

INTEGRAÇÃO DO BIM NO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Carolina Nogueira Ferreira¹

Vinicius Carrara de Souza¹

Marcelo da Silva²

Universidade São Francisco

carolina.nogueira.ferreira@mail.usf.edu.br

vinicius.carrara@mail.usf.edu.br

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

²Professor Orientador Mestre Marcelo da Silva do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo: O uso do BIM em projetos hidrossanitários, mostra como essa tecnologia integra processos e reduz erros na construção civil. Com o software Revit, demonstra-se que ele otimiza materiais, reduz desperdícios e melhora a compatibilidade entre sistemas de água e esgoto em residências. Explora a evolução do projeto arquitetônico, das maquetes físicas ao BIM, que centraliza todas as informações da construção em um modelo 3D detalhado. No estudo de caso do “Projeto Edifício Indiana”, economizou tempo e materiais, facilitando a identificação de erros e a comunicação entre equipes. A realidade aumentada com o aplicativo Augin também permitiu visualizar o projeto em escala real, antecipando falhas. O BIM é uma ferramenta eficaz que, apesar dos altos custos e da necessidade de capacitação, proporciona alta precisão e confiabilidade para a construção civil. O Decreto nº 10.306/2020 destaca a obrigatoriedade do BIM em obras públicas no Brasil, promovendo sua utilização progressiva para maior eficiência, transparência e sustentabilidade em projetos de infraestrutura.

Palavras-chave: BIM; Compatibilização; Esgoto sanitário; Hidrossanitário; Realidade aumentada; Revit.

Introdução

A construção civil é uma área que abrange diversos setores, desde a concepção do projeto até a execução de um edifício. Por isso, é necessário integrar esses setores para unificar as informações e os detalhes de execução em um único sistema.

O BIM (Building Information Modeling) surgiu como uma ferramenta que diminui os erros no processo de trabalho e possibilita uma análise mais eficaz da edificação, aumentando a confiabilidade das informações geradas ao longo de todo o processo.

A elaboração de um projeto de instalações hidrossanitárias é fundamental para garantir economia de materiais e execução adequada da obra. Com o uso da modelagem BIM no software REVIT, é possível integrar disciplinas, reduzindo erros, retrabalhos e otimizando

recursos como tubos e conexões. Os modelos 3D asseguram a compatibilização eficiente dos sistemas, melhorando a qualidade da obra e facilitando a manutenção a longo prazo.

Engenheiros e projetistas participam diretamente do desenvolvimento e coordenação dos projetos, enquanto construtoras e empreiteiros executam as modelagens. Os projetos hidrossanitários serão aplicados em edificações residenciais, com foco em sistemas de esgoto e água quente.

A sociedade tende a ser beneficiada, já que sistemas assim facilitam a comunicação e coordenação entre equipes, reduzindo erros de comunicação, um problema atual da engenharia civil entre os setores de projetos e execução de obra.

Além disso, projetos como esse demonstram como a tecnologia pode beneficiar diversos setores, realçando seu papel ativo na sociedade ao criar pontes sólidas entre os processos de trabalho e os clientes.

Do físico ao virtual: A transformação tecnológica na construção civil

O armazenamento e a transmissão de informações na construção começaram com maquetes físicas feitas de pedra, argila e madeira. Com a invenção do papel, os projetos passaram a ser desenhados e escritos, facilitando a comunicação com os construtores. A introdução dos computadores trouxe o CAD, permitindo a criação de projetos digitais e simplificando a correção de erros, além de possibilitar a compatibilização de subsistemas por camadas digitais chamadas 'layers'. Com o avanço da tecnologia, surgiu o BIM (Building Information Modeling), que utiliza modelos 3D paramétricos para integrar dados de todo o ciclo de vida de uma edificação, substituindo desenhos por modelagem de elementos reais com dados aplicáveis a todas as fases da construção, da concepção à demolição.

Construir virtualmente exige uma mudança de paradigma. Agora, em vez de desenhar linhas, modelamos elementos, aproximando-nos de uma escultura — uma representação virtual tridimensional de um elemento da realidade. A esses elementos modelados são atribuídas informações em formas não gráficas, os chamados parâmetros, que, combinados em uma mesma base, formam nossa construção virtual. (JÚNIOR, 2023, p. 81)

Conceito do BIM

O BIM (Building Information Modeling) é um processo colaborativo que permite criar e gerenciar informações construtivas em um ambiente digital. Mais do que um simples modelo 3D, integra dados sobre diversos aspectos de um edifício, como materiais, sistemas elétricos e hidráulicos, cronogramas e custos.

Profissionais de arquitetura, engenharia e construção podem visualizar e simular as características de um projeto de forma precisa e colaborativa. O processo permite que as equipes identifiquem problemas de compatibilidade e falhas de planejamento antes da execução, reduzindo desperdícios, minimizando retrabalhos e aumentando a eficiência no canteiro de obras. Além disso, possibilita acompanhar todo o ciclo de vida da construção, facilitando manutenções e renovações futuras com base nas informações digitais do modelo.

Segundo Addor et tal. (2010), no Brasil, nos empreendimentos da área de incorporação imobiliária, encontramos o sistema de coordenação de empreendimentos ou programas voltados para a contratação de vários modelos bidimensionais, sendo eles das mais variadas especialidades: arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, ar-condicionado, paisagismo, interiores, luminotécnica e muitos outros projetos complementares.

Apesar dos avanços ocorridos, o uso do BIM no Brasil ainda é limitado a projetos com sistemas bidimensionais separados. A adoção de um modelo integrado centraliza todas as informações, permitindo que alterações sejam refletidas nos documentos e aprimorando a eficiência e a qualidade da construção. A integração busca reduzir erros e problemas de comunicação ao longo da cadeia produtiva da construção civil.

O que é um projeto hidrossanitário

Segundo Júnior (2023), as instalações hidráulico-sanitárias em edificações visam distribuir água e coletar escoamentos com pressão adequada, além de impedir o retorno de poluentes e a entrada de pragas. Um projeto hidráulico é essencial para evitar erros e garantir qualidade, uma vez que problemas nas instalações prediais são causas comuns de patologias em edificações. A integração do projeto hidrossanitário com outras áreas da construção facilita a manutenção e evita improvisações durante a obra. Com o aumento da complexidade de equipamentos, o desafio dos projetistas é organizar instalações em espaços limitados, garantindo funcionalidade e manutenção simplificada. Avanços tecnológicos na área visam atender às necessidades dos usuários, cabendo aos arquitetos adaptarem esses conceitos na fase de planejamento

Lei de implementação obrigatória de projetos em BIM para órgãos públicos

O Decreto n.º 10.306/2020 regulamenta a implementação do BIM em obras públicas federais no Brasil, um sistema digital que gerencia e integra informações durante todas as fases de um projeto de engenharia. O governo planeja melhorar o planejamento, a execução e a manutenção de obras, promovendo eficiência, sustentabilidade e transparência no uso de recursos públicos. Essa iniciativa abrange, inicialmente, projetos específicos de construção e ampliação de infraestrutura pública, como rodovias, hospitais, escolas e instalações militares.

