INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Campus Porto Velho Calama
Coordenação do Curso de Engenharia Civil

JOÃO LUCAS BELARMINO GONSALVES

EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE QUANTITATIVOS EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE EDIFICAÇÕES DESENVOLVIDOS EM BIM

PORTO VELHO - RO
2026

JOÃO LUCAS BELARMINO GONSALVES

EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE QUANTITATIVOS EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE EDIFICAÇÕES DESENVOLVIDOS EM BIM

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus Porto Velho Calama*, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação do professor Dr. Allan Rodrigues Augusto.

PORTO VELHO - RO
2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Gonsalves, João Lucas Belarmino.

Extração e análise de quantitativos em projetos arquitetônicos de edificações desenvolvidos em BIM / João Lucas Belarmino Gonsalves. - Porto Velho, 2026.
104 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Allan Rodrigues Augusto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2026.

1.

BIM. 2. CAD. 3. Extração de quantitativos. 4. Projeto arquitetônico. 5. Revit. I. Augusto, Allan Rodrigues (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Miria Santana Veiga, CRB-11/898

JOÃO LUCAS BELARMINO GONSALVES

EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE QUANTITATIVOS EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE EDIFICAÇÕES DESENVOLVIDOS EM BIM

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus Porto Velho Calama*, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação do professor Dr. Allan Rodrigues Augusto.

Aprovado em: 19/11/2026 pela banca examinadora.

gov.br Documento assinado digitalmente
VALERIA COSTA DE OLIVEIRA
Data: 24/11/2026 17:07:32-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Membro da Banca

gov.br Documento assinado digitalmente
LEONE AUGUSTO BEZERRA LEITAO
Data: 24/11/2026 21:47:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Membro da Banca

gov.br Documento assinado digitalmente
ALLAN RODRIGUES AUGUSTO
Data: 24/11/2026 15:00:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Orientador

Dedico este trabalho à minha esposa, pelo amor, compreensão e companheirismo na reta final da graduação; aos meus pais e ao meu irmão, pelo apoio e incentivo desde o início desta jornada; ao meu orientador, pela dedicação e pelos conhecimentos compartilhados; e aos professores, pela disponibilidade e contribuição à minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de trilhar esta jornada e por ter me sustentado em cada etapa, desde o ingresso no Curso Técnico em Edificações, no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), em 2019, até a graduação em Engenharia Civil, na mesma instituição, em 2026. Agradeço pela força nos momentos de dificuldade, pela sabedoria diante dos desafios, pela saúde e pela fé que me permitiram perseverar até aqui.

À minha esposa, Lígia Bibá Gomes Pinho, que passou a compartilhar esta caminhada comigo na reta final da graduação, agradeço pelo amor, paciência, compreensão e companheirismo. Em meio à rotina exaustiva de trabalho e faculdade, encontrei em você acolhimento, tranquilidade e motivação para continuar. Nossa união tornou essa etapa ainda mais especial, e ter você ao meu lado fez com que os desafios se tornassem mais leves e as conquistas ainda mais significativas. Obrigado por ser meu refúgio e por compartilhar comigo a conclusão desta etapa.

Aos meus pais, Aparecido Gonsalves e Veranilce Belarmino de Castro Gonsalves, e ao meu irmão, Heinric Belarmino Gonsalves, expresso minha profunda gratidão pelo amor, incentivo e apoio incondicional desde os primeiros passos na área da construção civil. Ainda aos 12 anos, quando decidi realizar meu primeiro curso de AutoCAD, um ano antes de ingressar no IFRO, vocês já acreditavam nos meus sonhos e me incentivavam a seguir em frente. Agradeço por cada oração, por toda ajuda nas atividades acadêmicas e, principalmente, por terem sido meu porto seguro, oferecendo força e amparo sempre que precisei.

Aos professores que fizeram parte da minha formação, desde o Curso Técnico em Edificações, em 2019, até a graduação em Engenharia Civil, expresso minha sincera gratidão. Obrigado pelos ensinamentos, conselhos, orientações e experiências compartilhadas ao longo desses anos. Mais do que conhecimentos técnicos, levo comigo as conversas, as confraternizações, as boas risadas e as lições que contribuíram não apenas para minha formação profissional, mas também para meu crescimento pessoal.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Allan Rodrigues Augusto, agradeço pela dedicação, paciência e disponibilidade durante o desenvolvimento deste trabalho, desde as primeiras etapas do Projeto de Pesquisa até a conclusão desta monografia. Sou especialmente grato pelas orientações, pelos conselhos e pelas contribuições que me ajudaram a aprimorar minha escrita, minha comunicação e minha capacidade de expressão acadêmica. Seu acompanhamento foi fundamental para a concretização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos os amigos, colegas e familiares que fizeram parte desta trajetória. A cada palavra de incentivo, gesto de apoio e momento compartilhado, minha sincera gratidão. Cada um, à sua maneira, contribuiu para que esta conquista fosse possível.

A todos vocês, que fizeram parte desta caminhada, minha imensa gratidão.

“Seria bom que a engenharia não fosse tão comumente vista, ou até mesmo definida, como a arte de construir. [...] É a arte de fazer bem, com um dólar, aquilo que qualquer pessoa sem habilidade faria, de alguma forma, com dois.” (Wellington, 1887, p. 1, tradução nossa).

RESUMO

A extração de quantitativos fundamenta o orçamento de obras, e o levantamento manual em CAD e a extração automatizada em BIM diferem quanto ao esforço, aos erros e à informação exigida do projeto. Este trabalho compara os dois métodos na quantificação de uma residência unifamiliar térrea, baseada no projeto-padrão R1N da NBR 12721, para analisar de que maneira a metodologia BIM interfere nesse processo. O projeto foi modelado no Revit 2025 e quantificado no AutoCAD 2025 e no Revit, com os mesmos critérios de medição e com insumos calculados pelos coeficientes do SINAPI, sem preços. Foram registrados os erros, o tempo, a qualificação exigida e os riscos, e foram simuladas duas alterações de projeto. Dos 17 itens comparados, 9 coincidiram em duas casas decimais, 4 diferiram em até 0,12 m² (ou m³) por arredondamento ou critério de medição e 4, todos nas paredes (alvenaria de 10 e de 20 cm, revestimento e pintura), apresentaram diferenças de 3,79% a 12,73% que não foram conciliadas. No CAD não houve erro registrado, e as três ocorrências do BIM foram na garagem. A quantificação levou 02:33:16 no CAD e 00:00:54 no BIM, sem contar a modelagem, e o BIM atualizou automaticamente as tabelas parametrizadas nas simulações. Em seguida, esses resultados foram reunidos em uma matriz de risco, com probabilidade e impacto na mesma escala para os dois métodos: o CAD teve um risco de nível alto, o item não medido (a cumeeira), e o BIM teve quatro, ligados ao erro de modelagem, ao critério de medição, à informação ausente e ao item não modelado. Assim, a metodologia BIM desloca o esforço da medição manual para a modelagem e a parametrização, e os riscos da atualização manual para a modelagem e a informação do modelo, de modo que a qualidade do quantitativo passa a depender da informação definida nele. Os resultados, restritos a um projeto e a um operador, não indicam a superioridade de um método.

PALAVRAS-CHAVE: BIM; CAD; extração de quantitativos; projeto arquitetônico; Revit.

ABSTRACT

The extraction of quantities is fundamental to the budgeting of construction projects, and manual CAD surveying and automated BIM extraction differ in terms of effort, errors, and the information required from the project. This work compares the two methods in the quantification of a single-family, single-story residence, based on the NBR 12721 standard project R1N, to analyze how the BIM methodology interferes in this process. The project was modeled in Revit 2025 and quantified in AutoCAD 2025 and Revit, using the same measurement criteria and with inputs calculated using SINAPI coefficients, without prices. Errors, time, required qualifications, and risks were recorded, and two project changes were simulated. Of the 17 items compared, 9 coincided within two decimal places, 4 differed by up to 0.12 m² (or m³) due to rounding or measurement criteria, and 4, all on the walls (10 and 20 cm masonry, cladding, and paint), showed differences of 3.79% to 12.73% that could not be reconciled. No errors were recorded in the CAD model, and the three BIM occurrences were in the garage. Quantification took 2 hours, 33 minutes, and 16 seconds in the CAD model and 54 minutes in the BIM model, not including modeling, and the BIM automatically updated the parameterized tables in the simulations. These results were then combined into a risk matrix, with probability and impact on the same scale for both methods: the CAD model had one high-level risk, the unmeasured item (the ridge), and the BIM model had four, linked to modeling error, measurement criteria, missing information, and the unmodeled item. Thus, the BIM methodology shifts the effort from manual measurement to modeling and parameterization, and the risks of manual updating to modeling and model information, so that the quality of the quantity take-off comes to depend on the information defined within it. The results, limited to a project and an operator, do not indicate the superiority of one method over another.

KEYWORDS: BIM; CAD; quantity takeoff; architectural design; Revit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Níveis de Desenvolvimento no processo BIM. 26
Figura 2: Parede representada em baixo e alto nível de detalhe. 28
Figura 3: Dimensões do BIM no ciclo de vida da edificação. 30
Figura 4: Comparação entre CAD e BIM. 33
Figura 5: Configuração paramétrica das camadas de uma parede no Revit. 35
Figura 6: Parâmetros de uma janela vinculada à parede hospedeira. 36
Figura 7: Etapas do levantamento de quantitativos em CAD e BIM. 38
Figura 8: Comparativo entre gestão fragmentada e interoperabilidade BIM. 41
Figura 9: Parede genérica sem camadas e materiais definidos no Revit. 43
Figura 10: Parede de *drywall* com camadas e materiais definidos no Revit. 43
Figura 11: Fluxograma da metodologia. 48
Figura 12: Estrutura do LOIN adotado. 49
Figura 13: Matriz de risco do CAD. 74
Figura 14: Matriz de risco do BIM. 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fases de implementação do BIM segundo o Decreto nº 10.306/2020. 20
Quadro 2: Instrumentos normativos e institucionais relacionados ao BIM. 23
Quadro 3: Exemplos de requisitos de informação para a extração de quantitativos. 29
Quadro 4: Dimensões do BIM e informações exigidas no modelo arquitetônico. 31
Quadro 5: Itens quantificados, critérios de medição e insumos. 52
Quadro 6: Classificação das divergências. 54
Quadro 7: Estrutura de comparação entre os métodos. 55
Quadro 8: Escalas de probabilidade e de impacto. 56
Quadro 9: Requisitos de informação (LOIN) e situação do modelo. 57
Quadro 10: Quantitativos obtidos no CAD e BIM. 58
Quadro 11: Insumos obtidos no CAD e no BIM. 62
Quadro 12: Divergências, erros e correções. 64
Quadro 13: Efeito da informação do modelo sobre a extração. 66
Quadro 14: Previsão dos efeitos de cada alteração. 67
Quadro 15: Atualização dos quantitativos após as alterações. 69
Quadro 16: Tempo de quantificação. 70
Quadro 17: Qualificação exigida em cada etapa. 71
Quadro 18: Probabilidade, impacto e nível dos riscos por método. 73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	Instituto Americano de Arquitetos
BIM	Modelagem da Informação da Construção
BIM BR	Estratégia Nacional de Disseminação da Modelagem da Informação
CAD	Desenho Assistido por Computador
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CUB	Custo Unitário Básico
DWG	Formato de arquivo de desenho do AutoCAD (*Drawing*)
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EN	Norma Europeia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	Classes de Fundação da Indústria
IFRO	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
ISO	Organização Internacional de Normalização
LOD	Nível de Desenvolvimento
LOG	Nível de Geometria
LOI	Nível de Informação
LOIN	Nível de Necessidade de Informação
NBR	Norma Brasileira
NIBS	Instituto Nacional de Ciências da Construção
PVA	Poliacetato de Vinila
PVC	Policloreto de Vinila
R1N	Residência Unifamiliar de Padrão Normal
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 Objetivos 17
1.1.1 Objetivo geral 17
1.1.2 Objetivos específicos 17

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 18

2.1 Evolução dos sistemas de informação: da prancheta ao BIM 18
2.2 Conceituação e evolução do *Building Information Modeling* 19
2.3 Cenário normativo e institucional do BIM no Brasil 19
2.3.1 Estratégia BIM BR e os Decretos nº 11.888/2024 e nº 10.306/2020 20
2.3.2 Lei nº 14.133/2021 e o uso preferencial do BIM 21
2.3.3 Normas técnicas da ABNT 22
2.4 Quantitativos e bases de referência 23
2.4.1 O levantamento de quantitativos e sua importância 23
2.4.2 O CUB e os projetos padrão da NBR 12721 24
2.4.3 SINAPI e a Estrutura Analítica de Projeto 25
2.5 Níveis de desenvolvimento e de necessidade de informação 25
2.5.1 Nível de Desenvolvimento (LOD) 25
2.5.2 Nível de Necessidade de Informação (LOIN) 27
2.5.3 LOD e LOIN aplicados à quantificação 29
2.6 Dimensões do BIM 30
2.6.1 BIM 3D: modelagem paramétrica do projeto arquitetônico 31
2.6.2 BIM 4D: planejamento 32
2.6.3 BIM 5D: quantitativos e orçamentação 32
2.6.4 BIM 6D e 7D: sustentabilidade, gestão e manutenção 34
2.7 Parametrização de elementos e estruturação das informações no BIM 34
2.8 Ferramentas utilizadas: Autodesk AutoCAD e Autodesk Revit 36
2.9 Quantificação em CAD e em BIM 37
2.9.1 Levantamento manual em ambiente CAD 37
2.9.2 Extração automatizada em ambiente BIM 37
2.9.3 Critérios de medição, conferência e tempo 38
2.9.4 Impacto na gestão de projeto 39
2.10 Interoperabilidade de informações em BIM 40
2.11 Limitações e desafios na extração automatizada de quantitativos 41
2.12 Estudos correlatos 44
2.13 Síntese da revisão bibliográfica 45

3 METODOLOGIA 46

3.1 Classificação da pesquisa 46
3.2 Objeto de estudo 46
3.3 Ferramentas utilizadas 47
3.4 Etapas da pesquisa 48
3.4.1 Definição dos requisitos de informação 48

3.4.2 Modelagem e exportação para DWG 49
3.4.3 Levantamento em ambiente CAD 50
3.4.4 Extração em ambiente BIM 50
3.4.5 Simulação de alteração de projeto 51
3.5 Itens e insumos quantificados 51
3.6 Registro do tempo 54
3.7 Tratamento e análise de dados 54
3.8 Limitações do método 56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 57
4.1 Requisitos de informação e modelo desenvolvido 57
4.2 Quantitativos obtidos nos dois métodos 58
4.3 Insumos obtidos nos dois métodos 61
4.4 Divergências, erros e correções 64
4.5 Efeito da parametrização incompleta 65
4.6 Simulação de alteração de projeto 67
4.7 Tempo de quantificação 70
4.8 Matriz de risco 72
4.9 Síntese e resposta à questão de pesquisa 77
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 79
5.1 Síntese dos resultados 79
5.2 Atendimento aos objetivos específicos 81
5.3 Limitações da pesquisa 82
5.4 Recomendações e trabalhos futuros 82
6 REFERÊNCIAS 84
APÊNDICE A: MEMORIAL DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS EM CAD 89
APÊNDICE B: PRANCHAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO DO REVIT 102

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a construção civil vivencia um movimento de quebra de paradigmas, especialmente nos procedimentos relacionados às etapas de projeto, gestão e manutenção de edificações. Esse movimento tem sido impulsionado pela necessidade de reduzir custos, atender a novas exigências normativas e incorporar critérios de sustentabilidade aos empreendimentos. Nesse cenário, a forma como a informação é produzida, organizada e compartilhada ao longo do projeto assume importância crescente para o desempenho das etapas seguintes da obra e do ciclo de vida das edificações.

Durante muitos anos, essa informação foi registrada por meio do desenho assistido por computador (*Computer-Aided Design*, CAD), que se consolidou como ferramenta de documentação técnica e continua amplamente utilizada no mercado. Sua lógica, porém, é a representação gráfica por linhas e camadas (*layers*), sem que propriedades técnicas estejam associadas aos elementos desenhados (Ferreira; Santos, 2007). O *Building Information Modeling* (BIM) propõe outra abordagem: o projeto passa a ser construído como um modelo digital que reúne informações geométricas e não geométricas, contribuindo para o planejamento e a execução das obras e para o atendimento de exigências como prazos menores, economia e eficácia nas fases de uso e conservação (Sacks *et al*., 2021).

No Brasil, a relevância dessa metodologia foi reconhecida pelo Decreto nº 10.306/2020, que estabeleceu, de forma gradual, a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e entidades da administração pública federal (Brasil, 2020).

Entre as aplicações do BIM, a extração de quantitativos merece atenção especial. Ela consta entre os usos mínimos do BIM previstos no Decreto nº 10.306/2020 desde a primeira fase de implementação (Brasil, 2020). A quantificação de materiais e serviços é uma etapa essencial do planejamento de obras, pois fornece a base de informações necessárias para o orçamento de obras e serviços de engenharia. No levantamento tradicional, realizado por medição manual, por meio de plantas em ambiente CAD, o processo é trabalhoso, demanda tempo da equipe e exige novo levantamento a cada alteração de projeto (Alder, 2006; Witicovski, 2011), podendo comprometer a qualidade dos resultados. Em contrapartida, a extração de

medidas, áreas e volume a partir de um modelo paramétrico reduz a dependência da quantificação manual (Badra; Cozza, 2018).

Contudo, essa vantagem não decorre da simples adoção do software. A confiabilidade dos dados extraídos depende da forma como o modelo é construído, isto é, do nível de detalhamento e do correto preenchimento dos parâmetros de cada elemento, pois é essa estrutura de informação que faz do modelo um banco de dados (Ribeiro; César Júnior, 2021).

O Nível de Desenvolvimento (*Level of Development*, LOD) classifica o modelo em níveis predefinidos de desenvolvimento; já o Nível de Necessidade de Informação (*Level of Information Need*, LOIN) parte de outra pergunta: qual informação, e com que qualidade, é necessária para a finalidade a que o modelo se destina (ISO, 2024). Modelos com informações incompletas ou pouco detalhadas, como os de LOD mais baixo, entregam apenas estimativas aproximadas (CBIC, 2016).

Aplicada à quantificação, essa lógica indica que não basta a geometria estar correta, pois materiais, camadas e acabamentos também precisam estar definidos para que o dado extraído seja utilizável. Além disso, a extração precisa ser planejada de acordo com as práticas da construção civil, como a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) (Cabral, 2023). Resta saber até que ponto os números gerados automaticamente são confiáveis e de que maneira falhas de modelagem repercutem nas tabelas finais.

O BIM costuma ser descrito por dimensões, que indicam o tipo de informação agregada ao modelo geométrico (Ribeiro, 2023). A terceira dimensão (3D) corresponde à modelagem geométrica e paramétrica tridimensional; a quarta (4D) inclui o tempo, com o cronograma, a sequência de execução e o planejamento da obra; e a quinta (5D) inclui os custos, com a orçamentação e a extração automática de quantitativos e de insumos. Esta pesquisa situa-se entre a terceira e a quinta dimensões: o modelo 3D é a base da qual se extraem os quantitativos e os insumos, e a 5D é tratada somente até essa etapa, sem preços nem orçamento. A dimensão 4D é citada apenas como contexto, e o tempo analisado é o da quantificação, e não o do planejamento da obra.

Diante desse cenário, a pesquisa é orientada pela seguinte questão: de que maneira a utilização da metodologia BIM interfere no processo de extração e análise de quantitativos em projetos de edificações, quando comparada ao levantamento

tradicional realizado em ambiente CAD? A questão é pertinente porque o orçamento e a aquisição de materiais dependem da quantificação. Verificar, na prática, em que condições os resultados são confiáveis e como a medição se diferencia nos dois ambientes oferece a estudantes e profissionais um exemplo documentado para apoiar a escolha do método.

Como a escolha do método envolve não apenas os valores obtidos, mas também a possibilidade de erro, esta pesquisa avalia os riscos associados ao CAD e ao BIM por meio de uma matriz de risco. Cada risco recebe uma nota de probabilidade, definida pelas ocorrências registradas no estudo, e uma nota de impacto, definida pelo efeito sobre o quantitativo do item afetado. O produto das duas classifica o risco em baixo, médio ou alto, com a mesma escala para os dois métodos. A matriz organiza os erros registrados na quantificação e nas alterações de projeto e indica onde cada método concentra os seus riscos e quais controles os reduziriam, de modo que os valores comparados sejam lidos em conjunto com a confiabilidade de cada procedimento.

A pesquisa não pretende estabelecer a superioridade de uma ferramenta, mas evidenciar as vantagens, as limitações e as condições necessárias à qualidade do quantitativo de cada método. Os insumos são calculados com os coeficientes do SINAPI, sem preços. Ficam fora do escopo o orçamento e os projetos complementares, e a pesquisa se restringe à arquitetura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a extração de quantitativos e de insumos de um projeto arquitetônico residencial unifamiliar, comparando o levantamento manual em ambiente CAD com a extração automatizada em ambiente BIM, a fim de identificar o que cada método permite e exige para produzir dados de qualidade.

1.1.2 Objetivos específicos

a. Definir, com base no Nível de Necessidade de Informação (LOIN), os requisitos de informação necessários à quantificação dos itens de arquitetura, estabelecendo o parâmetro para comparar os procedimentos de mensuração no AutoCAD e no Revit;
b. Comparar o tempo e o nível de qualificação exigidos pelos dois métodos na quantificação, a partir de uma estrutura de comparação organizada em preparo, organização e resultados;
c. Avaliar os benefícios e os riscos associados à escolha de cada método, por meio de uma matriz de risco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução dos sistemas de informação: da prancheta ao BIM

Historicamente, o desenvolvimento de projetos na construção civil ocorria de forma manual, com o uso de réguas, esquadros e outros instrumentos técnicos, exigindo dos profissionais um esforço considerável de abstração mental para visualizar a volumetria da edificação a partir de plantas e cortes isolados (CBIC, 2016). A introdução dos sistemas de desenho assistido por computador (CAD) representou o primeiro grande avanço tecnológico, ao otimizar a edição gráfica, a reprodução e o armazenamento digital dos projetos (CBIC, 2016).

