



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



RAMON COUTINHO TORRES

BIM APLICADO AO PLANEJAMENTO DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO

UBERLÂNDIA
2025

RAMON COUTINHO TORRES

BIM APLICADO AO PLANEJAMENTO DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como requisito obrigatório para conclusão do curso de Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Carolina F. Maciel Ribeiro

UBERLÂNDIA

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria para enfrentar cada etapa desta jornada. Minha trajetória foi distinta em muitos aspectos, e reconheço que nada do que vivi, desde o início da minha história até este momento teria sido possível sem a presença e a direção divina.

Às minhas mães, Maria de Nazaré e Creuza, ao meu irmão Rogério e a toda a minha família, que mesmo à distância sempre estiveram comigo, oferecendo apoio e incentivo. Vocês foram meu alicerce do início ao fim desta caminhada na graduação em Engenharia Civil.

À minha namorada Rayssa, minha companheira em todos os momentos, expresso meu mais profundo agradecimento. Sua presença constante, incentivo nas fases mais difíceis e apoio incansável foram fundamentais para que eu mantivesse o foco e continuasse em frente. Você foi essencial na reta final deste trabalho e em toda a minha formação.

Aos amigos que me acompanharam minha trajetória até a universidade, e aos amigos que fiz nesta graduação, agradeço pelas conversas, pelo incentivo mútuo e pelas boas memórias compartilhadas. A convivência com vocês tornou esse caminho muito mais leve e significativo.

Agradeço também à minha orientadora, Prof.^a Dra. Ana Carolina, pela paciência, dedicação e orientação firme ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio acadêmico e profissional foi decisivo para a concretização deste projeto.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que essa conquista se tornasse realidade, deixo aqui meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Este trabalho analisa a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) no planejamento de obras, por meio de um estudo de caso de uma residência unifamiliar. A partir de uma abordagem prática, foram desenvolvidas a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), a lista de atividades e o cronograma, integrados ao modelo tridimensional da edificação. O software Navisworks foi utilizado para checagem de interferências e a compatibilização dos projetos foi realizada no software de origem. Por meio do software AltoQi Visus, realizaram-se simulações 4D que evidenciaram os benefícios da interoperabilidade e automação de processos no planejamento da obra. O estudo demonstrou ganhos em precisão, coordenação e redução de retrabalhos, assim como identificou limitações relacionadas à qualidade da modelagem e à ausência de parâmetros específicos. Os resultados reforçam a importância da adoção de modelos parametrizados para orçamentação e planejamento para o sucesso da metodologia BIM neste tipo de aplicação.

Palavras-chave: BIM; Planejamento de obras; EAP; Simulação 4D.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) E SUAS APLICAÇÕES	8
2.2	BIM NO MUNDO	9
2.3	BIM NO BRASIL	11
2.4	INCENTIVO E POLÍTICAS PÚBLICAS	12
2.5	LOD E LOIN.....	17
2.6	PLANEJAMENTO DE OBRAS	20
2.7	BIM PARA PLANEJAMENTO DE OBRAS	22
2.8	DIFERENÇA ENTRE PLANEJAMENTO COM BIM E PLANEJAMENTO CONVENCIONAL	24
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	O PROJETO	25
3.2	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	27
3.3	ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP).....	29
3.4	LISTA DE ATIVIDADES	32
4	ESTUDO DE CASO.....	35
5	RESULTADOS.....	38
5.1	COMPATIBILIZAÇÃO	38
5.2	PLANEJAMENTO BIM	45
6	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
	APÊNDICE A – LISTA DE ATIVIDADES	58

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem enfrentado profundas transformações nas últimas décadas, impulsionadas pela necessidade de maior eficiência, sustentabilidade e integração entre as diversas etapas de projeto e execução. Nesse contexto, a inserção de tecnologias digitais, como o *Building Information Modeling* (BIM), tem provocado mudanças estruturais na forma de conceber e planejar edificações.

A metodologia BIM surgiu como uma evolução natural do avanço tecnológico aplicado à construção, permitindo a criação de modelos digitais inteligentes que representam de maneira fiel as características físicas e funcionais de uma edificação. Desde os estudos iniciais com o conceito de *Building Description System*, até as recentes normas internacionais ISO 19650 de 2018 e a adoção prática em obras públicas e privadas, o BIM evoluiu para uma metodologia essencial em projetos que demandam precisão e coordenação entre disciplinas (SUCCAR 2009; ALSANABANI *et al.*, 2024).

Ao redor do mundo, países como Reino Unido, Estados Unidos, Noruega e Alemanha lideraram a adoção do BIM, impulsionados por políticas governamentais e exigências regulatórias. A Europa, por exemplo, consolidou diretrizes para a disseminação do BIM em obras públicas, promovendo ganhos em sustentabilidade, economia e produtividade (BURGESS *et al.*, 2018; EUROPEAN COMMISSION, 2016).

No Brasil, a trajetória do BIM tem avançado com a criação da Estratégia BIM BR, estabelecida por decretos como o nº 9.377/2018, 10.306/2020 e 11.888/2024. Essas iniciativas visam fomentar a transformação digital na construção civil, tanto no setor público quanto no privado. Em 2024, a Câmara Brasileira de BIM de Minas Gerais (CBIM-MG) e o Grupo de Trabalho BIM Municípios e Cidades Inteligentes (GTBIM-CIDADES) identificaram, sobretudo nas administrações municipais, a carência de infraestrutura tecnológica e a necessidade de maior capacitação técnica.

Os benefícios do BIM são amplamente reconhecidos: estudos apontam redução de erros em até 30%, além de ganhos em produtividade, precisão orçamentária e controle de cronograma (EASTMAN *et al.*, 2021; AMER *et al.*, 2021).

A incorporação de dimensões como tempo e custo ao modelo tridimensional permite uma abordagem mais estratégica e visual no planejamento, facilitando a tomada de decisão e a alocação de recursos (PISHDAD E ONUNGWA, 2024).

Entretanto, o modelo tradicional de planejamento de obras, baseado em ferramentas fragmentadas, como planilhas e cronogramas em MS Project, ainda predomina no Brasil. Essa abordagem resulta frequentemente em retrabalhos e desperdícios, comprometendo a eficiência e a previsibilidade da execução (Brito e Ferreira, 2015). Em contrapartida, o BIM oferece uma solução integrada que permite simular o avanço da obra, antecipar conflitos e otimizar a execução.

Diante desse panorama, este trabalho tem como foco a aplicação do BIM no planejamento de obras, por meio de um estudo de caso que visa analisar seus benefícios, desafios e potenciais em comparação aos métodos tradicionais. A proposta busca compreender como a utilização da metodologia pode aprimorar a precisão, a previsibilidade e a gestão dos recursos, com base na construção de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), uma lista de atividades e a simulação 4D da obra, demonstrando os resultados concretos dessa aplicação e reforçando o potencial transformador do BIM na construção civil brasileira.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica apresenta uma síntese das principais contribuições teóricas e práticas do *Building Information Modeling* (BIM). Destaca-se, em especial, o design paramétrico a interoperabilidade, bem como as aplicações do BIM no planejamento de obras e na compatibilização de projetos. Dessa forma, evidencia-se o papel estratégico do BIM como ferramenta de inovação e eficiência na indústria da construção civil.

2.1 *Building Information Modeling (BIM) e suas aplicações*

De acordo com Eastman *et al.* (2021), o *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é definido como uma metodologia colaborativa que integra profissionais de diversas áreas, como arquitetos, engenheiros e construtores na criação de um modelo virtual preciso. Esse modelo atua como uma base de dados abrangente, contendo informações topológicas e dados essenciais para o orçamento, o cálculo energético e a previsão de insumos, atuando em todas as fases da construção.

Ainda de acordo com os autores, o BIM se apoia em dois pilares técnicos fundamentais: o design paramétrico, que utiliza relações matemáticas para controlar os elementos do modelo, e a interoperabilidade, que possibilita a troca de dados entre softwares distintos. Essa dualidade permite a criação de modelos dinâmicos e ajustáveis, capazes de integrar disciplinas como arquitetura, engenharia e construção, reduzindo erros e otimizando os fluxos de trabalho (SUCCAR, 2009). A ABNT NBR ISO 19650-1:2018 enfatiza que o BIM transcende a tecnologia, configurando-se como um processo de gestão de informações que abrange a organização, digitalização e compartilhamento de dados em todas as etapas do projeto.

No contexto do planejamento de obras, o BIM destaca-se pela integração de dimensões adicionais aos modelos tridimensionais, como o tempo e os custos inerentes ao processo de construção. Pishdad e Onungwa (2024) relatam ganhos de até 22% na eficiência e redução de até 18% nas variações de custos. A automatização de EAPs e listas de atividades otimiza recursos e prazos (AMER *et al.*, 2021; MATTÉ,

2017). A interoperabilidade via padrões abertos como o IFC (Industry Foundation Classes) é essencial na coordenação de projetos complexos, reduzindo em até 40% as incompatibilidades em obras hospitalares (ZHANG *et al.*, 2022; MERSCHBROCK E MUNKVOLD, 2020).

Além da fase construtiva, o BIM se estende à gestão completa do ciclo de vida das edificações. Durante as etapas de operação e manutenção, sua aplicação em análises de ciclo de vida (ACV) permite a avaliação de impactos ambientais, especialmente quando integrado a modelos de desempenho energético e sustentabilidade, como demonstrado por Alhammad *et al.* (2024). Paralelamente, a gestão de ativos prediais tem se beneficiado significativamente das capacidades do BIM, proporcionando maior controle sobre a localização, o estado e a manutenção dos ativos existentes, como evidenciado por Lovell *et al.* (2024) em estudos aplicados a edifícios em operação.

Nas aplicações práticas, o BIM automatiza levantamentos de quantitativos, aumentando a precisão das estimativas e reduzindo retrabalhos e facilita a detecção de interferências com ferramentas como Navisworks e Solibri, que identificam conflitos entre disciplinas antes da execução (AMER *et al.*, 2021). Tendências recentes apontam para a integração de dados de eficiência energética em modelos BIM, possibilitando simulações de desempenho ao longo do ciclo de vida. Estudos como o de Chen *et al.* (2023) reforçam esse papel, ao passo que outras abordagens têm ampliado o uso do BIM para a gestão de *facilities* e ocupação pós-construção. Em síntese, evidencia-se que o BIM, quando aplicado de forma estratégica, redefine padrões de eficiência e precisão na indústria da construção, consolidando-se como um catalisador para inovação e sustentabilidade.

2.2 BIM no mundo

A adoção do BIM tem crescido rapidamente ao redor do mundo, especialmente em países desenvolvidos, impulsionando avanços em eficiência, sustentabilidade e qualidade na construção civil (GAO E PISHDAD-BOZORGI, 2019). Nos Estados Unidos, o BIM está consolidado, com destaque para o Programa Nacional 3D-4D da

Administração de Serviços Gerais (GSA), que desde 2007 utiliza a modelagem para validação espacial e planejamento de projetos públicos complexos, sendo um marco na implementação institucional do BIM em escala governamental. A GSA, junto com outros órgãos públicos, desempenhou um papel crucial na disseminação do BIM em diversas frentes da construção (GSA, 2007).

No Reino Unido, desde 2016, o uso do BIM colaborativo de Nível 2 é obrigatório para todos os projetos públicos, o que resultou em grande aceitação do BIM no setor privado e público (BURGESS *et al.*, 2018). Segundo o relatório nacional BIM NBS (2020), em 2011, 43% dos entrevistados nunca ouviram falar de BIM, por outro lado, em 2020, 73% dos entrevistados já estavam utilizando a metodologia, evidenciando o sucesso dos incentivos realizados.

A entrega bem-sucedida do programa BIM de Nível 2 da Estratégia de Construção do Governo do Reino Unido (GCS) agora faz com que o Reino Unido assuma um papel de liderança global e representa uma conquista internacional incomparável na jornada para a digitalização de nosso ambiente construído (NBS, 2017, pág. 04).

Essas iniciativas colocaram o Reino Unido como líder das iniciativas de processos BIM na Europa, havendo expectativas de alcance em breve do nível 3 (integração). Na Europa, a Comissão Europeia recomendou, por meio da Diretiva 2014/24/UE, que os Estados-membros adotassem o BIM em projetos de obras públicas, impulsionando países como Alemanha, França e países escandinavos a avançarem rapidamente na implementação da metodologia (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

Na França, o uso do BIM começou a ganhar relevância a partir de 2006, sendo consolidado como prática nos anos seguintes, especialmente com a criação do Plano BIM 2022, que visava integrar a metodologia aos fluxos de trabalho da construção civil. Segundo o relatório da *Plan Transition Numérique dans le Bâtiment* (PTNB), a taxa de adoção do BIM por profissionais franceses oscilava entre 30% e 40% até 2022, com destaque para o uso do BIM Nível 2 em aproximadamente metade do setor. Já na Alemanha, o Ministério Federal de Transporte e Infraestrutura Digital (BMVI) tornou o uso do BIM obrigatório em projetos públicos de infraestrutura com valor superior a €100 milhões a partir de 2017, expandindo sua aplicação obrigatória para todos os

projetos federais em 2020. De acordo com o *European Construction Sector Observatory* (ECSO), aproximadamente 70% das empresas alemãs da construção utilizam BIM, sendo a maioria no Nível 2, com projetos-piloto explorando o Nível 3.

Os países escandinavos, como Noruega e Dinamarca, destacam-se entre os principais adotantes do BIM, impulsionados por políticas públicas que promovem sua aplicação em projetos públicos desde a década de 2010 (VASS E KARRBOM GUSTAVSSON, 2017). Já na Ásia, países como Singapura implementaram a obrigatoriedade do BIM para projetos públicos com mais de 5.000 m² a partir de 2015, como parte da política da *Building and Construction Authority* (BCA). A Coreia do Sul também estabeleceu exigência progressiva para uso do BIM em projetos governamentais desde 2012, priorizando grandes obras de infraestrutura (PARK E YEOM, 2021). Na China, o uso do BIM também tem avançado rapidamente, em especial em grandes projetos de infraestrutura, refletindo tendência crescente de digitalização do setor de construção impulsionados por diretrizes do plano *Made in China 2025* e iniciativas regionais lideradas por estatais (MCKINSEY e COMPANY, 2017).

Em contrapartida, regiões como o Oriente Médio e a África ainda enfrentam desafios para a adoção do BIM, com baixas taxas de implementação devido à falta de regulamentações e conscientização (Yang e Chou, 2018). Países como Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos têm se destacado pela adoção do BIM em projetos privados de grande escala, como parte de sua visão de modernização do setor de construção até 2030 (ALSANABANI *et al.*, 2024).

2.3 BIM no Brasil

No contexto brasileiro, segundo o BIM Fórum Brasil (2024), o BIM começou a se desenvolver em dezembro de 2016, quando o Ministro Liam Fox do Reino Unido e o então Ministro Marcos Pereira do Brasil assinaram um Memorando de Entendimento (MOU) no Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, passo fundamental para trazer o BIM ao cenário nacional.

Rocha (2011) indicava que, há tempos, o BIM vinha sendo visto como uma promessa de transformação profunda no processo de produção da construção civil. No entanto, existia a percepção de que, por ser tão inovador e tecnológico, a modelagem da informação para a construção ainda estivesse distante de ser amplamente adotada no Brasil.

O BIM vem conquistando crescente visibilidade, impulsionado por iniciativas governamentais como a Estratégia BIM BR (LIMA *et al.*, 2018). Importantes avanços na legislação, como os Decretos Nº 10.306 (BRASIL, 2020) e Nº 9.377 (BRASIL-b, 2018) têm formalizado a utilização do BIM no setor público.

Estudos recentes revelaram a adoção expressiva do BIM no setor privado. Mesmo entre as empresas que não implementaram essa tecnologia, a grande maioria possui planos de incorporar em breve, sendo 70% dos participantes da pesquisa com o intuito de implementar nos próximos anos e 38,4% dos participantes já utiliza o BIM (SIENGE e GRANT THORNTON, 2020). Isto indica uma crescente conscientização, por parte das organizações, dos benefícios e da relevância estratégica do BIM.

No entanto, para o setor público o cenário é um pouco diferente. De acordo com a pesquisa do CBIM-MG e GTBIM-Cidades (2024), a adoção do BIM enfrenta desafios significativos, como baixa penetração das políticas públicas e ferramentas, com 85,6% dos municípios nos estágios iniciais de aplicação da metodologia BIM. Além disso, a infraestrutura tecnológica é inadequada, com 14,6% dos profissionais sem acesso à internet estável e 64,8% utilizando computadores inadequados, revelando que, para acelerar a adoção do BIM, é essencial investir em infraestrutura, aumentar o conhecimento sobre as ferramentas e promover treinamento contínuo.

2.4 Incentivo e Políticas Públicas

Buscando incentivar a utilização do BIM, o Governo Federal em 17 de maio de 2018 publicou o Decreto nº 9.377 (BRASIL-b, 2018), que implantava a Estratégia BIM BR, que visa:

[...] incentivar o desenvolvimento do setor de construção, trazer mais economicidade para as compras públicas e maior

transparência aos processos licitatórios, além de contribuir para a otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos (BRASIL-b, 2018) [6, pág. 7].