As fases de adoção serão graduais, conforme o tipo de projeto e o órgão responsável.

Fase 1: “A partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2020). O BIM será obrigatório em projetos de grande relevância, como novas construções e ampliações. Os requisitos mínimos incluem a modelagem de arquitetura e engenharia nas disciplinas de estruturas, instalações hidráulicas, climatização e elétrica. Além disso, deverá identificar interferências entre disciplinas, gerar quantitativos e criar documentação gráfica, promovendo compatibilidade e precisão nos projetos.

Fase 2: “A partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções

novas, reformas, ampliações ou reabilitações” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2020). O BIM será estendido para gestão direta e indireta de projetos e execução de obras, incluindo novas construções, reformas e ampliações. Além dos requisitos da primeira fase, deve contemplar orçamentação, planejamento, controle da obra e atualização de modelos conforme construído (as built), garantindo precisão na documentação e gestão.

Fase 3: “A partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2020). Se tornará obrigatório em projetos de média e grande relevância, incluindo novas construções, reformas e ampliações. Além dos usos das fases anteriores, deverá ser aplicado no gerenciamento e manutenção dos empreendimentos após a conclusão, assegurando que os dados sejam mantidos e atualizados para facilitar futuras intervenções.

Conforme o Art. 2º do Decreto n.º 10.306/2020, as ações para disseminação do BIM são atribuídas ao Ministério da Defesa, para atividades nos imóveis das Forças Armadas, e ao Ministério da Infraestrutura, em projetos de aeroportos regionais e obras de infraestrutura geridas pelo DNIT. Outros órgãos federais, mesmo que não especificados no artigo, também poderão implementar, independentemente da finalidade inicial, em qualquer fase prevista no decreto.

Cada fase do decreto tem como objetivo capacitar o setor público para o uso eficaz do BIM de forma progressiva, promovendo uma transição organizada. Além disso, a norma busca modernizar a construção civil ao influenciar padrões nas práticas do mercado privado, fomentando a competitividade e a inovação tecnológica. Com a implementação, o governo espera aumentar a precisão e a confiabilidade dos projetos de engenharia, reduzir atrasos e otimizar o uso de recursos públicos, promovendo o desenvolvimento de uma infraestrutura eficiente e sustentável.

Material e Métodos

Esgoto Sanitário

O sistema predial de esgoto sanitário, descrito no Manual Técnico da Tigre e regulamentado pela NBR 8160, compreende uma estrutura de tubulações e conexões projetadas para o escoamento eficiente de efluentes. As especificações incluem detalhes sobre declividades, diâmetros e dispositivos, como caixas sifonadas, que evitam o retorno de gases.

"O sistema predial de esgoto sanitário é o conjunto de tubulações, conexões, caixas sifonadas e demais dispositivos responsável por coletar e conduzir a um destino adequado os efluentes de esgotos, com garantia de segurança e perfeito funcionamento" (TIGRE, 2013, p. 110).

A ventilação das instalações de esgoto é destacada como um aspecto crucial, evitando a formação de vácuo que pode romper os fechos hídricos e permitindo a liberação segura dos gases acumulados. A norma também exige que todas as instalações sejam projetadas para escoar os efluentes por gravidade, com declividade constante nas tubulações horizontais.

Essa inclinação facilita o fluxo contínuo, evitando o acúmulo de detritos e a formação de bloqueios. "A ventilação em uma instalação de esgoto é extremamente importante, uma vez que impede o rompimento dos fechos hídricos dos desconectores, além de permitir a saída dos gases do esgoto para a atmosfera" (TIGRE, 2013, p. 129).

"Recomendam-se as seguintes declividades mínimas: 2% para tubulações com diâmetro igual ou inferior a 75 mm; 1% para tubulações com diâmetro igual ou superior a 100 mm" (TIGRE, 2013, p. 127). Essas diretrizes são essenciais para manter a velocidade de fluxo adequada, evitando a estagnação dos efluentes e a erosão excessiva que poderia comprometer a integridade das tubulações.

O dimensionamento adequado dos componentes do sistema, incluindo o diâmetro dos tubos e a capacidade das caixas sifonadas, é vital para o desempenho eficiente do sistema de esgoto. Uma seleção inadequada pode levar a problemas operacionais, como obstruções frequentes, retorno de odores desagradáveis e falhas no sistema.

Água Quente

Os aquecedores de água têm uma função essencial na oferta de água quente em residências e estabelecimentos comerciais. A escolha do tipo de aquecedor influencia diretamente a eficiência e o custo de operação do sistema. Segundo o Manual Técnico Tigre (2013), há diferentes tipos disponíveis. O aquecedor instantâneo ou de passagem elétrico utiliza uma resistência elétrica para aquecer a água instantaneamente, enquanto o aquecedor de acumulação a gás, conhecido como boiler, armazena e aquece a água em um reservatório por meio de um queimador a gás. A principal vantagem dos aquecedores instantâneos é a oferta contínua de água quente sob demanda, eliminando a necessidade de grandes reservatórios e reduzindo o desperdício de energia. Contudo, eles podem ter limitações de capacidade, especialmente em ambientes com alta demanda de água quente. Já os aquecedores de acumulação a gás são eficientes para usos maiores, permitindo o armazenamento de grandes volumes de água quente pronta para uso, embora possam ter maiores custos iniciais e de manutenção. A escolha entre esses sistemas deve considerar fatores como a demanda de água quente, os custos de instalação e operação, e a eficiência energética desejada.

Segundo Aguiar (2003 apud CONTERATO, 2017, p. 161), na instalação de aquecedores de passagem, o uso de tubulações e conexões de cobre é essencial para garantir a segurança dos usuários, pois o cobre é o único material resistente a altas temperaturas, prevenindo rompimentos, deformações ou estrangulamentos, tornando-se indispensável para essas instalações. O uso de outros materiais pode resultar em vazamentos de água quente e até explosões do aquecedor devido a estrangulamento por derretimento ou incrustação da tubulação.