A tecnologia, contudo, manteve a lógica analógica da prancheta tradicional, limitando-se à representação bidimensional por meio de linhas estáticas e camadas (*layers*), sem a incorporação de propriedades técnicas aos elementos desenhados (Ferreira; Santos, 2007). No CAD, as especificações de materiais e acabamentos costumam ser registradas em textos, legendas e quadros separados do desenho, obrigando o profissional a associá-las manualmente aos elementos representados. Como as informações ficam dispersas em desenhos distintos, a identificação de interferências entre a arquitetura e as demais disciplinas depende da recomposição mental dos desenhos pelos projetistas. Isso favorece análises parciais e ambiguidades e eleva o risco de omissões (Ferreira; Santos, 2007).

As falhas não detectadas na fase conceitual resultam, com frequência, em retrabalhos, perdas de material e acréscimos de custo durante a execução (Witicovski, 2011; CBIC, 2016). Essas limitações não retiraram o CAD do mercado. Por sua difusão e pela familiaridade das equipes, ele permanece como uma das principais ferramentas de documentação técnica do setor. O que mudou foi a demanda por informação associada aos elementos de projeto, e o BIM responde a essa demanda de um modo que vai além da simples atualização de softwares gráficos (Campestrini *et al*., 2015).

Nessa abordagem, a edificação é construída virtualmente por meio de objetos paramétricos com propriedades físicas, informações e dimensões, formando um banco de dados integrado (Succar, 2009). Esse banco de dados centralizado substitui as trocas isoladas por um modelo compartilhado e favorece a integração e a consistência dos dados extraídos (Pissarra, 2010).

2.2 Conceituação e evolução do *Building Information Modeling*

A maneira de pensar e executar obras na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) vem se transformando com a digitalização dos processos de projeto. Nesse contexto, o BIM se fortalece ao deixar de tratar o computador apenas como gerador de representações gráficas em três dimensões e ao transformar o projeto em um processo de trabalho integrado.

Eastman *et al*. (2014) descrevem o BIM como uma filosofia de trabalho voltada à colaboração, na qual os profissionais constroem juntos um modelo virtual com dados reais da obra, e alertam que encarar a tecnologia apenas como um software novo é um equívoco, pois o BIM é uma atividade humana, que exige mudanças profundas na indústria e cria novas formas de produzir e analisar informações. Succar (2009) segue linha semelhante e defende que a metodologia só atinge seu potencial máximo quando há interação constante entre as políticas da organização, os processos da equipe e as tecnologias escolhidas.

Assim, o BIM deve ser compreendido como uma nova abordagem de desenvolvimento de empreendimentos. Ele acompanha todas as etapas do ciclo de vida da edificação, da definição inicial e da concepção ao detalhamento e ao planejamento, passando pela orçamentação e pela construção, até o uso, a manutenção e, por fim, as reformas ou a demolição (Campestrini *et al*., 2015). Isso mostra que o BIM não se restringe à fase de projeto: cada etapa extrai do modelo as informações de que necessita, entre elas os quantitativos que sustentam a orçamentação. Por essa abrangência, a metodologia passou a ser objeto de políticas públicas.

2.3 Cenário normativo e institucional do BIM no Brasil

A adoção do BIM no Brasil é influenciada por políticas públicas, instrumentos legais e normas técnicas, que definem o contexto em que a metodologia é aplicada e, em parte, os requisitos de informação que os modelos devem atender.

Esse contexto interessa à pesquisa porque a política pública leva o BIM às contratações do setor público, e as normas orientam a forma de organizar a informação do modelo, o que se relaciona com os requisitos necessários à quantificação.

2.3.1 Estratégia BIM BR e os Decretos nº 11.888/2024 e nº 10.306/2020

A disseminação do BIM no Brasil vem sendo conduzida por uma política pública própria, a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*, conhecida como Estratégia BIM BR. Instituída em 2018, ela foi reeditada pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, a que o Decreto nº 10.306/2020 faz referência (Brasil, 2020).

No âmbito dessa Estratégia, o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, estabeleceu a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia dos órgãos e entidades da administração pública federal, com implementação gradual em três fases, vinculando suas ações de disseminação ao Ministério da Defesa e ao Ministério da Infraestrutura e permitindo a adoção pelos demais órgãos (Brasil, 2020). O Quadro 1 resume as fases e os usos mínimos do BIM.

Quadro 1: Fases de implementação do BIM segundo o Decreto nº 10.306/2020.

FASE	INÍCIO	ABRANGÊNCIA	USO DO BIM PREVISTO
Primeira	1º de janeiro de 2021	Projetos de arquitetura e engenharia de construções novas, ampliações ou reabilitações de grande relevância para a disseminação do BIM	Modelagem de arquitetura e das disciplinas de engenharia (estruturas e instalações), compatibilização, extração de quantitativos e produção da documentação gráfica a partir do modelo.
Segunda	1º de janeiro de 2024	Execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e gestão de obras de construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações de grande relevância	Além dos usos da primeira fase, orçamentação, planejamento e controle da execução e atualização do modelo conforme executado.
Terceira	1º de janeiro de 2028	Projetos de arquitetura e engenharia e gestão de obras de média ou grande relevância	Além dos usos anteriores, gerenciamento e manutenção da edificação depois de construída.

Fonte: Autor, 2026, com base em Brasil, 2020, art. 4º.

A relevância dos empreendimentos é definida por ato dos órgãos vinculados, e o decreto admite que a aplicação do BIM se restrinja às disciplinas compatíveis com o empreendimento (Brasil, 2020). Para esta pesquisa, interessa destacar que a extração de quantitativos consta entre os usos mínimos do BIM desde a primeira fase, e que a orçamentação, que depende desses quantitativos, é incluída na segunda.

Cabe ao contratante especificar o nível de detalhe e de informação dos modelos conforme os usos pretendidos. Os arquivos devem ser entregues em formato aberto, e o contratante pode exigir, também, outro formato (Brasil, 2020, art. 6º e art. 8º). Em janeiro de 2024, o Decreto nº 11.888 atualizou a Estratégia BIM BR, voltada a criar condições favoráveis ao investimento e à difusão do BIM no país, instituiu o Comitê Gestor e revogou o decreto de 2019 (Brasil, 2024a).

O Decreto nº 10.306/2020 permanece em vigor e coexiste com o de 2024, com funções complementares: o de 2024 estabelece as diretrizes estratégicas nacionais para a disseminação do BIM, e o de 2020 define as regras e as etapas de implementação do BIM em obras e serviços de engenharia dos órgãos e entidades federais abrangidos (Brasil, 2020, 2024a).

O plano de trabalho da Nova BIM BR para o período de 2025 a 2027, deliberado pelo Comitê Gestor em novembro de 2024, distribui as ações em três eixos. O primeiro trata da organização da própria administração pública para adotar o BIM, o segundo da capacitação e da formação de profissionais e o terceiro do incentivo à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação (Brasil, 2024b).

No primeiro eixo, constam a revisão proposta para o Decreto nº 10.306/2020, a elaboração de um manual com os requisitos mínimos de informação para empreendimentos públicos em todo o ciclo de vida e a adequação dos sistemas de custos SINAPI e SICRO ao uso do BIM (Brasil, 2024b). Esses itens mostram que a definição da informação necessária ao modelo e a relação entre o modelo digital e as bases de custos fazem parte do processo de adoção do BIM no setor público.

2.3.2 Lei nº 14.133/2021 e o uso preferencial do BIM

A Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos também trata da metodologia. O § 3º do art. 19 determina que, nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, será adotada preferencialmente a Modelagem da Informação da Construção, ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la, sempre que isso for adequado ao objeto da licitação (Brasil, 2021).

O mesmo artigo prevê, entre os deveres dos órgãos com competências regulamentares, a promoção da adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia (Brasil, 2021).

Desde 30 de dezembro de 2023, a Lei nº 14.133/2021 é a norma que rege as licitações e os contratos dos órgãos públicos brasileiros, depois da revogação das leis anteriores (Brasil, 2021). O plano de trabalho da Nova BIM BR inclui, ainda, a proposta de minuta de regulamentação do art. 19 (Brasil, 2024b).

2.3.3 Normas técnicas da ABNT

No campo das normas técnicas, a NBR 15965 estabelece o sistema de classificação da informação da construção, cuja primeira parte, sobre terminologia e estrutura, foi publicada em julho de 2011 (ABNT, 2011). A parte 7 (NBR 15965-7) apresenta a estrutura de classificação das informações utilizadas na criação e na manutenção de um objeto construído, para aplicação na modelagem da informação da construção pela indústria da AEC (ABNT, 2015). Classificar a informação de forma padronizada favorece sua identificação e seu agrupamento consistente no modelo, o que se relaciona com a informação alfanumérica necessária à quantificação.

A série NBR ISO 19650 trata da gestão da informação por meio do BIM. Sua Parte 1 estabelece os conceitos e fundamentos para a gestão da informação no estágio de maturidade descrito como modelagem da informação da construção, e a Parte 2 trata da fase de entrega de ativos, ambas publicadas pela ABNT em maio de 2022 (ABNT, 2022a, 2022b).

Seu princípio é que a informação seja especificada conforme a finalidade a que se destina, e não produzida em excesso. Para isso, a série atribui ao contratante a definição prévia dos requisitos de informação e às equipes de projeto a responsabilidade de atendê-los, de modo que cada entrega tenha um propósito conhecido (ABNT, 2022b). Esta pesquisa segue essa mesma ordem, em escala reduzida, ao definir os requisitos antes da modelagem e da quantificação.

É dessa série que se origina o conceito de Nível de Necessidade de Informação, apresentado na seção 2.5.2 e adotado nesta pesquisa como referência para os requisitos de informação do modelo. O Quadro 2 reúne os instrumentos legais e normativos discutidos nesta seção.

Quadro 2: Instrumentos normativos e institucionais relacionados ao BIM.

INSTRUMENTO	NATUREZA	CONTRIBUIÇÃO PARA O TEMA
Decreto nº 11.888/2024	Decreto federal	Atualiza a Estratégia BIM BR e fixa diretrizes nacionais de disseminação
Decreto nº 10.306/2020	Decreto federal	Define fases de uso do BIM em obras e serviços de engenharia federais, com extração de quantitativos entre os usos mínimos desde a primeira fase
Lei nº 14.133/2021, art. 19	Lei federal	Prevê o uso preferencial do BIM nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura
NBR 15965	Norma técnica brasileira	Classificação da informação da construção para a modelagem
NBR ISO 19650 (Partes 1 e 2)	Norma técnica brasileira	Gestão da informação por meio do BIM
ISO 7817-1:2024	Norma internacional	Conceitos e princípios do Nível de Necessidade de Informação

Fonte: Autor, 2026.

2.4 Quantitativos e bases de referência

2.4.1 O levantamento de quantitativos e sua importância

Quantificar significa determinar, a partir do projeto, as quantidades de materiais e serviços necessárias à execução da obra. A determinação correta dessas quantidades constitui a base para a elaboração de um orçamento confiável e fornece os dados para o planejamento das compras e da execução. Por isso, os erros cometidos nessa etapa podem se propagar para as fases seguintes: o levantamento tradicional está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões, e a falta de padronização na quantificação é apontada como fonte de imprecisão no custo final do orçamento (Witicovski, 2011), enquanto a superestimação de quantidades eleva os valores comprometidos na aquisição de insumos (Alves, 2021).

Esta pesquisa se concentra nessa etapa. O quantitativo e os insumos dele decorrentes são tratados como produto final, entregues de forma organizada e documentada para uso posterior por um profissional de orçamento, a quem caberão a atribuição de preços, a composição de custos e a elaboração do orçamento. A qualidade do levantamento é, nesse arranjo, condição para qualquer orçamento que venha a ser feito, razão pela qual a forma de obtenção dos quantitativos merece análise própria.

No BIM, essa etapa se relaciona com as dimensões do modelo, descritas na Seção 2.6 (Ribeiro, 2023). A terceira dimensão (3D) fornece a geometria e os parâmetros dos elementos, como comprimentos, áreas, volumes, camadas e materiais, e é dela que o quantitativo é extraído. A quarta dimensão (4D) associa o modelo ao tempo e depende de quantidades corretas para vincular os serviços aos prazos de execução. A quinta dimensão (5D) associa o modelo aos custos e utiliza como entrada os quantitativos e os insumos. O quantitativo é, assim, o elo entre a modelagem e o orçamento: se o modelo 3D estiver incompleto ou incorreto, o erro é transmitido às dimensões seguintes, e por isso a qualidade da quantificação é condição para o 4D e para o 5D.

2.4.2 O CUB e os projetos padrão da NBR 12721

O Custo Unitário Básico (CUB) é o custo por metro quadrado de construção do projeto padrão considerado, calculado pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2006). A norma define diversos projetos padrão, de uso residencial, comercial e industrial, e o cálculo é realizado mensalmente para cada um deles pelo sindicato de cada estado (Sinduscon-MG, 2007). O projeto padrão R1N, por exemplo, corresponde a uma residência unifamiliar de padrão normal, com um pavimento e três dormitórios (ABNT, 2006).

Os projetos padrão não são projetos executivos completos. Servem como referência de programa, de áreas e de especificações para o cálculo do custo unitário básico da construção e, por isso, reúnem apenas as informações necessárias a essa finalidade. Seus aspectos principais, entre eles a planta baixa do R1N, são apresentados em uma cartilha elaborada pelo Sinduscon de Minas Gerais (Sinduscon-MG, 2007).

Os sindicatos estaduais adotam essa estrutura como referência para cotar os insumos e publicar os CUBs regionais (ABNT, 2006; Sinduscon-MG, 2007). Para esta pesquisa, o R1N interessa como ponto de partida. Seu programa e suas especificações já estão definidos, o que permite elaborar um modelo com requisitos de informação conhecidos e extrair dele os quantitativos nos dois métodos, sem que o custo entre na comparação. A seção 3.2 descreve como o projeto foi adaptado.

2.4.3 SINAPI e a Estrutura Analítica de Projeto

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é a referência de custos adotada nas contratações de obras públicas com recursos da União, conforme o Decreto nº 7.983/2013, e é mantido pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE (Brasil, 2013; Caixa Econômica Federal, 2026). Suas composições relacionam cada serviço aos insumos e coeficientes necessários, e definem a unidade e o critério de medição com que as quantidades costumam ser levantadas (Caixa Econômica Federal, 2026).

Silva, Serra e Lucena Junior (2024) discutem a extração de quantitativos em modelagem BIM com base na NBR 12721 e nas composições do SINAPI, e afirmam que os procedimentos de extração devem estar em conformidade com as diretrizes dessas bases.

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP), por sua vez, permite agrupar e organizar, de forma hierárquica, as informações do modelo em etapas e serviços antes do levantamento (Cabral, 2023). Quando o modelo é organizado segundo uma EAP, os elementos já ficam classificados nas categorias em que serão quantificados, reduzindo a necessidade de reagrupamento posterior. Este trabalho não realiza precificação. A EAP orienta a organização do quantitativo, e o SINAPI é utilizado apenas como fonte dos coeficientes de consumo dos insumos, sem o uso de preços ou custos. Quem fará o orçamento poderá, assim, aproveitar o resultado sem retrabalho.

2.5 Níveis de desenvolvimento e de necessidade de informação

Projetar em ambiente BIM significa incorporar camadas de informação ao modelo, e extrair quantitativos de um modelo ainda pouco desenvolvido compromete as etapas que dependem desses dados. Por isso, o mercado classifica a informação associada ao modelo por meio de métricas que indicam o quanto ele está apto a cada finalidade, sendo o LOD a mais difundida.

2.5.1 Nível de Desenvolvimento (LOD)

O LOD, sigla do inglês *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento), serve para mensurar a confiabilidade do modelo tridimensional e o nível de estruturação das informações de cada componente, indo além da simples aparência da edificação (Silva, 2020).

A conversão de elementos virtuais em quantitativos e valores confiáveis só pode ocorrer quando o modelo atinge um nível de rigor técnico adequado, pois, caso contrário, as tabelas geradas podem trazer dados equivocados (Badra; Cozza, 2018). A CBIC (2016) estabelece que a garantia técnica de uma lista de materiais exige que o modelo deixe de ser uma representação preliminar e evolua para níveis que assegurem exatidão dimensional.

Essa evolução pode ser observada na Figura 1, na qual se evidencia a passagem de uma representação inicial e genérica da edificação para um modelo progressivamente mais detalhado e informativo. À medida que o LOD avança, o modelo incorpora informações dimensionais, construtivas e técnicas, aumentando a confiabilidade dos dados extraídos.

Figura 1: Níveis de Desenvolvimento no processo BIM.



Fonte: Adaptado de BibLus, 2026.

Segundo a CBIC (2016), o que separa os níveis 200 e 300 é a confiabilidade das medidas. No LOD 200, os elementos são tratados de forma genérica e suas dimensões e quantidades são apenas aproximadas. No LOD 300, paredes e elementos estruturais passam a ser identificados como componentes específicos, e suas dimensões, quantidades e orientação podem ser tomadas como exatas.

Um exemplo dessa exigência é o trabalho de Alves (2021) sobre o projeto e a orçamentação do Centro Integrado de Comando e Controle da Paraíba, no qual se buscou extrair automaticamente o orçamento da arquitetura por meio de uma plataforma BIM.

O projeto apresentava detalhamento limitado ao LOD 200, e a insuficiência de informações exatas sobre os elementos modelados impediu a contabilização independente dos volumes finais. Foi necessário recalcular parte dos quantitativos por métodos manuais, mostrando que, para a extração automática ser viável, o modelo precisa representar as características físicas reais de cada material (Alves, 2021).

Cabral (2023) corrobora essa exigência ao afirmar que o modelo deve estar classificado quanto aos seus materiais e parâmetros construtivos, pois o software depende dessas informações para interpretar e filtrar os dados durante a exportação.

2.5.2 Nível de Necessidade de Informação (LOIN)

O Nível de Necessidade de Informação (*Level of Information Need*, LOIN) é o conceito adotado pelas normas internacionais de BIM para definir qual informação um modelo deve conter. Ele foi introduzido na série ISO 19650 em 2018 e desenvolvido na Europa pela norma EN 17412-1, de 2020, que se tornou a norma internacional ISO 7817-1 em junho de 2024, sem mudanças substanciais em relação à versão europeia (ISO, 2018, 2024). A ISO 7817-1 estabelece os conceitos e os princípios de uma metodologia para definir, de forma consistente, o grau de detalhe e a extensão da informação trocada e entregue ao longo do ciclo de vida de um ativo construído (ISO, 2024). No Brasil, a série ISO 19650 foi adotada como NBR ISO 19650 (ABNT, 2022a).

O LOIN é apresentado como a evolução do LOD (BibLus, 2026). O LOD reunia, em uma única escala, a qualidade da geometria (*Level of Geometry*, LOG) e a quantidade de dados associados ao objeto (*Level of Information*, LOI). Um mesmo nível podia, por isso, gerar modelos com informação excedente, que encarece a modelagem, ou insuficiente para a finalidade pretendida. A ISO 7817-1 propõe substituir essas classificações genéricas pela especificação do que é necessário em cada etapa do projeto (ISO, 2024).

Com essa mudança, a pergunta deixa de ser quão desenvolvido está o objeto e passa a ser qual informação ele precisa conter para cumprir determinado fim. O LOIN responde a essa pergunta com base em quatro referências: o propósito do uso, o momento do projeto, os agentes que trocam a informação e a estrutura de decomposição do modelo (BibLus, 2026). No contexto desta pesquisa, a parede cujo revestimento será quantificado em área precisa ter espessura, altura, comprimento e camadas definidas, ao passo que detalhes de fixação ou de fabricação não são necessários para essa finalidade.

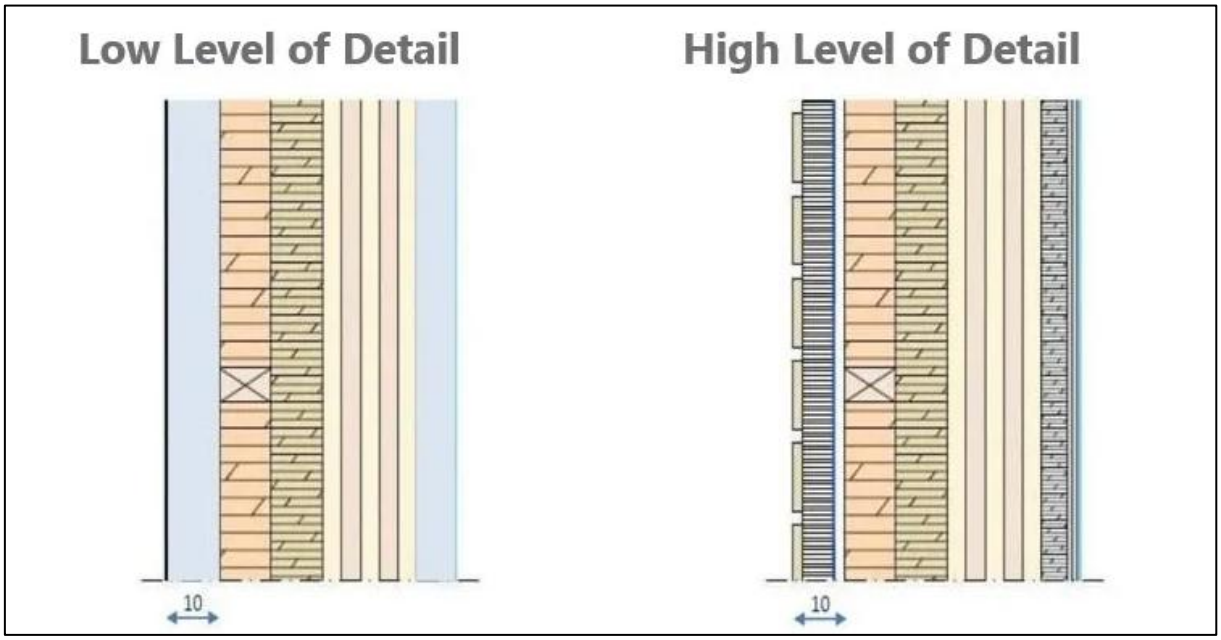
A necessidade de informação é especificada em três partes: geométrica, alfanumérica e documental (BibLus, 2026; ISO, 2024). A parte geométrica corresponde à forma, às dimensões e à posição do elemento. A alfanumérica abrange dados textuais e numéricos, como identificação, material e especificação. A documental reúne os registros que acompanham o modelo e orientam a interpretação

da informação. Essa lógica também aparece na política pública brasileira, conforme a seção 2.3.1, na qual o decreto atribui ao contratante a definição do nível de detalhamento e de informação dos modelos de acordo com os usos previstos (Brasil, 2020).