No entanto, com a mudança de governos do país, cerca de 250 decretos foram revogados, sendo o Decreto nº 9.377 um desses. No dia 22 de agosto de 2019, entrou em vigor um novo Decreto nº 9.983 (BRASIL, 2019), que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modeling*.

Em 2 de abril de 2020 foi instituído o Decreto nº 10.306 (BRASIL, 2020), que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e entidades da administração pública federal, estando inserido no âmbito da Estratégia BIM BR, prevista no Decreto nº 9.983 de 2019. A implementação do BIM por meio desse decreto, ocorre de forma gradual, permitindo que os órgãos públicos se adaptem progressivamente, obedecendo às seguintes fases:

1. Primeira Fase (A partir de 1º de janeiro de 2021):

O BIM passa a ser utilizado para novas obras, ampliações e reabilitações. Os seguintes itens são contemplados:

- Projeto básico.
- Projeto executivo.
- Orçamento.
- Planejamento.
- Execução.
- Operação e manutenção.

2. Segunda Fase (A partir de 1º de janeiro de 2024):

O uso do BIM é ampliado para todas as obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e entidades da administração pública federal.

3. Terceira Fase (A partir de 1º de janeiro de 2028):

O BIM se torna obrigatório para todas as obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e entidades da administração pública federal.

Outro incentivo ocorreu com a instituição da Lei Federal nº 14.133 (BRASIL, 2021), promulgada em 1º de abril de 2021, e que estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. No contexto do BIM, a Lei traz importantes considerações como no Art. 19, inciso § 3º:

§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la. Lei Federal nº 14.133 (BRASIL, 2021, pág. 02)

Posteriormente, o Decreto nº 9.983, foi revogado, em função da atualização por meio do Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024 (BRASIL, 2024), que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil e a atualização do Comitê Gestor da Estratégia do BIM. Entre os principais objetivos em relação ao decreto anterior, destacam-se o uso do BIM como ferramenta para promover maior sustentabilidade nos projetos e o incentivo ao desenvolvimento de projetos digitais em todas as esferas: federal, estadual e municipal. Além disso, o decreto atualiza o Comitê Gestor (CG), atribuindo-lhe a responsabilidade de gerenciar as ações necessárias para alcançar os objetivos da Estratégia BIM BR, bem como monitorar e avaliar periodicamente seus progressos.

A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil tem como finalidade promover um ambiente adequado para o uso do BIM no país em um período de 10 anos, contribuindo para modernizar a gestão de projetos e obras públicas, promovendo eficiência, qualidade e sustentabilidade, e está sistematizada em finalidade, objetivos, ações e indicadores de metas. Os benefícios esperados pelo governo estão indicados no Quadro 1 e os objetivos específicos são apresentados no Quadro 2.

Quadro 1 - Resultados esperados pela estratégia BIM-BR

Resultados Esperados
Assegurar ganhos de produtividade ao setor de construção civil
Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas
Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras, proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação
Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil
Reduzir prazos para conclusão de obras
Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios
Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra
Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva
Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos

Fonte: Adaptado de BRASIL-a (2018)

Quadro 2 - Objetivos BIM BR

Objetivos Específicos
Difundir o BIM e seus benefícios
Coordenar a reestruturação do setor público para a adoção do BIM
Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM
Estimular capacitação em BIM
Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM
Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM
Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM
Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM
Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM

Fonte: Adaptado de BRASIL-a (2018)

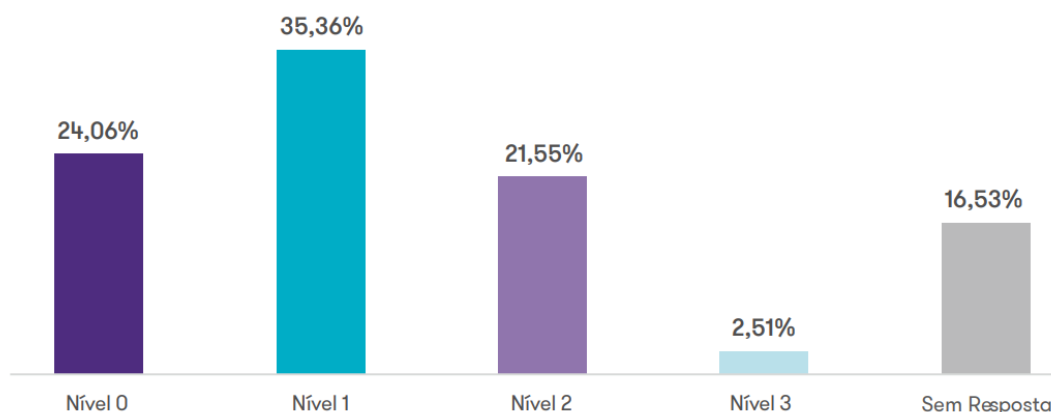
Para medir os indicadores e metas, a estratégia leva em consideração um estudo da Fundação Getúlio Vargas – FGC, que evidencia que 9,2% das empresas

do setor da construção já implantaram o BIM em suas rotinas. Isso corresponde a 5% do PIB da construção civil, com base nesse parâmetro, é instituído os seguintes indicadores:

- Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
- Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);
- Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
- Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no status quo, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito (ESTRATÉGIA BIM BR, 2018, pág. 25).

A iniciativa de criação da estratégia trouxe avanços, como a criação da Câmara Brasileira do BIM, em 2018, e a frente parlamentar do BIM, além da biblioteca nacional BIM. A pesquisa realizada por Sienge, Grant Thornton e ABDI (2022) utilizou o modelo de maturidade BIM de Mark Bew e Mervyn Richards para classificar o nível de adoção do BIM nas organizações, conforme Figura 1. A maioria dos participantes (59,4%) se autoavaliou nos níveis iniciais (0 e 1), onde a informação é gerada principalmente por desenhos CAD 2D e 3D, e os arquivos são compartilhados digitalmente sem um modelo unificado de gerenciamento. Uma parcela menor (24%) se classificou nos níveis 2 ou 3, com 21,5% no nível 2 utilizando modelos BIM de forma unificada em um ambiente integrado com informações 4D e 5D. Apenas 2,5% dos respondentes se consideraram no nível 3, caracterizado por uma integração total e gerenciamento de informações ao longo do ciclo de vida do ativo.

Figura 1 - Nível de utilização do BIM no Brasil autoavaliado pelas organizações



Fonte: Sienge e Grant Thornton; ABDI, (2022)

É importante ressaltar a importância dos incentivos governamentais, pois, embora um volume significativo de empresas e profissionais já tenham adotado ou estejam planejando implementar a metodologia BIM, muitas vezes permanecem predominantemente nos estágios iniciais, focando somente em modelos 2D e 3D, o que demonstra a necessidade de aprofundamento e ampliação do entendimento e aplicação do BIM, além das representações tridimensionais para explorar integralmente os benefícios oferecidos por essa abordagem (BOES, NETO E LIMA, 2021; SIENGE e GRANTTHORNTON, 2020; SIENGE e GRANTTHORNTON; ABDI, 2022).

2.5 LOD e LOIN

Segundo a NBS (2015), Nível de Desenvolvimento do Modelo ou *Level of Development* (LOD), é uma classificação quantitativa e qualitativa de detalhes de um elemento, ou seja, o grau em que a geometria de um elemento-modelo e as informações anexadas a esse foram pensadas, e ao mesmo tempo, o grau em que os membros da equipe do projeto podem confiar na informação ao utilizar o modelo. Essa classificação engloba o projeto finalizado e detalhado, a construção e o pós-obra.

Latiffi *et al.* (2015) destacam que o uso adequado do LOD pode reduzir incertezas e riscos em projetos complexos. Os autores afirmam que o LOD vai além do nível de detalhe, avaliando o grau em que a geometria e as informações foram

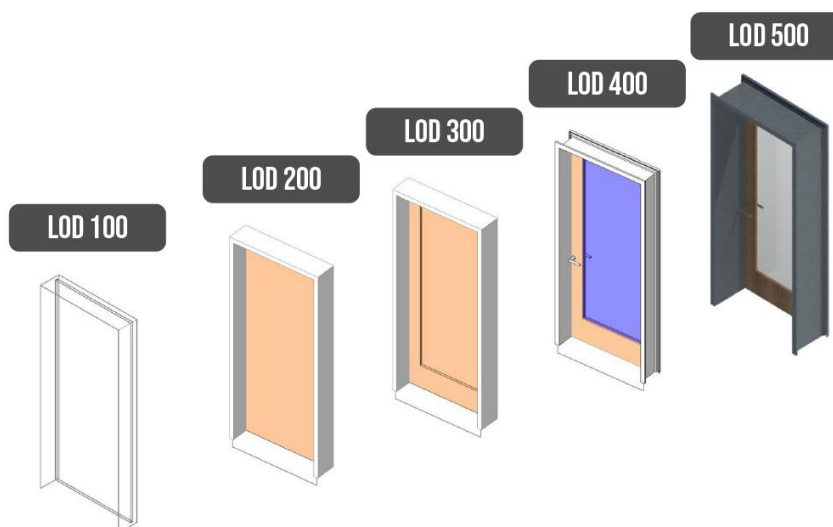
analisadas em conjunto, o que é crucial para garantir a confiabilidade das informações e a tomada de decisões em diferentes estágios do desenvolvimento do projeto.

Portanto, pode-se afirmar que o LOD, ao fornecer uma base clara e consistente para a representação dos elementos do projeto, contribui para a coordenação interdisciplinar, facilitando a comunicação e a colaboração entre engenheiros, arquitetos e outros profissionais envolvidos. O conceito de *Level of Development* (LOD) foi inicialmente proposto pelo *American Institute of Architects (AIA)* (2013) no protocolo AIA G202-2013. Posteriormente, esse conceito foi ampliado e padronizado pelo BIM FORUM (2022) por meio da *Level of Development Specification*, que define formalmente os níveis de LOD 100 a 500 amplamente utilizados na indústria.

- LOD 100: O elemento pode ser representado de forma genérica com um símbolo, as informações do modelo podem ser oriundas de outros elementos que constem no mesmo modelo.
- LOD 200: O modelo passa a ser ligeiramente mais desenvolvido, sendo representado graficamente como um sistema genérico, objeto ou conjunto. Para esse nível de desenvolvimento, especificações de quantidades, tamanho, forma, orientação e localização não são aprofundadas.
- LOD 300: elementos são representados como objetos, sistemas específicos ou conjunto no que diz respeito a quantidades, tamanho, forma, localização e orientação.
- LOD 400: O elemento é representado graficamente da mesma forma que o nível anterior, acrescido de detalhes de fabricação, montagem, instalação e informação.
- LOD 500: Todos os elementos passam a ser representados na forma como efetivamente foi realizada a construção, levando em consideração os detalhes, esse nível de desenvolvimento é considerado o “*as built*” da construção.

Há variação na categorização dos níveis de desenvolvimento em diferentes documentos, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Níveis de LOD



Fonte: Adaptado de UFC (2021)

Os diferentes graus de detalhamento evidenciam a importância desse parâmetro. Por exemplo, durante a concepção do projeto, o arquiteto pode não precisar do nível de informação e detalhamento oferecido pelo LOD 500. No entanto, esse mesmo nível de precisão torna-se essencial para o engenheiro em campo, encarregado de executar a obra com base nas informações completas e detalhadas.

Em contrapartida, surgiu o conceito de Nível de Informação Necessária (*Level of Information Need – LOIN*), definido pela NBR ISO 19650-1:2018. Nessa definição o foco está nas informações que podem auxiliar nas necessidades dos projetistas, esses dados correspondem às informações que não foram estruturadas no modelo, como por exemplo: planos, relatórios e memoriais. (ISO, 2018; ACCA, 2022).

O conceito de LOIN surge a partir da compreensão de que o grau de detalhe de um modelo não é um parâmetro absoluto, e é necessário avaliar várias condições. O nível de necessidade informativa resulta da combinação de 3 tipos de informações: Geométricas (veiculadas por forma, tamanho, dimensão e posição), alfanuméricas (veiculadas por caracteres, dígitos, símbolos) e documentais (o conjunto de documentos relativos a um certo assunto), informações necessárias para uma determinada finalidade, ou seja, estabelece o nível de informação para cada etapa do projeto, evitando excesso de informações, que muitas vezes são desnecessárias (SILVA, 2023).

Logo, o LOIN está intrinsecamente relacionado ao LOD, que define o nível de detalhe dos modelos e dados BIM, e um LOIN baixo implica informações menos detalhadas, enquanto um LOIN alto requer maior detalhe. Por exemplo, nas fases iniciais do projeto, um LOIN baixo pode concentrar-se em conceitos gerais, enquanto na fase de construção é necessário um LOIN alto com detalhes precisos.

2.6 PLANEJAMENTO DE OBRAS

O planejamento de obras é uma etapa crucial no processo de construção, pois envolve a organização e a coordenação de todos os recursos necessários para a execução de um projeto. Este planejamento abrange desde a concepção inicial até a conclusão da obra, garantindo que todas as atividades sejam realizadas de maneira eficiente, dentro dos prazos estabelecidos, garantindo a qualidade do produto.

Segundo Xavier (2008), o planejamento é o processo de tomada de decisões, visando uma situação futura desejada, ou seja, deve-se levar em conta que decisões tomadas no presente resultam em implicações futuras. Para Mattos (2019) o planejamento é um dos principais aspectos do gerenciamento, que consiste em um amplo conjunto, que envolve orçamento, compras, gestão de pessoas e comunicação. O processo de planejamento e controle de uma obra possui influência decisiva no desempenho da produção uma vez que deficiências nesse processo estão entre as causas mais importantes de baixas produtividades, elevados desperdícios e baixa qualidade dos produtos gerados. Ainda, o planejamento e o controle se relacionam de maneira complementar, sendo condicionantes para a obtenção dos resultados esperados de custo, prazo e qualidade de projeto.

De acordo com o PMI (2021), o planejamento de um projeto é a fase em que são detalhados os objetivos e definidas as estratégias para alcançá-los. É considerado o momento mais importante do projeto, pois é quando se define o escopo, cronograma, atividades, custos, orçamento, riscos, recursos humanos, entre outros.

Para estruturar o planejamento de uma obra de maneira eficaz, Mattos (2019) propõe um roteiro dividido em sete etapas essenciais (Quadro 3).

Quadro 3 – Etapas essenciais para o planejamento de obras

Etapa	Descrição
1. Identificação das atividades	Listagem e organização de todas as atividades necessárias para a execução do projeto. A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) pode ser utilizada para dividir o trabalho em pacotes gerenciáveis.
2. Lista de Atividades	Diferente da EAP, que foca nas entregas, a lista de atividades detalha todas as ações específicas necessárias para atingir essas entregas. Segundo Mattos (2019), essa etapa facilita a alocação de recursos e o monitoramento do progresso.
3. Definição das durações	Estimativa do tempo necessário para cada atividade, considerando fatores como quantidade de serviço, produtividade e recursos disponíveis.
4. Definição da precedência	Estabelecimento da ordem de execução das atividades, identificando dependências lógicas para criar uma sequência coerente no cronograma.
5. Montagem do diagrama de rede	Representação gráfica das relações entre as atividades, permitindo visualizar o fluxo de trabalho do projeto.
6. Identificação do caminho crítico	Determinação da sequência de atividades que define o tempo mínimo para a conclusão do projeto.
7. Criação do cronograma e cálculo das folgas	Organização final das atividades em um cronograma detalhado, incluindo o cálculo das folgas para avaliar possíveis atrasos sem impactar o prazo final do projeto.

Fonte: Adaptado Mattos (2019)

Um aspecto crucial é a gestão de riscos, que consiste em identificar possíveis problemas que possam surgir durante a execução da obra e desenvolver estratégias para mitigá-los, essencial para garantir o sucesso do projeto, o que pode incluir desde questões climáticas até problemas com fornecedores ou atrasos na entrega de materiais.

A coordenação de equipes também é um elemento chave no planejamento de obras. É necessário definir claramente as responsabilidades de cada membro da equipe e garantir que todos estejam alinhados com os objetivos do projeto. A comunicação eficiente entre os diferentes setores envolvidos é fundamental para evitar retrabalhos e garantir que todas as etapas sejam concluídas conforme o planejado.

Observa-se que o planejamento de obras é um processo complexo que requer abordagem sistemática e detalhada. Deve-se seguir os passos, coletando-se os

elementos das etapas anteriores e agregando algo. Deve haver também definição clara dos objetivos, a elaboração de cronograma realista, a gestão eficiente dos recursos e a coordenação das equipes para que se possa ter sucesso.

2.7 BIM para Planejamento de Obras

O uso do BIM (*Building Information Modeling*) no planejamento de obras tem se destacado como um avanço significativo na Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC). Segundo Eastman *et al.* (2021), o BIM possibilita a integração das fases de planejamento, execução e controle, permitindo que as informações detalhadas sobre cada etapa do projeto sejam atualizadas e compartilhadas em tempo real, aumentando a precisão do planejamento.