O uso de tubos de cobre apresenta vantagens notáveis, principalmente pela baixa perda de carga que decorre de sua superfície menos áspera, característica que permite a aplicação de diâmetros reduzidos sem comprometer a vazão e a pressão do sistema. Sua resistência mecânica e durabilidade tornam o cobre ideal para instalações de alta pressão. Para reduzir perdas térmicas, recomenda-se o revestimento da tubulação com materiais isolantes, como a lã de vidro. (CONTERATO et al., 2017)

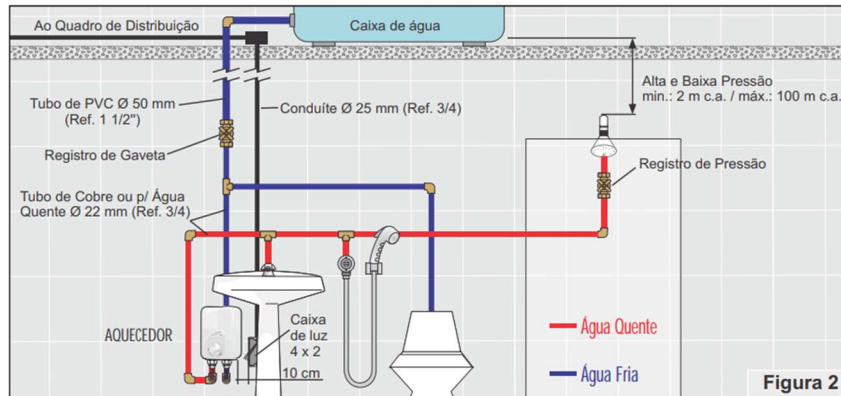


FIGURA 1 – Esquema de aquecedor elétrico de passagem
Fonte: Adaptado de Cardal (Manual Novo Aquecedor Central, 2015).

Estudo de Caso – Projeto Edifício Indiana – SP

O projeto arquitetônico detalhado do edifício é desenvolvido e, posteriormente, enviado à equipe de engenharia, responsável pela elaboração e coordenação das instalações.



FIGURA 2 – Corte transversal do edifício.
Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 3 – Perspectiva isométrica do edifício.
Fonte: Elaborada pelos autores.

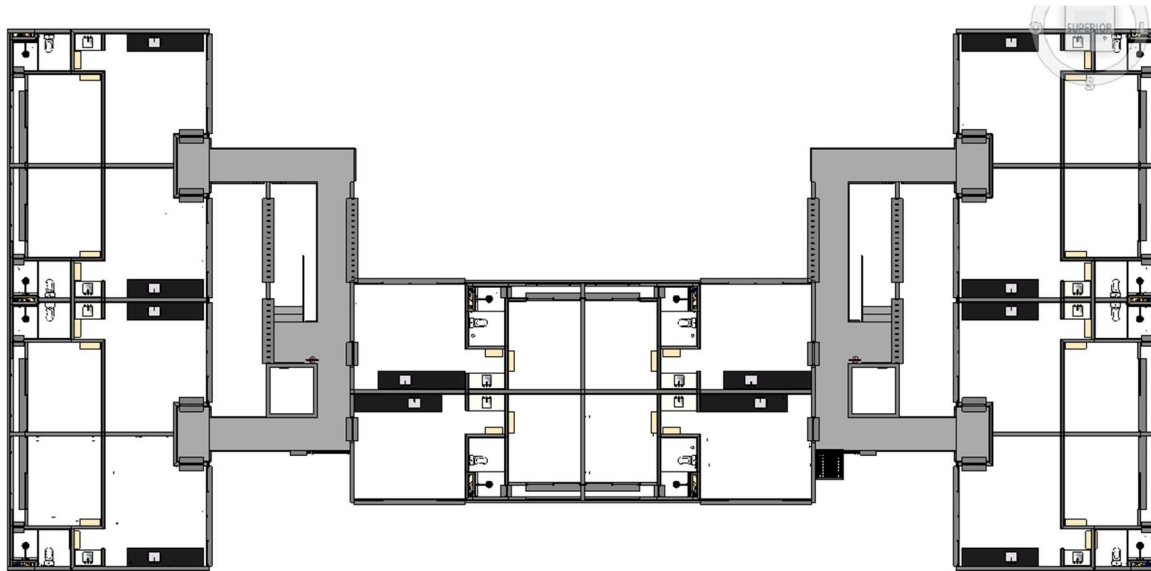


FIGURA 4 – Planta baixa do 1º pavimento com layout de distribuição interna.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com foco no 1º pavimento. A próxima etapa concentra-se nos aspectos técnicos do projeto de esgoto sanitário, com ênfase na análise da distribuição das prumadas. As prumadas principais, fundamentais para o trânsito vertical no edifício pelo shaft, juntamente com os ramais que distribuem o sistema em cada pavimento. Esta distribuição considera critérios específicos, como o número de banheiros, cozinhas e áreas de serviço em cada nível.

Para cada segmento, são determinados o diâmetro adequado da tubulação e a inclinação necessária. Além disso, são especificados dispositivos essenciais para o funcionamento do sistema, como caixas sifonadas, caixas de gordura, ralos sifonados e curvas de 45° e 90°.

Todas as especificações seguem rigorosamente as diretrizes da NBR 8190, que estabelece os padrões para sistemas de esgoto sanitário. Esse procedimento garante a eficiência e a conformidade do sistema, resultando em uma instalação segura e funcional.

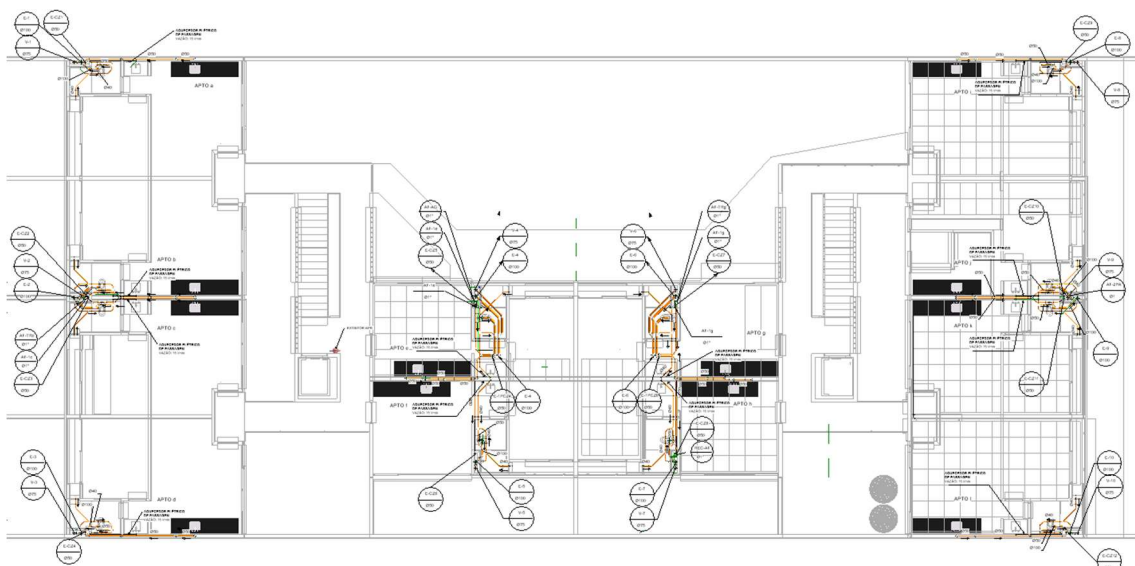


FIGURA 5 – 1º Pavimento.