A Figura 2 ilustra a ideia de granularidade. Ela mostra a mesma parede em dois níveis de detalhe: no primeiro, representada de forma simplificada, com poucas camadas, e, no segundo, com camadas adicionais de revestimento e acabamento. Nenhuma das duas representações é correta ou incorreta em si, e a adequada é a que atende à finalidade do modelo.

Para uma análise volumétrica inicial, a parede simplificada pode bastar, enquanto o levantamento de quantitativos por serviço, como alvenaria, revestimento argamassado e pintura, exige a representação com as camadas definidas.

Figura 2: Parede representada em baixo e alto nível de detalhe.



Fonte: Adaptado de BibLus, 2026.

Ademais, a figura 2 ilustra apenas a parte geométrica da necessidade de informação: o LOIN exige, além disso, que cada camada tenha material e especificação definidos, que é a informação alfanumérica, e que os critérios de medição estejam registrados, que é a documentação.

2.5.3 LOD e LOIN aplicados à quantificação

Aplicada à quantificação, a lógica do LOIN esclarece uma limitação frequente. Um modelo pode estar geometricamente correto, com paredes, aberturas e coberturas nas dimensões adequadas, e ainda assim não atender à necessidade de informação do levantamento, se os elementos não tiverem materiais, camadas e acabamentos definidos.

Nesse caso, o software contabiliza a geometria, mas não consegue separar nem descrever os insumos. Como a finalidade do modelo nesta pesquisa é fornecer quantitativos para uso posterior por um profissional de orçamento, a necessidade de informação inclui não apenas dimensões e materiais, mas também a identificação e o agrupamento dos elementos por serviço, para que o quantitativo possa ser associado a composições de custo sem retrabalho. Em uma esquadria, por exemplo, as dimensões permitem calcular a área, mas só o material e o acabamento descrevem o insumo. Por isso, esses requisitos devem ser definidos antes da modelagem, e não depois, quando a falta de dados aparece na tabela.

O Quadro 3 sistematiza exemplos de requisitos de informação para a extração de quantitativos de uma edificação residencial:

Quadro 3: Exemplos de requisitos de informação para a extração de quantitativos.

COMPONENTE	ALVENARIAS E REVESTIMENTOS	ESQUADRIAS	COBERTURA
Geométrica	Comprimento, altura, espessura total e das camadas e áreas de vãos	Largura, altura e peitoril	Área real das águas, inclinação e beirais
Alfanumérica	Material de cada camada, função da camada e acabamento	Tipo, material, acabamento e código	Tipo de telha e de estrutura de apoio
Documentação	Critério de medição (descontos de vãos) e unidade	Quadro de esquadrias e critério de contagem	Critério de medição da área inclinada

Fonte: Autor, 2026, a partir de Cabral, 2023, e ISO, 2024.

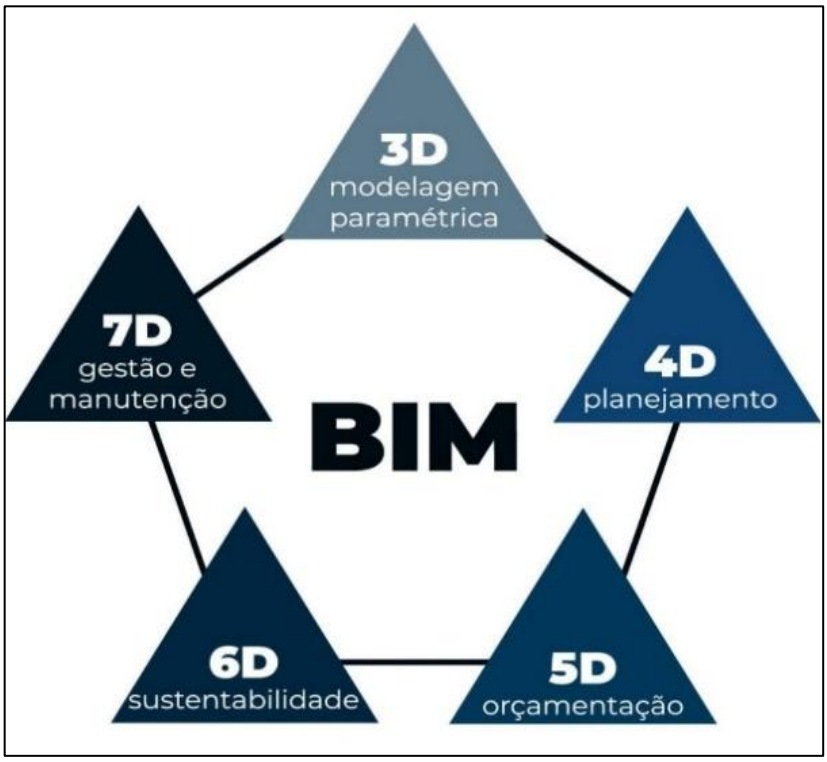
O LOD e o LOIN têm origens e finalidades diferentes. O LOD oferece uma escala conhecida pelo mercado para indicar o grau de desenvolvimento do modelo, enquanto o LOIN, adotado pela ISO 7817-1, especifica a informação que cada elemento precisa conter a partir da finalidade do levantamento.

Nesta pesquisa, o LOIN é a referência para definir os requisitos de informação e para analisar o efeito da parametrização incompleta sobre os dados extraídos. O LOD aparece apenas para situar o resultado: no esquema do Instituto Americano de Arquitetos (*American Institute of Architects*, AIA), o LOD 300 corresponde a elementos representados como sistemas específicos, com quantidades, dimensões, forma e posição específicas (BibLus, 2026; CBIC, 2016), e o modelo desenvolvido é compatível com esse patamar geométrico.

2.6 Dimensões do BIM

O BIM costuma ser descrito por dimensões, que indicam o tipo de informação agregada ao modelo geométrico (Figura 3). A terceira dimensão (3D) corresponde à modelagem paramétrica, a quarta (4D), ao planejamento, a quinta (5D), à orçamentação, a sexta (6D), à sustentabilidade e a sétima (7D), à gestão e à manutenção da edificação (Ribeiro, 2023). As dimensões funcionam como camadas cumulativas de informação, e a qualidade de cada uma depende da qualidade das anteriores.

Figura 3: Dimensões do BIM no ciclo de vida da edificação.



Fonte: Ribeiro, 2023.

Para um projeto restrito à disciplina de arquitetura, o interesse recai sobre o que o modelo arquitetônico oferece e exige em cada dimensão. O Quadro 4 resume essa relação e indica a situação de cada dimensão nesta pesquisa, que se situa entre a terceira e a quinta e não avança até a precificação.

Nessa delimitação, o modelo tridimensional fornece a geometria e os parâmetros dos elementos, e deles se extraem os quantitativos que servem de base ao orçamento. A composição de preços, a programação da obra e as etapas posteriores do ciclo de vida ficam fora do escopo, de modo que a análise se concentra na confiabilidade dos quantitativos obtidos.

Quadro 4: Dimensões do BIM e informações exigidas no modelo arquitetônico.

DIMENSÃO	INFORMAÇÃO AGREGADA	EXEMPLO NO PROJETO ARQUITETÔNICO	SITUAÇÃO NA PESQUISA
3D	Geometria e parâmetros dos objetos	Paredes por camadas, pisos, forro, cobertura e esquadrias com dimensões, materiais e acabamentos	Base do estudo: modelo paramétrico exportado ao CAD
4D	Tempo	Sequência de serviços como alvenaria, revestimentos e cobertura	Contexto, fora do escopo
5D	Quantidade e custos	Quantitativos de alvenaria, revestimentos, pisos, forro, esquadrias e cobertura	Foco do estudo, até o quantitativo e os insumos, sem precificação
6D	Sustentabilidade	Materiais e propriedades das camadas dos elementos	Contexto, fora do escopo
7D	Gestão e manutenção	Informações de materiais, esquadrias e acabamentos mantidas após a obra	Contexto, fora do escopo

Fonte: Autor, 2026, a partir de Ribeiro, 2023, e Brasil, 2020.

2.6.1 BIM 3D: modelagem paramétrica do projeto arquitetônico

No BIM 3D, o projeto é um modelo único. Cada parede, piso, forro, cobertura ou esquadria é um objeto que guarda a própria geometria e as informações que o descrevem, como dimensões, camadas, materiais e acabamentos (Eastman *et al.*, 2014; Ribeiro; César Júnior, 2021). Plantas, cortes e elevações são vistas geradas desse mesmo modelo.

As vistas e as tabelas se atualizam quando um elemento é alterado, pois os objetos têm regras próprias que ajustam as geometrias automaticamente (Eastman *et al.*, 2014). No fluxo bidimensional, cada desenho é independente; isso dificulta a visão geral do projeto (Silva, 2020) e costuma exigir que cada alteração seja replicada à mão nos desenhos afetados, com risco de divergências entre eles (Ferreira; Santos, 2007). Para a quantificação, isso significa que as tabelas e os desenhos partem do mesmo modelo, o que reduz a chance de o quantitativo divergir do projeto representado.

2.6.2 BIM 4D: planejamento

A quarta dimensão (BIM 4D) acrescenta o tempo ao modelo e vincula os objetos tridimensionais ao planejamento da obra (Kymmell, 2008). Esse recurso permite simular o avanço do empreendimento em diferentes estágios e testar o sequenciamento das etapas construtivas (Eastman *et al.*, 2014).

No projeto arquitetônico, serviços como alvenaria, revestimentos, pisos e cobertura podem ser associados a prazos de execução, e a qualidade dessa associação depende de quantidades corretas dos elementos. O planejamento 4D é citado apenas como contexto.

2.6.3 BIM 5D: quantitativos e orçamentação

A quinta dimensão (BIM 5D) associa o modelo à orçamentação e depende de uma etapa anterior executada com rigor, que é o levantamento preciso dos quantitativos. A compatibilização entre o modelo digital e a previsão de custos aumenta a precisão durante a construção, favorece um controle mais efetivo das atividades e contribui para reduzir desperdícios de tempo e de materiais e alterações imprevistas durante a execução (Azevedo, 2009).

Badra e Cozza (2018) apontam que a busca pela exatidão numérica é um dos principais motivos para a adoção do BIM, pois a modelagem digital relaciona os elementos construtivos às suas informações técnicas. Esta pesquisa se situa na etapa que antecede o custo: trata da obtenção do quantitativo e dos insumos, que o 5D utiliza como entrada, sem avançar para a precificação.

O levantamento manual de quantitativos, descrito na introdução, demanda tempo e exige novo levantamento a cada alteração do projeto (Alder, 2006; Witicovski, 2011). No ambiente BIM, esse cenário se modifica. Ferramentas como o Autodesk

Revit passam a operar como uma representação numérica do projeto e permitem a extração direta de medidas, áreas e volumes do modelo virtual com a precisão que o modelo permitir (Badra; Cozza, 2018). Em um desenho em CAD, uma parede é representada por linhas, e informações como material e espessura das camadas costumam ficar em legendas e notas, separadas da geometria (Dereste, 2018).

No modelo BIM, o mesmo elemento armazena camadas, materiais e dimensões, que podem ser listados diretamente em tabelas de quantidades (Eastman *et al.*, 2014). Essa diferença na origem do dado distingue os dois procedimentos comparados neste trabalho. A Figura 4 compara o CAD, voltado principalmente à documentação gráfica, e o BIM, que associa geometria e informações técnicas em um único modelo.

Figura 4: Comparação entre CAD e BIM.



Fonte: Adaptado de JSE *Academy*, 2025.

A extração automatizada decorre de os objetos do modelo armazenarem parâmetros que o programa lista em tabelas. Os objetos virtuais permitem que o projetista gere relatórios e tabelas dinâmicas diretamente na plataforma (Eastman *et al.*, 2014). Assim, o levantamento de serviços, como alvenarias e revestimentos, e de itens, como esquadrias, passa a refletir o modelo desenvolvido e reduz o espaço para falhas de contagem manual.

Como o quantitativo da quinta dimensão é extraído dos parâmetros da terceira, a qualidade do quantitativo depende da informação paramétrica do modelo. Elementos sem material, camada ou acabamento definidos geram quantitativos

incompletos, razão pela qual os requisitos de informação discutidos na seção 2.5 são condição para a extração automatizada.

2.6.4 BIM 6D e 7D: sustentabilidade, gestão e manutenção

A sexta e a sétima dimensões estendem o uso do modelo para além da construção. A sexta está associada à sustentabilidade, e a sétima, à gestão e à manutenção da edificação (Ribeiro, 2023). No campo da sustentabilidade, o plano de trabalho da Nova BIM BR prevê impulsionar a publicação de objetos BIM com atributos de sustentabilidade, para fomentar a contabilização da pegada de carbono e da energia embutida (Brasil, 2024b).

Quanto à gestão e à manutenção, o Decreto nº 10.306/2020 prevê o uso do BIM no gerenciamento e na manutenção do empreendimento após a construção a partir de 2028 (Brasil, 2020), e o plano de trabalho da Nova BIM BR inclui promover o desenvolvimento de plano de gestão de ativos em BIM, com o objetivo de estabelecer gêmeos digitais (Brasil, 2024b).

Em ambas, o aproveitamento do modelo depende de que os elementos carreguem informação sobre materiais, composição e especificação, reforçando o papel da parametrização e do LOIN.

2.7 Parametrização de elementos e estruturação das informações no BIM

A essência do BIM reside na capacidade de unir representações visuais a um banco de dados integrado ao modelo digital. Esse processo se dá por meio da modelagem paramétrica baseada em objetos, conceito que permite construir a edificação virtual com restrições e regras relacionais que definem o comportamento de cada componente (Ribeiro; César Júnior, 2021).

Ao contrário do desenho em CAD, que se limita a linhas estáticas sem dados construtivos, a modelagem paramétrica utiliza objetos tridimensionais que armazenam informações. Uma parede virtual não é um retângulo gráfico, mas um elemento dotado de propriedades físicas, mecânicas e comerciais (Eastman *et al*., 2014), mantendo a associação entre a geometria e a informação técnica (Dereste, 2018).

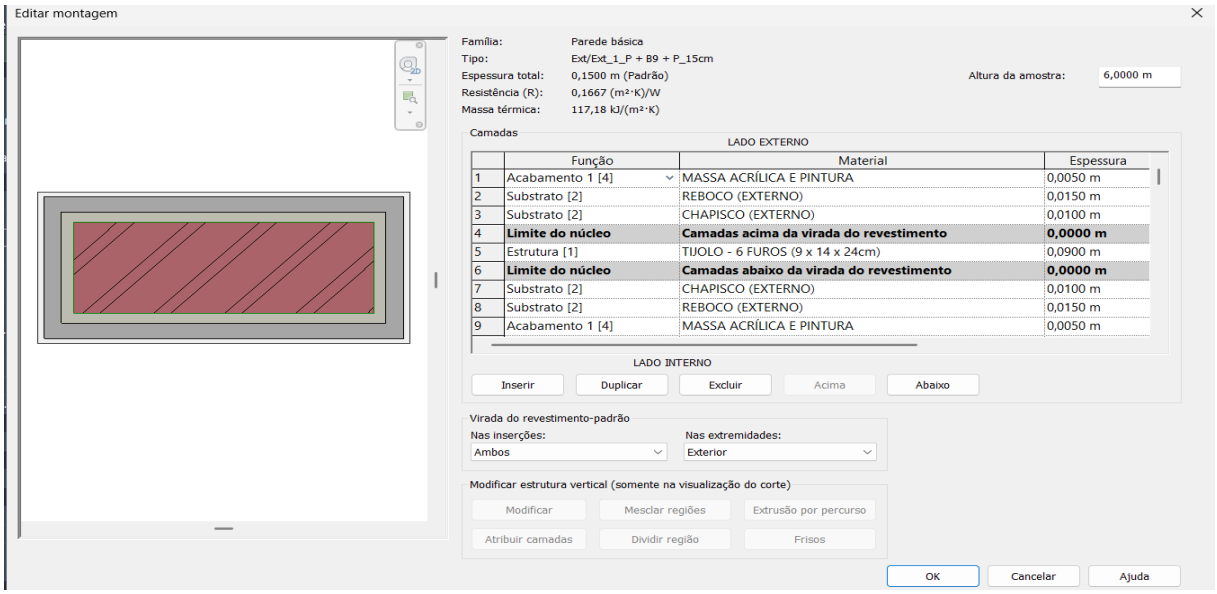
A organização dessa informação ocorre por meio de uma classificação hierárquica, na qual os elementos construtivos são agrupados em categorias e famílias paramétricas, que funcionam como matrizes de componentes com regras e características semelhantes.

Florio (2014) define a família como um conjunto de elementos virtuais que compartilham a mesma geometria básica, mas que podem se diferenciar nas dimensões de suas partes pelo uso de variáveis. Essa organização por famílias permite personalizar as propriedades de um único objeto e adaptar sua composição física à realidade da obra e, segundo a CBIC (2016), possibilita ao projetista definir com precisão os materiais empregados, as dimensões exatas e a função estrutural de cada camada do elemento.

A vantagem técnica desse esforço de categorização está na atualização automática das informações. Como os elementos do modelo são controlados por restrições dimensionais vinculadas entre si, eles estabelecem comportamentos lógicos com os elementos ao redor, e os objetos paramétricos podem se ajustar automaticamente a outros elementos do modelo (Witicovski, 2011). Se a espessura de uma parede hospedeira for alterada, por exemplo, o vão da janela inserida nesse local acompanha a nova espessura, preservando a coerência construtiva do modelo.

Essa lógica pode ser observada na Figura 5, que apresenta a configuração paramétrica de uma parede no software Autodesk Revit. O elemento é estruturado por camadas construtivas, materiais específicos e espessuras definidas; por isso, uma parede em ambiente BIM não se limita à representação geométrica e reúne informações técnicas associadas à sua composição.

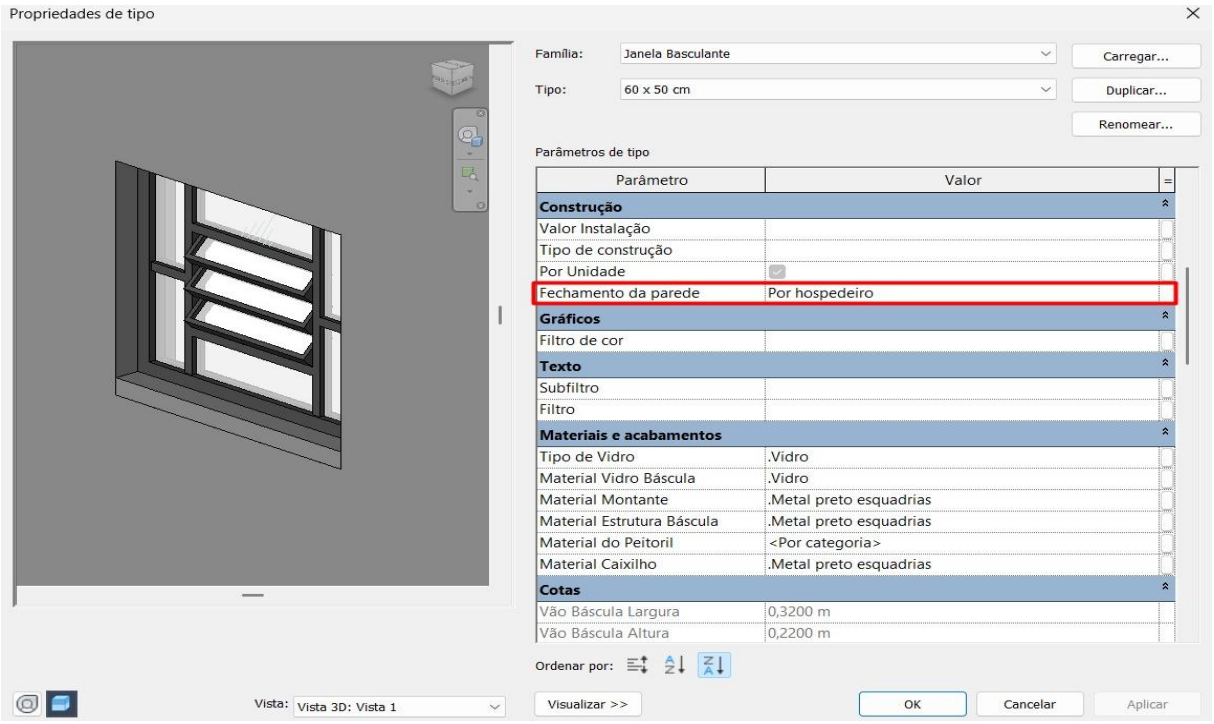
Figura 5: Configuração paramétrica das camadas de uma parede no Revit.



Fonte: Autor, 2026.

A CBIC (2016) exemplifica o comportamento paramétrico ao destacar que os elementos modelados em BIM estão associados a regras construtivas. Conforme a Figura 6, uma janela inserida no modelo apresenta parâmetros vinculados ao seu hospedeiro, a parede em que está posicionada. O elemento mantém relações com outros elementos e preserva a coerência das informações construtivas.

Figura 6: Parâmetros de uma janela vinculada à parede hospedeira.



Fonte: Autor, 2026.

Para que a extração de dados ocorra de forma adequada, a estruturação e a organização das informações exigem planejamento prévio da equipe. Cabe ao profissional realizar a classificação correta dos elementos e certificar-se de que as propriedades cadastradas componham adequadamente o banco de dados do software, reduzindo a necessidade de conferências manuais extensas (Cabral, 2023).

2.8 Ferramentas utilizadas: Autodesk AutoCAD e Autodesk Revit

O Autodesk AutoCAD é um programa de desenho assistido por computador que representa o projeto por meio de linhas, polilinhas e camadas, e cujo formato nativo é o DWG (Autodesk, 2026b). A medição de comprimentos e áreas sobre esse desenho é a base do levantamento manual de quantitativos em ambiente CAD, e sua

ampla difusão no mercado o mantém como ferramenta de referência para a documentação técnica (Dereste, 2018).