A integração da dimensão do tempo ao modelo tridimensional é citada pelos autores como uma ferramenta que melhora o acompanhamento físico das obras e facilita a comunicação entre as partes envolvidas, uma vez que incorporam-se informações sobre o cronograma do projeto, sequências de atividades da construção e fases de implementação, o que melhora a compreensão geral do cronograma do projeto, e melhor coordenação entre as partes interessadas, pois é possível visualizar como diferentes elementos do projeto se relacionam ao longo do desenvolvimento da obra.

Hartmann, Gao e Fischer (2008) defendem que a integração entre o tempo e o modelo 3D melhora a comunicação e a coordenação entre as equipes, além de proporcionar melhor gerenciamento logístico e controle do avanço físico da construção.

Smith (2016) destaca que a integração do orçamento com o modelo 3D aprimora o planejamento ao permitir controle preciso dos custos, o que proporciona maior previsibilidade e otimiza o uso dos recursos. Para Eastman (2021) adicionar custos ao cronograma e ao modelo 3D facilita a tomada de decisões, permitindo aos gerentes de projeto visualizar como alterações no design ou cronograma afetam o custo total. Essa integração também melhora a comunicação entre as partes interessadas, ao oferecer visão clara da distribuição dos custos ao longo das fases do projeto.

As tecnologias e processos integrados no BIM não apenas otimizam a gestão de tempo e custos, mas também permitem maior precisão na visualização e controle das atividades da obra, reduzindo retrabalhos e melhorando a comunicação entre os envolvidos no projeto. No entanto, como qualquer tecnologia, sua implementação apresenta barreiras, incluindo altos custos iniciais, a necessidade de capacitação técnica e a resistência organizacional, especialmente em contextos sem diretrizes normativas claras (ALADAG *et al.*, 2016).

No Quadro 4 e 5 são apresentadas as vantagens e desvantagens do uso do BIM aplicadas ao planejamento de obras, conforme apontado por diversos autores.

Quadro 4 - Vantagens do BIM Aplicado ao Planejamento de Obras

Vantagens	Autores Citados
Integração das informações e colaboração: O BIM facilita a integração entre as equipes de projeto e execução, promovendo a colaboração e garantindo que todos os envolvidos tenham acesso às mesmas informações.	Eastman <i>et al.</i> (2021); Gao e Pishdad-Bozorgi (2019); Hartmann, Gao e Fischer (2008).
Maior precisão no controle de custos e cronogramas: O uso do BIM 4D e 5D permite gerenciar simultaneamente o tempo e o orçamento do projeto, garantindo maior precisão no planejamento e evitando atrasos e estouros de custos.	Eastman <i>et al.</i> (2021); Pishdad e Onungwa, (2024); Smith (2016).
Visualização tridimensional e detecção de conflitos: A visualização tridimensional oferecida pelo BIM permite a identificação antecipada de conflitos entre diferentes disciplinas do projeto, o que resulta em menos retrabalhos e maior eficiência na execução da obra.	Ahankoob (2012); Matté (2017); Silva (2018); Giel e Issa (2013); Walasek e Barszcz (2017).
Automatização de processos e eficiência operacional: O BIM otimiza a execução das obras ao automatizar processos repetitivos e permitir a simulação de cenários, facilitando a tomada de decisões.	Smith (2016); Silva (2018); Aladag <i>et al.</i> (2016); Amer <i>et al.</i> (2021); Pishdad e Onungwa (2024).

Fonte: autor (2025)

Quadro 5 - Desvantagens do BIM Aplicado ao Planejamento de Obras

Desvantagens	Autores Citados
Altos custos de implementação: A adoção do BIM exige investimentos significativos em tecnologia e capacitação das equipes, o que pode ser uma barreira para pequenas empresas.	Ahankoob (2012); Silva (2018); MCKINSEY e COMPANY (2017).
Resistência à mudança: A transição para o uso do BIM em projetos de construção pode enfrentar resistência cultural dentro das empresas, que muitas vezes têm dificuldade em adotar novas tecnologias.	Vass e Karrbom Gustavsson (2017); Marques (2019).

Quadro 5 - Desvantagens do BIM Aplicado ao Planejamento de Obras (Continuação)

Desvantagens	Autores Citados
Falta de padronização: Embora existam normas como a ISO 19650, a falta de padronização na adoção do BIM entre diferentes países e organizações ainda é um desafio significativo.	Silva (2018); ABNT (2018); Yang e Chou, (2018).
Complexidade técnica: O BIM pode ser tecnicamente complexo de implementar, especialmente em projetos de grande escala, exigindo profissionais altamente capacitados.	Eastman et al. (2021); Silva, (2018); Ahankoob (2012)

Fonte: autor (2025)

2.8 Diferença entre Planejamento com BIM e Planejamento convencional

No planejamento convencional o uso de ferramentas como o Excel e o MS Project limitam a integração entre diferentes aspectos do projeto, o que frequentemente resulta em processos fragmentados com informações inconsistentes (BRITO E FERREIRA, 2015). De acordo com Eastman *et al.* (2021), uma das principais diferenças ao se utilizar o BIM é a sua capacidade de integrar informações em um único ambiente. Essa interoperabilidade permite que os dados de projeto sejam continuamente atualizados e acessíveis, contrastando com o fluxo segmentado de informações no planejamento tradicional.

O uso do *Building Information Modeling* (BIM) pode levar à redução de até 20% no tempo de execução e 15% nos custos totais de projetos de construção civil, como resultado da adoção de tecnologias digitais no planejamento e na execução das obras. Essa eficiência se deve à representação virtual do empreendimento, que permite análises mais precisas, identificação antecipada de falhas de projeto e melhor integração entre os profissionais envolvidos (MCKINSEY e COMPANY, 2017).

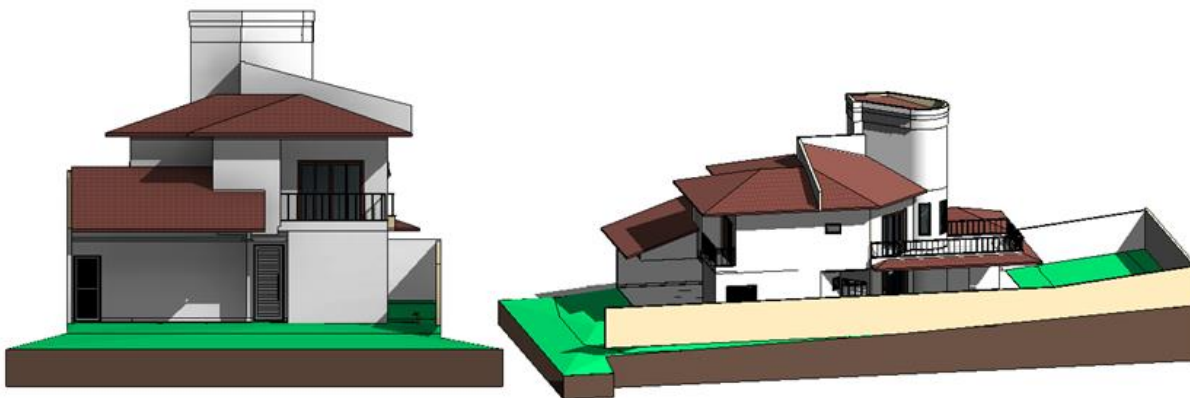
Além disso, o BIM contribui significativamente para a detecção precoce de conflitos entre disciplinas, evitando retrabalhos recorrentes em métodos tradicionais de planejamento (GIEL E ISSA, 2013). Também promove a automação do cálculo de quantitativos e estimativas de custos, reduzindo inconsistências dos processos manuais e promovendo ganho de tempo e precisão (WALASEK E BARSZCZ, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 O Projeto

Os projetos deste estudo referem-se a uma residência unifamiliar autorizada para uso acadêmico e científico, abrangendo as disciplinas de arquitetura, estrutura, elétrica e hidrossanitária, apresentados nos formatos DWG e PDF. Esses arquivos fundamentaram o estudo comparativo de automação residencial unifamiliar conduzido por Barbosa (2023), que modelou cada disciplina no Autodesk Revit 2024 e realizou revisão interdisciplinar no Navisworks 2024 para identificar incompatibilidades. Para otimizar o desempenho dos modelos, empregaram-se templates específicos e recursos de vinculação colaborativa. A Figura 3 ilustra o modelo arquitetônico, desenvolvido a partir do arquivo DWG e dos memoriais descritivos

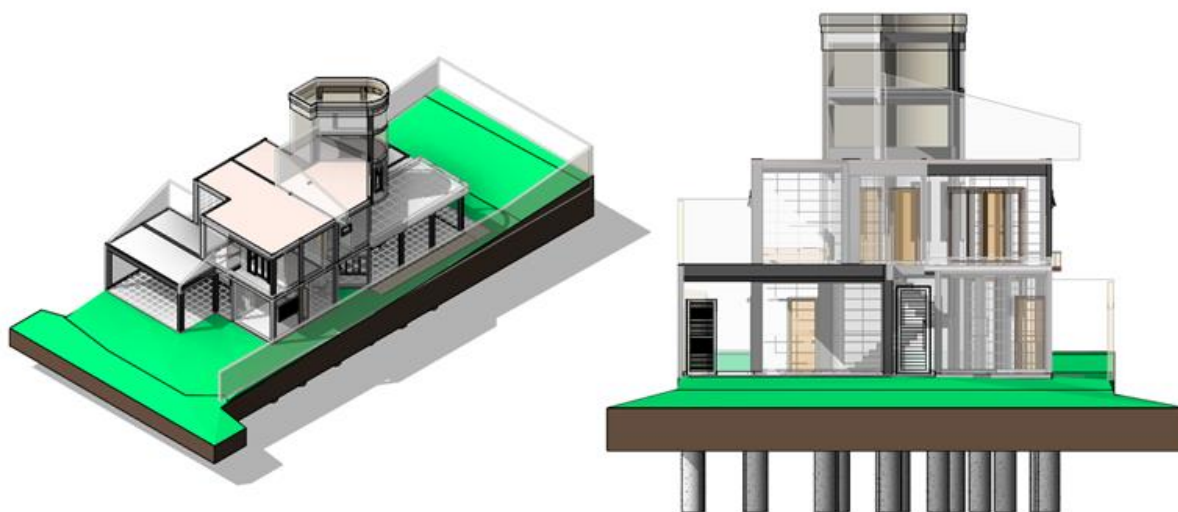
Figura 3 - Modelo Arquitetônico



Fonte: Barbosa (2023)

A modelagem do projeto estrutural (Figura 4) foi desenvolvida com base nos projetos da edificação e arquivos fotográficos da época da construção da residência, pois houveram mudanças durante a execução. Nesse sentido, os arquivos fotográficos foram de suma importância para a compreensão da estrutura existente, garantindo que a modelagem refletisse o construído.

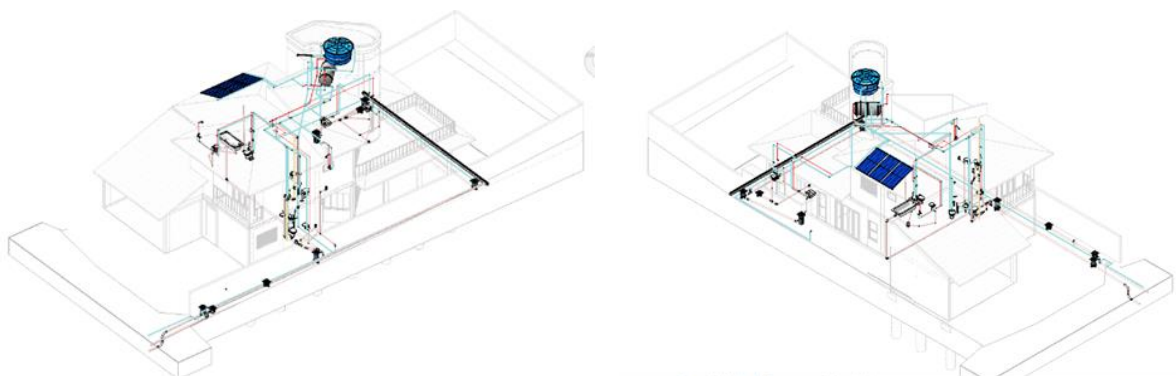
Figura 4 - Modelo estrutural conjugado ao modelo arquitetônico



Fonte: Barbosa (2023)

O projeto hidrossanitário, contempla os sistemas de água fria, água quente, esgoto e drenagem. E segundo o autor, foi necessário a adequação do projeto na modelagem e novamente as imagens da construção foram importantes. O modelo finalizado pode ser visualizado na Figura 5.

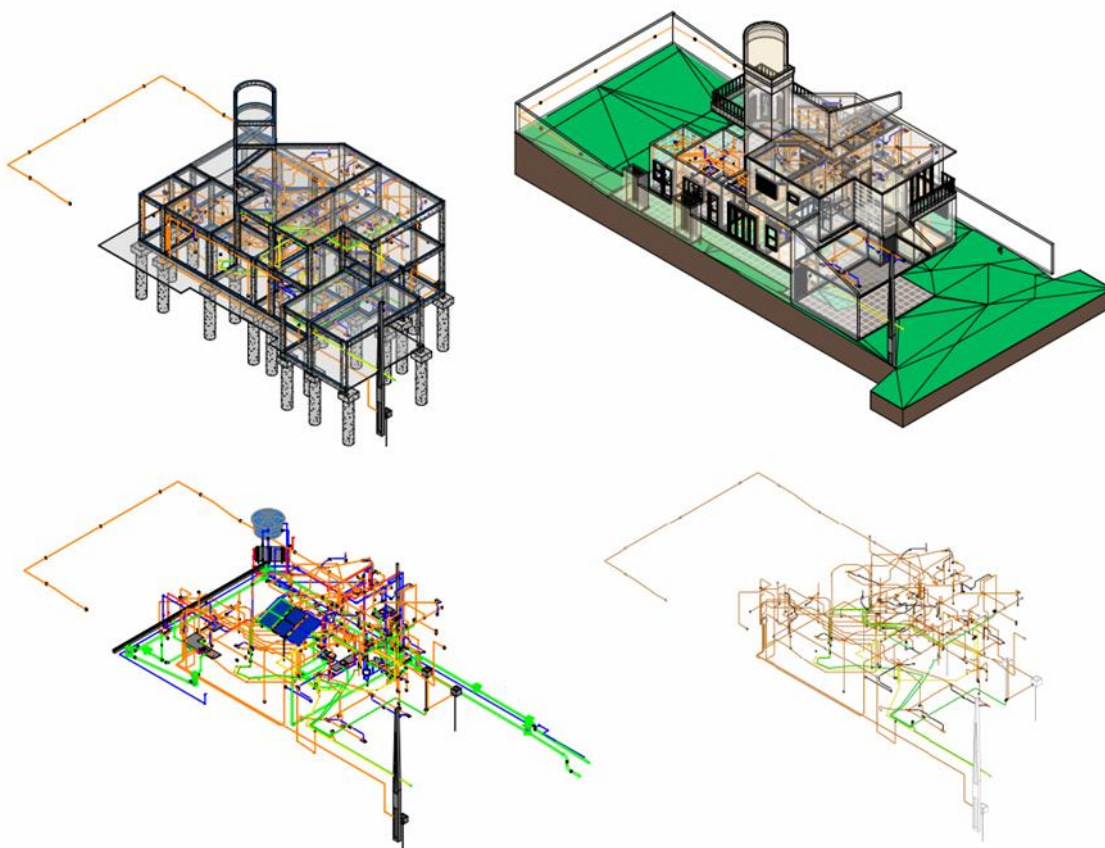
Figura 5 - Modelo hidrossanitário



Fonte: Barbosa (2023)

O modelo elétrico (Figura 6) foi desenvolvido com vínculo de todos os demais e o autor enfatiza a importância dos vínculos para essa modelagem, pois permitiu maior fidelidade da modelagem e melhor compatibilidade entre os projetos.

Figura 6 - Vistas do modelo elétrico com estrutural, com arquitetônico, com hidrossanitário e isolado



Fonte: Barbosa (2023)

Com o acesso aos modelos de Barbosa (2023) tornou-se possível propor um novo estudo, objeto deste trabalho, que consiste na aplicação do BIM no planejamento da obra de uma edificação. Para isso, muitas etapas se fazem necessárias, como a estruturação de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), o desenvolvimento de uma Lista de Atividades, a compatibilização dos projetos, criação de um cronograma físico, compilar todas as informações para um software de planejamento que possibilite a interação entre os projetos e o planejamento, e a simulação digital da construção.

3.2 Compatibilização de Projetos

Em posse de todos os modelos da edificação faz-se necessário proceder com a compatibilização destes, a fim de minimizar erros e retrabalhos durante a execução da obra. Esses erros são o resultado de projetos que não se relacionam, logo, geram

incompatibilidades que são interferências e divergências que normalmente só são notadas durante a etapa de obra, caso a etapa de compatibilização não seja realizada.

Embora esse pacote de projetos tenha sido modelado com ferramentas que reduzem incompatibilidades e permitem a integração, ele precisa ser revisado e passar por um novo processo de compatibilização e adequação antes de ser levado ao canteiro de obras.