Fonte: Elaborada pelos autores.

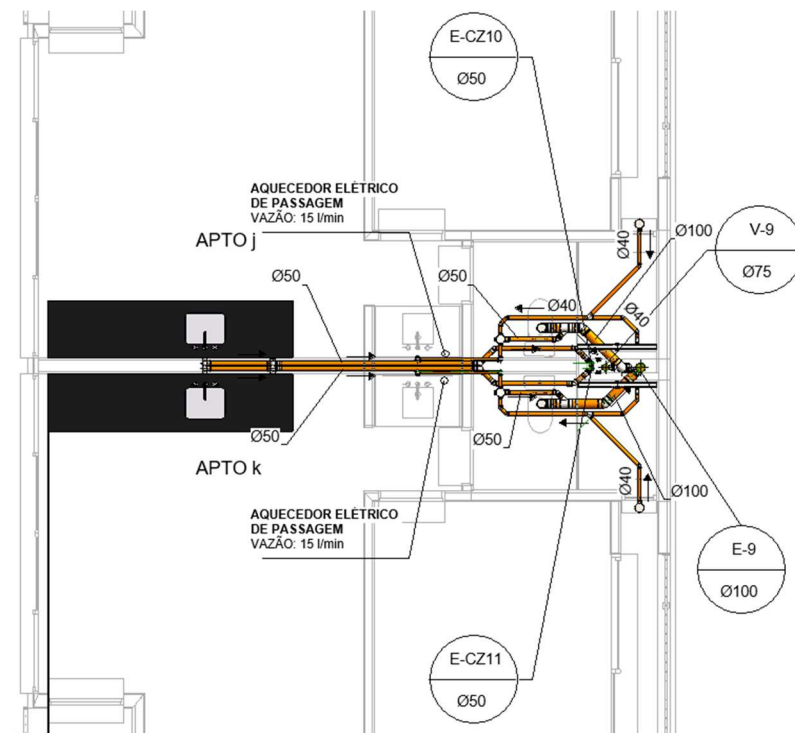


FIGURA 6 – 1º Pavimento – Ampliação 1 dos apartamentos J e K.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Para ilustrar o aspecto técnico, apresentaremos um exemplo prático de cálculo do diâmetro da tubulação de esgoto.

Com base na figura 7 e na tabela da NBR 8160, os diâmetros das tubulações são definidos diretamente. Por exemplo, a bacia sanitária deve ter 100 mm, enquanto o chuveiro e o lavatório de residências, assim como o ralo de varanda, utilizam 40 mm, conforme indicado na tabela 1. A tabela também fornece o número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC), valor usado para calcular a demanda de escoamento nos sistemas de esgoto, considerando a probabilidade de uso simultâneo de cada aparelho sanitário.

A bacia sanitária é classificada como esgoto primário, por poder emitir gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento. Por isso, é conectada diretamente ao tubo de queda ou prumada principal, localizado no shaft. Já os esgotos secundários, como os do lavatório, chuveiro e ralo seco da varanda, são protegidos por desconectores, como ralos sifonados, que evitam o retorno de odores enquanto permitem o escoamento de água de áreas molhadas. Como o ralo recebe até três ligações de baixa vazão, ele é dimensionado para 50 mm e conectado à tubulação primária (da bacia sanitária), posteriormente direcionada ao tubo de queda e à caixa de inspeção de esgoto.

A pia de cozinha residencial, com diâmetro de 50 mm, é ligada a uma tubulação separada, que se conecta à caixa de gordura antes de alcançar a caixa de inspeção de esgoto

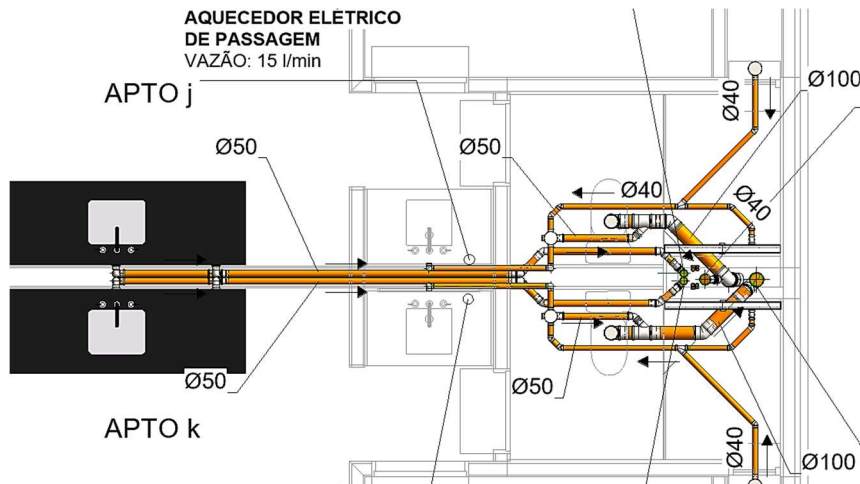


FIGURA 7 – 1º Pavimento – Ampliação 2 dos apartamentos J e K.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 1 - Aparelhos sanitários com unidades de Hunter e diâmetros nominais mínimos de ramais de descarga.

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de painéis	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

1) O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.
2) Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).
3) Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: NBR 8160. (1999)

Com base nas normas NBR 5626 e NBR 7198, as tubulações foram dimensionadas para garantir a eficiência e segurança do sistema de distribuição de água quente. O processo considerou as necessidades de consumo e a pressão adequada em todos os pontos de uso.

Os aquecedores de passagem, que aquecem a água instantaneamente com uma resistência elétrica ativada pelo fluxo, exigem tubulações e conexões de cobre devido à sua resistência a altas temperaturas e durabilidade. Esse material minimiza riscos de vazamentos, mantendo-se estável sob altas temperaturas, o que o torna mais seguro para os usuários.

Como os aquecedores elétricos de passagem eliminam a necessidade de prumadas principais, a tubulação de água quente é representada apenas no isométrico.