Dados de 2022 citados no plano de trabalho da Nova BIM BR indicam que 26% dos engenheiros e 36% dos arquitetos respondentes de uma pesquisa setorial tinham experiência de trabalho em BIM (Brasil, 2024b). Assim, a maioria dos respondentes ainda não tinha essa experiência.

O Autodesk Revit é uma plataforma BIM na qual o projeto é construído por meio de famílias paramétricas. Desde que os parâmetros dessas famílias estejam configurados para a finalidade desejada, eles alimentam tabelas de quantidades e levantamentos de materiais gerados a partir do próprio modelo (Eastman *et al.*, 2014). Essa automatização depende, portanto, de que os parâmetros estejam preenchidos e as camadas estejam definidas em cada tipo de elemento, além de tabelas de quantidades cujos critérios são configurados e definidos pelo usuário (Cabral, 2023).

O modelo também pode ser exportado para outros formatos, como o DWG, permitindo gerar desenhos bidimensionais a partir da mesma geometria. Os dois programas são do mesmo desenvolvedor, o que facilita a troca de arquivos entre eles, e sua escolha neste trabalho não implica juízo de superioridade sobre outras ferramentas disponíveis no mercado.

2.9 Quantificação em CAD e em BIM

2.9.1 Levantamento manual em ambiente CAD

No ambiente CAD, a quantificação parte da medição de entidades gráficas, como comprimentos, perímetros e áreas obtidos de linhas e polilinhas ou lidos nas cotas dos desenhos. Esses valores são combinados com alturas, espessuras e descontos de vãos para chegar ao quantitativo de cada serviço (Alder, 2006; Dereste, 2018).

Como cada planta, corte e fachada é lido separadamente, o resultado depende da interpretação de quem mede, e a fragmentação da informação em desenhos distintos eleva o risco de omissões (Ferreira; Santos, 2007).

2.9.2 Extração automatizada em ambiente BIM

No ambiente BIM, as quantidades são obtidas a partir dos parâmetros armazenados nos próprios objetos do modelo e apresentadas em tabelas geradas pela plataforma, que se atualizam quando o modelo é alterado (Badra; Cozza, 2018; Eastman *et al.*, 2014). Nesse caso, a qualidade do resultado depende de como o

modelo foi construído e configurado, e as falhas costumam se originar na modelagem e na parametrização, como parâmetros não preenchidos, camadas ou materiais não definidos e elementos classificados em categorias inadequadas.

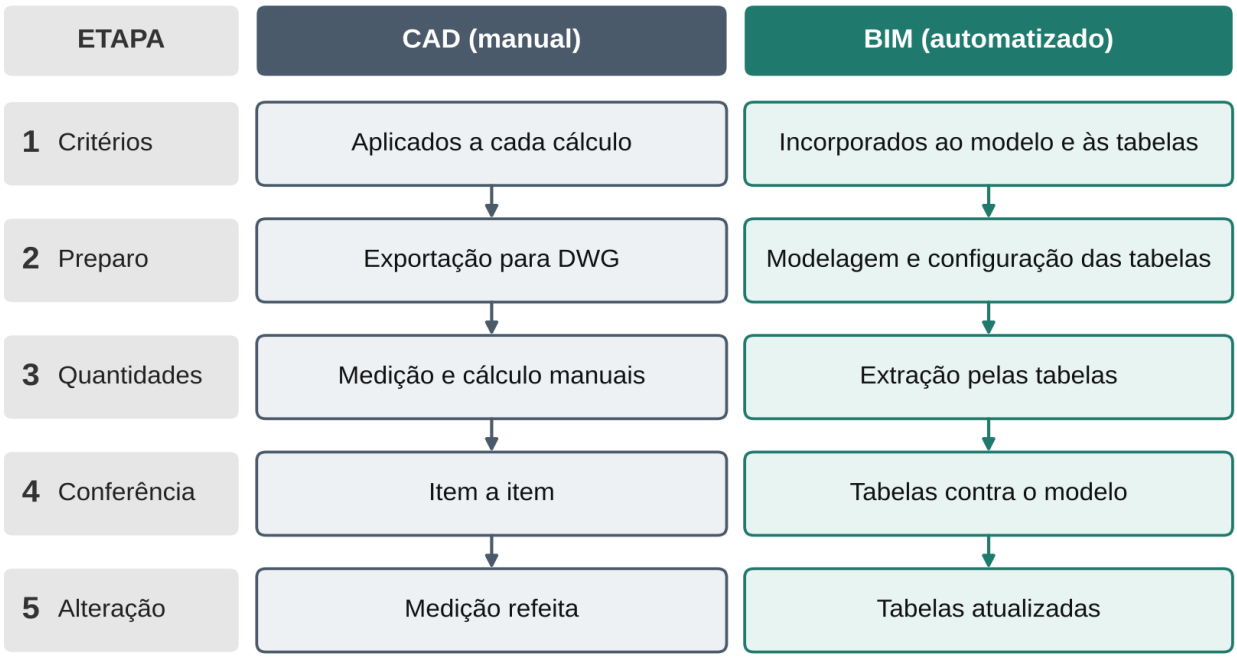
Cabral (2023) destaca que o profissional deve classificar corretamente os elementos e planejar previamente a organização das informações, para que as tabelas reflitam o que foi modelado.

2.9.3 Critérios de medição, conferência e tempo

Nos dois ambientes, é preciso definir antes do levantamento quais elementos e camadas serão quantificados, em que unidades e se os vãos serão descontados. A organização por EAP e a compatibilidade com bases de referência, como o SINAPI, ajudam nessa definição (Cabral, 2023; Silva; Serra; Lucena Junior, 2024).

A Figura 7 compara, etapa a etapa, o caminho do levantamento nos dois ambientes, dos critérios de medição à atualização diante de alterações de projeto. No CAD, cada etapa é executada manualmente sobre o desenho; no BIM, parte delas fica incorporada à configuração do modelo e das tabelas.

Figura 7: Etapas do levantamento de quantitativos em CAD e BIM.



Fonte: Autor, 2026.

No CAD, o profissional aplica os critérios a cada cálculo. No BIM, eles ficam, em boa parte, incorporados à configuração do modelo e das tabelas; isso exige planejamento prévio e facilita repetir o procedimento. A comparação também precisa

de uma referência externa aos dois métodos, como o recálculo independente de itens simples a partir das cotas do projeto. Quando os dois partem da mesma geometria, a concordância entre eles não prova que ambos estejam corretos.

As divergências devem ser registradas e classificadas quanto à origem: leitura e transcrição, mais comuns no levantamento manual, ou modelagem e parametrização, mais comuns na extração em BIM.

O porte do projeto influencia a ocorrência de erros. No levantamento manual, o número de medições, descontos e transcrições cresce com a quantidade de elementos, e com ele a exposição a erros. Na extração em BIM, há menos operações manuais, mas uma falha de parametrização, como um tipo de parede com material incorreto, se repete em todos os elementos que o utilizam. O tempo de execução é usado em outros trabalhos como indicador de produtividade. Nesta pesquisa, foi registrado apenas o tempo empregado na quantificação, com caráter indicativo, conforme descrito na seção 3.6.

2.9.4 Impacto na gestão de projeto

O BIM altera a gestão de projetos ao substituir fluxos fragmentados por processos integrados, apoiados em um repositório central de dados. Segundo o *National Institute of Building Sciences* (NIBS, 2007), a metodologia funciona como base de conhecimento compartilhado para decisões qualificadas ao longo do ciclo de vida da edificação. Com o modelo como banco de dados dinâmico, em que parâmetros técnicos e geométricos são compartilhados em tempo real, a transparência e a produtividade aumentam (CBIC, 2016).

A análise antecipada da construtibilidade permite sincronizar mudanças entre desenho, custo e cronograma e evita incertezas que, no método tradicional, só apareceriam na execução, com atrasos e desperdícios (Azevedo, 2009).

Os quantitativos extraídos do modelo servem então de base para o orçamento, a compra de materiais e as medições, e a precisão numérica permite avaliar rapidamente o efeito de revisões de projeto sobre as quantidades. Esses ganhos dependem da qualidade do modelo, como discutido na seção 2.11, pois quantitativos extraídos de um modelo incompleto reproduzem as lacunas dele.

2.10 Interoperabilidade de informações em BIM

A interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações e utilizarem os dados compartilhados (Azevedo, 2009). Na construção civil, ela se traduz na troca de arquivos entre projetistas ao longo do ciclo de vida do empreendimento, em um fluxo colaborativo em que cada profissional incorpora suas informações a um ambiente central (Pissarra, 2010).

Para integrar plataformas diferentes, o mercado criou padrões abertos. A CBIC (2016) destaca o formato neutro *Industry Foundation Classes* (IFC) como principal esquema de interoperabilidade, pois permite usar os dados para várias finalidades sem nova digitação. A política pública reconhece essa importância: o Decreto nº 10.306/2020 determina que os modelos e documentos técnicos sejam entregues em formato aberto, não proprietário, além de outro formato exigido pelo contratante (Brasil, 2020).

Ainda assim, os aplicativos BIM organizam os dados de formas muito diferentes, podendo gerar falhas de tradução na exportação e na importação de arquivos IFC (Andrade; Ruschel, 2009). A exportação do modelo para o formato DWG também depende de configurações de conversão, como o mapeamento de camadas, a escala dos tipos de linha e as unidades, e o arquivo gerado reproduz as vistas selecionadas, com ajustes como a fusão de linhas sobrepostas (Autodesk, 2026a).

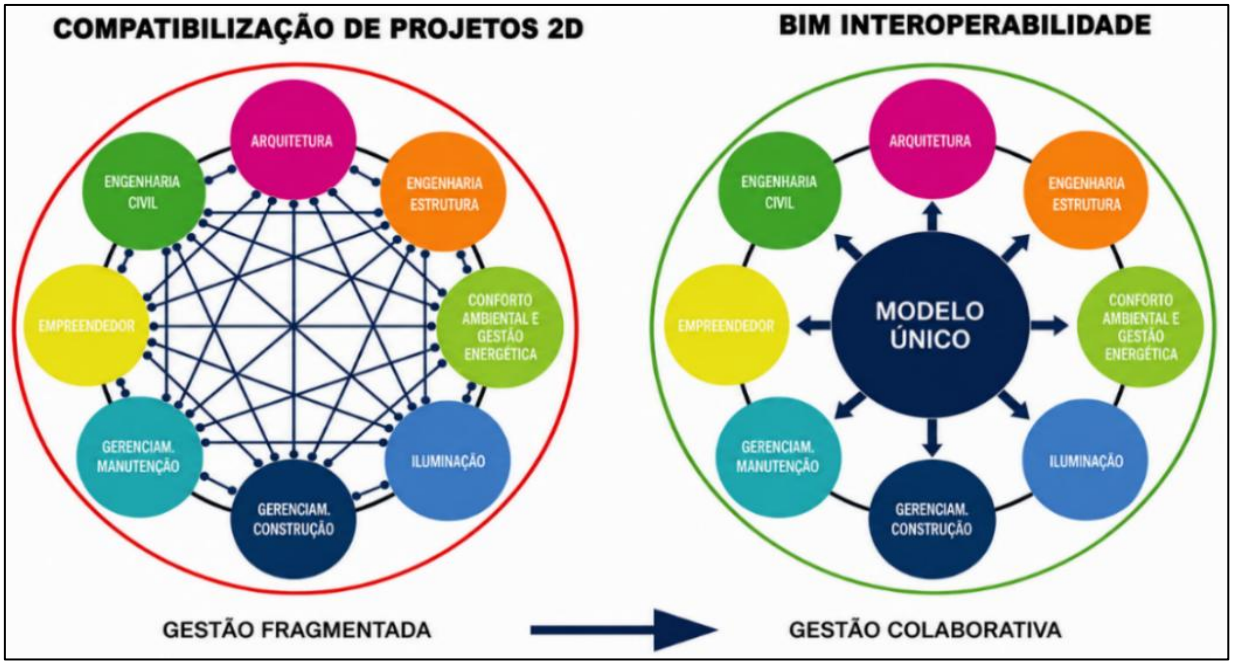
Essas falhas aparecem de três formas. Na perda de parâmetros técnicos, a representação visual da peça é transferida, mas dados não geométricos, como material e fabricante, desaparecem na importação e precisam ser reinseridos (Andrade; Ruschel, 2009). Nas inconsistências geométricas, elementos complexos, como escadas, chegam ao programa de destino com medidas divergentes das originais (Kymmell, 2008). Na omissão de componentes, elementos inteiros podem sumir do modelo por instabilidade na leitura do arquivo, obrigando a comparar o modelo com as plantas bidimensionais e gerando retrabalho (Andrade; Ruschel, 2009).

Em projetos multidisciplinares, a compatibilização entre modelos depende de ferramentas de verificação que reúnem os projetos em um ambiente de análise unificado (Eastman *et al*., 2014). Como esta pesquisa se restringe à arquitetura, esse uso não é tratado. Para a quantificação, importa que os elementos tenham parâmetros

corretos e estejam livres de conflitos geométricos, evitando tabelas com dados incorretos e a contagem duplicada de itens (Cabral, 2023).

A Figura 8 compara a gestão fragmentada, em que cada projeto é compatibilizado em 2D com os demais, e a gestão colaborativa, em que as disciplinas se articulam em torno de um modelo único (Brasil *et al.*, 2023).

Figura 8: Comparativo entre gestão fragmentada e interoperabilidade BIM.



Fonte: Adaptado de Brasil *et al.*, 2023, p. 169.

A interoperabilidade apoia a automação dos processos gerenciais, a geração de listas de materiais mais consistentes e a qualidade dos dados nas etapas seguintes de orçamento (Sacks *et al.*, 2021). Esses ganhos dependem de que a informação chegue completa ao programa de destino, pois a lista de materiais só é consistente quando parâmetros como material e camadas são preservados na troca. Quando isso não ocorre, as falhas descritas acima se repetem nas tabelas.

2.11 Limitações e desafios na extração automatizada de quantitativos

A automação do levantamento depende da qualidade da modelagem. Quando as definições dos componentes são configuradas de forma inadequada, o sistema gera erros na contagem final (Eastman *et al.*, 2014). Um modelo com restrições insuficientes ou contraditórias perde o caráter de banco de dados confiável e torna-se apenas um desenho tridimensional, sem utilidade para a quantificação (Ribeiro; César Júnior, 2021). O nível de detalhamento também influencia: a garantia de uma lista de

materiais exata só existe em estágios maduros, como o LOD 300, e projetos em níveis conceituais entregam apenas estimativas genéricas de áreas e volumes (CBIC, 2016).

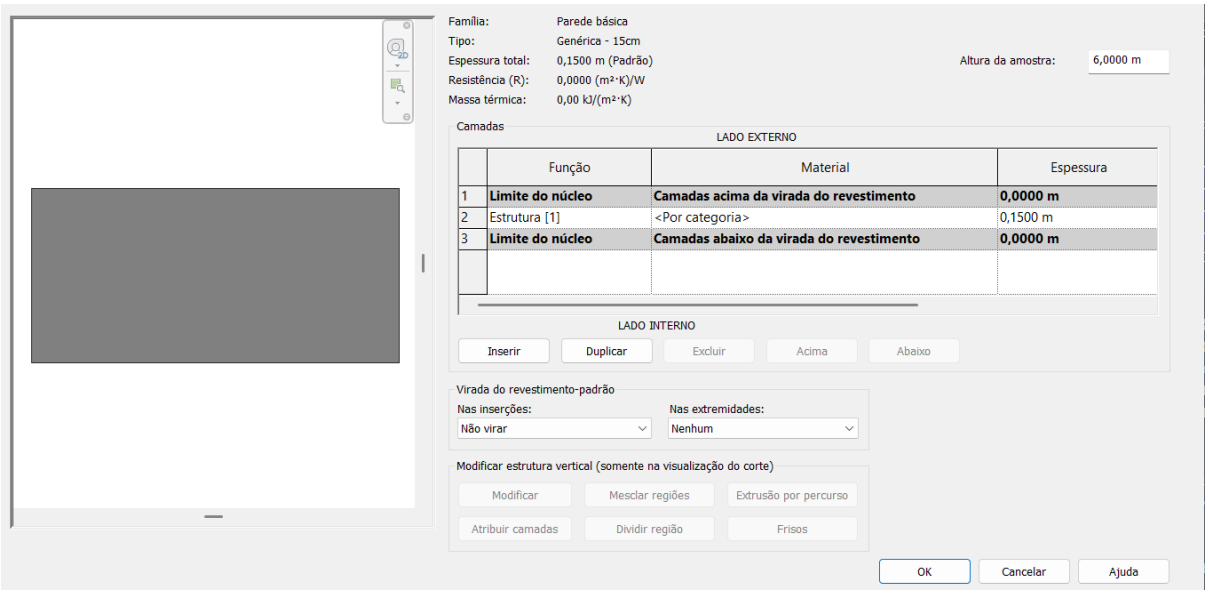
A falta de padronização agrava o quadro. Segundo Witicovski (2011), com poucas bibliotecas paramétricas adequadas e validadas pelos fornecedores nacionais, os escritórios adaptavam seus próprios componentes, e os modelos resultantes não tinham nomenclatura e regras padronizadas, o que comprometia a rastreabilidade dos dados extraídos.

Os softwares comerciais também limitam a criação livre de parâmetros e dificultam a representação de elementos construtivos específicos, o que exige soluções demoradas do usuário (Florio, 2014).

Há ainda diferenças entre o quantitativo automático e o exigido no canteiro. O sistema calcula o volume exato da peça modelada, mas muitas vezes não prevê perdas por corte ou métodos de execução, de modo que a revisão manual do engenheiro continua necessária (Badra; Cozza, 2018). Falhas de tradução na exportação e perda de informações não geométricas podem obrigar a equipe a refazer as listas (Andrade; Ruschel, 2009; Kymmell, 2008). O fator humano também influencia: a falta de treinamento e a resistência a novas metodologias ainda dificultam a implementação do BIM, e sem profissionais preparados para configurar os elementos a tecnologia perde eficácia (Alder, 2006).

A influência da parametrização dos elementos sobre o levantamento é verificada nos resultados desta pesquisa (seção 4.5). A Figura 9 mostra uma parede genérica no Revit, sem parametrização de camadas. Sem esses dados, o modelo oferece pouca informação, e o levantamento fica restrito a estimativas imprecisas.

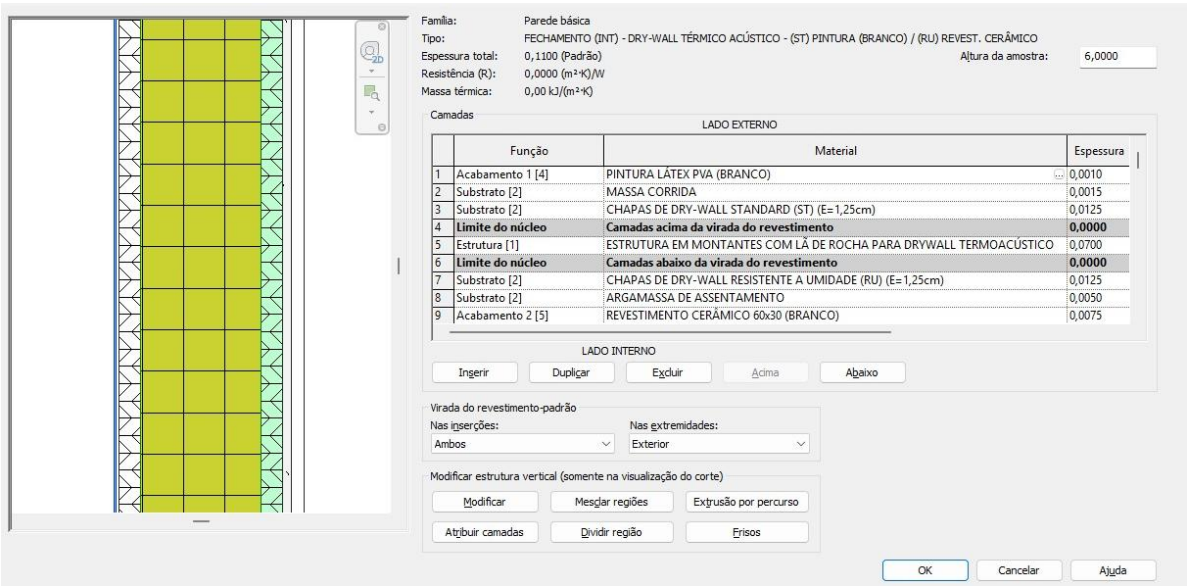
Figura 9: Parede genérica sem camadas e materiais definidos no Revit.



Fonte: Autor, 2026.

A Figura 10, por sua vez, mostra uma parede com todos os materiais e espessuras configurados. Essa parametrização permite que o software reconheça cada insumo e extraia as quantidades, o que dá uma base de dados confiável para as etapas seguintes.

Figura 10: Parede de *drywall* com camadas e materiais definidos no Revit.



Fonte: Autor, 2026.

2.12 Estudos correlatos

Vários trabalhos já compararam o levantamento convencional com a extração em BIM. Witicovski (2011) analisou a qualidade da informação no levantamento de quantitativos de projetos de edificações em 2D e em BIM. Alves (2021) investigou a extração do orçamento da arquitetura de uma obra pública em plataforma BIM e encontrou limitações associadas ao baixo nível de desenvolvimento do projeto.

Cabral (2023) tratou da metodologia BIM aplicada à orçamentação, com ênfase na classificação e na organização prévia das informações do modelo, e Silva, Serra e Lucena Junior (2024) discutiram a extração de quantitativos com base na NBR 12721 e nas composições do SINAPI.

Outros trabalhos ficam mais perto da comparação entre métodos. Bortolotto, Chibiaqui e Fermo (2023) compararam a extração de quantitativos de paredes e revestimentos pelo método convencional e pelo BIM, com remodelagem do projeto e extração no Revit 2021, e concluíram que os resultados foram equivalentes, com vantagem do BIM em eficiência, tempo e gestão integrada de informações.

Carvalho (2022) comparou o levantamento em BIM com o convencional para estrutura, instalações hidrossanitárias e revestimento cerâmico de um empreendimento multifamiliar, e verificou maior assertividade do BIM, pois tudo o que foi modelado foi contabilizado, gerando um orçamento de maior valor.

Rodrigues (2019) elaborou um manual para produzir projetos em BIM com parâmetros suficientes para extrair os quantitativos do orçamento, a partir de uma obra de pequeno porte modelada no Revit.