Portanto, foi realizada uma nova etapa de compatibilização dos modelos com um software da Autodesk, o Navisworks, representante da tecnologia BIM. Nesse software foram inseridos os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, a partir disso, foi utilizada a função “*Clash Detective*”, que faz a interposição entre os projetos, apontando os conflitos, sendo possível gerar relatórios, imagens e comentários para os projetistas responsáveis pelas disciplinas, além de retornar essa incompatibilidade ao software de origem, demonstrando onde está o problema.

O responsável por esse processo necessita pensar em todos os pontos importantes que devem ser verificados, por exemplo: é inteligente configurar a ferramenta para busca uma interferência entre as esquadrias e um elemento estrutural como os pilares, mas não convém procurar uma incompatibilidade entre a alvenaria e as instalações elétricas ou as tubulações do projeto hidrossanitário pois o software irá identificar tudo como incompatibilidade mesmo que não necessariamente seja uma.

Na Figura 7 ilustra-se o procedimento, onde vários testes foram feitos entre o projeto hidrossanitário e as disciplinas de arquitetura e estrutura. No primeiro caso foi feito o cruzamento entre o projeto hidrossanitário e os forros (elementos da arquitetura), já para o segundo caso, o cruzamento das informações do hidrossanitário com a estrutura foi por pavimentos. Após essa configuração, o software identifica os locais em conflito, informa o número de *clash* encontrados e disponibiliza diversos recursos, como relatórios detalhados, indicação dos conflitos no software de origem e envio de mensagens ao projetista.

Figura 7 - Painel de Clash Detective

The screenshot shows the Clash Detective interface. At the top, it displays the project name 'Estrutura (Vigas) x Arquit. (Elementos) - Nível Boiller' and the last run date 'quinta-feira, 11 de julho de 2024 15:58:37'. Below this, a summary bar indicates 'Clashes - Total: 14 (Open: 14 Closed: 0)'. The main table lists clashes with columns for Name, Status, Clashes, New, Active, Reviewed, Approved, and Resolved. Below the table are buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. The interface also includes tabs for 'Rules', 'Select', 'Results', and 'Report'. A detailed view of a clash is shown below the main table, with columns for Name, Found, Approved, Description, Assigned To, and Distance. The detailed view shows 'Clash1' with a distance of '-0,088 m'. On the right side, there are options for 'Animate transitions', 'Focus on Clash', 'Simulation', 'Show simulation', and 'View in Context'. At the bottom, there are 'Items' listed with 'Item 1' and 'Item 2' and checkboxes for 'Highlight'.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
Hidrossanit. x Arquit. (Forro) - Nível Platô	Old	1	1	0	0	0	0
Hidrossanit. x Estrutural - Nível Caixa D'Água	Old	1	1	0	0	0	0
Hidrossanit. x Estrutural - Nível Pav. Superior	Old	19	15	0	0	4	0
Hidrossanit. x Estrutural - Nível Platô	Old	9	9	0	0	0	0

Name	t...	Found	Approved...	Approved	Description	Assigned To	Distance
Clash1		15:58:37 11-07-2024			Hard		-0,088 m
Clash2		15:58:37 11-07-2024			Hard		-0,081 m
Clash3		15:58:37 11-07-2024			Hard		-0,071 m
Clash4		15:58:37 11-07-2024			Hard		-0,071 m

Fonte: autor (2025)

Assim que identificado o problema, esse deve ser resolvido no software de origem, e então retornado para verificação de que o clash foi realmente solucionado ou aprovado.

3.3 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

Com o intuito de melhorar a organização do escopo do projeto de forma visual, hierárquica e em partes menores, e facilitar o gerenciamento das entregas, foi elaborada a Estrutura Analítica de Projeto (EAP). O PMI (2021) define EAP como uma “decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe do projeto para alcançar os objetivos desse e criar as entregas exigidas”.

Ainda, a EAP ajuda a reduzir riscos e erros, permitindo melhor compreensão do caminho crítico do projeto e a avaliação de quais atividades representam maior risco à saúde e progresso do projeto, permitindo que todas as partes interessadas compreendam o que é necessário para a conclusão desse em ordem de prioridade de cada etapa e pacote de trabalho. Esta etapa tem a finalidade de dividir o projeto elaborado em elementos que possam ser analisados, monitorados e controlados.

Para a criação da EAP, foi realizada uma análise dos projetos arquitetônico, estrutural, instalações de elétrica e hidrossanitário. Segundo Burek (2011) e Salomé (2015), não existe uma única forma correta de se construir uma EAP, sendo importante representar tudo que será entregue como solução do projeto, e que seja aceito por todos os participantes.

A EAP desta edificação foi estruturada no WBSTOOL, ferramenta para criação de organogramas WBS. Estruturou-se a EAP de forma descritiva e hierárquica, garantindo que nenhum item do escopo fosse omitido. No nível superior do organograma está a obra como um todo; no nível seguinte, os principais blocos de serviço: serviços preliminares, infraestrutura, superestrutura, paredes, impermeabilização, instalações elétricas e hidrossanitárias, revestimentos e forro, pintura, esquadrias, acabamento, telhado e serviços complementares. Dentro de cada serviço, foi definido o que deve ser executado de forma macro, conforme Figura 8.

Figura 8 - Estrutura Analítica de Projeto da obra



Fonte: autor (2025)

Após a sua elaboração, a EAP passou por um processo de revisão, etapa crucial para garantir sua completude e para todas as entregas do projeto serem inclusas. A próxima etapa, decomposição das atividades do trabalho (lista de atividades) de um projeto deve capturar todos os seus elementos e suas interações, alinhado aos princípios de completude e hierarquia, com uma abordagem dinâmica buscando garantir que todos os aspectos sejam adequadamente mapeados e geridos (MARQUES, 2019).

3.4 Lista de Atividades

A lista de atividades foi elaborada a partir da EAP consolidada, e que permitiu a identificação das atividades do projeto, trazendo detalhamento das atividades necessárias para a execução do projeto. O PMI (2021), define a lista de atividades como “Uma tabela documentada das atividades do cronograma que mostra a descrição da atividade, o identificador da atividade e uma descrição suficientemente detalhada do escopo do trabalho para que os membros da equipe do projeto compreendam que trabalho deverá ser realizado.”

Conforme demonstrado no Quadro A.1 (Apêndice A), a decomposição do pacote “1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES” inclui o sub pacote “1.1.5 INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS” e seus itens 1.1.5.1, 1.1.5.2 e 1.1.5.3, evidenciando como cada fase da EAP foi detalhada. A lista completa de atividades encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

Quadro A1 - Lista de Atividades

Nr.	Descrição
1	OBRA RESIDENCIAL
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES
1.1.1	LIMPEZA INICIAL
1.1.1.1	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA
1.1.2	ACERTO E REGULARIZAÇÃO DO TERRENO
1.1.2.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO MANUAL

Quadro A1 - Lista de Atividades (Continuação)

Nr.	Descrição
1	OBRA RESIDENCIAL
1.1.3	CERCAMENTO DO TERRENO
1.1.3.1	EXECUÇÃO DE TAPUME COM COMPENSADO DE MADEIRA.
1.1.4	GABARITOS E LOCAÇÃO DA OBRA
1.1.4.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS...
1.1.5	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
1.1.5.1	LIGAÇÃO PROVISÓRIA COM ENTRADA DE ENERGIA AÉREA, PADRÃO CEMIG, CARGA...
1.1.5.2	LIGAÇÃO DE ÁGUA PROVISÓRIA PARA CANTEIRO, INCLUSIVE HIDRÔMETRO E CAVALETE
1.1.5.3	LIGAÇÃO DE ESGOTO PARA BARRACÃO DE OBRA EM CANTEIRO

Fonte: autor (2025)

Esse detalhamento minucioso das atividades é essencial para o planejamento eficaz da mão de obra e do tempo de execução. Conhecer cada atividade detalhadamente auxilia em um planejamento mais assertivo, permitindo a alocação adequada dos recursos, como quantidade e tipo de profissionais necessários, além dos equipamentos a serem utilizados. Ainda, possibilita a estimativa precisa do tempo de execução para cada atividade, o que é fundamental para a construção do cronograma da obra e para a simulação da construção utilizando a metodologia BIM.

O processo de especificação das atividades foi realizado em conjunto com as composições dos serviços, conceito amplamente utilizado na construção civil. As composições, entendidas como serviços completos que agrupam diversos insumos e atividades, foram extraídos de bases de dados confiáveis como a SINAP e SETOP. As bases foram acessadas por meio da plataforma Orçafascio, um sistema de orçamento, planejamento e controle de obra, o qual a Faculdade de Engenharia Civil da UFU (FECIV) tem parceria e fornece aos acadêmicos acesso para uso educacional.

Para gerar a lista de atividades, alguns pacotes da EAP foram importados para o Orçafascio, que vincula cada item a composições contendo insumos e etapas de

serviço. A partir dessas composições, extraiu-se o detalhamento das tarefas necessárias, consolidando-se a lista de atividades do projeto.

O detalhamento das atividades a partir da EAP é essencial para a aplicação prática do BIM no planejamento da edificação. A lista resultante alimenta a simulação construtiva, integrando tempo e mão de obra, e fornece uma ferramenta eficaz para o gerenciamento do projeto.

4 ESTUDO DE CASO

Nesta seção, será descrito o processo de aplicação do BIM no planejamento da residência, utilizando o software AltoQi Visus. O objetivo foi demonstrar como a integração do modelo tridimensional com o cronograma de obras pode otimizar o planejamento, reduzir conflitos e melhorar a eficiência na execução da construção.

Para a implementação prática do planejamento BIM, todos os projetos foram exportados do Revit no formato IFC. Esse formato foi escolhido por ser um padrão aberto, permitindo a interoperabilidade entre diferentes softwares BIM. Os arquivos foram então importados para o software AltoQi Visus, que oferece funcionalidades de planejamento e orçamento BIM.

O AltoQi Visus utiliza tecnologias avançadas para interpretar os dados dos modelos, vinculando automaticamente elementos tridimensionais a custos, insumos e composições. No entanto, foi necessária uma série de ajustes para garantir a correta estruturação da EAP dentro do software (Figura 9).

Figura 9 - Estruturação EAP AltoQi Visus

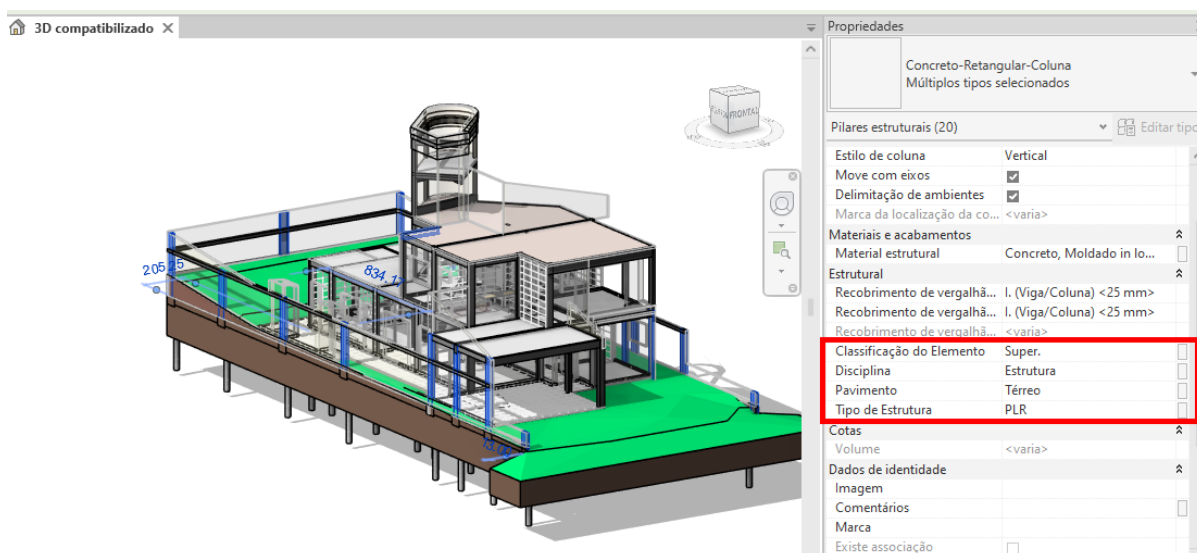
Índice	Descrição
> 1.	<i>Serviços Preliminares</i>
> 2.	<i>Infraestrutura</i>
∨ 3.	<i>Superestrutura</i>
∨ 3.1.	<i>Térreo</i>
> 3.1.1.	<i>Contra Piso</i>
∨ 3.1.2.	<i>Pilares</i>
∨ 3.1.2.1.	<i>Armação de pilares - montagem</i>
∨ 3.1.2.2.	<i>Montagem de fôrma de pilares</i>
> 3.1.2.3.	<i>Concretação de pilares, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento</i>
∨ 3.1.2.4.	<i>Desmontagem de fôrma de pilares</i>
> 3.1.3.	<i>Vigas</i>
> 3.1.4.	<i>Laje</i>
> 3.2.	<i>Pav. Superior</i>
> 3.3.	<i>Pav. Boiler</i>
> 3.4.	<i>Pavimento Caixa D Água</i>
> 4.	<i>Escada</i>
> 5.	<i>Impermeabilizações</i>
> 6.	<i>Paredes</i>
> 7.	<i>Instalações</i>
> 8.	<i>Sistema de Revestimento</i>
> 9.	<i>Forro</i>
> 10.	<i>Pintura</i>
> 11.	<i>Esquadrias</i>
> 12.	<i>Telhado</i>
> 13.	<i>Acabamentos</i>

Fonte: autor (2025)

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) e a Lista de Atividades desenvolvidas previamente foram fundamentais para a organização do planejamento dentro do Visus. O software possui uma funcionalidade nativa que permite a leitura automática de parâmetros e a criação inicial da EAP, porém, essa função apresenta limitações. Nem todos os elementos foram corretamente classificados ou vinculados, exigindo ajustes manuais.

Para garantir a automação do processo, foram criados parâmetros personalizados no Revit, como Classificação do Elemento, Disciplina, Pavimento e Tipo de Estrutura, conforme Figura 10. Segundo Eastman *et al.* (2021), a parametrização dos elementos é fundamental para garantir a integração eficiente entre o modelo 3D e o planejamento.

Figura 10 - Parametrização de projeto BIM



Fonte: autor (2025)

A partir desses parâmetros, foram criadas fórmulas no Visus para interpretar os dados e alocar automaticamente os elementos dentro de cada nível da EAP. Foi utilizada a função "IF" para condicionar a classificação, por exemplo: if (a = 'VIG-B', 'Viga Baldrame', if (a = 'BLOCO', 'Bloco de Fundação', if (a = 'CONTRAP.', 'Contrapiso', if (a = 'VIG', 'Vigas', if (a = 'PLR', 'Pilares', if (a = 'Laje', 'Laje', if (b = 'Alvenaria Interna', 'Alvenaria', if (b = 'Muro externo', 'Muro externo', b))))))))).

A fórmula procurava informações dentro do parâmetro "a" e do "b", o primeiro era para o projeto estrutural, e o segundo para os demais projetos. Se dentro de "a"

estivesse a informação 'VIG-B', o software iria locar o elemento 3D dentro do 3º nível da EAP e nomeá-lo de 'Viga Baldrame', e esse processo se repete buscando informações, uma vez que havia vários “if” uns dentro dos outros. Dessa forma, os elementos tridimensionais foram corretamente categorizados e vinculados aos dados de orçamento e planejamento.

Dessa forma, é possível começar a elaboração do cronograma detalhado da obra, permitindo planejar sequencialmente as tarefas e acompanhar visualmente a execução.

5 RESULTADOS

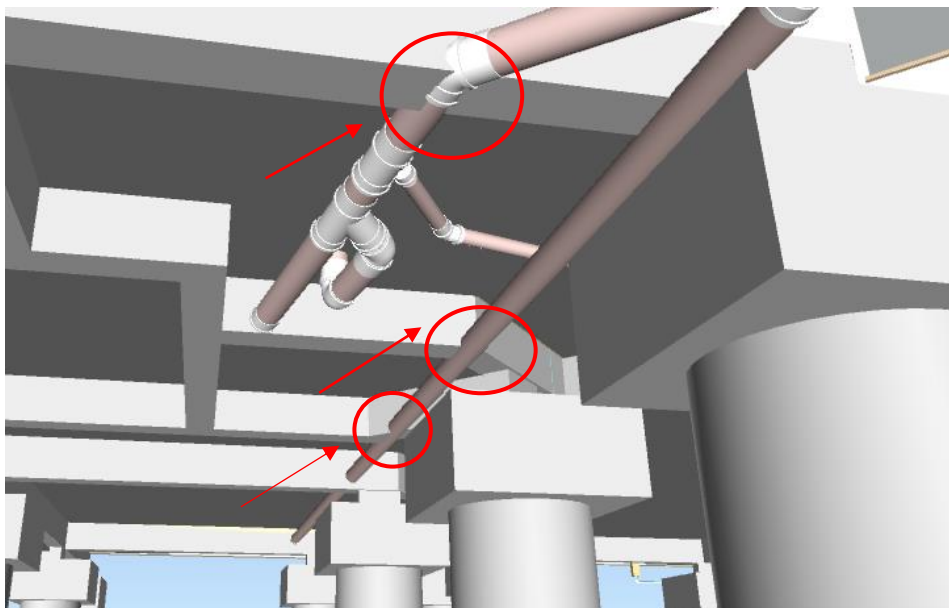
Os resultados sintetizam as principais conclusões alcançadas com o estudo de caso, destacando-se a compatibilização dos projetos e o planejamento BIM da obra. São apresentadas as soluções técnicas adotadas para mitigar as incompatibilidades encontradas entre as disciplinas, bem como uma análise detalhada da aplicação do BIM no planejamento da obra, explorando sua eficácia e limitações, com ênfase no software utilizado. Os achados reforçam a importância da compatibilização dos projetos e do planejamento de obras BIM.