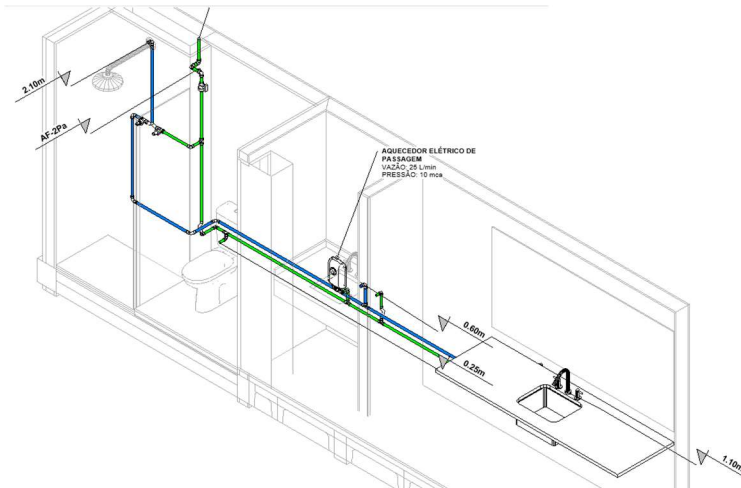


FIGURA 8 – 1º Pavimento – Isométrico do apartamento J.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Resultados e Discussão

Autocad vs Revit

No projeto desenvolvido em BIM, observou-se uma significativa redução de tempo, já que cortes, vistas isométricas e detalhes são gerados automaticamente. Esse processo otimiza o trabalho e elimina a necessidade de criar manualmente essas representações.

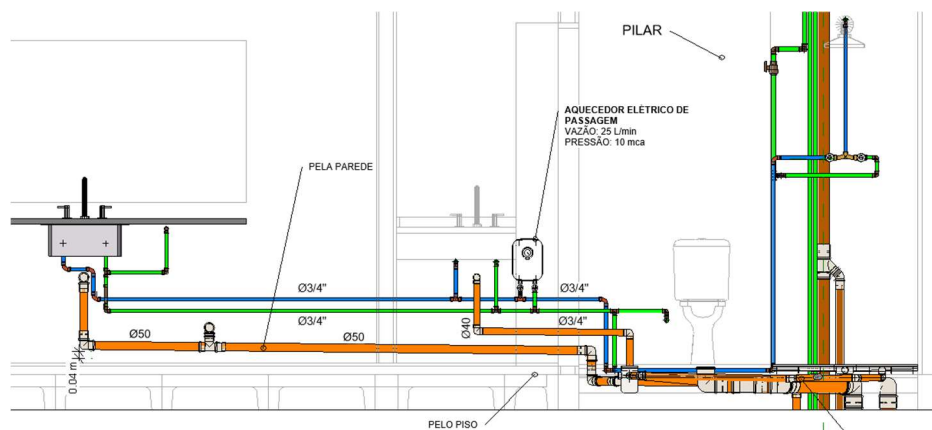


FIGURA 9 – 1º Pavimento – Corte transversal apartamento K.
Fonte: Elaborada pelos autores.

“A Construção Civil não é destaque somente como indústria de grande impacto na economia, também é a responsável por produzir 50% dos resíduos do país.” (CARDOSO, 2022).

Nesse contexto, o uso contribui significativamente para a redução de custos e de perdas de materiais, como tubos e conexões, ao minimizar desperdícios. Diferentemente do AutoCAD, que exige listas de materiais separadas devido à falta de visualização detalhada, o Revit oferece uma representação clara de todos os elementos do projeto, como cotovelos de 45° e 90°, ralos sifonados e conexões tipo Tê, além de gerar automaticamente a lista de materiais item por item.

Essa funcionalidade facilita o controle de insumos, evita desperdícios e promove uma construção mais eficiente, sustentável e econômica.

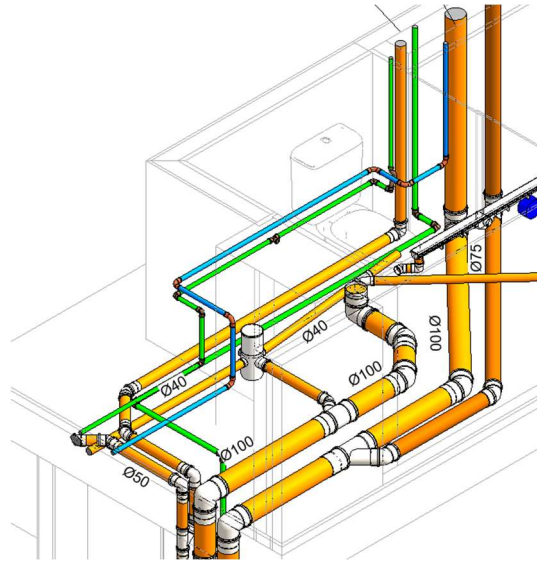


FIGURA 10 – Perspectiva isométrica da instalação hidráulica do 1º pavimento, apartamento I.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Possibilita uma visualização e um detalhamento aprimorados do projeto, reduzindo erros e tornando o processo mais interativo. Diferente do AutoCAD, em que os isométricos precisam ser desenvolvidos manualmente, o Revit gera automaticamente essas vistas, o que agiliza o fluxo de trabalho e aumenta a precisão dos detalhes.



FIGURA 11 – Exemplo de planta baixa no AutoCAD de sistema de esgoto e água fria.
Fonte: Elaborada pelos autores.

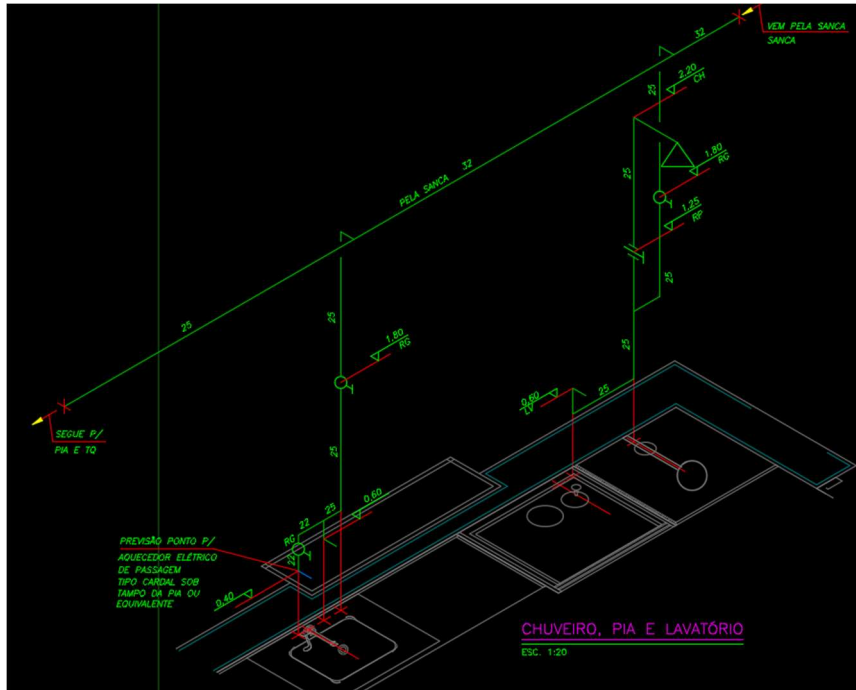


FIGURA 12 – Isométrico de água fria no AutoCad.
Fonte: Elaborada pelos autores.