Esses trabalhos são, em sua maioria, estudos de caso únicos, com itens e critérios de medição diferentes entre si, e alguns avançam até a precificação, o que limita a comparação direta entre os resultados e a generalização das conclusões. Mesmo assim, convergem em dois pontos: a extração em BIM tende a ganhar em eficiência e abrangência quando o modelo contém as informações necessárias, e as divergências entre os métodos se associam à forma como o modelo foi construído, e não apenas à ferramenta.

Esta pesquisa parte da mesma geometria nos dois ambientes, reduzindo a influência do projeto sobre a comparação. Além disso, classifica as divergências quanto à origem, analisa os requisitos de informação à luz do LOIN e entrega o quantitativo e os insumos como produto final, sem orçamento.

2.13 Síntese da revisão bibliográfica

O CAD segue como ferramenta consolidada de documentação, enquanto o BIM acrescenta ao desenho a informação associada aos elementos e muda a forma de obter os quantitativos. O BIM é hoje objeto de política pública no Brasil, pela Estratégia BIM BR e pelos Decretos nº 11.888/2024 e nº 10.306/2020, este último com a extração de quantitativos entre os usos mínimos desde a primeira fase, e tem uso preferencial previsto na Lei nº 14.133/2021.

Os autores convergem em que a qualidade dos dados extraídos não vem da adoção do software, e sim do desenvolvimento do modelo, da definição da informação necessária conforme o LOIN e do planejamento da extração, com critérios de medição definidos. Como os insumos decorrem do quantitativo, dependem dessas mesmas condições.

Essa síntese orienta o restante da pesquisa: o que se examina nos capítulos seguintes é como o modo de obtenção dos quantitativos, manual no CAD ou automatizado no BIM, interfere no processo de extração e de análise desses dados.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve o percurso adotado para comparar a extração de quantitativos de um projeto arquitetônico residencial feita manualmente em ambiente CAD e feita de forma automatizada em ambiente BIM. São apresentados a classificação da pesquisa, o objeto de estudo, as ferramentas, as etapas executadas, os itens e os insumos quantificados, o registro do tempo e os critérios de análise dos resultados.

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa é aplicada, pois busca produzir conhecimento voltado à prática de quantificação de projetos de edificações (Prodanov; Freitas, 2013). Quanto aos objetivos, é exploratória e descritiva: exploratória porque investiga as condições em que o quantitativo extraído de um modelo BIM se mostra confiável, e descritiva porque registra e compara os procedimentos, os valores e os erros observados em cada método (Prodanov; Freitas, 2013).

A abordagem combina os métodos quantitativo e qualitativo. O primeiro se expressa nos valores de área, de quantidade e de insumos obtidos, nas diferenças entre os métodos e nos tempos de quantificação. O segundo aparece na análise das causas das divergências e das condições de informação do modelo que influenciam o resultado. Quanto aos procedimentos, a pesquisa é um estudo de caso, com emprego do método comparativo (Yin, 2015). A comparação tem finalidade analítica: busca identificar as condições em que cada método produz resultados consistentes.

3.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo é uma residência unifamiliar térrea, baseada no projeto padrão R1N da NBR 12721 (ABNT, 2006), utilizado no cálculo do Custo Unitário Básico (CUB). A planta baixa do R1N está disponível no anexo da cartilha sobre os principais aspectos do CUB (Sinduscon-MG, 2007, p. 70), com 78,57 m² de área construída e 27,87 m² de garagem, e foi reproduzida pelo autor com algumas cotas e áreas diferentes das originais.

Como foi disponibilizada apenas a planta baixa, o autor elaborou os demais elementos de um projeto arquitetônico, como fachadas, cortes, planta de cobertura e planta humanizada, e o conjunto de pranchas passou a conter as informações

necessárias para a quantificação. As áreas e os quantitativos apresentados dizem respeito, portanto, ao projeto desenvolvido neste trabalho, e não ao projeto original do CUB.

A edificação manteve os ambientes do projeto original (três quartos, três banheiros, cozinha, sala, área de serviço, circulação e garagem), e as dimensões alteradas resultaram em uma soma das áreas dos ambientes de 94,74 m² (a prancha de ambientes do Revit informa 94,73 m², e a diferença de 0,01 m² decorre do arredondamento de cada linha), dos quais 26,36 m² correspondem à garagem e 68,38 m² aos ambientes internos. As principais premissas de projeto são: altura de 2,80 m até o forro de PVC, com paredes de 3,00 m de altura até a laje de forro; alvenaria de vedação em bloco cerâmico, com paredes acabadas de 20 cm e de 10 cm; piso em porcelanato amadeirado de 20 × 50 cm nos quartos, na sala, na cozinha e na circulação, em porcelanato de 70 × 70 cm nos banheiros e em concreto desempenado na garagem e na área de serviço; forro em PVC liso branco; laje de forro em concreto armado de 10 cm, adotada de forma ilustrativa, sem dimensionamento nem consideração de cargas; e cobertura em telha cerâmica colonial, com inclinação de 30%.

Por se tratar de um projeto residencial de pequeno porte, foi possível conferir cada item quantificado e identificar a origem da maior parte das divergências entre os métodos; as diferenças nas paredes, porém, não foram conciliadas (seção 4.2).

3.3 Ferramentas utilizadas

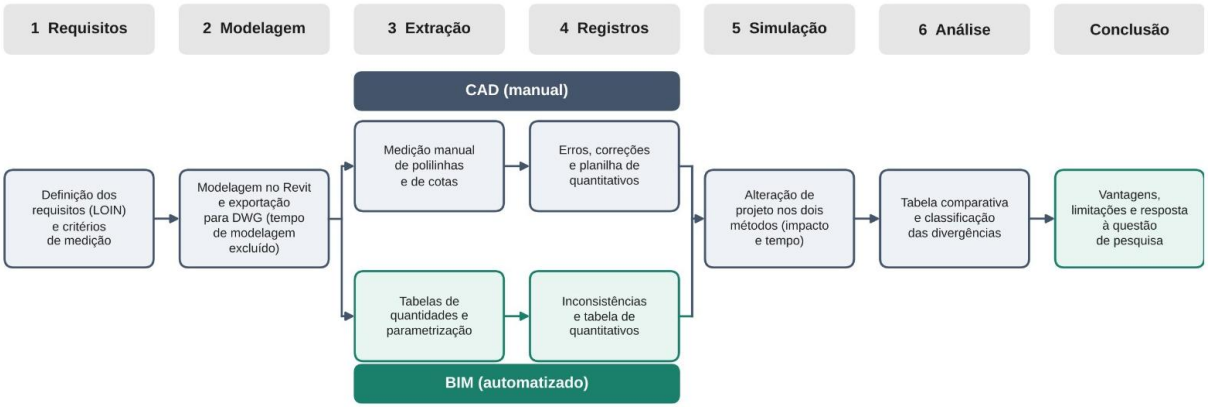
O modelo foi desenvolvido e as quantidades BIM foram extraídas no Autodesk Revit 2025. O levantamento manual foi feito no Autodesk AutoCAD 2025, sobre arquivos DWG exportados do próprio modelo. Foram utilizados os comandos de polilinha, de contorno, de área, de listagem de propriedades, de distância e de contagem, além da conferência visual e da leitura manual das cotas e dos elementos pelo autor. Os cálculos complementares foram realizados no Excel e na calculadora digital do computador, e os tempos foram registrados em cronômetro digital.

3.4 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi organizada em seis etapas, representadas na Figura 11: definição dos requisitos de informação, modelagem e exportação para DWG, levantamento em CAD, extração em BIM, simulação de alteração de projeto e análise dos resultados, descrita na seção 3.7.

As etapas de levantamento partiram da mesma geometria. Como o DWG é exportado do modelo, o modelo e as tabelas-modelo do Revit já existiam quando o levantamento em CAD começou. Para reduzir a influência dos valores automatizados sobre a medição manual, as tabelas não foram consultadas durante o levantamento em CAD, e cada valor foi registrado no memorial de cálculo antes de qualquer comparação.

Figura 11: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autor, 2026.

3.4.1 Definição dos requisitos de informação

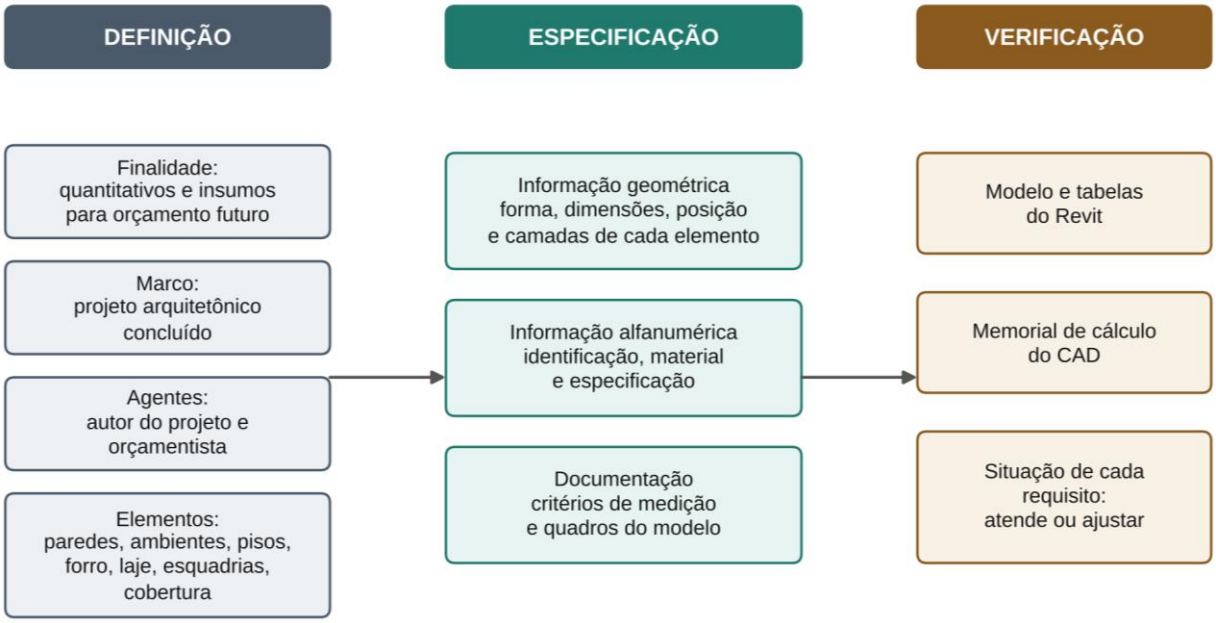
O nível de necessidade de informação (LOIN) foi definido conforme a ISO 7817-1 (ISO, 2024), que o trata como uma especificação, e não como uma escala numérica. Para este trabalho, a finalidade é extrair quantitativos e coeficientes de insumos para um orçamento futuro; o marco é o projeto arquitetônico concluído; os agentes são o autor do projeto e o orçamentista; e os objetos são paredes, ambientes, pisos, forro, laje de forro, esquadrias e cobertura (Figura 12).

Para cada objeto, foram definidas a informação geométrica, que diz respeito a forma, dimensão e posição; a informação alfanumérica, que trata da identificação, do material e da especificação; e a documentação, que reúne os critérios de medição e os quadros do modelo (BibLus, 2026; ISO, 2024). Nas paredes, foram exigidos o tipo,

a espessura, a altura, as camadas e os acabamentos; nos ambientes, o nome e a área líquida; nas esquadrias, o tipo, as dimensões e o material; nos pisos e no forro, o acabamento e a área; e na cobertura, o material e a inclinação.

A parte geométrica desse conjunto é compatível com o que o LOD 300 do esquema do AIA descreve, isto é, elementos específicos, com quantidades, dimensões, forma e posição (BibLus, 2026; CBIC, 2016). O LOD, porém, não substitui o LOIN, pois não define a finalidade, o marco nem os agentes. Esses requisitos serviram de referência para verificar e configurar o modelo e as tabelas e para definir os critérios de medição aplicados no CAD, de modo que os dois métodos fossem avaliados sob as mesmas exigências de informação.

Figura 12: Estrutura do LOIN adotado.



Fonte: Autor, 2026, com base em ISO, 2024.

3.4.2 Modelagem e exportação para DWG

O projeto foi modelado no Revit 2025, e sua informação foi verificada contra os requisitos definidos na etapa anterior. Concluída a modelagem, todas as vistas das pranchas foram exportadas para o formato DWG, em unidade de metros e com as camadas mantidas no padrão do Revit (Autodesk, 2026a). Dessa forma, o objetivo foi que o desenho utilizado no AutoCAD e o modelo utilizado no Revit representassem a mesma geometria.

Essa correspondência foi conferida antes do levantamento, comparando a área de cada ambiente, a espessura das paredes acabadas e a posição e a quantidade das esquadrias entre o desenho exportado e o modelo. Eventuais diferenças foram classificadas conforme a seção 3.7.

3.4.3 Levantamento em ambiente CAD

O levantamento manual foi realizado sobre uma cópia do arquivo DWG da qual foram removidas as tabelas de quantidades e as etiquetas de área oriundas do Revit, de modo que o resultado dependesse apenas da leitura do desenho. A medição foi feita sobre os contornos dos ambientes e na leitura das cotas, e as demais grandezas foram calculadas manualmente, como comprimentos multiplicados pelas alturas das paredes e descontos de vãos. Os insumos foram calculados a partir dos quantitativos obtidos, conforme a seção 3.5.

Cada item foi registrado em uma ficha com o valor medido inicialmente, o erro identificado, a correção realizada, o valor final e o tempo gasto. Os erros foram anotados à medida que apareceram, sem omissões, pois a frequência e a origem deles compõem um dos resultados da pesquisa. Ao final, os quantitativos foram organizados em um memorial de cálculo, apresentado no Apêndice A.

3.4.4 Extração em ambiente BIM

Após o encerramento do levantamento em CAD, os quantitativos foram extraídos do modelo por meio de tabelas de quantidades e de levantamento de materiais do Revit, inseridas na prancha de quantitativos a partir de um modelo (*template*) de tabelas previamente configuradas, que se atualizam automaticamente com o modelo. Os resultados foram organizados na prancha de quantitativos do Revit, apresentada no Apêndice B.

A dependência da informação inserida no modelo foi analisada a partir do que as tabelas entregaram e do que não entregaram em cada grupo de elementos: paredes com camadas e materiais, pintura por faixa de altura e esquadrias com material definido. As situações foram registradas e relacionadas aos requisitos de informação definidos na primeira etapa (seção 4.5).

3.4.5 Simulação de alteração de projeto

Para avaliar o comportamento dos dois métodos diante de modificações, foram simuladas duas alterações de projeto. A primeira, de tipo de elemento, alterou a espessura de todas as paredes acabadas de 10 cm para 15 cm, com a troca do bloco cerâmico de 7 cm pelo de 9 cm, o que reduziu as áreas líquidas dos ambientes vizinhos. A segunda, de geometria, aumentou a largura da cozinha de 3,20 m para 3,70 m, com o deslocamento de uma parede em 50 cm, o que reduziu a área de serviço e alterou as áreas de piso e forro, a alvenaria e o revestimento.

Em cada método, foram registrados os itens afetados, as operações necessárias para atualizar os quantitativos, os erros ocorridos e o tempo de atualização. Os itens que deveriam mudar em cada alteração foram identificados a partir da geometria e confrontados com o resultado observado (Quadro 14). No CAD, a atualização exigiu refazer a medição e o cálculo dos itens afetados. No BIM, foi verificado se cada alteração atualizava as tabelas automaticamente, sem que isso fosse presumido, e as ações manuais necessárias foram registradas.

3.5 Itens e insumos quantificados

Os itens quantificados abrangeram os serviços de arquitetura previstos no projeto e estão apresentados no Quadro 5, com o critério de medição adotado e os respectivos insumos. Em todos os itens, os vãos foram descontados integralmente, e as áreas dos ambientes corresponderam à área interna líquida. O desconto integral dos vãos foi adotado como regra da pesquisa e aplicado igualmente nos dois métodos, ainda que possa diferir do critério de medição de cada composição do SINAPI.

Na cobertura, a área medida na planta é a de projeção horizontal, menor do que a superfície real, que é inclinada. Por isso, a área real foi obtida multiplicando a área de projeção por 1,044, fator que corresponde à relação entre o comprimento inclinado e o horizontal para a inclinação de 30% ($\sqrt{(1 + 0{,}30^2)} = 1{,}044$). O projeto especifica telha cerâmica colonial, aproximada na composição do SINAPI pela telha romana (código 94442). Os insumos da cobertura limitaram-se às telhas, e a estrutura de apoio do telhado (caibros, ripas e terças) não foi quantificada.

Na pintura, foram consideradas duas bases de altura. A primeira corresponde à altura total das paredes, de 3,00 m, que é a que o Revit fornece diretamente da camada de tinta. A segunda corresponde à prática de obra, em que a pintura vai até o forro de PVC e ultrapassa 10 cm, ou seja, 2,90 m nos ambientes com forro, e 3,00 m na garagem e na área de serviço, onde a laje é aparente. Essa segunda base exige, no Revit, separar a face da parede e aplicar a tinta somente no trecho considerado, e no CAD basta alterar a altura usada no cálculo. A seleção dos itens seguiu dois critérios: serem serviços de arquitetura previstos nas pranchas do projeto desenvolvido e dependerem de informação que o modelo pudesse fornecer a partir dos requisitos definidos na primeira etapa da pesquisa (seção 3.4.1).

Foram incluídas a alvenaria de vedação, o revestimento argamassado, a massa corrida e a pintura, os pisos, o forro de PVC, a laje de forro, as esquadrias e a cobertura, além das áreas dos ambientes, que servem de base para vários desses serviços. Os elementos estruturais não foram dimensionados, e a laje de forro foi quantificada apenas em área e em volume geométrico. As instalações não foram quantificadas, conforme o escopo apresentado na seção 3.8. Os itens usam três formas de medição: por área, na alvenaria, nos revestimentos, na pintura, nos pisos, no forro e na cobertura; por volume, na alvenaria e na laje de forro; e por contagem, nas esquadrias.

Os serviços foram agrupados em linhas separadas, na lógica da Estrutura Analítica de Projeto discutida na seção 2.4.3, para que o resultado possa ser aproveitado por quem venha a elaborar o orçamento. O critério de medição de cada serviço foi definido antes do levantamento e aplicado da mesma forma no AutoCAD e no Revit, de modo que as diferenças encontradas não decorressem de regras de medição distintas.

Quadro 5: Itens quantificados, critérios de medição e insumos.

SERVIÇO	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO	INSUMOS
Áreas dos ambientes	Área interna líquida de cada ambiente (m²)	Base para pisos, forro, revestimentos e pintura
Alvenaria de vedação (paredes acabadas de 10 e de 20 cm)	Comprimento × altura, descontando todos os vãos (m²)	Blocos cerâmicos (un), de 7 × 19 × 39 cm (paredes: 10 cm) e de 14 × 19 × 39 cm (paredes: 20 cm), e argamassa de assentamento: cimento (kg), areia (m³), cal (kg) e água

Revestimento argamassado	Cada face das paredes, descontando os vãos (m²)	Cimento (kg), areia (m³), cal (kg) e água
Massa corrida e pintura	Cada face das paredes, descontando os vãos (m²), nas duas bases de altura	Selador, massa corrida, tinta (L ou kg) e lixa
Pisos	Por tipo de acabamento, em área líquida (m²)	Porcelanato (m²), contrapiso, argamassa colante (kg) e rejunte (kg); concreto desempenado na garagem e na área de serviço
Forro de PVC	Por ambiente (m²)	Réguas de PVC (m²), perfis de acabamento (m) e fixadores (un)
Laje de forro (ilustrativo)	Área (m²) e volume de concreto (m^3)	Não calculados, pois dependem de projeto estrutural
Esquadrias	Portas e janelas, por tipo (un e m²)	Esquadrias (un), vidros (m²) e fixações
Cobertura	Área real inclinada (m²), obtida pela projeção em planta × 1,044 (inclinação de 30%)	Telhas cerâmicas (un)

Fonte: Autor, 2026.

Os insumos foram obtidos pela multiplicação do quantitativo de cada serviço pelos coeficientes de consumo das composições analíticas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), conforme os cadernos técnicos de composições consultados em outubro (Caixa Econômica Federal, 2026). O bloco de 7 × 19 × 39 cm, usado nas paredes de 10 cm, não consta no SINAPI e foi representado pela composição do bloco de 9 × 19 × 39 cm (Seção 4.3).

A pesquisa trabalhou somente com quantidades, sem utilizar preços ou custos, e não envolveu elaboração de orçamento. Os mesmos coeficientes foram aplicados nos dois métodos. No CAD, o cálculo foi feito manualmente a partir das áreas medidas, e no Revit foi utilizado o levantamento de materiais por camada. Assim, as diferenças encontradas nos insumos decorreram da medição e da informação disponível no modelo, e não da escolha dos coeficientes. As composições utilizadas estão listadas no Apêndice A.

3.6 Registro do tempo

Foi registrado o tempo empregado para quantificar. No CAD, o tempo foi medido por item, desde a primeira medição até o valor conferido. No Revit, foi medido o tempo necessário para inserir, na prancha, as tabelas de quantitativos de um modelo (*template*) e para ler os resultados. O cálculo dos insumos pelos coeficientes do SINAPI, igual nos dois métodos, foi cronometrado uma única vez e não entra no total.

Os tempos têm caráter indicativo. O levantamento foi realizado por um único operador, em um único projeto, e o autor, que modelou o projeto, conhecia seus elementos antes dos dois levantamentos, o que pode favorecer ambos os métodos. Esses fatores são declarados como limitações, e os tempos não são tratados como medida de produtividade geral.

3.7 Tratamento e análise de dados

Os valores de cada método foram registrados antes de qualquer conferência cruzada. Os resultados foram arredondados em duas casas decimais, e a diferença entre os métodos foi expressa em valor absoluto e em percentual em relação ao valor obtido no CAD. Toda divergência foi investigada até a sua origem e classificada conforme o Quadro 6.