5.1 Compatibilização

Este estudo evidencia os conflitos e incompatibilidades identificados durante a compatibilização dos projetos. Tais problemas decorrem, sobretudo, do fato de que os modelos utilizados foram originalmente desenvolvidos para fins acadêmicos, e não para a execução real da obra. Os projetos precisaram ser checados em suas incompatibilidades, o que demandou ajustes significativos para simular execução eficiente no canteiro de obras.

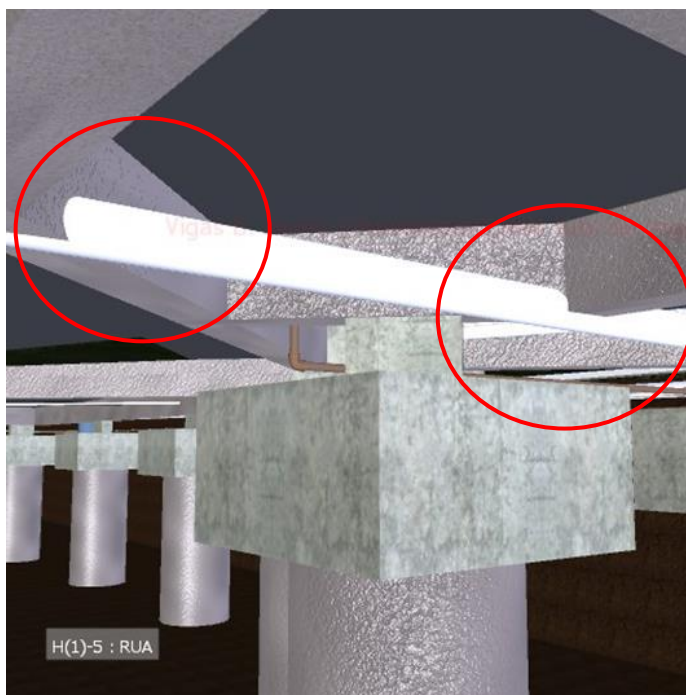
Um dos principais desafios encontrados foi a interferência entre os elementos estruturais (blocos, vigas, baldrame e pilares) e as demais disciplinas, como arquitetura, hidrossanitário e elétrica. No nível da rua, por exemplo, observou-se que as instalações de outras áreas interceptavam os elementos estruturais sem respeitar as recomendações das normas técnicas ou os padrões de boa execução. Conforme ilustrado na Figura 11, as tubulações atravessam as vigas sem os devidos cuidados, com parte do elemento posicionada incorretamente. Outra incompatibilidade dessa natureza pode ser vista na Figura 12.

Figura 11 - Incompatibilidade Hidrossanitário x Estrutural



Fonte: autor (2025)

Figura 12 - Incompatibilidade Hidrossanitário x Estrutural



Fonte: autor (2025)

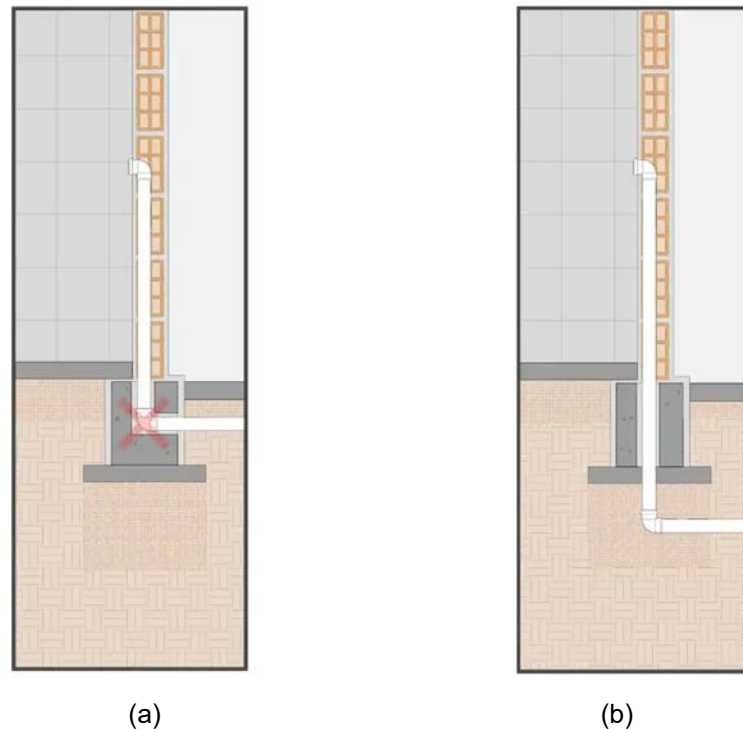
Diversas alternativas foram avaliadas para resolver essas incompatibilidades, entre elas:

- Alteração das rotas das instalações: Modificar os projetos para que as tubulações passem corretamente pelo interior dos elementos estruturais.

- Rebaixamento dos blocos e vigas: Criar um espaço destinado à alvenaria de embasamento, permitindo a passagem das instalações sem interferir nos elementos estruturais.

Na Figura 13, observa-se, de forma esquemática, uma variação dos problemas encontrados (a), e a solução adequada (b) para a interseção dos elementos.

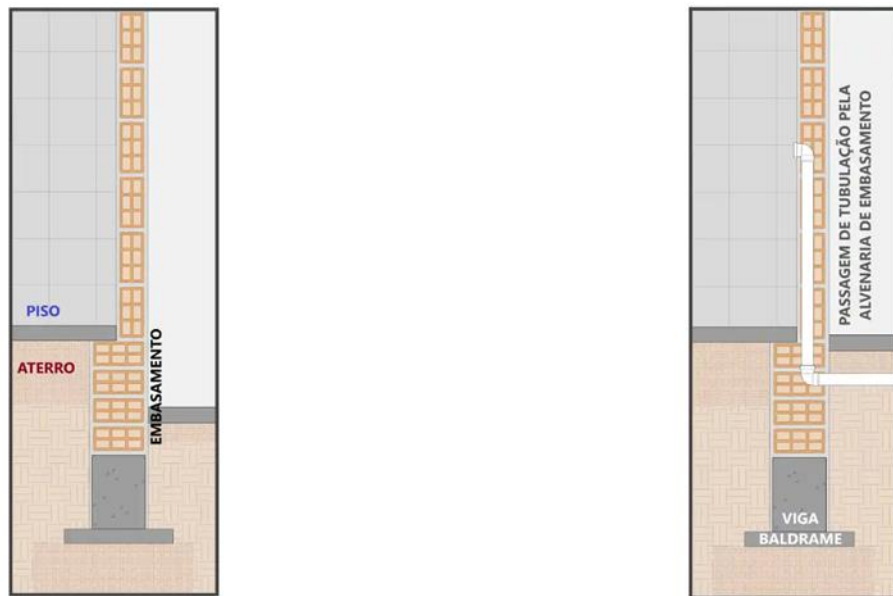
Figura 13 – Passagem esquemática de tubulações



Fonte: Adaptado Projetista Pleno (2021)

Após análise, optou-se pelo rebaixamento das vigas e blocos, com a previsão de uma alvenaria de embasamento que atinja o nível correto da edificação. Dessa forma, as instalações podem ser acomodadas sem comprometer os elementos estruturais e sem a necessidade de alterações radicais nos projetos. Na Figura 14 ilustra-se, de maneira esquemática, o funcionamento dessa alvenaria de embasamento.

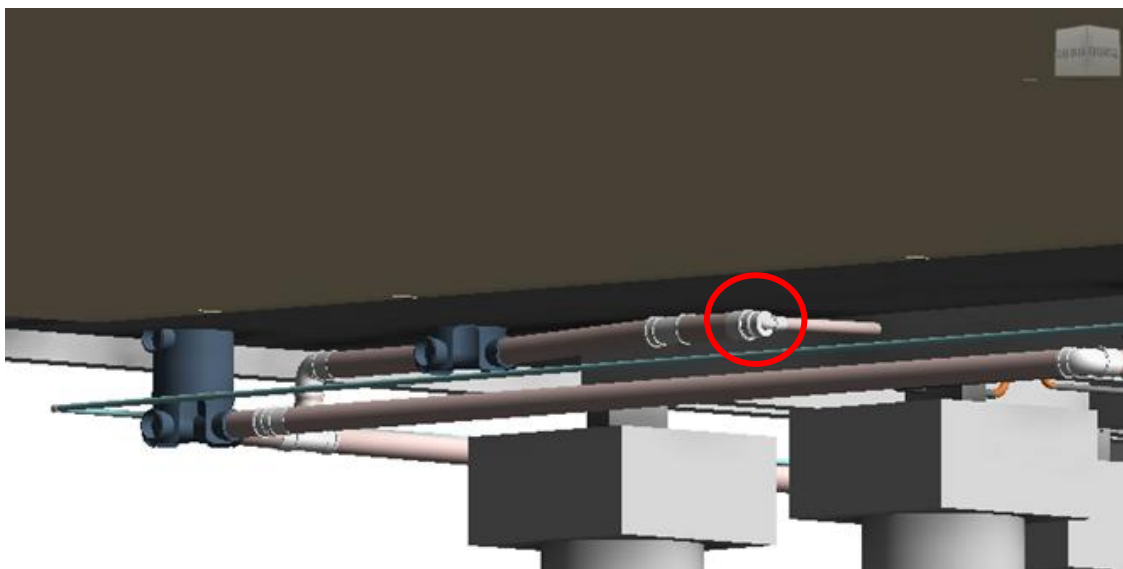
Figura 14 – Alvenaria de embasamento



Fonte: Adaptado Projetista Pleno (2021)

Apesar de reduzir consideravelmente as incompatibilidades, essa solução não eliminou todos os conflitos. O projeto hidrossanitário, por exemplo, continuou apresentando problemas na fundação, principalmente em relação às tubulações de esgoto. Foram identificados tubos desconectados, ligações e componentes posicionados automaticamente de maneira inviável, situação evidenciada na Figura 15, onde é possível ver um aumento repentino de diâmetro, tornando a execução impraticável.

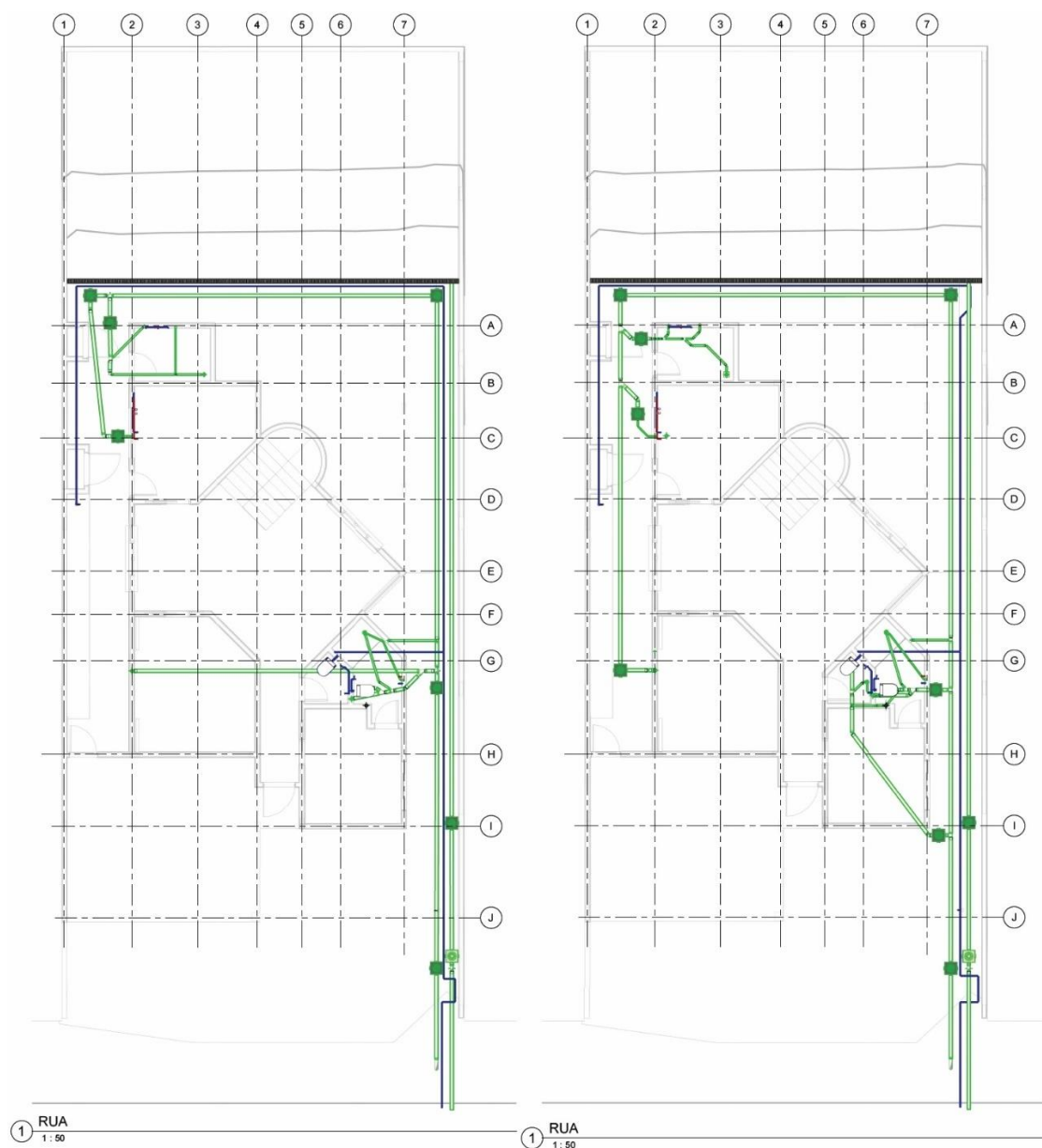
Figura 15 - Incompatibilidade Hidrossanitário



Fonte: autor (2025)

Diante disso, o projeto sofreu grandes alterações nas tubulações de esgoto no nível da rua, para solucionar muitos dos problemas correlatos. Na Figura 16 ilustra-se como o layout dos projetos das tubulações de esgoto foram alterados, focando na melhor forma de passar as tubulações, e reduzir os conflitos.

Figura 16 – Revisão traçado



(a)Projeto antes da revisão

(b) projeto após revisão

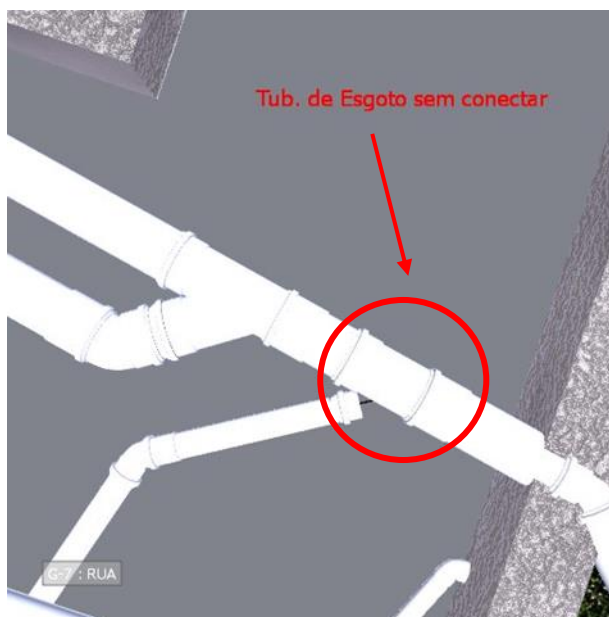
Fonte: autor (2025)

O projeto de instalações elétricas também apresentou muitos desafios, especialmente no que tange à interação com o projeto arquitetônico. Conduítes e

caixas de passagem de iluminação conflitavam com forros, vigas e pilares, exigindo árduo trabalho de adequação.

Após a revisão dos conflitos, os projetos foram reinseridos no Autodesk NavisWorks para confirmar se os problemas persistiam ou se novos conflitos surgiam. O processo de compatibilização foi repetido diversas vezes, utilizando a ferramenta "Clash Detective" para identificar e solucionar as incompatibilidades. Durante esse processo, alguns conflitos foram resolvidos, enquanto outros foram aprovados por não representarem impedimentos significativos à execução. Além da detecção automática, foi realizada compatibilização visual no NavisWorks, a qual permitiu identificar problemas não captados pela ferramenta, como a conexão incorreta de tubulações conforme Figura 17.