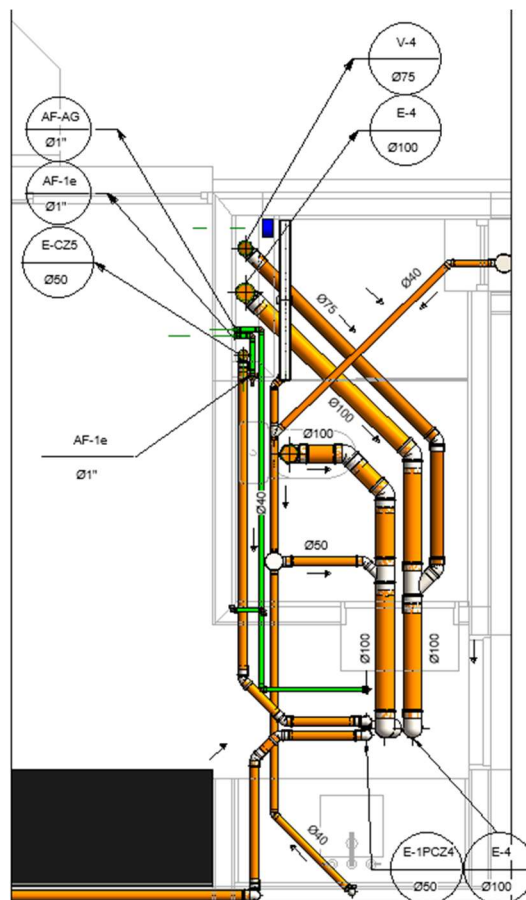


FIGURA 13 – Planta baixa ampliada do apartamento E.
Fonte: Elaborada pelos autores.

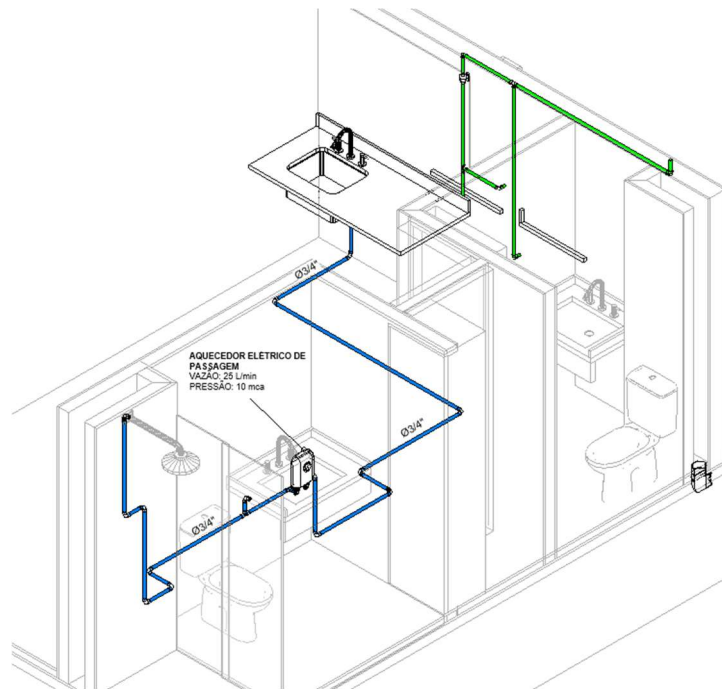


FIGURA 14 – Isométrico apartamento E.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Outro diferencial é a geração automática das ampliações de esgoto, permitindo uma visualização precisa e detalhada do sistema. Esse recurso facilita a análise de pontos críticos e minimiza retrabalhos, além de garantir que todas as especificações estejam integradas ao modelo

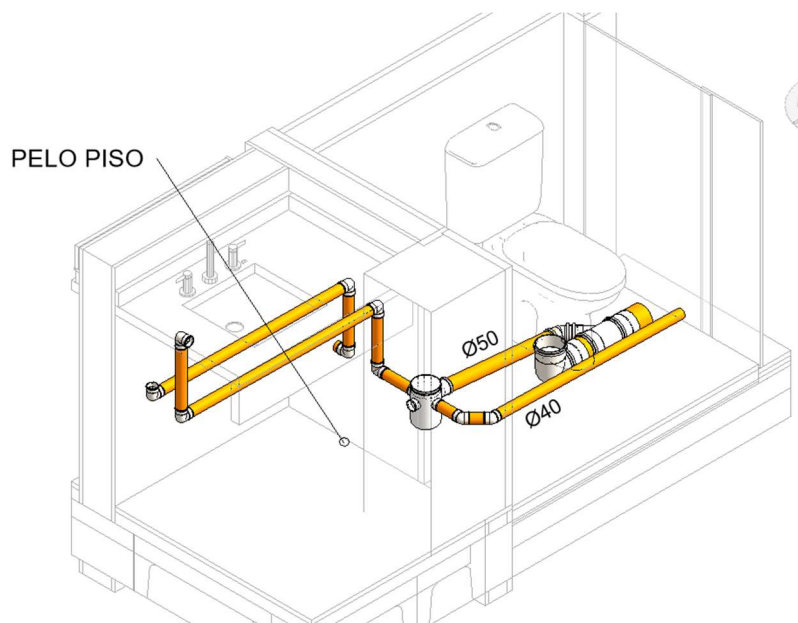


FIGURA 15 – Perspectiva isométrica da variação de esgoto do apartamento K.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Compatibilização

As limitações do processo tradicional de elaboração de projetos em 2D, que frequentemente resultam em erros e inconsistências, são identificados apenas durante a execução da obra.

Segundo Júnior (2018 apud GOMES, 2020), a principal desvantagem do 2D é que as diferentes vistas de um projeto são feitas de forma independente, exigindo atualizações manuais em cada vista quando há alterações no modelo, o que pode causar ineficiências. Além disso, a compatibilização de projetos no 2D é feita manualmente, o que aumenta a possibilidade de erros.

Por outro lado, o BIM (Building Information Modeling) automatiza esse processo de compatibilização, permitindo a detecção de interferências e erros de forma mais eficiente, antes da execução da obra, o que reduz atrasos e custos. É uma solução promissora para a construção civil, melhorando a visualização das informações do projeto e reduzindo problemas comuns no modelo 2D, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação

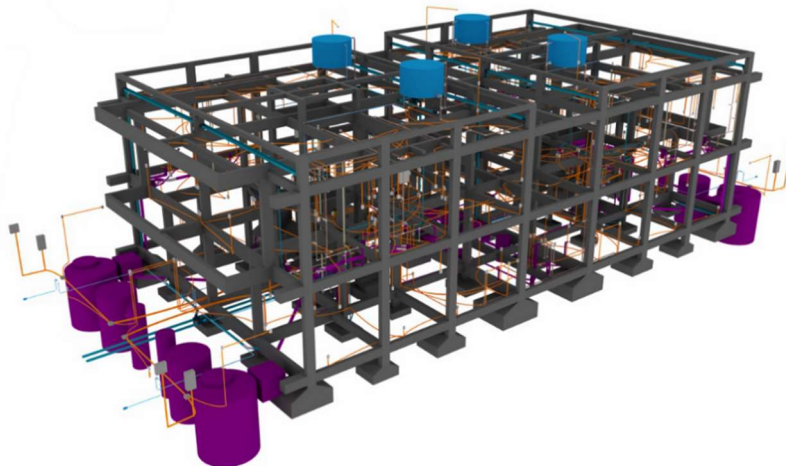


FIGURA 16 – Compatibilização hidráulica e estrutura
Fonte: PJV arquitetura.