Quadro 6: Classificação das divergências.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Erro de leitura ou medição	Falha do operador ao medir ou calcular no CAD	Polilinha que não fecha exatamente o ambiente
Critério de medição	Regra diferente entre os métodos	Desconto de vãos considerado de formas distintas
Parametrização incompleta	Informação ausente no modelo BIM	Esquadria sem material ou parede sem camadas
Perda na exportação	Alteração do conteúdo na conversão do Revit para DWG	Elemento ausente ou deslocado no desenho
Erro de modelagem	Elemento modelado de forma incorreta	Parede com altura diferente da de projeto
Arredondamento	Diferença decorrente da precisão numérica	Variação na terceira casa decimal

Fonte: Autor, 2026.

Como verificação independente, itens simples foram recalculados à parte, na calculadora e no Excel, e confrontados com os dois métodos: a área de dois ambientes retangulares, a contagem das esquadrias, a alvenaria de um ambiente, o reboco de um ambiente e a cobertura (projeção horizontal × 1,044). Esse procedimento permitiu identificar erros comuns aos dois métodos.

A comparação entre os métodos foi organizada em três dimensões, apresentadas no Quadro 7: o preparo, a organização dos critérios de medição e os resultados, que reúnem os quantitativos, a atualização diante de alterações e a qualificação exigida. A qualificação foi classificada em básica, quando a tarefa é executada seguindo instruções; intermediária, quando exige ajustar parâmetros; e avançada, quando exige definir critérios e criar a estrutura de trabalho. Essa é uma classificação qualitativa, atribuída pelo autor, e não uma medida.

Quadro 7: Estrutura de comparação entre os métodos.

DIMENSÃO	CRITÉRIO	CAD (Manual)	BIM (Revit)	MEDIÇÃO
Preparo	Preparação do arquivo e do modelo	Limpeza do DWG, camadas e unidades	Verificação do LOIN e inserção das tabelas-modelo	Tempo (hh:mm:ss), em cronômetro
Organização	Critérios de medição	Definidos e registrados no memorial	Definidos na configuração das tabelas	Quadro de critérios (Quadro 5)
Resultado	Quantitativos e insumos	Memorial de cálculo	Tabelas exportadas	Valores e divergências (Quadros 10 a 12)
Resultado	Alteração de projeto	Remedição das partes afetadas	Atualização das tabelas	Tempo e itens refeitos
Resultado	Qualificação exigida	Comandos e leitura do desenho	Modelagem e parametrização	Classificação qualitativa

Fonte: Autor, 2026.

Os riscos associados a cada método foram avaliados em uma matriz de probabilidade e impacto, com as mesmas escalas para o CAD e para o BIM. Cada um dos dois critérios foi classificado em três níveis, conforme o Quadro 8, e a classificação do risco resultou do produto entre os valores atribuídos: de 1 a 2, risco baixo; de 3 a 4, risco médio; e de 6 a 9, risco alto. A probabilidade foi definida pelo número de ocorrências registradas no estudo em cada método, e o impacto, pelo maior erro causado no quantitativo do item afetado.

Quadro 8: Escalas de probabilidade e de impacto.

NÍVEL	PROBABILIDADE DE O ERRO OCORRER	IMPACTO NO QUANTITATIVO
(1) – BAIXO	Não ocorreu no estudo	Menor que 1% do item, sem item omitido
(2) – MÉDIO	Ocorreu uma vez no estudo	De 1% a 5% do item
(3) – ALTO	Ocorreu duas ou mais vezes no estudo	Maior que 5% do item, ou item não identificado

Fonte: Autor, 2026.

Por fim, os resultados foram discutidos à luz da literatura apresentada no Capítulo 2, com destaque para a relação entre o nível de informação do modelo e a qualidade do quantitativo.

3.8 Limitações do método

A pesquisa tratou de um único projeto residencial térreo, restrito à disciplina de arquitetura, executado por um único operador e com o levantamento em CAD realizado antes da inserção das tabelas na prancha do Revit. O autor elaborou o modelo e realizou os dois levantamentos, e conhecia as tabelas do Revit antes de medir no CAD, o que pode aproximar os resultados.

Por essas razões, os resultados não devem ser generalizados para outras tipologias, disciplinas ou escritórios, e as conclusões não afirmam a superioridade de um método sobre o outro.

Também ficaram fora do escopo a elaboração de orçamento e a atribuição de preços aos insumos, a compatibilização entre disciplinas e a quantificação de elementos estruturais. Os insumos dependem dos coeficientes das composições adotadas, e outras composições ou fabricantes podem levar a valores distintos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta e discute os resultados da quantificação do projeto pelos dois métodos, relacionando-os aos objetivos do estudo e à questão de pesquisa.

4.1 Requisitos de informação e modelo desenvolvido

Os requisitos de informação foram definidos para sete grupos de objetos: paredes, ambientes, pisos, forro, laje de forro, esquadrias e cobertura. Para cada grupo, o Quadro 9 distingue a informação geométrica, a alfanumérica e a documentação, conforme a estrutura do Nível de Necessidade de Informação (BibLus, 2026; ISO, 2024).

A definição partiu da finalidade do modelo, que é a extração de quantitativos de arquitetura, e do momento do projeto em que essa extração ocorre, quando a modelagem está concluída. Os agentes envolvidos se resumem ao autor, que modelou o projeto e também o quantificou, o que simplifica a especificação, mas limita o alcance dos resultados, como indicado na seção 3.8.

Quadro 9: Requisitos de informação (LOIN) e situação do modelo.

ELEMENTO	GEOMÉTRICA	ALFANUMÉRICA	SITUAÇÃO
Paredes	Comprimento, altura, espessura, camadas, área e volume	Tipo (10 e 20 cm), material e função de cada camada	Atendido
Ambientes	Área líquida e perímetro	Nome; acabamentos de piso, parede e forro	Atendido após a correção (garagem)
Pisos	Área do tipo	Material e formato da peça; contrapiso e argamassa	Atendido
Forro	Área e altura até o forro	PVC liso branco	Atendido
Laje de forro	Área e espessura (10 cm)	Concreto armado (ilustrativo)	Atendido
Esquadrias	Largura, altura e peitoril	Código, tipo, material e acabamento	Atendido
Cobertura	Área em projeção e inclinação (30%)	Telha cerâmica colonial	Atendido

Fonte: Autor, 2026, com base em BibLus, 2026, e ISO, 2024.

Dos sete grupos especificados, seis foram atendidos pelo modelo sem ajuste e um, o de ambientes, exigiu correção. A correção registrada foi a da garagem: na primeira extração, a área (25,84 m²) e o perímetro (20,87 m) não correspondiam ao projeto, e foram corrigidos para 26,36 m² e 21,17 m, respectivamente (Quadro 12). Nenhum requisito foi dispensado.

Esse resultado atende ao primeiro objetivo específico, pois estabelece o parâmetro comum de comparação: os dois métodos foram avaliados sob as mesmas exigências de informação, de modo que a diferença encontrada não decorre de se exigir mais de um deles. Também ilustra o que a literatura afirma sobre o modelo como banco de dados (Ribeiro; César Júnior, 2021). O requisito de camadas e materiais nas paredes, por exemplo, é o que permite obter, depois, os insumos de argamassa e de pintura, e a classificação prévia dos elementos é o que permite que as tabelas reflitam o que foi modelado (ABDI, 2017; Cabral, 2023).

4.2 Quantitativos obtidos nos dois métodos

O Quadro 10 apresenta os quantitativos obtidos no AutoCAD e no BIM (Revit). A diferença foi expressa em valor absoluto e em percentual em relação ao valor do CAD, e cada divergência foi classificada conforme o Quadro 6. Dos 17 itens comparados, 9 coincidiram em duas casas decimais; quatro diferiram em no máximo 0,12 m² (0,005 m³ no volume da laje) por arredondamento ou critério de medição (ambientes internos, piso de concreto e área e volume da laje); e quatro, todos relativos às paredes (alvenaria de 10 e de 20 cm, revestimento e pintura), apresentaram diferenças maiores e não foram conciliadas. A maior diferença percentual foi a da alvenaria de 20 cm (+12,73%). A pintura pela base B (2,80 m + 10 cm) foi obtida apenas no CAD e não entrou na comparação.

Quadro 10: Quantitativos obtidos no CAD e BIM.

ITEM	UN	CAD	BIM	DIF	DIF %	ORIGEM
Área dos ambientes - Garagem	m²	26,36	26,36	0,00	0,00	-
Área dos ambientes - Internos	m²	68,37	68,38	+0,01	0,02	Arredondamento
Alvenaria - Paredes de 10 cm	m²	74,64	71,81	-2,83	-3,79	Não conciliada
Alvenaria - Paredes de 20 cm	m²	120,80	136,17	+15,37	+12,73	Não conciliada

Revestimento argamassado	m²	390,87	414,93	+24,06	+6,15	Não conciliada
Pintura - Base A (3,00 m)	m²	386,74	414,76	+28,02	+7,25	Não conciliada
Pintura - Base B (2,80 m + 10 cm)	m²	377,21	-	-	-	BIM não extraído
Piso - Porcelanato amadeirado	m²	55,00	55,00	0,00	0,00	-
Piso - Porcelanato	m²	8,33	8,33	0,00	0,00	-
Piso - Concreto desempenado	m²	31,40	31,52	+0,12	+0,40	Critério de medição
Forro de PVC	m²	63,33	63,33	0,00	0,00	-
Laje de forro - Área	m²	98,25	98,27	+0,02	0,02	Critério de medição
Laje de forro - Volume	m³	9,825	9,83	+0,005	+0,05	Arredondamento
Portas	un	9,00	9,00	0,00	0,00	-
Portas	m²	13,23	13,23	0,00	0,00	-
Janelas	un	8,00	8,00	0,00	0,00	-
Janelas	m²	9,55	9,55	0,00	0,00	-
Cobertura - Área real	m²	132,96	132,96	0,00	0,00	-

Fonte: Autor, 2026. Os percentuais foram calculados com os valores sem arredondar, e por isso podem diferir em 0,01 ponto percentual do cálculo feito com os valores exibidos.

No BIM, a prancha de ambientes informa um total de 94,73 m², e a soma das parcelas exibidas (26,36 m² da garagem e 68,38 m² dos ambientes internos) dá 94,74 m²; a diferença de 0,01 m² é de arredondamento (seção 3.2). A alvenaria totalizou 207,98 m², sendo 71,81 m² em paredes de 10 cm e 136,17 m² em paredes de 20 cm. O forro de PVC ocupou 63,33 m², valor igual à soma dos pisos em porcelanato (55,00 m² e 8,33 m²), o que confirma a coerência interna do modelo nesses itens. A laje de forro teve 98,27 m² de área e 9,83 m³ de volume, e o quadro de esquadrias somou nove portas, com 13,23 m², e oito janelas, com 9,55 m².

As áreas de portas e janelas coincidiram por construção, pois a área é largura × altura de cada vão, e as famílias foram modeladas com as dimensões lidas no CAD. O resultado confirma a contagem e as dimensões, mas não funciona como teste independente de precisão.

Os trechos de parede foram medidos entre faces, e não pelo eixo nem pela cota externa da planta. O trecho T04, por exemplo, mede 9,00 m, embora a cota da planta seja de 9,40 m (0,20 + 9,00 + 0,20), pois nos encontros as paredes de 20 cm ocupam as extremidades e não recebem tinta nessa face. Esse critério é coerente com a parede de 24,96 m² (9,00 × 3,00 − 2,04 m² de vãos) extraída do Revit. Nos cantos externos, cerca de 1,2 m² de uma das faces ficou fora da medição, o que foi assumido como simplificação.

Um exemplo de critério de medição aparece no piso de concreto. A tabela do BIM forneceu 31,52 m², soma de 5,04 m² da área de serviço e de 26,48 m² do piso da garagem, medido pelo contorno do elemento. No CAD, o valor foi de 31,40 m² (31,395 m²), com a garagem pela área líquida de 26,36 m², que corresponde ao contorno de 26,48 m² descontados os três pilares de 20 × 20 cm (0,12 m²). A diferença de 0,12 m² (0,4%) decorre apenas do critério, e não de erro de modelagem ou de medição. Por isso, essa ocorrência foi classificada como critério de medição no Quadro 12. A laje de forro teve 98,25 m² no CAD (71,77 m² da casa e 26,48 m² da garagem) e 98,27 m² no BIM (71,79 m² e 26,48 m²). A diferença de 0,02 m² está no contorno da laje da casa, traçado de forma ligeiramente distinta em cada método, e foi classificada como critério de medição.

As camadas de acabamento das paredes de 10 cm somaram 143,62 m² em cada uma, valor igual ao dobro da área da alvenaria (2 × 71,81 m²), o que corresponde às duas faces. Nas paredes de 20 cm, o revestimento argamassado apresentou 271,31 m² e a tinta, 271,14 m², uma variação de 0,17 m² entre camadas que cobrem a mesma superfície, atribuída à geometria de cada camada nos encontros das paredes.

As divergências nas paredes não foram conciliadas trecho a trecho. No CAD, foram medidos 11 trechos de 20 cm (T01 a T11) e 7 de 10 cm (T12 a T18). A tabela do BIM lista 14 paredes de 20 cm e 6 de 10 cm, sem localização nem identificação, e apenas a T04 pôde ser reconhecida. Por isso, a diferença foi decomposta por espessura e por critério, e não por trecho. No revestimento, a diferença de +24,06 m² resulta de −5,66 m² nas paredes de 10 cm e +29,72 m² nas de 20 cm. Na pintura pela base A, a diferença de +28,02 m² corresponde a esses +24,06 m² mais 3,96 m² que decorrem do critério adotado no CAD (perímetro × altura mais fachadas), diferente da área de parede fornecida pela tabela do BIM. O BIM chegou a 414,76 m² de pintura

pela soma de 143,62 m² (10 cm) e 271,14 m² (20 cm), obtida da linha de tinta da tabela de materiais das paredes.

A pintura pela base B (2,80 m + 10 cm) resultou em 377,21 m² no CAD e não foi extraída no BIM, porque o modelo não separa essa faixa de altura: a tabela entrega a pintura pela altura total da parede. Trata-se de limitação do modelo, e não de erro de medição. Na cobertura, a área foi de 132,96 m² nos dois métodos, obtida pela multiplicação da projeção horizontal por 1,044.

Como os dois métodos partiram da mesma geometria, a concordância entre eles não prova que ambos estejam corretos (seção 2.9.3). Por isso, os itens simples recalculados à parte, conforme a seção 3.7, serviram de referência externa. Os valores recalculados coincidiram com os dos dois métodos, e nenhum erro comum a ambos foi identificado.

Quanto aos itens de geometria simples, o resultado é compatível com Bortolotto, Chibiaqui e Fermo (2023), que também encontraram resultados equivalentes entre os métodos. Já nas paredes, a diferença não conciliada mostra o limite dessa equivalência quando a tabela do modelo não identifica a posição de cada elemento. Em relação a Carvalho (2022), em que o BIM contabilizou tudo o que foi modelado, aqui os elementos modelados constaram das tabelas, com a exceção da faixa de pintura da base B, que o modelo não separa. Já o trabalho de Alves (2021) mostra o caminho inverso, em que um modelo de baixo nível de desenvolvimento impediu a contabilização independente e exigiu recálculo manual; aqui, o modelo foi desenvolvido para a finalidade, e não foi necessário recalcular os itens à mão.

4.3 Insumos obtidos nos dois métodos

Os insumos foram obtidos pela multiplicação dos quantitativos pelos coeficientes das composições analíticas do SINAPI, que foram os mesmos nos dois métodos, conforme os cadernos técnicos de composições consultados em outubro de 2026. Assim, as diferenças do Quadro 11 decorrem dos quantitativos, e não da escolha dos coeficientes. Como o trabalho não é voltado ao orçamento, os coeficientes foram adotados como referência, sem preços, e as composições e os coeficientes constam no Apêndice A.

Quadro 11: Insumos obtidos no CAD e no BIM.

ITEM	INSUMO	SINAPI	CAD	BIM	DIF
Alvenaria - 10 cm	Bloco cerâmico: projeto 7×19×39; composição SINAPI de 9×19×39 (un)	103322	981,51	944,29	−37,21 (−3,79%)
Alvenaria - 20 cm	Bloco cerâmico - 14×19×39 (un)	103324	1.588,47	1.790,62	+202,15 (+12,73%)
Argamassa de assentamento (10 e 20 cm)	Cimento (kg)	87292	464,44	496,76	+32,32 (+6,96%)
Revestimento argamassado	Cimento (kg)	87529, 87292	2.336,49	2.480,29	+143,80 (+6,15%)
Massa corrida e pintura (base A)	Tinta látex - aproximação acrílica econômica (L)	104641	103,57	111,07	+7,50 (+7,25%)
Piso amadeirado 20×50	Porcelanato (m²)	não consta	-	-	-
Piso 70×70	Porcelanato (m²)	87261	9,43	9,43	0
Contrapiso (5 cm e 4 cm)	Cimento (kg)	87690, 87765 87301	1.747,10	1.747,10	0
Piso de concreto	Concreto usinado - *fck* 30 MPa (m³)	103075	4,709	4,728	+0,019 (+0,40%)
Forro de PVC	Réguas de PVC (m²)	96485	65,63	65,63	0
Esquadrias	Portas / janelas (un)	91312 a 91314 /94570 e 94559	9 / 8	9 / 8	0
Cobertura	Telha cerâmica - romana (un)	94442	2.260	2.260	0

Fonte: Autor, 2026, com coeficientes do SINAPI (Caixa Econômica Federal, 2026).

O quadro traz o insumo principal de cada serviço. Os demais insumos de cada composição (cal e areia das argamassas, selador, massa corrida e lixa da pintura, argamassa colante e rejunte dos pisos, tela, pinos, fôrma, lona, perfis, fechaduras, alizares e outros), com seus códigos e coeficientes, podem ser consultados no Apêndice A (aba “Insumos pelos coeficientes do SINAPI”), e variam na mesma proporção do insumo principal do respectivo serviço.

Os percentuais de cada insumo repetem os do quantitativo que o originou, porque o coeficiente é o mesmo nos dois métodos. As maiores diferenças ficaram nos blocos da alvenaria de 20 cm (+12,73%, ou 202 unidades) e nos insumos do revestimento (+6,15%) e da pintura (+7,25%), todos ligados às paredes, em que a diferença de quantitativo não foi conciliada (seção 4.2). A argamassa de assentamento reúne as paredes de 10 e de 20 cm, e por isso sua diferença (+6,96%) é intermediária entre as duas. Nos pisos, no forro, nas esquadrias e na cobertura, os insumos coincidiram, e o piso de concreto variou apenas 0,40%, por critério de medição.

Alguns insumos dependem de aproximações, que valem igualmente para os dois métodos. O bloco de 7 × 19 × 39 cm do projeto não consta no SINAPI, e foi usada a composição do bloco de 9 × 19 × 39 cm. O porcelanato de 20 × 50 cm não tem composição, e por isso seus insumos não foram calculados em nenhum dos métodos. O piso de concreto de 10 cm foi aproximado pela composição de 15 cm (103075). A tinta especificada no projeto, látex PVA, não tem composição no SINAPI, e foi usada a de látex acrílica econômica (104641). A telha cerâmica colonial foi aproximada pela composição de telha romana (94442), que adota a área de projeção em planta.

Pelo critério da prancha de cobertura, que aplica 16 telhas por m² sobre a área real de 132,96 m², a quantidade seria de 2.127 telhas, 133 a menos (5,9%) que as 2.260 do SINAPI, que usa 17,7485 telhas por m² sobre a projeção horizontal de 127,36 m². A diferença decorre do critério e vale para os dois métodos. O comprimento da cumeeira não foi medido em nenhum deles.

O contrapiso aparece com 4 cm no resumo da prancha e com 5 cm nas tabelas por ambiente, e foram usadas a composição de 5 cm nas áreas secas (87690) e a de 4 cm nas áreas molhadas (87765). Para as janelas de alumínio, a composição do SINAPI traz o coeficiente por área, a partir de uma janela de referência de 100 × 120 cm, e por isso o consumo calculado no Apêndice A não resulta em número inteiro de unidades; o Quadro 11 apresenta a quantidade de janelas, que coincidiu nos dois métodos. O revestimento e a pintura incluem as fachadas (107,78 m²) com coeficientes de paredes internas, embora o SINAPI possua composições próprias para fachada (por exemplo, a 87794). Os insumos de pintura foram calculados pela base A; a base B não foi extraída no BIM, pelo motivo exposto na seção 4.2.

Os insumos de argamassa e de pintura só puderam ser obtidos no BIM porque as paredes foram modeladas em camadas, de modo que a tabela de materiais separa o revestimento e a tinta, como no caso da pintura da base A (414,76 m²). A faixa de altura da base B, que o modelo não separa, não foi extraída (seção 4.2), e essa é a ligação entre esta seção e a seção 4.5, sobre o efeito da parametrização. Os valores do Quadro 11 são quantidades e não incluem preços, em conformidade com o escopo da pesquisa, e podem ser aproveitados por quem elabore o orçamento.

4.4 Divergências, erros e correções

No levantamento em CAD não foi registrado erro de leitura ou de medição. No BIM foram registradas três ocorrências, todas na garagem, reunidas no Quadro 12 com o valor inicial, a causa, a correção e a categoria conforme o Quadro 6: uma de critério de medição e duas de erro de modelagem.

Quadro 12: Divergências, erros e correções.

ITEM	MÉTODO	VAL. INICIAL	CAUSA	VAL. FINAL	CATEGORIA
Piso da garagem	BIM	26,48 m²	Contorno do elemento, incluindo os pilares; o ambiente desconta os pilares	26,48 m² (tabela de pisos - área líquida: 26,36 m²).	Critério de medição
Área da garagem	BIM	25,84 m²	Linha de separação de ambiente inclinada, que reduziu o contorno do ambiente	26,36 m²	Erro de modelagem
Perímetro da garagem	BIM	20,87 m	Mesma linha de separação inclinada	21,17 m	Erro de modelagem

Fonte: Autor, 2026.

A primeira ocorrência foi o piso da garagem, que a tabela de pisos do BIM forneceu com 26,48 m², pelo contorno do elemento, enquanto a área líquida do ambiente, que desconta os três pilares de 20 × 20 cm, é de 26,36 m². Adotou-se a área líquida como regra de medição, e a diferença foi tratada como critério, e não como erro; por isso, a tabela de pisos do BIM não foi alterada e o valor de 26,48 m²

permanece nela (Quadro 10). As outras duas ocorrências têm a mesma causa: uma linha de separação de ambiente inclinada, que reduziu o contorno da garagem e levou o Revit a calcular 25,84 m² de área e 20,87 m de perímetro.