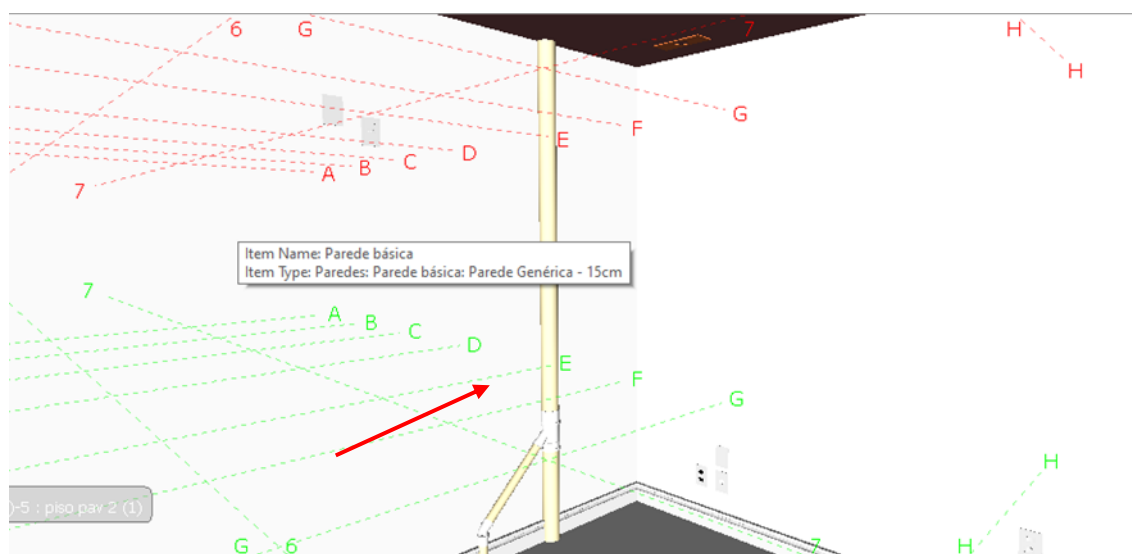
Figura 17 – Problema de conexão em tubulação



Fonte: autor (2025)

Outro caso envolveu a exposição de elementos, como um tubo de ventilação que ficou visível em um quarto (Figura 18). Nesta situação, foi possível ajustar as instalações na parede para acomodar a tubulação internamente, sem a necessidade de criar um "*shaft*" ou realocar o tubo para outra área.

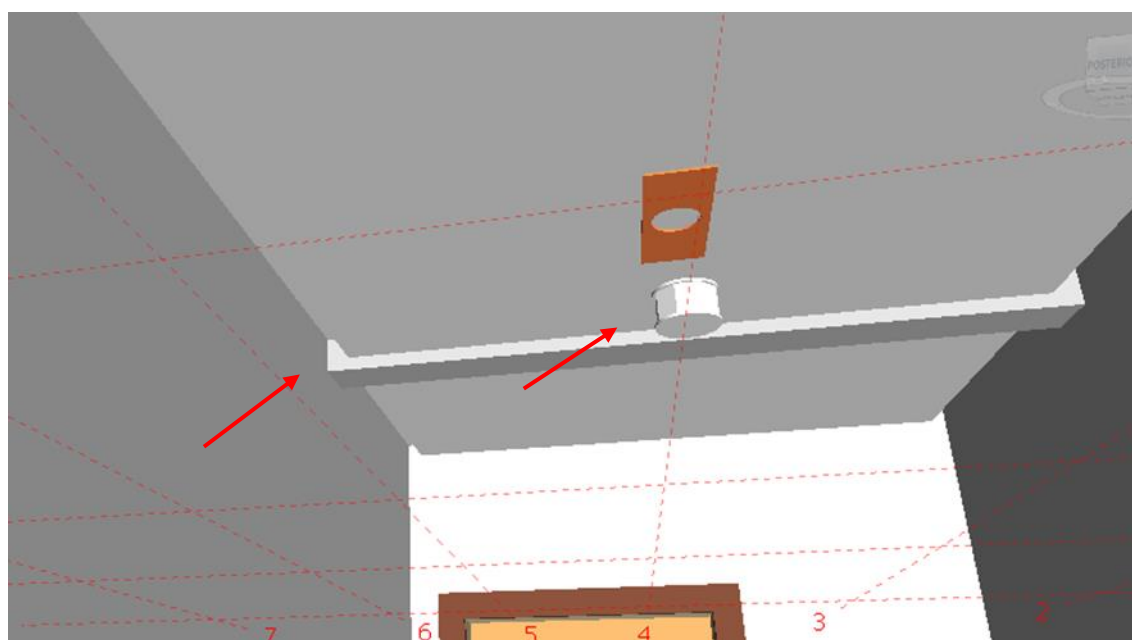
Figura 18 – Problema tubulação de ventilação



Fonte: autor (2025)

Na Figura 19, observa-se um exemplo em que algumas vigas estavam posicionadas abaixo dos forros, além de conflitos entre o forro e componentes da instalação elétrica. Esses problemas foram resolvidos com o rebaixamento do forro, sempre tomando os devidos cuidados para manter altura de pé-direito permitida pela legislação vigente.

Figura 19 – Incompatibilidade entre arquitetura, estrutura e inst. elétrica



Fonte: autor (2025)

Alguns desses problemas são de difícil localização apenas com a ferramenta de detecção automática, especialmente nas disciplinas de instalações, onde a experiência do engenheiro é essencial para identificar as incompatibilidades. Em outros casos, a análise visual digital se faz necessária para compreender a real extensão do conflito.

5.2 Planejamento BIM

Os resultados obtidos com a aplicação prática do planejamento BIM demonstram a eficácia da integração entre a modelagem digital e a gestão das obras. A partir de uma metodologia rigorosa – que envolveu a parametrização padronizada dos modelos – foi possível otimizar não apenas a elaboração do planejamento, mas também identificar e corrigir inconsistências que poderiam comprometer a execução da obra.

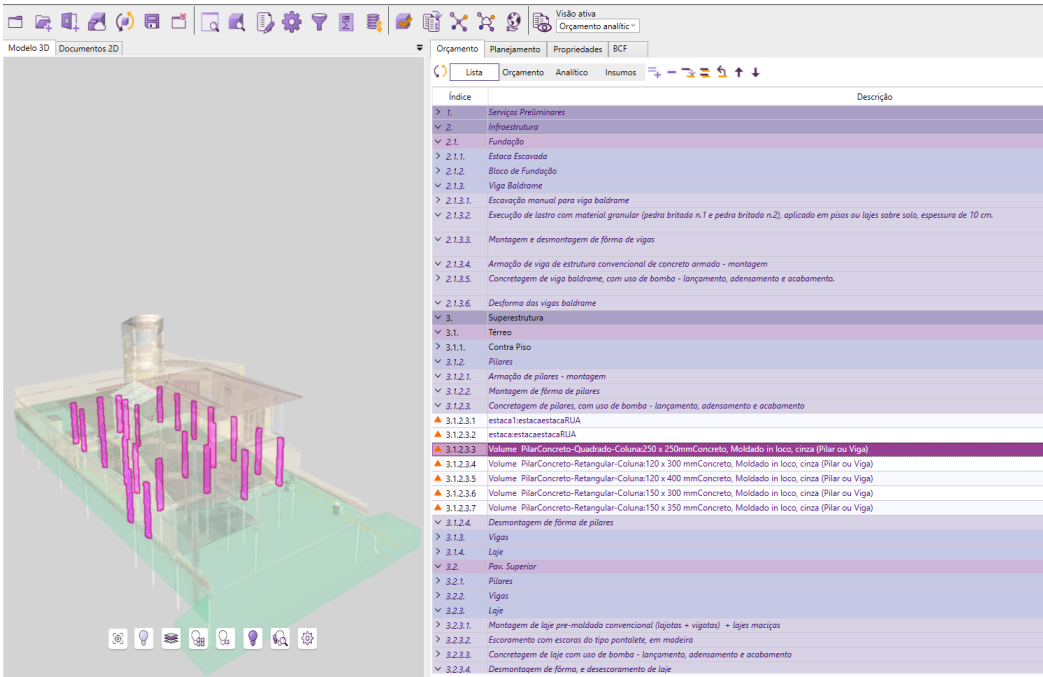
Durante o desenvolvimento do planejamento BIM, tornou-se evidente a importância de projetar, desde o início, considerando simultaneamente o orçamento e o cronograma, o que reforça a necessidade de compreender que, na construção civil, cada fase do projeto exige níveis distintos de informações e detalhamento (LOD e LOIN). No entanto, a modelagem do projeto residencial analisado não seguiu essa abordagem, resultando em aumento significativo de retrabalho na fase de compatibilização e tempo na etapa de planejamento.

A ausência de modelagem de paredes em camadas, com elementos como chapisco, reboco e pintura das paredes separadamente do bloco cerâmico resultou na necessidade de uma etapa adicional no software AltoQi: a criação de regras para identificação desses elementos, o que permitiu quantificá-los e vinculá-los corretamente à EAP, no entanto, trouxe prejuízos à visualização da animação da construção. Embora a EAP e o planejamento indicassem a sequência correta das atividades, a exibição da execução da alvenaria já apresentava os revestimentos finalizados (reboco e pintura), o que não afetou diretamente o planejamento, mas prejudicou a representação visual fiel da evolução da obra.

No caso específico da alvenaria, a modelagem foi realizada com o método “Parede Composta”, que agrupa elementos em um único pacote. O ideal seria adotar a “Parede Cebola”, que separa individualmente cada componente (alvenaria, chapisco, reboco e revestimentos) e facilita a quantificação precisa e melhorara a representação dos elementos na animação da construção, refletindo de maneira fiel o processo executivo real.

Essa falta de parametrização adequada do projeto exigiu tempo adicional para a criação dos parâmetros necessários à montagem automatizada da EAP. Embora fosse possível realizar todo o processo manualmente, optou-se por testar a inteligência das ferramentas BIM, inserindo os parâmetros para automatizar etapas. Ainda assim, a carência de informações no modelo resultou em problemas, como ilustrado na Figura 20, onde o software identificou automaticamente apenas o volume de concreto, fazendo o vínculo entre modelo e planejamento, mas não capturou os quantitativos de fôrma e armação, ausentes na modelagem estrutural. Para contornar isso, foram criados manualmente elementos textuais na EAP, e assim feito o vínculo desses itens aos pilares (elementos 3D). Essa solução não impactou o planejamento em si, mas afetou a visualização das etapas na animação, pois não existiam no modelo, logo não eram visualizados.

Figura 20 – EAP e quantitativo AltoQi Visus

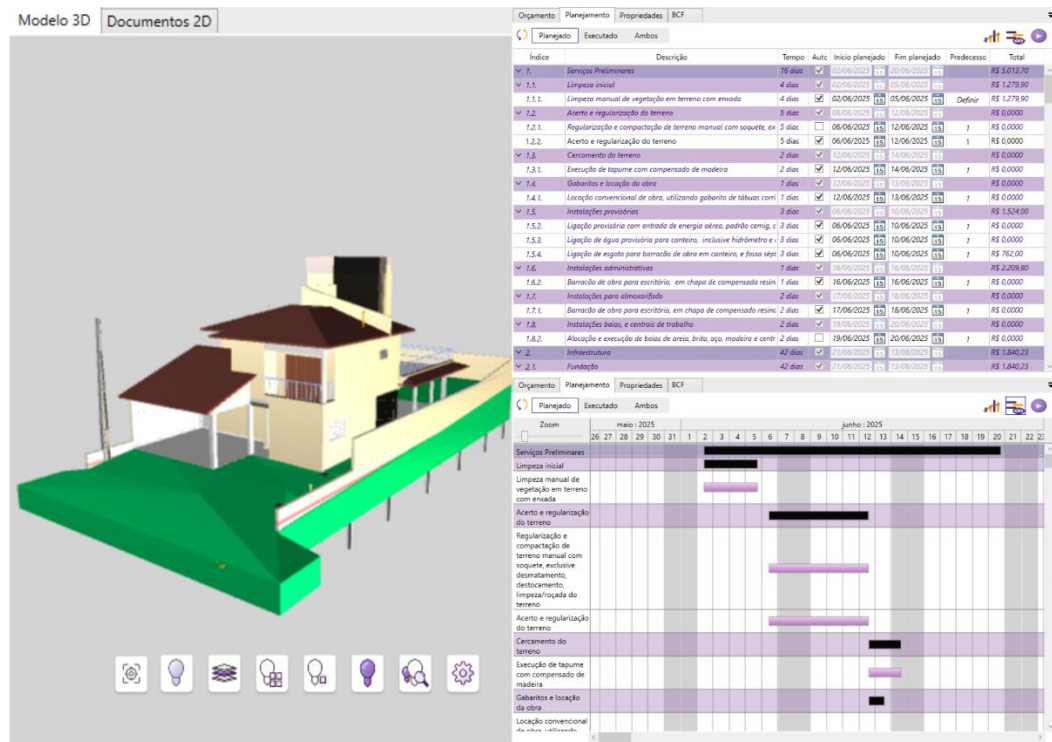


Fonte: autor (2025)

Com a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) devidamente estruturada e vinculada aos elementos tridimensionais, as funcionalidades do AltoQi Visus possibilitaram a definição precisa das datas das atividades e o estabelecimento de suas inter-relações, incluindo dependências, predecessoras e antecessoras. Essa abordagem facilitou a correção dos problemas, aprimorou o planejamento e reduziu significativamente os erros, uma vez que a vinculação das atividades ao modelo 3D e a simulação 4D permitiram identificar e corrigir falhas na sequência de execução antes do início da obra, minimizando retrabalhos.

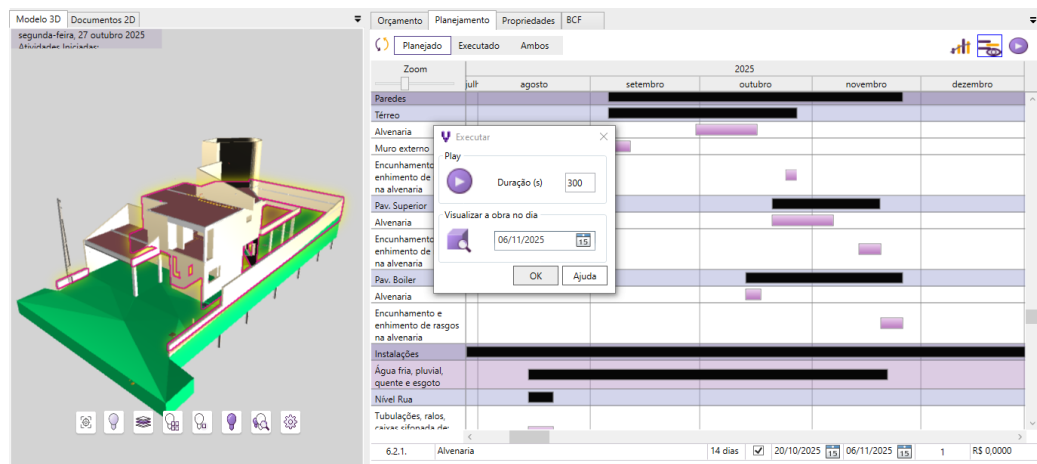
Além disso, o software automatizou a extração de quantitativos e o vínculo de insumos, otimizando o tempo no planejamento de custos. Estudos de Eastman *et al.* (2021) indicam que essa metodologia pode reduzir o tempo dedicado ao planejamento em até 30%. O acompanhamento via Gráfico de Gantt, integrado ao modelo 3D (Figura 21), agilizou o gerenciamento de etapas, enquanto a animação 4D (Figura 22) permitiu visualizar o avanço da obra em datas específicas ou rodar sua execução do início ao fim da obra. Também foi possível extrair relatórios diversos e integrar o planejamento a *softwares* como Prevision e Sienge. Entretanto, observaram-se limitações técnicas, como discrepâncias temporais na exibição da conclusão de atividades na animação, que apareciam alguns dias após o previsto. Tais lacunas podem estar associadas a restrições do software ou a fatores operacionais, reforçando a necessidade de validação humana.

Figura 21 – Gerenciamento de etapas



Fonte: autor (2025)

Figura 22 – Visualização 4D do avanço da obra



Fonte: autor (2025)

Apesar dos desafios apontados, a metodologia BIM apresentou-se como uma aliada estratégica, combinando precisão na modelagem, gestão de cronogramas e mitigação de riscos, com ganhos significativos em eficiência e redução de custos e prazos, desde que os modelos estejam adequados ao que o BIM pode oferecer.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo foi proposto aplicar o *Building Information Modeling* (BIM) no planejamento da construção de um empreendimento residencial, a fim de analisar seus benefícios e desafios. Foi possível demonstrar que a aplicação do BIM no planejamento de obras vai além da simples visualização tridimensional, tornando-se relevante para a coordenação eficiente entre as disciplinas envolvidas na construção.