Realidade Aumentada – AUGIN

A realidade aumentada surgiu a partir do avanço da tecnologia e da realidade virtual, quando o maior poder de processamento dos computadores permitiu a integração com o ambiente físico, possibilitando ao usuário permanecer em seu espaço real enquanto visualiza elementos virtuais sobrepostos a ele (CHEUNGB; LOPES, 2023). Nesse contexto, o Augin foi desenvolvido para dispositivos móveis com a finalidade de facilitar a interpretação de projetos impressos em 2D e 3D, agilizar processos, antecipar falhas e retrabalhos, além de melhorar a comunicação entre as equipes no canteiro de obras. Com o uso do aplicativo, é possível renderizar e exibir arquivos em formato BIM em três dimensões na tela de smartphones ou tablets, permitindo que o projeto seja visualizado antes mesmo de sua execução.

Este estudo utiliza essa tecnologia em um caso prático, aplicando um software experimental para coletar dados e identificar situações que podem ser resolvidas com a RA. Por

meio do Augin, foram feitas observações relevantes, pois a técnica de RA mostrada é intuitiva tanto para o cliente final, que passa a ter uma visão mais clara do resultado da obra, quanto para gerentes e executores, que podem visualizar detalhes importantes dos projetos e das etapas de construção. A experiência de visualizar o projeto em tamanho real amplia a compreensão dos modelos, tornando-os mais claros e facilitando a identificação de problemas ao alocar o modelo diretamente no local da obra. Esse recurso ainda permite a ativação e desativação de materiais, otimizando a busca por soluções, além de possibilitar a verificação de dados, parâmetros e informações dos elementos do projeto.



FIGURA 17 – Vista externa em perspectiva isométrica do edifício.
Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 18 – Vista posterior em perspectiva isométrica do edifício com detalhamento técnico.
Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 19 – Perspectiva frontal do edifício com drone em simulação de inspeção técnica.
Fonte: Elaborada pelos autores.

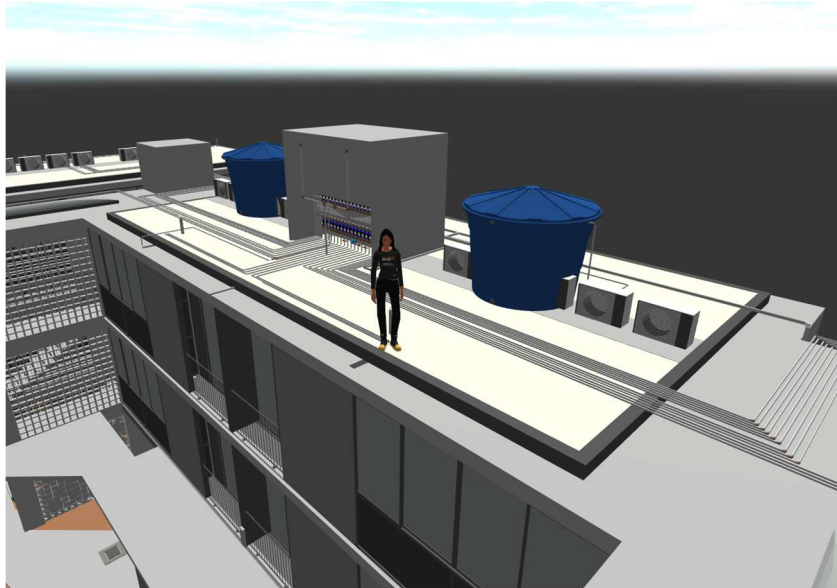


FIGURA 20 – Vista superior do edifício com avatar.

Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 21 – Vista interna no modo raio X destacando a instalação hidráulica.

Fonte: Elaborada pelos autores.

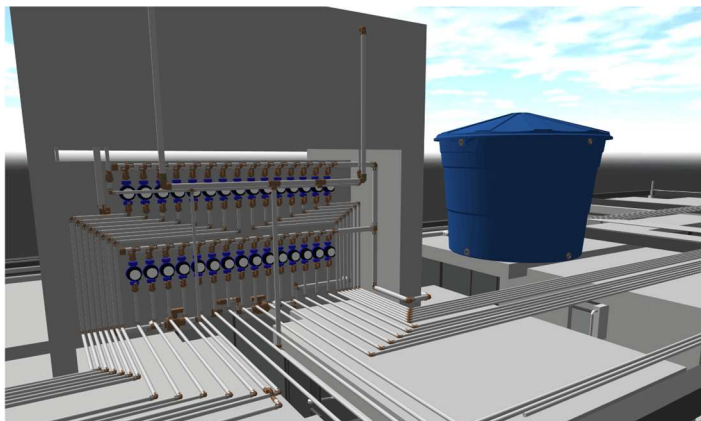


FIGURA 22 – Cobertura no modo visão sem elemento gráfico.

Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 23 – Representação do banheiro com avatar apenas com arquitetura.
Fonte: Elaborada pelos autores.



FIGURA 24 – Utilizando o aplicativo AUGIN no smartphone.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Desafios da Implementação do BIM

A utilização do BIM enfrenta desafios significativos, como a incompatibilidade com parceiros que não utilizam a tecnologia, o que pode dificultar a colaboração entre empresas. Além disso, a escassez de profissionais qualificados no mercado exige que empresários invistam em treinamentos e consultorias para adoção da ferramenta. A interoperabilidade também se apresenta como um problema, uma vez que a integração com outros softwares podem ser inviável em alguns casos. Outro desafio é o alto investimento inicial necessário para adquirir softwares especializados. (MARTINS, 2022).

A principal dificuldade é a necessidade de capacitação profissional, um aspecto que expõe desafios significativos. A ausência de habilidades técnicas e de compreensão adequada compromete sua implementação, tornando indispensáveis treinamentos contínuos para superar esses obstáculos.

Devido à sua complexidade e abrangência, o BIM exige um conhecimento sólido de seus princípios e funcionalidades. Apenas com essa base técnica é possível aplicá-lo de forma eficaz e segura, reduzindo problemas técnicos futuros. No entanto, a falta dessa assimilação pode dificultar sua adoção, especialmente entre profissionais mais experientes, que resistem muitas vezes às mudanças introduzidas pela tecnologia.