Após o realinhamento da linha, os valores passaram a 26,36 m² e 21,17 m, em concordância com o CAD (26,36 m² e 21,16 m, sendo a diferença de 0,01 m no perímetro atribuída ao arredondamento). As duas correções de modelagem foram feitas no modelo, antes da conferência final.

No BIM, portanto, predominou o erro de modelagem (duas das três ocorrências), e não houve perda de informação na exportação do Revit para o DWG. Esse padrão é compatível com a literatura que associa as falhas da extração em BIM à modelagem e à parametrização (Cabral, 2023). O erro de modelagem foi detectado justamente pela comparação com o CAD, o que mostra o valor da conferência entre os dois métodos. Uma única causa afetou dois valores (área e perímetro), mas a repetição de uma falha de parametrização em todos os elementos de um mesmo tipo, discutida na seção 2.9.3, não foi observada.

Já a ausência de erros registrados no CAD contrasta com a expectativa de que o levantamento manual seja mais sujeito a falhas e retrabalho (Witicovski, 2011), o que se explica, em parte, pelo porte do projeto e pela conferência item a item. Isso não significa que o CAD esteja livre de erros: o levantamento foi feito por um único operador, e as divergências não conciliadas nas paredes (seção 4.2) não puderam ser atribuídas a nenhum dos dois métodos, de modo que não se pode excluir que parte delas seja erro de medição no CAD.

4.5 Efeito da parametrização incompleta

A influência da informação inserida no modelo sobre a extração foi analisada a partir do que as tabelas do BIM entregaram e do que não entregaram. O Quadro 13 reúne essas situações. As Figuras 9 e 10 ilustram o princípio: uma parede genérica, sem camadas, oferece pouca informação, enquanto uma parede com camadas e materiais definidos permite reconhecer cada insumo.

Quadro 13: Efeito da informação do modelo sobre a extração.

ELEMENTO	INFORMAÇÃO	O QUE A TABELA ENTREGOU	CONSEQUÊNCIA
Paredes de 10 e de 20 cm	Camadas e materiais definidos	Tabela de materiais com revestimento argamassado, massa corrida e tinta separados; pintura da base A de 414,76 m² (143,62 m² + 271,14 m²)	Insumos de argamassa e de pintura obtidos no BIM
Pintura da base B (2,80 m + 10 cm)	Faixa de altura não separada no modelo	Pintura pela altura total da parede	Base B não extraída no BIM; obtida só no CAD (377,21 m²)
Esquadrias	Material definido no quadro de esquadrias	Código, quantidade e dimensões (9 portas, 13,23 m²; 8 janelas, 9,55 m²)	Quantidade e área coincidem nos dois métodos; o material do quadro orientou a escolha das composições do SINAPI

Fonte: Autor, 2026.

Nas paredes, a informação de camadas e materiais foi o que permitiu obter a pintura da base A e os insumos de argamassa e de pintura diretamente da tabela de materiais. Já a faixa de altura da base B, que o modelo não separa, não pôde ser extraída, e esse é um caso de informação ausente no modelo, e não de erro de medição. Nas esquadrias, a área, a quantidade e o material constavam do quadro de esquadrias, e a escolha das composições do SINAPI partiu desse dado do modelo.

Esse resultado reforça a relação entre informação do modelo e qualidade do quantitativo discutida no Capítulo 2. A geometria estava correta nas três situações, mas só quando o modelo carregava a informação exigida pelo Quadro 9 a tabela entregou o quantitativo por insumo. Um caso próximo ocorreu na garagem: a linha de separação inclinada levou o Revit a calcular uma área e um perímetro incorretos (seção 4.4), o que mostra que o BIM entrega fielmente o que foi modelado, inclusive um erro de modelagem.

Isso concorda com a afirmação de que a confiabilidade dos dados extraídos depende do correto preenchimento dos parâmetros de cada elemento (Ribeiro; César Júnior, 2021) e com o caso de Alves (2021), em que a insuficiência de informação limitou a extração automática.

4.6 Simulação de alteração de projeto

A primeira simulação alterou a espessura de todas as paredes acabadas de 10 cm para 15 cm, com a troca do bloco cerâmico de 7 cm pelo de 9 cm, o que reduziu as áreas líquidas dos ambientes vizinhos. A segunda deslocou uma parede em 50 cm e ampliou a cozinha, cuja dimensão passou de 3,20 m para 3,70 m, com o espelhamento da porta P03 e o aumento do trecho T04 de 9,00 m para 9,50 m; a área de serviço, vizinha, foi reduzida. O Quadro 14 reúne a previsão dos efeitos, feita a partir da geometria antes de cada simulação, e o resultado observado em cada método, e o Quadro 15 compara a atualização dos quantitativos em cada método.

Quadro 14: Previsão dos efeitos de cada alteração.

QUANTITATIVO	SIMUL. 1	SIMUL. 2	OBSERVADO
Alvenaria (área total)	○ (altura e comprimento iguais)	● (o comprimento muda)	S1: divergiu (CAD −0,45; BIM −0,43) · S2: confirmada (CAD +1,50; BIM +1,61)
Volume de alvenaria	● (espessura muda; bloco de 7 para 9 cm)	● (o comprimento muda)	S1: confirmada (CAD +1,45; BIM +1,39) · S2: confirmada (CAD +0,21; BIM +0,22)
Revestimento argamassado	○ (a área de face é igual)	● (o comprimento muda)	S1: divergiu (CAD −0,90; BIM −0,87) · S2: confirmada (CAD +3,00; BIM +3,21)
Pintura – base A	○ (a área de face é igual)	● (o comprimento muda)	S1: divergiu (CAD −3,00; BIM −0,87) · S2: divergiu (CAD 0,00; BIM +3,21)
Áreas dos ambientes internos	● (a área líquida diminui)	● (um ambiente cresce e o vizinho diminui)	S1: confirmada (CAD −1,355; BIM −1,40) · S2: confirmada (CAD −0,085; BIM −0,11)
Pisos (três acabamentos)	● (acompanham a área líquida)	● (acompanham a área líquida)	S1: confirmada (CAD −1,355; BIM −1,38) · S2: confirmada (CAD −0,085; BIM −0,10)
Forro de PVC	● (acompanha a área líquida)	● (acompanha a área líquida)	S1: confirmada (CAD −1,36; BIM −1,38) · S2: confirmada (CAD +1,24; BIM +1,23)
Esquadrias	○	○ (salvo vão na parede deslocada)	S1: confirmada (0; 0) · S2: confirmada (0; 0)
Laje de forro	○	○ (se o contorno externo não muda)	S1: confirmada (0; 0) · S2: confirmada (0; 0)

Fonte: Autor, 2026. ● = muda; ○ = não deve mudar. A previsão decorre da geometria e foi feita antes das simulações; S1 = simulação 1; S2 = simulação 2.

A previsão foi confirmada em 6 dos 9 itens na simulação 1 e em 8 dos 9 na simulação 2. Na simulação 1, divergiram a alvenaria total, o revestimento e a pintura, previstos como inalterados.

A previsão considerou apenas a altura e o comprimento das paredes, mas, com a espessura maior, as paredes de 15 cm ocupam mais espaço na planta e reduzem o comprimento líquido de alguns trechos (T15, T16 e T18, em 0,05 m cada), o que diminuiu a alvenaria em 0,45 m² no CAD e 0,43 m² no BIM, e o revestimento em 0,90 m² e 0,87 m². A pintura variou −3,00 m² no CAD e −0,87 m² no BIM, diferença coerente com os critérios distintos já discutidos na seção 4.2: o CAD calcula a pintura pelo perímetro dos ambientes multiplicado pela altura, e o BIM, pela área das camadas das paredes.

Na simulação 2, a única divergência foi a pintura: o CAD não variou (0,00 m²), porque o ganho de perímetro na cozinha e a perda na área de serviço se compensaram e as fachadas (107,78 m²) não foram remedidas, enquanto o BIM atualizou +3,21 m², o mesmo valor do revestimento.

A alvenaria e o revestimento também variaram um pouco mais no BIM (+1,61 m² e +3,21 m²) do que no CAD (+1,50 m² e +3,00 m²). Como a tabela de paredes do BIM não identifica a posição de cada parede, a causa dessa diferença de 0,11 m² e 0,21 m² não foi identificada.

No BIM, em ambas as simulações as tabelas de ambientes, áreas, perímetros, pisos, forro, alvenaria e revestimento foram atualizadas automaticamente após a alteração do tipo de parede (simulação 1) e da cota da cozinha (simulação 2), sem nova medição. No CAD, nada se atualiza sozinho: foi preciso redesenhar as paredes, remedir as áreas e os trechos afetados e recalcular cada item com duas casas decimais. As esquadrias e a laje não mudaram, como previsto.

Quadro 15: Atualização dos quantitativos após as alterações.

SIMUL.	AFETADOS	CAD	BIM
Paredes de 10 para 15 cm	Alvenaria, volume, revestimento, pintura, áreas dos ambientes, pisos e forro	Redesenho das paredes (*OFFSET* de 0,025 m, UNIR, APARAR, CHANFRO, ESTICAR, *HATCH*, AREA e texto dos ambientes): 00:35:24. Remedição dos quantitativos: 00:14:34. Erros: nenhum registrado. **Total: 00:49:58**	Ajuste das paredes de 10 para 15 cm; tabelas atualizadas automaticamente. **Total: 00:02:07**
Deslocamento de parede em 50 cm	Alvenaria de 20 cm (T04), volume, revestimento, pintura, ambientes (cozinha e serviço), pisos e forro	Deslocamento da parede (ESTICAR, deslocamento da hachura, ESPELHAR da porta P03, nova hachura da cozinha e do serviço, AREA e texto dos ambientes): 00:14:51. Remedição (T04 de 9,00 para 9,50 m e perímetros): 00:04:52. Erros: nenhum registrado. **Total: 00:19:42**	Cota da cozinha alterada de 3,20 para 3,70 m; ambientes, áreas, perímetros e pisos atualizados automaticamente. **Total: 00:00:08**

Fonte: Autor, 2026. Os tempos foram arredondados ao segundo.

Na simulação 1, a atualização levou 00:49:58 no CAD e 00:02:07 no BIM, e na simulação 2, 00:19:42 e 00:00:08, o que soma 01:09:41 e 00:02:15 nas duas alterações. Considerou-se apenas o tempo de mudança e de remedição dos itens afetados; os quantitativos e os insumos não foram recalculados por completo nos dois métodos, pois o objetivo foi medir o esforço de atualização, e não obter um novo conjunto de valores. Por isso, os tempos têm caráter indicativo, medidos por um único operador.

Esse comportamento está de acordo com a ideia de que as tabelas se atualizam porque os objetos do modelo têm regras próprias (Eastman *et al*., 2014), mas somente para o que estiver parametrizado: a pintura da base B, não extraída no BIM (seção 4.2), não pôde ser atualizada por esse caminho, e as fachadas não foram remedidas no CAD. No Revit, o efeito da mudança de 10 para 15 cm depende da linha de localização da parede, que define para qual lado a espessura cresce; a escolha adotada foi a linha central da parede, de modo que a espessura passou a crescer 2,5 cm para cada lado, o que corresponde ao deslocamento de 0,025 m aplicado no CAD.

4.7 Tempo de quantificação

O Quadro 16 apresenta o tempo de quantificação de cada método, por categoria, com caráter indicativo. O total foi de 02:33:16 no CAD e de 00:00:54 no BIM, e a maior diferença ocorreu nas paredes (01:20:19 no CAD e 00:00:15 no BIM). O tempo do BIM corresponde à inserção, na prancha, das tabelas de quantitativos de um modelo (*template*) e à leitura dos resultados, sem incluir a modelagem nem a exportação, que são etapas comuns aos dois métodos (seção 3.6). Na simulação, a atualização levou 00:49:58 e 00:19:42 no CAD, 01:09:41 no total, e 00:02:07 e 00:00:08 no BIM, 00:02:15 no total.

Quadro 16: Tempo de quantificação.

ITEM	CAD	BIM	OBSERVAÇÃO
Áreas dos ambientes	00:13:51	00:00:07	CAD: comando AREA em cada ambiente. BIM: inserção do quadro de ambientes
Alvenaria e revestimento argamassado	01:20:19	00:00:15	CAD: cotas dos trechos T01 a T18, vãos e alturas. BIM: resumo de paredes e tabela de materiais
Massa corrida e pintura	00:21:53	00:00:00	BIM: base A já obtida na tabela de materiais das paredes; base B não extraída
Pisos, forro, laje e cobertura	00:28:35	00:00:21	CAD: comando AREA nos ambientes e nos contornos. BIM: tabelas de piso, telhas, forro e laje
Esquadrias	00:08:38	00:00:10	CAD: contagem dos códigos na planta. BIM: tabelas de portas e janelas
TOTAL DA QUANTIFICAÇÃO	**02:33:16**	**00:00:54**	
Cálculo dos insumos	05:02:58	05:02:58	Medido uma vez e adotado para os dois métodos; fora do total
Simulação 1 (paredes de 10 para 15 cm)	00:49:58	00:02:07	CAD: redesenho 00:35:24 e remedição 00:14:34
Simulação 2 (parede deslocada em 50 cm)	00:19:42	00:00:08	CAD: deslocamento 00:14:51 e remedição 00:04:52
TOTAL DAS SIMULAÇÕES	**01:09:41**	**00:02:15**	

Fonte: Autor, 2026. Os totais foram calculados com frações de segundo, e a soma das parcelas arredondadas difere deles em 1 s, no BIM (quantificação) e no CAD (simulações).

A pintura aparece com tempo zero no BIM porque a base A é obtida da linha de tinta da tabela de materiais das paredes, que já havia sido inserida na categoria das paredes. O cálculo dos insumos pelos coeficientes do SINAPI levou 05:02:58, foi medido uma única vez e adotado para os dois métodos, pois o procedimento é idêntico, e por isso ficou fora do total da quantificação.

A diferença é da ordem de 170 vezes na quantificação e de 31 vezes nas simulações, mas ela depende de as tabelas já estarem disponíveis em modelos prontos, que se atualizam automaticamente a cada alteração do projeto. A modelagem e a configuração das famílias, das camadas e dos parâmetros, que determinam o que a tabela entrega, ficaram fora da medida de tempo e não devem ser desconsideradas ao interpretar o resultado.

A qualificação exigida foi organizada por etapa e classificada de forma qualitativa pelo autor, em básico, intermediário ou avançado (Quadro 17). No CAD, a exigência recaiu sobre o domínio dos comandos de medição e sobre o cálculo manual dos descontos. No BIM, recaiu sobre a modelagem paramétrica e sobre a configuração de famílias, camadas e tabelas, atividades que ficaram fora da medida de tempo, mas que determinam a qualidade do que a tabela entrega.

Quadro 17: Qualificação exigida em cada etapa.

ETAPA	CAD	BIM	NÍVEL (CAD/BIM)
Preparo	Leitura do projeto, limpeza do DWG e domínio dos comandos de medição	Modelagem paramétrica, configuração de famílias, camadas e tabelas	Intermediário / Avançado
Obtenção das quantidades	Medição e cálculos manuais, com descontos de vãos	Inserção das tabelas do *template* na prancha, leitura e conferência dos resultados	Intermediário / Básico
Conferência	Revisão item a item e cálculo independente	Verificação do modelo e dos parâmetros contra o projeto	Intermediário / Intermediário
Alteração de projeto	Refazer a medição e cálculo	Alterar o tipo ou a geometria e verificar a atualização das tabelas	Intermediário / Intermediário

Fonte: Autor, 2026. Níveis: básico, intermediário ou avançado (seção 3.7).

Organizados segundo a estrutura de comparação do Quadro 7, os resultados mostram que, no preparo, o CAD exigiu a leitura do projeto, a limpeza do DWG e o domínio dos comandos de medição, e o BIM exigiu a modelagem paramétrica, que antecede a extração e ficou fora da medida de tempo; na organização, os critérios de

medição foram definidos e registrados no memorial no CAD e incorporados à configuração das tabelas no BIM; e nos resultados, o CAD exigiu medição e cálculo manuais, em 02:33:16, e o BIM, a leitura das tabelas, em 00:00:54, com atualização de projeto de 01:09:41 contra 00:02:15.

Esse conjunto atende ao segundo objetivo específico. Como o levantamento foi feito por um único operador, em um único projeto, e a extração em BIM ocorreu depois do CAD, o tempo e a qualificação não são tratados como medida geral de produtividade, mas como indicação da ordem de grandeza e do tipo de esforço de cada método.

4.8 Matriz de risco

O Quadro 18 e as Figuras 13 e 14 avaliam os riscos associados a cada método, a partir das ocorrências registradas nas seções anteriores. Risco, nesse contexto, é qualquer problema que possa gerar erro no quantitativo final, seja por falha de quem desenha ou modela, seja por limitação do próprio método. Foram considerados sete riscos, de R1 a R7, descritos no Quadro 18.

Para compará-los de forma objetiva, cada risco recebeu duas notas, de 1 a 3, conforme o Quadro 8. A probabilidade indica o quanto o erro tende a acontecer e foi definida pela frequência observada neste estudo: baixa quando o erro não ocorreu, média quando ocorreu uma vez e alta quando ocorreu duas ou mais vezes. O impacto indica o quanto o erro afeta o resultado e foi definido pelo tamanho do maior erro causado no quantitativo do item afetado: baixo quando ficou abaixo de 1%, médio entre 1% e 5%, e alto acima de 5% ou quando o item não chegou a ser identificado. O produto das duas notas (P × I) define o nível do risco: baixo para valores de 1 e 2, médio para 3 e 4, e alto para 6 e 9.

Quando um risco não ocorreu em um dos métodos, não há erro medido para definir o seu impacto. Nesse caso, adotou-se o impacto observado no outro método, pois o tipo de falha é o mesmo. Quando não ocorreu em nenhum dos dois, adotou-se impacto alto, por prudência, de modo a não subestimar um problema que não pôde ser medido. A regra é a mesma para o CAD e para o BIM, o que permite comparar as duas matrizes diretamente.

Os limites adotados decorrem da própria escala. Como cada nota varia de 1 a 3, o produto só pode assumir os valores 1, 2, 3, 4, 6 e 9. Por isso, os valores 1 e 2 foram classificados como risco baixo, os valores 3 e 4 como risco médio, e os valores

6 e 9 como risco alto. Um risco só chega ao nível alto quando uma das notas é alta e a outra é, no mínimo, média. A probabilidade foi definida pela frequência observada porque o estudo tem um único projeto e um único operador, o que não permite estimar frequências com base estatística. Os limites de 1% e de 5% do impacto foram definidos pelo autor: abaixo de 1% estão as diferenças de arredondamento e de critério observadas nos quantitativos do Quadro 10 (a maior foi de 0,4%), e acima de 5% estão as diferenças de grande efeito sobre o item, como a das telhas (5,9%). Trata-se, portanto, de uma classificação qualitativa, definida pelo autor e usada para ordenar os riscos neste estudo com a mesma régua para os dois métodos.

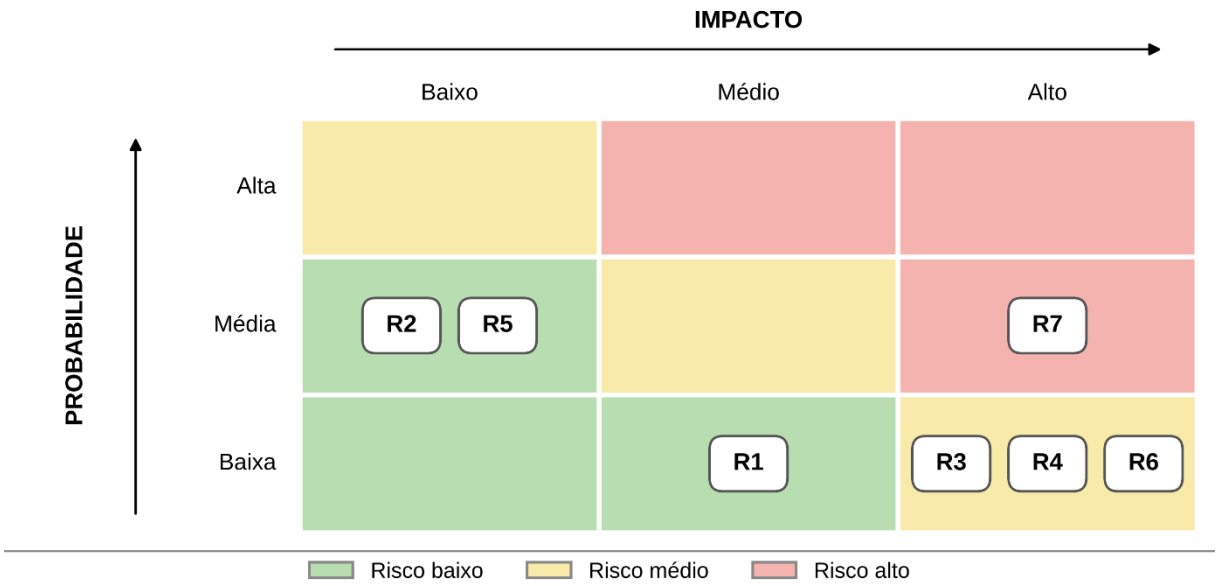
Quadro 18: Probabilidade, impacto e nível dos riscos por método.

RISCO	DESCRIÇÃO	CAD	BIM	CONTROLE
R1	Erro de desenho (CAD) ou de modelagem (BIM)	**1 × 2 = 2 (baixo)**	**3 × 2 = 6 (alto)**	Conferência independente
R2	Descontos de vãos e sobreposição de paredes	**2 × 1 = 2 (baixo)**	**2 × 1 = 2 (baixo)**	Ficha de registro por item
R3	Critério de medição diferente entre métodos	**1 × 3 = 3 (médio)**	**3 × 3 = 9 (alto)**	Critério único registrado
R4	Elemento sem parâmetro ou com tipo genérico	**1 × 3 = 3 (médio)**	**3 × 3 = 9 (alto)**	Requisitos de informação (LOIN)
R5	Alteração de projeto não propagada aos quantitativos	**2 × 1 = 2 (baixo)**	**1 × 1 = 1 (baixo)**	Verificação do modelo
R6	Erro de unidade ou de escala	**1 × 3 = 3 (médio)**	**1 × 3 = 3 (médio)**	Configuração de unidades
R7	Item não modelado ou não medido	**2 × 3 = 6 (alto)**	**3 × 3 = 9 (alto)**	Lista de itens do Quadro 5

Fonte: Autor, 2026.