A etapa de compatibilização dos projetos revelou-se de vital importância quando se recebem os modelos que não foram desenvolvidos para o fim proposto. Neste caso, os modelos foram criados para um tipo de análise e não para fins de orçamentação e planejamento. Conflitos significativos que, sem o uso da metodologia BIM só seriam percebidos durante a execução da obra, levando a retrabalhos e atrasos, foram possíveis de serem sanados com a modelagem integrada, antecipando soluções para estes problemas, como rebaixamento de vigas e blocos para adequação das instalações, garantindo maior precisão e eficiência no processo construtivo.

A aplicação prática do planejamento BIM evidenciou a necessidade de a modelagem ser realizada desde o início com nível adequado de detalhamento (LOD), contemplando as informações essenciais (LOIN) requeridas. A ausência dos elementos construtivos em camadas, assim como a falta de parametrização detalhada para fins de planejamento, exigiu etapas adicionais para vinculação das atividades no *software*, tornando o processo mais complexo e menos automatizado. Se os modelos tivessem sido desenvolvidos para fins de orçamento e planejamento a visualização tridimensional das etapas teria sido detalhada, como por exemplo, quando o planejamento executa as alvenarias na simulação essas aparecem já com o acabamento final, se tivessem sido modeladas em camadas, cada uma das etapas apareceria na simulação no seu momento de execução.

Os resultados deixam claro que, para o BIM ser plenamente eficiente no planejamento de obras, é fundamental que os modelos sejam concebidos com foco na construção e não apenas na representação gráfica, o que exige que os projetistas e planejadores trabalhem de forma integrada desde as fases iniciais, garantindo que o modelo contenha as informações necessárias para um planejamento preciso, sem

a necessidade de ajustes manuais posteriores. No caso de terceirização de projetos, é importante que a informação requerida (LOIN) e o LOD sejam detalhados em contrato, para que o modelo seja entregue com todas as informações e parametrizações necessárias para fins de orçamentação e planejamento.

Por fim, este trabalho reforça que a verdadeira transformação do planejamento com BIM não está no uso de softwares avançados, mas na forma como os projetos são trabalhados desde a sua concepção. Investir na execução de projetos parametrizados, com LOD e LOIN adequados e elementos em camadas não apenas facilita o planejamento e a simulação desse, mas potencializa os benefícios do BIM na redução de erros, no controle de prazos e na otimização da execução.

Como sugestão para trabalho futuro é interessante o desenvolvimento de template para desenvolvimento de orçamento e planejamento em BIM para facilitar a visualização 4D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 19650-1:2018. Organização e digitalização de informações sobre edificações e engenharia civil, incluindo BIM – Gestão da informação usando Building Information Modelling – Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ACCA Software. LOD e LOIN no BIM. 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lo-d-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 30 set. 2024.

AHANKOOB, Alireza *et al.* Optimizing construction scheduling through use of building information modeling in construction industry. Management in Construction Research Association, p. 166-171, 2012.

ALADAG, Hande; DEMIRDÖĞEN, Gökhan; ISIK, Zeynep. Building information modeling (BIM) use in Turkish construction industry. Procedia engineering, v. 161, p. 174-179, 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.520>.

ALHAMMAD, M.; EAMES, M.; VINAI, R. Enhancing building energy efficiency through building information modeling (BIM) and building energy modeling (BEM) integration: A systematic review. Buildings, v. 14, n. 3, p. 581, 2024. DOI: 10.3390/buildings14030581. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/3/581>. Acesso em: 07 abr. 2025.

ALSANABANI, N. M.; ALSUGAIR, A. M.; ALJADHAI, S. I.; ALOTAIBI, H. F. Dynamic BIM Adoption Impact on Contract Cost Variance Factors Using PLS-SEM Techniques. Applied Sciences, v. 14, n. 17, p. 8017, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app14178017>. Acesso em: 12 set. 2024.

AMER, F.; KOH, H. Y.; GOLPARVAR-FARD, M. Automated methods and systems for construction planning and scheduling: Critical review of three decades of research. Journal of Construction Engineering and Management, 2021. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002093](https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002093). Acesso em: 07 abr. 2025.

AIA, American Institute of Architects. AIA Document G202–2013: Building Information Modeling Protocol Form. Washington, D.C., 2013. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://assets.aiacontracts.com/ctrzdw
eb02/zdpdfs/aia-g202-2013-free-sample-preview.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

BIM FÓRUM BRASIL. Histórico BFB. Disponível em: <https://bimforum.org.br/historico-bfb/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

BIM FORUM. Level of Development Specification: Part I and Commentary. Version 2015 (Reprint 2022). National BIM Standard - United States. Disponível em: https://bimforum.org/wp-content/uploads/2022/06/BIMForum_LOD_2015_reprint.pdf. Acesso em: 9 abr. 2025.

BRASIL-a. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – Estratégia BIM BR. Brasília: MDIC, 2018.

BRASIL-b. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui o Comitê Estratégico de Implantação do Building Information Modeling. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 maio 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9377.htm. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Altera o Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, que institui o Comitê Estratégico de Implantação do Building Information Modeling. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 ago. 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - Estratégia BIM BR. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 abr. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14133.htm. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Decreto nº 11.888, de 29 de janeiro de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Governo Digital e dispõe sobre a governança da transformação digital da administração pública federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 jan. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm. Acesso em: 12 set. 2024.

BRITO, Douglas Malheiro de; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. Ambiente construído, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.

BUREK, P. Influence of the scope statement on the WBS. In: PMI Global Congress 2011 - North America, Dallas, 2011. Anais... PMI, 2011

BURGESS, Gemma; JONES, Michael; MUIR, Kathryn. BIM in the UK house building industry: opportunities and barriers to adoption. University of Cambridge: Cambridge, UK, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331993150_BIM_in_the_UK_house_building_industry_opportunities_and_barriers_to_adoption. Acesso em: 12 set. 2024.

BÖES, Jeferson Spiering; BARROS NETO, José de Paula; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. BIM maturity model for higher education institutions. Ambiente Construído, v. 21, p. 131-150, 2021. ISSN: 1415-8876. DOI: 10.1590/s1678-86212021000200518.

BARBOSA, Murilo Divino Feliciano. Aplicação do BIM em automação aplicado a um projeto residencial unifamiliar. 2023. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023

BRITES, Nathalie. Alvenaria de embasamento: o que é, funções e tipos. Projetista Pleno, 2023. Disponível em: <https://projetistaplano.com/alvenaria-de-embasamento/>. Acesso em: 19 jan. 2025.

CBIM-MG; GTBIM-CIDADES. Pesquisas BIM Municípios e Cidades Inteligentes 2024 revelam desafios e oportunidades. Apoio: BIM Fórum Brasil. 2024. Disponível em: <https://bimforum.org.br/noticias/transformacao-digital-na-construcao-pesquisas-bim-municipios-e-cidades-inteligentes-2024-revelam-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

CHEN, W.; GAN, V. J. L.; CHEN, K.; CHENG, J. C. P. Parametric BIM-based lifecycle performance prediction and optimisation for residential buildings using alternative materials and designs. *Buildings*, v. 13, n. 4, p. 904, 2023. DOI: 10.3390/buildings13040904. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/4/904>. Acesso em: 07 abr. 2025.

EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Tradução da 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Digital Transformation of the EU Construction Sector. 2016. Disponível em: Acesso em: Acesso em: 20 jan. 2025

GAO, Xinghua; PISHDAD-BOZORGI, Pardis. BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced engineering informatics*, v. 39, p. 227-247, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.02.011>. Acesso em: 12 set. 2024.

GIEL, B. K.; ISSA, R. R. A. Return on investment analysis of using building information modeling in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, n. 10, p. 04013054, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000164.

GSA – General Services Administration (USA). GSA Building Information Modeling Guide Series 01: Overview (Version 1.0). 2007. Disponível em: <https://www.gsa.gov/>. Acesso em: 07 abr. 2025.

HARTMANN, Timo; GAO, Ju; FISCHER, Martin. Areas of application for 3D and 4D models on construction projects. *Journal of Construction Engineering and management*, v. 134, n. 10, p. 776-785, 2008.

ISO, International Organization for Standardization. ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM) — Information management using building information modeling — Part 1: Concepts and principles. 2018.

LATIFFI, A. A.; BRAHIM, J.; MOHD, S.; FATHI, M. S. Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. *Applied Mechanics and Materials*, v. 773-774, p. 933–938, 2015. DOI:

10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.933. Disponível em:
https://scispace.com/papers/building-information-modeling-bim-exploring-level-of-28nj79fn37?utm_source=chatgpt. Acesso em: 9 abr. 2025.

LIMA, Marcos de Lima; SOBRAL, Yana Dumasresq; CALVET, Igor Nogueira; RAAD, Nizar Lambert; SAITO, Talita Tormin. Estratégia BIM: Estratégia Nacional de Disseminação do BIM. [s.l.], 2018.

LOVELL, L. J.; DAVIES, R. J.; HUNT, D. V. L. Building Information Modeling Facility Management (BIM-FM). Applied Sciences, v. 14, n. 10, p. 3977, 2024. DOI: 10.3390/app14103977. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/10/3977>. Acesso em: 07 abr. 2025.

MARQUES, Ana Carolina Amaral. Planejamento e Controle de Obra Integrado ao Bim, com Foco no Processo de Conhecimento. 2019. 106 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO.

MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. ISBN 978-85-7975-345-9.

MATTE, G. R. Modelo Interoperável de planejamento e controle do progresso físico de obras utilizando tecnologia BIM. Orientador: Prof. Dr.-Ing. Malik Cheriaf Florianópolis 2017. 2017. 357 p. Dissertação (Grau de Mestre em Engenharia Civil) - UFSC, Florianópolis, SC, 2017.

MCKINSEY e COMPANY. Reinventing construction: A route to higher productivity. 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>. Acesso em: 07 abr. 2025.

MERSCHBROCK, C.; MUNKVOLD, B. E. Effective digital collaboration in the AEC industry: A case study of BIM deployment in a hospital project. Computers in Industry, 2020.

NBS. National BIM Report 2015. Newcastle upon Tyne: RIBA Enterprises, 2015. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2015>. Acesso em: 12 set. 2024

NBS. Relatório Nacional BIM NBS 2017. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2017>. Acesso em: 12 set. 2024.

NBS. National BIM Report 2020. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2020>. Acesso em: 12 set. 2024.

PISHDAD, P.; ONUNGWA, I. O. Analysis of 5D BIM for Cost Estimation, Cost Control, and Payments. ITcon – Journal of Information Technology in Construction, 2024. Disponível em: https://itcon.org/papers/2024_24-ITcon-Pishdad.pdf. Acesso em: 07 abr. 2025.

PMI, Project Management Institute. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (GUIA PMBOK). 7ª Edição. Pennsylvania: Project Management Institute, p. 140-308, 2021.

PARK, J.; YEOM, C. H. A study on priority of BIM introduction policy-focusing on overseas cases and analytic hierarchy process analysis. Journal of the Korean Institute of Building Information Modeling, 2021.

ROCHA, A. P. Por dentro do BIM. Técnica, São Paulo, v. 168, p. 38-43, mar. 2011.

SALOMÉ, B.R. Gerenciamento de escopo em projetos de TI: estudo de caso em uma instituição financeira brasileira. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

SIENGE; GRANT THORNTON. Mapeamento de maturidade BIM Brasil 2020. [s.l.], 2020. Disponível em: Acesso em: 26 out. 2023.

SIENGE; GRANT THORNTON; ABDI. Maturidade BIM no Brasil. [s.l.], 2022. Disponível em: <https://sienge.com.br/resultado-da-pesquisa-de-maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 26 out. 2023.

SILVA, Marcos Humberto da. Bim Aplicado ao Desenvolvimento de Projeto Residencial. 2023. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

SILVA, P. Diretrizes de modelagem da informação da construção (BIM) em projeto e planejamento de edifícios multipavimentos. Curitiba 2017. 2018. 293 p. Dissertação (Grau de Mestre em Construção Civil) - UFPR, CURITIBA, PR, 2018.

SMITH, Peter. Gerenciamento de custos de projetos com BIM 5D. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 226, p. 193-200, 2016.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.003.

UFC, Universidade Federal Do Ceará. LOD: Trabalhando BIM em alto nível. EPE - Escritório de Projetos e Engenharia, 2021. Disponível em: <https://epe.ufc.br/index.php/blog/19-lod-trabalhando-bim-em-alto-nivel>. Acesso em: 12 ago. 2024.

VASS, Susanna; GUSTAVSSON, Tina Karrbom. Challenges when implementing BIM for industry change. *Construction management and economics*, v. 35, n. 10, p. 597-610, 2017. <https://doi.org/10.1080/01446193.2017.1314519>

WALASEK, D.; BARSZCZ, A. Analysis of the adoption rate of building information modeling and its return on investment. *Procedia Engineering*, v. 182, p. 335–342, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817306501>. Acesso em: 12 ago. 2024.

XAVIER, Ivan *et al.* Orçamento, planejamento e custos de obras. São Paulo: Fupam, 2008.

YANG, Jyh-Bin; CHOU, Hung-Yu. Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan. *Journal of Building Engineering*, v. 20, p. 337-343, 2018.

ZHANG, Y.; ZHENG, Y.; LIN, J. BIM–based time-varying system reliability analysis for buildings and infrastructures. *Automation in Construction*, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223011373>. Acesso em: 07 abr. 2025.

APÊNDICE A – LISTA DE ATIVIDADES

Quadro A1 - Lista de Atividades

Nr.	Descrição
1	OBRA RESIDENCIAL
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES
1.1.1	LIMPEZA INICIAL
1.1.1.1	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA
1.1.2	ACERTO E REGULARIZAÇÃO DO TERRENO
1.1.2.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO MANUAL
1.1.3	CERCAMENTO DO TERRENO
1.1.3.1	EXECUÇÃO DE TAPUME COM COMPENSADO DE MADEIRA.
1.1.4	GABARITOS E LOCAÇÃO DA OBRA
1.1.4.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS...
1.1.5	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
1.1.5.1	LIGAÇÃO PROVISÓRIA COM ENTRADA DE ENERGIA AÉREA, PADRÃO CEMIG, CARGA...
1.1.5.2	LIGAÇÃO DE ÁGUA PROVISÓRIA PARA CANTEIRO, INCLUSIVE HIDRÔMETRO E CAVALETE
1.1.5.3	LIGAÇÃO DE ESGOTO PARA BARRACÃO DE OBRA EM CANTEIRO
1.1.6	INSTALAÇÕES ADMINISTRATIVAS
1.1.6.1	BARRACÃO DE OBRA PARA ESCRITÓRIO
1.1.7	INSTALAÇÕES PARA ALMOXARIFADO
1.1.7.1	BARRACÃO DE OBRA PARA ESCRITÓRIO
1.2	INFRAESTRUTURA
1.2.1	ESTACA ESCAVADA
1.2.1.1	ESCAVAÇÃO DE ESTACA
1.2.1.2	ARMAÇÃO DAS ESTACAS
1.2.1.3	CONCRETAGEM DAS ESTACAS
1.2.2	BLOCOS DE FUNDAÇÃO
1.2.2.1	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE FUNDAÇÃO
1.2.2.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE BLOCOS
1.2.2.3	ARMAÇÃO DE BLOCO - MONTAGEM.
1.2.2.4	CONCRETAGEM DE BLOCO DE COROAMENTO

1.2.3	VIGAS BALDRAME
1.2.3.1	EXECUÇÃO DE LASTRO COM MATERIAL GRANULAR
1.2.3.2	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA VIGA BALDRAME
1.2.3.3	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGAS
1.2.3.4	CONCRETAGEM DE VIGA BALDRAME
1.3	SUPERESTRUTURA
1.3.1	ESTRUTURA TERREO
1.3.1.1	CONTRAPISO
1.3.1.1.1	EXECUÇÃO DE LASTRO COM MATERIAL GRANULAR
1.3.1.1.2	LONA PLASTICA
1.3.1.1.3	CONCRETAGEM DE CONTRAPISO - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO
1.3.1.2	PILARES
1.3.1.2.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES
1.3.1.2.2	ARMAÇÃO DE PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES - MONTAGEM.
1.3.1.2.3	CONCRETAGEM DE PILARES, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.1.3	VIGAS
1.3.1.3.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO
1.3.1.3.2	ARMAÇÃO DE VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
1.3.1.3.3	CONCRETAGEM DE VIGAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.1.4	LAJE
1.3.1.4.1	ESCORAMENTO DE FÔRMAS DE LAJE.
1.3.1.4.2	ESCORAMENTO COM ESCORAS DO TIPO PONTLETE, EM MADEIRA.
1.3.1.4.3	MONTAGEM DE LAJE PRÉ-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS)
1.3.1.4.4	CONCRETAGEM DE LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO
1.3.2	ESTRUTURA PAVIMENTO SUPERIOR
1.3.2.1	PILARES
1.3.2.1.1	EXECUÇÃO DE LASTRO COM MATERIAL GRANULAR
1.3.2.1.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES
1.3.2.1.3	ARMAÇÃO DE PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES - MONTAGEM.

