Revit), a configuração de exportação IFC (definindo “PredefinedType” para conexões e válvulas), a extração de propriedades via Python (IfcOpenShell) e a aplicação do método dos pesos e das equações de Fair-Whipple-Hsiao. Ao comparar os resultados de pressão disponíveis com os de um software comercial e com um cálculo manual, observou-se coerência, com diferenças decorrentes de simplificações e da não consideração do diâmetro interno no IFC.

Entre os benefícios, destaca-se a eliminação de tarefas repetitivas no levantamento de dados e a possibilidade de integrar, no futuro, outras disciplinas de projeto de modo semelhante. Por outro lado, ainda há limitações. A ausência de preenchimento automático de propriedades como fator de perda localizada, rugosidade interna e diâmetro efetivo faz com que o projetista precise recorrer a valores tabelados. Esse entrave, todavia, pode ser contornado com configurações mais ricas nos softwares de autoria ou com o desenvolvimento de propriedades customizadas.

Como perspectivas, sugere-se o refinamento do processo de exportação IFC para que elementos hidráulicos contenham todos os atributos relevantes ao cálculo normativo. Também se vislumbra a extensão da automação para edificações de maior complexidade, inclusive com múltiplos banheiros e ramais, assegurando que o script seja capaz de mapear automaticamente caminhos e somar perdas sem intervenção manual.

Em síntese, a adoção do IFC como intermediário no fluxo de projeto hidráulico é promissora, pois potencializa o uso das informações de modelagem em análises de engenharia. Assim, reforça-se a importância de se evoluir na padronização dos dados e no treinamento de profissionais, para que o BIM não seja apenas um repositório visual, mas sim um verdadeiro ambiente de integração multidisciplinar.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626 – Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020.

ATENCIO, E. et al. Towards the integration and automation of the design process for domestic drinking-water and sewerage systems with BIM. **Applied Sciences**, [S.l.], v. 12, n. 18, p. 9063, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/app12189063.

MARTINS, J. P.; MONTEIRO, A. LicA: A BIM based automated code-checking application for water distribution systems. **Automation in Construction**, [S.l.], v. 29, p. 12–23, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.08.008.

SILVA, Gabriel Vinicius Martins. **Estudo comparativo entre os métodos de perdas de cargas em dimensionamentos de projetos prediais de água fria**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Trindade, Trindade, 2023.