Quanto ao custo de aquisição das licenças dos softwares, de acordo com a plataforma da Autodesk, o AutoCAD custa R\$ 8.545,00 por ano, enquanto o Revit custa R\$ 11.804,00 por ano por usuário, representando uma diferença de 27,61%.

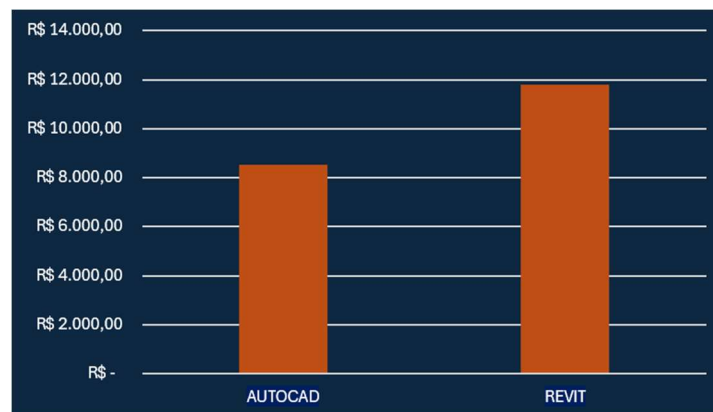


Gráfico 1 – Comparação de custos entre AutoCAD e Revit.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerações finais

A aplicação do Building Information Modeling (BIM) em projetos hidrossanitários marca um avanço significativo na construção civil, ao integrar tecnologias que aumentam a eficiência e fortalecem a interação entre profissionais e clientes. Ferramentas como Revit e Augin alinham expectativas dos clientes às soluções técnicas, assegurando maior transparência e precisão nas decisões. A realidade aumentada oferecida permite a visualização tridimensional interativa dos projetos, integrando elementos virtuais ao ambiente físico. Essa tecnologia

aprimora a compreensão, antecipa falhas e otimiza o planejamento, reduzindo custos extras e prazos de execução.

A transição para o BIM enfrenta desafios como a resistência de profissionais habituados a ferramentas tradicionais e a falta de mão de obra especializada. A complexidade da metodologia exige capacitação técnica e esforço contínuo para superar barreiras culturais e tecnológicas no setor.

A comparação entre os dois softwares destaca os benefícios do 3D na gestão e execução de projetos. Enquanto o AutoCAD, focado em desenhos 2D, demanda atualizações manuais e correção de inconsistências, o Revit automatiza cortes, vistas isométricas e listas de materiais. Essa automação minimiza erros, reduz custos, retrabalhos e desperdícios, além de garantir maior precisão no controle de insumos. Apesar do custo anual do Revit ser 27,61% superior ao do AutoCAD, o investimento se justifica pela economia obtida com a redução de resíduos e desperdícios. O detalhamento preciso de componentes, como conexões e tubulações, facilita o planejamento, reduz os custos operacionais e contribui para a sustentabilidade dos projetos.

A integração de tecnologias destaca a urgência de modernizar a construção civil para atender às demandas de mercado e políticas públicas, como o Decreto nº 10.306/2020, que exige o uso do BIM em obras públicas. Embora os custos iniciais sejam elevados, os benefícios gerados – maior eficiência, sustentabilidade e redução de desperdícios – tornam essas ferramentas indispensáveis para o futuro da construção.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. Disponível em:

<<https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17500/material/NBR%208160%20Sistemas%20prediais%20de%20esgoto%20sanit%C3%A1rio-%20projeto%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2024.

AUTODESK, Plataforma. PRODUTOS AUTODESK. **AUTODESK**, 2024. Disponível em:

<https://www.autodesk.com/br/products?cjdata=MXxOfDB8WXww&mktvar002=afc_br_nm_pi_ppc&AID=12904993&PID=8299320&SID=jkp_CjwKCAiAxea5BhBeEiwAh4t5K_D23KjP47xNpYZHLDeQNVO30yqObBOjgGtI1yhgKgYs5h2SXwSwLBoCD_QQAvD_BwE&cjevnt=bd09e392a56011ef8014fc3d0a82b838&affname=8299320_12904993>. Acesso em: 18 set. 2024.

CARDAL. **Manual técnico: novo aquecedor central IM588 R00**. São Paulo: Cardal, [s.d.].

Disponível em:

<https://www.cardal.com.br/manualprod/Manuais/AQUECEDOR_CENTRAL/Manual_Novo_Aquecedor_Central_IM588_R00.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CONTERATO, Eliane; ESPARTEL, Lélis; SIMIONATO, Vinícius. **Instalações hidráulicas**.

Porto Alegre: SAGAH, 2017. *E-book*. pág.161. ISBN 9788595020979. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595020979/>>. Acesso em: 4 nov. 2024

GOMES, Danielly Lucena. **Compatibilização de Projetos em BIM**. 2020. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2020. Disponível em:

<<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/212/1/TCC2%20-%20Danielly%20-%20R01%20%282%29.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2024.

JÚNIOR, Roberto de C. **Interfaces prediais: hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, elétrica, sanitárias acessíveis, NBR 15575: edificações habitacionais – desempenho e BIM – nova forma de projetar**. 3ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 2023. *E-book*. pág.5. ISBN 9786555064117. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555064117/>>. Acesso em: 4 nov. 2024

LOPES, Patrick Deni Souza; CHEUNGB, Andrés Batista. **Estudo de caso: Aplicação da realidade aumentada utilizando o software Augin**. 2023. . Trabalho de conclusão de curso – Engenharia civil, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2023 Disponível em:

<<https://repositorio.ufms.br/retrieve/c530eb49-bb00-4238-8b3c-7d6b0daa35ff/1777.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2024.

MARTINS, Vanessa. Plataforma BIM: Tudo sobre a grande tendência da Construção. **SIENGE**, 2022. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acesso em: 29 out. 2024.

REPÚBLICA, Presidência Da. **DECRETO Nº 10.306, DE 02 DE ABRIL DE 2020**. JUS BRASIL, 2020. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/828077751/decreto-10306-20>>. Acesso em: 17 out. 2024.

ADDOR, Miriam Roux A. et al. Colocando o "i" no BIM. **arq.urb**, [S. l.], n. 4, p. 104–115, 2010. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/207>. Acesso em: 25 ago. 2024.

TIGRE S.A. – TUBOS E CONEXÕES. **Manual técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais**. 5ª ed. Joinville: Tigre, 2013. 188 p. Disponível em: <https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/2019-08/Tigre_Manual+Tecnico.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ARQUITETURA, Pjv. Compatibilização de projetos e os benefícios para sua obra. **OCP NEWS**, 2021. Disponível em: <<https://ocp.news/colunistas/compatibilizacao-de-projetos-e-os-beneficios-para-sua-obra>>. Acesso em: 27 set. 2024.