1.3.2.1.4	CONCRETAGEM DE PILARES, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.2.2	VIGAS
1.3.1.2.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO
1.3.1.2.2	ARMAÇÃO DE VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
1.3.1.2.3	CONCRETAGEM DE VIGAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.2.3	LAJE
1.3.2.3.1	ESCORAMENTO DE FÔRMAS DE LAJE.
1.3.2.3.2	ESCORAMENTO COM ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA.
1.3.2.3.3	MONTAGEM DE LAJE PRÉ-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS)
1.3.2.3.4	CONCRETAGEM DE LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO
1.3.3	ESCADA
1.3.3.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA ESCADAS
1.3.3.2	ARMAÇÃO DE ESCADA, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
1.3.3.3	CONCRETAGEM
1.3.4	ESTRUTURA PAVIMENTO BOILER
1.3.4.1	PILARES
1.3.4.1.1	EXECUÇÃO DE LASTRO COM MATERIAL GRANULAR
1.3.4.1.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES
1.3.4.1.3	ARMAÇÃO DE PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES - MONTAGEM.
1.3.4.1.4	CONCRETAGEM DE PILARES, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.4.2	VIGAS
1.3.4.2.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO
1.3.4.2.2	ARMAÇÃO DE VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
1.3.4.2.3	CONCRETAGEM DE VIGAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO...
1.3.4.3	LAJE
1.3.4.3.1	ESCORAMENTO DE FÔRMAS DE LAJE.
1.3.4.3.2	ESCORAMENTO COM ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA.

1.3.4.3.3	MONTAGEM DE LAJE PRÉ-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS)
1.3.4.3.4	CONCRETAGEM DE LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO
1.3.5	ESTRUTURA PAVIMENTO CAIXA D'ÁGUA
1.3.5.1	PILARES
1.3.5.1.1	EXECUÇÃO DE LASTRO COM MATERIAL GRANULAR
1.3.5.1.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES
1.3.5.1.3	ARMAÇÃO DE PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES - MONTAGEM.
1.3.5.1.4	CONCRETAGEM DE PILARES, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.3.5.2	VIGAS
1.3.5.1.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO
1.3.5.1.2	ARMAÇÃO DE VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
1.3.5.1.3	CONCRETAGEM DE VIGAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO
1.4	PAREDES
1.4.1	TÉRREO
1.4.1.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29
1.4.2	PAV. SUPERIOR
1.4.2.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29
1.4.3	PAV. BOILER
1.4.3.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29
1.4.4	PAV. CAIXA D'ÁGUA
1.4.4.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29
1.5	IMPERMEABILIZAÇÃO
1.5.1	VIGAS BALDRAME
1.5.1.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE
1.5.2	ÁREAS MOLHADAS
1.5.2.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA
1.6	INSTALAÇÕES

1.6.1	TÉRREO
1.6.1.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
1.6.1.1.1	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS E CAIXAS DE PASSAGEM/ATERRAMENTO ENTERRADOS
1.6.1.1.2	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE ELETRODUTOS
1.6.1.1.3	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS PAREDES
1.6.1.1.4	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA.
1.6.1.1.5	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS, LAJE
1.6.1.1.6	INSTALAÇÃO DAS CAIXAS DE PVC, PAREDES E LAJE
1.6.1.1.7	MONTAGEM DE INTERRUPTORES
1.6.1.1.8	MONTAGEM DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
1.6.1.1.9	PASSAGEM DOS CABOS
1.6.1.2	INSTALAÇÃO DE AR-CONDICIONADO
1.6.1.2.1	INSTALAÇÃO DE SUPORTES E TUBULAÇÕES
1.6.1.2.2	PREPARAÇÃO DA REDE ELÉTRICA E DISJUNTORES PARA OS APARELHOS
1.6.1.2.3	INSTALAÇÃO DAS UNIDADES CONDENSADORAS
1.6.1.2.4	INSTALAÇÃO DAS EVAPORADORAS
1.6.1.2.5	CONEXÃO DE TUBULAÇÃO E ELÉTRICA ENTRE CONDENSADORA E EVAPORADORA
1.6.1.3	INSTALAÇÃO DA REDE DE GÁS
1.6.1.3.1	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE ELETRODUTO/TUBULAÇÃO
1.6.1.3.2	EMBUTIMENTO / ASSENTAMENTO DE PONTO DE GÁS
1.6.1.3.3	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA
1.6.1.4	INSTALAÇÃO DA REDE DE TELEFONIA, INTERNET, TELEVISÃO E AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL
1.6.1.4.1	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE FIO TELEFÔNICO
1.6.1.4.2	FIXAÇÃO DE CAIXA DE LIGAÇÃO/PASSAGEM PVC
1.6.1.4.3	INSTALAÇÃO DE CONJUNDO DE TOMADA TELEFÔNICA
1.6.1.4.4	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA
1.6.1.4.5	INSTALAÇÃO DE MÓDULOS DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO, TOMADAS, E CORTINAS

1.6.1.4.6	INSTALAÇÃO DE SENSORES DE PRESENÇA, TEMPERATURA, E SEGURANÇA
1.6.1.4.7	INSTALAÇÃO DE PAINÉIS DE CONTROLE E CENTRAIS DE AUTOMAÇÃO
1.6.1.4.8	CONFIGURAÇÃO DE REDES E INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS DE CONTROLE
1.6.1.5	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
1.6.1.5.1	INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA
1.6.1.5.1.1	FIXAÇÃO DE DE RAMAIS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
1.6.1.5.1.2	FIXAÇÃO DE TUBO PASSANTE, FIXADO EM LAJE
1.6.1.5.1.3	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.1.5.1.4	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.1.5.1.5	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.1.5.2	INSTALAÇÃO DE ÁGUA QUENTE
1.6.1.5.2.1	FIXAÇÃO DE TUBO PASSANTE, FIXADO EM LAJE
1.6.1.5.2.2	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.1.5.2.3	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS HIDRÁULICOS DE...
1.6.1.5.2.4	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.1.5.3	INSTALAÇÃO DE ESGOTO
1.6.1.5.3.1	FIXAÇÃO DE DE RAMAIS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
1.6.1.5.3.2	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.1.5.3.3	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.1.5.3.4	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS DE COLETA
1.6.1.5.4	INSTALAÇÃO PLUVIAL
1.6.1.5.4.1	FIXAÇÃO DE DE RAMAIS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
1.6.1.5.4.2	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC PARA ÁGUA PLUVIAL
1.6.1.5.4.3	FIXAÇÃO DE TUBO LINEAR DE PVC PARA ÁGUA PLUVIAL
1.6.2	PAV. SUPERIOR
1.6.2.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
1.6.2.1.1	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS E CAIXAS DE PASSAGEM ENTERRADOS
1.6.2.1.2	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS, ENTERRADOS, PAREDES E LAJE
1.6.2.1.3	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE ELETRODUTOS
1.6.2.1.4	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS PAREDES

1.6.2.1.5	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA
1.6.2.1.6	PASSAGEM DOS ELETRODUTOS, LAJE
1.6.2.1.7	INSTALAÇÃO DAS CAIXAS DE PVC, PAREDES E LAJE
1.6.2.1.8	MONTAGEM DE INTERRUPTORES
1.6.2.1.9	MONTAGEM DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
1.6.2.1.10	PASSAGEM DOS CABOS
1.6.2.2	INSTALAÇÃO DE AR-CONDICIONADO
1.6.2.2.1	INSTALAÇÃO DE SUPORTES E TUBULAÇÕES (DRENOS, TUBOS)
1.6.2.2.2	PREPARAÇÃO DA REDE ELÉTRICA E DISJUNTORES PARA OS APARELHOS
1.6.2.2.3	INSTALAÇÃO DAS UNIDADES CONDENSADORAS (EXTERNAS)
1.6.2.2.4	INSTALAÇÃO DAS EVAPORADORAS (INTERNAS)
1.6.2.2.5	CONEXÃO DE TUBULAÇÃO E ELÉTRICA ENTRE CONDENSADORA E EVAPORADORA
1.6.2.3	INSTALAÇÃO DA REDE DE GÁS
1.6.2.3.1	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE ELETRODUTO/TUBULAÇÃO
1.6.2.3.2	EMBUTIMENTO / ASSENTAMENTO DE PONTO DE GÁS
1.6.2.3.3	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA
1.6.2.4	INSTALAÇÃO DA REDE DE TELEFONIA, INTERNET, TELEVISÃO E AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL
1.6.2.4.1	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE FIO TELEFÔNICO
1.6.2.4.2	FIXAÇÃO DE CAIXA DE LIGAÇÃO/PASSAGEM PVC
1.6.2.4.3	INSTALAÇÃO DE CONJUNTO DE TOMADA TELEFÔNICA
1.6.2.4.4	ENCHIMENTO DE RASGO EM ALVENARIA/CONCRETO COM ARGAMASSA
1.6.2.4.5	INSTALAÇÃO DE MÓDULOS DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO, TOMADAS, E CORTINAS
1.6.2.4.6	INSTALAÇÃO DE SENSORES DE PRESENÇA, TEMPERATURA, E SEGURANÇA
1.6.2.4.7	INSTALAÇÃO DE PAINÉIS DE CONTROLE E CENTRAIS DE AUTOMAÇÃO
1.6.2.4.8	CONFIGURAÇÃO DE REDES E INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS DE CONTROLE
1.6.2.5	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
1.6.2.5.1	INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA

1.6.2.5.1.1	FIXAÇÃO DE TUBO PASSANTE, FIXADO EM LAJE
1.6.2.5.1.2	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.2.5.1.3	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.1.4	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.2	INSTALAÇÃO DE ÁGUA QUENTE
1.6.2.5.2.1	FIXAÇÃO DE TUBO PASSANTE, FIXADO EM LAJE
1.6.2.5.2.2	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.2.5.2.3	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.2.4	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.3	INSTALAÇÃO DE ESGOTO
1.6.2.5.3.1	FIXAÇÃO DE TUBO PASSANTE, FIXADO EM LAJE
1.6.2.5.3.2	RASGO LINEAR MANUAL EM ALVENARIA, PARA RAMAIS
1.6.2.5.3.3	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.3.4	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DO CONJUNTO DE PONTOS
1.6.2.5.4	INSTALAÇÃO PLUVIAL
1.6.2.5.4.1	FIXAÇÃO DE DE RAMAIS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
1.6.2.5.4.2	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC PARA ÁGUA PLUVIAL
1.6.2.5.4.3	FIXAÇÃO DE TUBO LINEAR DE PVC PARA ÁGUA PLUVIAL
1.7	SISTEMAS DE REVESTIMENTO
1.7.1	EXTERNO
1.7.1.1	SISTEMA DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO DE PAREDE
1.7.1.1.1	APLICAÇÃO DE EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA NAS...
1.7.1.2	SISTEMA DE REVESTIMENTO DE PISO
1.7.1.2.1	MARCAÇÃO/ESQUADRO E RECORTE DAS PEÇAS
1.7.1.2.2	APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE DE ASSENTAMENTO
1.7.1.2.3	ASSENTAMENTO E NIVELAMENTO DA PLACA CERÂMICA PARA PISO
1.7.1.2.4	APLICAÇÃO DE REJUNTE.
1.7.2	TÉRREO
1.7.2.1	SISTEMA DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO DE PAREDE
1.7.2.1.1	APLICAÇÃO DE EMBOÇO OU MASSA ÚNICA
1.7.2.2	SISTEMA DE REVESTIMENTO DE GESSO TETO
1.7.2.2.1	APLICAÇÃO DE GESSO

1.7.2.2.2	SARRAFEAMNETO E ACABAMENTO
1.7.2.3	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO PISO
1.7.2.3.1	MARCAÇÃO/ESQUADRO E RECORTE DAS PEÇAS
1.7.2.3.2	APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE DE ASSENTAMENTO
1.7.2.3.3	ASSENTAMENTO E NIVELAMENTO DA PLACA CERÂMICA PARA PISO
1.7.2.3.4	APLICAÇÃO DE REJUNTE.
1.7.2.4	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDE
1.7.2.4.1	MARCAÇÃO/ESQUADRO E RECORTE DAS PEÇAS
1.7.2.4.2	APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE DE ASSENTAMENTO
1.7.2.4.3	ASSENTAMENTO E NIVELAMENTO DA PLACA CERÂMICA PARA PISO
1.7.2.4.4	APLICAÇÃO DE REJUNTE.
1.7.3	PAV. SUPERIOR
1.7.3.1	SISTEMA DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO DE PAREDE
1.7.3.1.1	APLICAÇÃO DE EMBOÇO OU MASSA ÚNICA
1.7.3.2	SISTEMA DE REVESTIMENTO DE GESSO TETO
1.7.3.2.1	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO PISO
1.7.3.3	MARCAÇÃO/ESQUADRO E RECORTE DAS PEÇAS
1.7.3.3.1	APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE DE ASSENTAMENTO
1.7.3.3.2	ASSENTAMENTO E NIVELAMENTO DA PLACA CERÂMICA PARA PISO
1.7.3.3.3	APLICAÇÃO DE REJUNTE
1.7.3.3.4	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDE
1.7.3.4	MARCAÇÃO / MOTAGEM DA RÉGUA GUIA, E RECORTE DAS PEÇAS
1.7.3.4.1	APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE DE ASSENTAMENTO
1.7.3.4.2	ASSENTAMENTO E NIVELAMENTO DA PLACA CERÂMICA PARA PAREDE
1.7.3.4.3	APLICAÇÃO DE REJUNTE
1.7.3.4.4	FORRO
1.8	TÉRREO
1.8.1	INSTALAÇÃO DE FORRO DE GESSO
1.8.1.1	MARCAÇÃO DO NÍVEL E PONTOS, E EXTRUTURAÇÃO DOS PERFIS PERIMETRAIS
1.8.1.1.1	FIXAÇÃO DAS CHAPAS DE GESSO
1.8.1.1.2	ACABAMENTO DO TIPO SANCA, TABICA OU REBAIXO
1.8.1.1.3	PAV. SUPERIOR
1.8.2	INSTALAÇÃO DE FORRO DE GESSO

1.8.2.1	MARCAÇÃO DO NÍVEL E PONTOS, E EXTRUTURAÇÃO DOS PERFIS PERIMETRAIS
1.8.2.1.1	MARCAÇÃO DO NÍVEL E PONTOS, E EXTRUTURAÇÃO DOS PERFIS PERIMETRAIS
1.8.2.1.2	FIXAÇÃO DAS CHAPAS DE GESSO
1.8.2.1.3	ACABAMENTO DO TIPO SANCA, TABICA OU REBAIXO
1.9	PINTURA
1.9.1	TÉRREO
1.7.1.3	PINTURA INTERNA
1.7.1.3.1	APLICAÇÃO DE MASSA CORRIDA PARA REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DAS PAREDES
1.7.1.3.2	APLICAÇÃO DE TINTA LATEX OU PVA NAS PAREDES
1.9.2	PAV. SUPERIOR
1.7.2.3	PINTURA INTERNA
1.7.2.3.1	APLICAÇÃO DE MASSA CORRIDA PARA REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DAS PAREDES
1.7.2.3.2	APLICAÇÃO DE TINTA LATEX OU PVA NAS PAREDES
1.7.3	FACHADAS
1.7.3.2	PINTURA EXTERNA
1.7.3.2.1	APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA PARA REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DAS PAREDES
1.7.3.2.2	APLICAÇÃO DE TINTA ACRÍLICA NAS PAREDES
1.10	ESQUADRIAS
1.10.1	TÉRREO
1.10.1.2	JANELAS
1.10.1.2.1	ASSENTAMENTO DE SOLEIRA / PEITORIL – COZINHA
1.10.1.2.2	CHUMBAMNETO DE CONTRAMARCO
1.10.1.2.3	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / JANELAS COMUNS
1.10.1.2.4	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / JANELAS AUTOMATIZADAS
1.10.1.3	PORTAS
1.10.1.3.1	CHUMBAMNETO DE CONTRAMARCO
1.10.1.3.2	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / PORTAS COMUNS
1.10.1.3.3	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / PORTAS AUTOMATIZADAS
1.10.2	PAV. SUPERIOR
1.10.2.1	JANELAS
1.10.2.1.1	CHUMBAMNETO DE CONTRAMARCO

1.10.2.1.2	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / JANELAS COMUNS
1.10.2.2	PORTAS
1.10.2.2.1	CHUMBAMNETO DE CONTRAMARCO
1.10.2.2.2	INSTALAÇÃO DAS ESQUADRIAS / PORTAS COMUNS
1.11	ACABAMENTO
1.11.1	INSTALAÇÃO DE BANCADAS
1.11.2	INSTALAÇÃO DE LOUÇAS
1.11.3	INSTALAÇÃO DE METAIS
1.11.4	INSTALAÇÃO DE BANHEIROS
1.11.5	INSTALAÇÃO DE CORRIMÃO PARA ESCADA
1.11.6	INSTALAÇÃO DE GUARDA CORPO PARA SACADA
1.12	TELHADO
1.12.1	ESTRUTURA
1.12.2	COBERTURA
1.12.3	INSTALAÇÃO DE CALHAS E RUFOS
1.13	SERVIÇOS COMPLEMENTARES
1.13.1	LIMPEZA FINAL
1.13.2	ENTREGA DA OBRA