Nas Figuras 13 e 14, cada risco foi posicionado segundo as notas do Quadro 8. A probabilidade (eixo vertical) indica a chance de o erro ocorrer, medida pelas ocorrências registradas neste estudo, e o impacto (eixo horizontal) indica o efeito do erro sobre o quantitativo do item afetado, medido pelo maior erro registrado. As cores indicam o nível do risco, dado pelo produto das duas notas.

Figura 13: Matriz de risco do CAD.

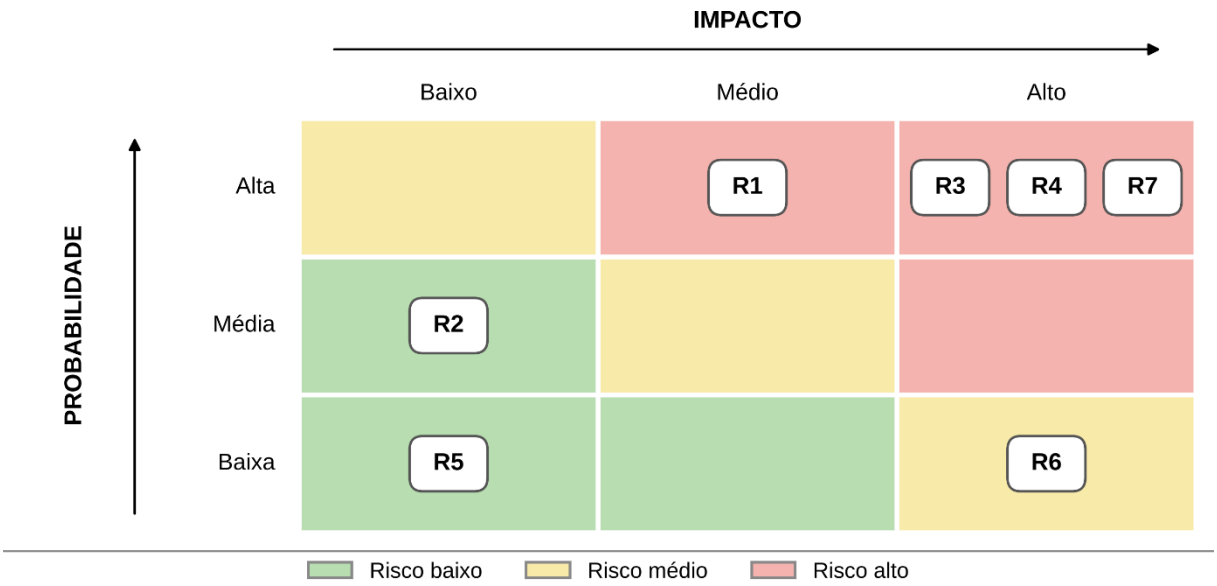


Fonte: Autor, 2026.

A Figura 13 apresenta a matriz do CAD. Apenas um risco ficou em nível alto: o item não medido (cumeeira). Três riscos ficaram em nível médio: o critério de medição, a informação ausente e o erro de unidade ou de escala. Três riscos ficaram em nível baixo: o erro de desenho, o desconto de vãos e encontros e a alteração de projeto não propagada. O desconto de vãos e encontros ocorreu uma vez, nos cantos externos, onde cerca de 1,2 m² de uma das faces ficou fora da medição. A alteração de projeto não propagada ocorreu uma vez, na pintura da simulação 2, que não variou no CAD, com diferença menor que 1% do item. O erro de desenho não ocorreu no CAD, e o seu impacto de referência foi médio.

O erro de unidade ou de escala ficou em nível médio no CAD, pois não ocorreu e recebeu impacto alto por prudência, já que uma falha desse tipo afetaria todas as medidas dela decorrentes. O critério de medição e a informação ausente também ficaram em nível médio, por não terem ocorrido no CAD e terem recebido o impacto observado no BIM; esses níveis refletem, portanto, a regra adotada, e não um erro medido no CAD. O item não medido, único risco alto do CAD, ocorreu uma vez, na cumeeira, cujo comprimento não foi medido em nenhum dos métodos, e recebeu impacto alto por se tratar de item não identificado, conforme o Quadro 8. Assim, os riscos do CAD concentram-se no trabalho manual e na conferência do que foi medido.

Figura 14: Matriz de risco do BIM.



Fonte: Autor, 2026.

A Figura 14 apresenta a matriz do BIM. Quatro riscos ficaram em nível alto. O erro de modelagem ocorreu duas vezes, ambas na garagem (Quadro 12), com erros entre 1% e 5% do item (probabilidade alta e impacto médio). O critério de medição ocorreu na garagem e na cobertura, com diferença de 5,9% nas telhas; a informação ausente ocorreu nas diferenças de alvenaria, revestimento e pintura, que não puderam ser atribuídas a parâmetro ou tipo do modelo; e o item não modelado ocorreu na pintura da base B e na cumeeira.

Esses três riscos tiveram probabilidade alta e impacto alto. O desconto de vãos e encontros ocorreu uma vez, na variação de 0,17 m² entre as camadas de acabamento nos encontros das paredes de 20 cm, e ficou em nível baixo, assim como a alteração de projeto não propagada, que não ocorreu no BIM e teve como referência o erro pequeno do CAD. O erro de unidade ou de escala ficou em nível médio, por não ter ocorrido e ter recebido impacto alto por prudência. Os riscos de nível alto do BIM concentram-se na modelagem e na informação inserida no modelo: como a extração é automatizada, ela reproduz o que foi modelado, inclusive as falhas.

Comparando as duas matrizes, o CAD teve um risco em nível alto, contra quatro no BIM. Quatro riscos tiveram o mesmo nível nos dois métodos: o item não medido (alto), o erro de unidade ou de escala (médio), o desconto de vãos e encontros e a alteração de projeto não propagada (baixo). O erro de modelagem, o critério de medição e a informação ausente foram mais altos no BIM, e nenhum risco teve nível

maior no CAD. Ainda assim, a probabilidade da alteração de projeto não propagada foi menor no BIM (baixa) do que no CAD (média), pois as tabelas do modelo foram atualizadas sem ação manual nas duas simulações. A análise mostra, assim, que o BIM não elimina os riscos, mas os desloca: reduz os riscos ligados à atualização manual e concentra os riscos na modelagem e na informação contida no modelo.

O R3, de critério de medição diferente entre os métodos, ocorreu na garagem, cujo piso foi de 26,48 m² pelo contorno e de 26,36 m² pela área líquida, e na cobertura, com 2.127 telhas pelo critério da prancha e 2.260 pela projeção do SINAPI. O R4, de elemento sem parâmetro ou com tipo genérico no BIM, permanece porque as diferenças de alvenaria, revestimento e pintura, de 3,79% a 12,73% em módulo, não puderam ser atribuídas a parâmetro ou tipo do modelo. O R7, de item não modelado ou não medido, se manifestou na pintura da base B, que não foi extraída do BIM, e no comprimento da cumeeira, que não foi medido em nenhum dos métodos. As medidas de controle que os reduziriam são o registro de um critério único antes da medição (R3), a definição dos requisitos de informação com identificação das paredes (R4) e a conferência item a item contra a lista do Quadro 5 (R7).

Entre os riscos altos do BIM, os ligados à modelagem (R1) e à informação do modelo (R4) convergem com Witicovski (2011): para a autora, a margem de erro elevada decorreu da ausência de informações no levantamento (p. 162) e, havendo erros de modelagem, o software não será capaz de quantificar automaticamente (p. 165). Como a matriz foi construída para este estudo, a convergência vale para a origem dos riscos, e não para a classificação dos níveis.

Os controles do Quadro 18 também têm respaldo na literatura. Cabral (2023, p. 52) validou a extração cruzando duas bases e verificando as divergências, como na conferência independente (R1), e observa (p. 58) que quem modela nem sempre prepara o modelo para o orçamentista, o que reforça os requisitos de informação (R4). Witicovski (2011, p. 43) afirma que a exatidão dos quantitativos depende diretamente do detalhamento do projeto.

Entre os benefícios observados, o BIM entregou os quantitativos em menos tempo e atualizou as tabelas após as alterações de projeto sem nova medição, enquanto o CAD dispensou a modelagem paramétrica e permitiu aplicar o critério de medição diretamente sobre o desenho, inclusive a base B de pintura.

4.9 Síntese e resposta à questão de pesquisa

A questão que orientou esta pesquisa foi de que maneira a utilização da metodologia BIM interfere no processo de extração e análise de quantitativos em projetos de edificações, quando comparada ao levantamento tradicional realizado em ambiente CAD. Os resultados indicam que a utilização da metodologia BIM desloca o esforço da medição e do cálculo, feitos manualmente no CAD, para a modelagem e a parametrização do modelo, e que a qualidade do quantitativo passa a depender do nível de informação definido para ele.

Essa resposta se sustenta em quatro pontos. Primeiro, quanto aos quantitativos e aos insumos, dos 17 itens comparados, 9 coincidiram em duas casas decimais e 4 diferiram em no máximo 0,12 m² (0,005 m³ no volume da laje) por arredondamento ou critério de medição; as quatro diferenças restantes ficaram nas paredes (alvenaria de 20 cm, +12,73%; alvenaria de 10 cm, −3,79%; revestimento, +6,15%; pintura, +7,25%) e não foram conciliadas, e os insumos repetiram essas diferenças porque os coeficientes foram os mesmos (seções 4.2 e 4.3). Segundo, quanto à origem dos erros, não foi registrado erro de leitura ou de medição no CAD, e as três ocorrências do BIM foram de modelagem (duas) e de critério de medição (uma), além da informação ausente no modelo, como a faixa de pintura da base B (seções 4.4 e 4.5). Terceiro, quanto às alterações de projeto, o BIM atualizou automaticamente as tabelas parametrizadas, enquanto o CAD exigiu redesenhar e remedir os itens afetados, e a previsão dos efeitos foi confirmada em 6 de 9 itens na primeira simulação e em 8 de 9 na segunda (seção 4.6). Quarto, quanto ao tempo, à qualificação e aos riscos, a quantificação levou 02:33:16 no CAD e 00:00:54 no BIM, e as alterações, 01:09:41 e 00:02:15, mas o BIM exigiu modelagem e configuração de nível avançado, fora da medida de tempo, e os riscos de nível alto foram um no CAD (item não medido) e quatro no BIM (erro de modelagem, critério de medição, informação ausente e item não medido) (seções 4.7 e 4.8).

Esses resultados concordam com Bortolotto, Chibiaqui e Fermo (2023) quanto à equivalência dos valores nos itens de geometria simples e quanto ao menor tempo do BIM, que os autores associam ao uso de *templates* organizados, e com Carvalho (2022), em que o BIM contabilizou tudo o que foi modelado. O registro de erros do BIM ligados à modelagem é compatível com Cabral (2023), que associa as

inconsistências da extração à classificação, à parametrização e à consistência do modelo.

A ausência de erros registrados no CAD contrasta com a expectativa apontada por Witicovski (2011) para o levantamento manual, o que se explica, em parte, pelo porte do projeto e pela conferência item a item. Como o trabalho tratou de um único projeto residencial, restrito à arquitetura, com um único operador que também modelou o projeto, os resultados não autorizam afirmar a superioridade de um método sobre o outro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a extração de quantitativos e de insumos de um projeto arquitetônico residencial unifamiliar, comparando o levantamento manual em ambiente CAD com a extração automatizada em ambiente BIM. Para isso, o projeto-padrão R1N da NBR 12721 foi adaptado, modelado no Revit 2025 e quantificado pelos dois métodos, e os resultados foram comparados quanto aos valores, aos erros, à atualização diante de alterações de projeto, ao tempo, à qualificação exigida e aos riscos. A questão que orientou o estudo foi de que maneira a utilização da metodologia BIM interfere no processo de extração e análise de quantitativos em projetos de edificações, quando comparada ao levantamento tradicional realizado em ambiente CAD.

5.1 Síntese dos resultados

Os resultados indicam que a metodologia BIM desloca o esforço da medição e do cálculo, realizados manualmente no CAD, para a modelagem e a parametrização do modelo, e que a qualidade do quantitativo passa a depender do nível de informação definido para ele.

Dos 17 itens comparados, 9 coincidiram em duas casas decimais, e 4 apresentaram diferença máxima de 0,12 m² (0,005 m³ no volume da laje), atribuída a arredondamento ou a critério de medição. As diferenças restantes concentraram-se nas paredes: alvenaria de 20 cm (+12,73%), revestimento argamassado (+6,15%) e pintura (+7,25%), valores do BIM em relação ao CAD, além da alvenaria de 10 cm (−3,79%). Essas diferenças foram decompostas por espessura e por critério, mas não conciliadas trecho a trecho, pois a tabela de paredes do BIM não informa a localização de cada parede; por isso, a pesquisa não permite afirmar qual dos dois valores se aproxima mais do real nesses itens.

Os insumos repetiram as diferenças dos quantitativos, por terem sido calculados com os mesmos coeficientes do SINAPI. No CAD, não houve registro de erro de leitura ou de medição, e, no BIM, as três ocorrências, todas na garagem, corresponderam a dois erros de modelagem e a uma diferença de critério de medição; o erro de modelagem foi detectado pela comparação com o CAD.

Nas simulações de alteração de projeto, o BIM atualizou automaticamente as tabelas dos elementos parametrizados, enquanto o CAD exigiu redesenhar e remedir

os itens afetados. A previsão dos efeitos foi confirmada em 6 de 9 itens na primeira simulação e em 8 de 9 na segunda, e as divergências decorreram de efeitos geométricos não previstos (a espessura maior reduziu o comprimento líquido de três trechos de parede) e do critério de cálculo da pintura. Na matriz de risco, que usou as mesmas escalas para os dois métodos, ficou em nível alto um risco no CAD e quatro no BIM. Os riscos do CAD concentraram-se no trabalho manual, e os do BIM, na modelagem e na informação inserida no modelo, de modo que a escolha do método desloca o ponto em que o controle de qualidade deve ser realizado, sem eliminá-lo.

Os dois métodos também diferem no que exigem antes da quantificação. O CAD exige um conjunto de desenhos suficiente para medir (plantas, cortes, elevações e quadro de esquadrias, com cotas legíveis e camadas organizadas), e o critério de medição fica a cargo de quem mede. O BIM exige um modelo com o nível de informação definido antes da extração, com famílias, camadas, materiais e parâmetros configurados e tabelas preparadas, porque a tabela só entrega o que o modelo contém. Nos dois casos há critérios a seguir, mas no CAD eles se concentram na leitura e na medição do desenho, e no BIM, na configuração do modelo. Por isso, o BIM não pode ser tratado apenas como um programa de desenho que entrega cortes, fachadas e uma quantificação sem critério: o resultado depende de parâmetros definidos previamente.

Essas diferenças aparecem no tempo de trabalho. A quantificação levou 02:33:16 no CAD e 00:00:54 no BIM, e as alterações de projeto, 01:09:41 e 00:02:15. Esses tempos, porém, comparam apenas a quantificação e a atualização. Como o DWG foi exportado do modelo, não há tempo de desenho em CAD, e o tempo de modelar e configurar o BIM também não foi medido. O esforço de preparação, que no CAD é o desenho e no BIM é a modelagem e a configuração, ficou fora da comparação e é o que define em quais condições cada método compensa.

Esses resultados convergem com a literatura. Witicovski (2011, p. 167) liga a margem de erro dos orçamentos ao desenvolvimento do projeto e à qualidade das informações inseridas, o que se aproxima da conclusão deste estudo de que o quantitativo extraído do BIM depende da informação definida no modelo. Cabral (2023, p. 58) também encontrou divergência na quantidade de pintura entre as tabelas do Revit e o plugin SEOBRA, sem causa confirmada, situação semelhante à das divergências de paredes não conciliadas aqui.

Quanto ao tempo, a rapidez da extração e a atualização automática diante de revisões de projeto, observadas neste estudo, coincidem com Cabral (2023, p. 57). Witicovski (2011, p. 167), porém, ressalva que essa análise prévia exige investimento em software, hardware e treinamento e, principalmente, tempo, o que se alinha à ressalva deste estudo de que o menor tempo de quantificação em BIM não equivale a menor esforço total. Em sentido contrário, a ausência de erros registrados no CAD contraria a expectativa de Witicovski (2011) para o levantamento manual e deve ser lida com cautela, dado o porte do projeto e a conferência item a item.

5.2 Atendimento aos objetivos específicos

O primeiro objetivo específico, definir os requisitos de informação do projeto, foi atendido com a aplicação do LOIN a sete grupos de elementos, o que estabeleceu um parâmetro comum aos dois métodos. O modelo atendeu aos requisitos de seis grupos sem ajuste, e o grupo de ambientes exigiu uma correção, a da garagem.

O segundo objetivo, comparar o tempo e a qualificação exigidos, foi atendido com o registro do tempo por categoria e com a classificação qualitativa das etapas. A quantificação levou 02:33:16 no CAD e 00:00:54 no BIM, e as duas simulações, 01:09:41 e 00:02:15, enquanto o cálculo dos insumos (05:02:58) foi comum aos dois métodos. O tempo do BIM corresponde à inserção, na prancha, de tabelas de quantitativos de um modelo (*template*) já disponíveis, e não inclui a modelagem nem a configuração de famílias, camadas e parâmetros, que exigiram qualificação de nível avançado. Como o DWG foi exportado do modelo, o estudo também não tem o tempo de desenhar o projeto em CAD, que seria o equivalente da modelagem e da configuração do BIM. Assim, os tempos comparam a quantificação e a atualização, e o menor tempo em BIM não equivale a menor esforço total do processo.

O terceiro objetivo, avaliar os riscos e os benefícios de cada método, foi atendido com a matriz de risco e com o levantamento dos benefícios observados. Ficou em nível alto um risco no CAD (o item não medido) e quatro no BIM (o erro de modelagem, o critério de medição diferente entre os métodos, a informação ausente no modelo e o item não modelado). Os controles correspondentes são a conferência independente, o registro de um critério único antes da medição, a definição dos requisitos de informação com identificação das paredes e a conferência item a item contra uma lista de itens.

5.3 Limitações da pesquisa

A pesquisa tem limitações que condicionam a leitura dos resultados. Tratou de um único projeto residencial térreo, restrito à disciplina de arquitetura, executado por um único operador que também elaborou o modelo e conhecia as tabelas do Revit antes de medir no CAD, e os tempos, medidos uma única vez, têm caráter indicativo. A extração em BIM ocorreu depois do levantamento em CAD, e o tempo do BIM depende de tabelas prontas. O DWG foi exportado do próprio modelo, de modo que não há referência do tempo de desenhar o projeto em CAD, e o tempo de modelagem e de configuração do BIM também não foi medido.

No BIM, a tabela de paredes não permitiu a conciliação trecho a trecho, e a pintura pela base B (2,80 m + 10 cm) não foi extraída, pois o modelo não separa essa faixa de altura. Os insumos dependeram de aproximações das composições do SINAPI: o bloco de 7 cm do projeto foi representado pela composição do bloco de 9 cm, o piso de concreto de 10 cm pela de 15 cm, a tinta de látex PVA por uma acrílica econômica, a telha colonial por uma romana, e o porcelanato de 20 × 50 cm, sem composição, não teve seus insumos calculados.

As fachadas foram calculadas com coeficientes de paredes internas e não foram remedidas nas simulações, e o comprimento da cumeeira não foi medido. A pesquisa também não incluiu preços, orçamento, compatibilização entre disciplinas nem elementos estruturais. Por esses motivos, os resultados não devem ser generalizados para outras tipologias, disciplinas ou escritórios, e não autorizam afirmar a superioridade de um método sobre o outro.

5.4 Recomendações e trabalhos futuros

Os resultados permitem recomendar cinco práticas: registrar um critério de medição único antes de quantificar, pois a diferença de critério foi uma das principais fontes de divergência; definir camadas e materiais conforme os requisitos de informação, o que viabilizou a extração de insumos no BIM; identificar as paredes nas tabelas, para permitir a conciliação trecho a trecho; conferir os dois métodos entre si, o que revelou o erro da garagem; e definir, antes de começar, o que cada método exige: no CAD, o conjunto de desenhos e de camadas necessário à medição; no BIM, o nível de informação (famílias, camadas, parâmetros e tabelas) que a finalidade da quantificação demanda.

A escolha entre CAD e BIM também deve considerar o porte do projeto, a frequência de alterações e o tempo disponível para o desenvolvimento inicial. Em um projeto pequeno e pouco sujeito a mudanças, o esforço de configurar o modelo pode não se justificar. Em projetos maiores, que mudam com frequência ou serão aproveitados no planejamento e no orçamento, esse esforço inicial tende a ser compensado pela atualização automática, que nas simulações deste estudo levou 31 vezes menos tempo que no CAD. Essa relação é uma hipótese a ser testada, e não resultado desta pesquisa, que tratou de um único projeto de pequeno porte.

Como trabalhos futuros, sugere-se repetir o procedimento em outros projetos, de portes diferentes e com mais de um operador, invertendo a ordem entre CAD e BIM; cronometrar também o desenho em CAD e a modelagem e a configuração em BIM, para obter o esforço total de cada método; propor e testar uma metodologia para avaliar a vantagem de cada método, que combine tempo total, erros e retrabalho; incluir um cálculo independente das paredes; estender a comparação a outras disciplinas; e ligar o quantitativo ao orçamento, conforme a Nova BIM BR (Brasil, 2024b).

6 REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção: Guia 3. Brasília: ABDI, 2017. (Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC).

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12721**: avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. Disponível em: https://normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5311/abnt-nbr12721-avaliacao-de-custos-unitarios-de-construcao-para-incorporacao-imobiliaria-e-outras-disposicoes-para-condominios-edificios-procedimento. Acesso em: 17 out. 2026.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-1**: sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-7**: sistema de classificação da informação da construção: parte 7: informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 19650-1**: organização e digitalização da informação sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo a modelagem da informação da construção (BIM): gestão da informação usando a modelagem da informação da construção: parte 1: conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2022a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 19650-2**: organização e digitalização da informação sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo a modelagem da informação da construção (BIM): gestão da informação usando a modelagem da informação da construção: parte 2: fase de entrega dos ativos. Rio de Janeiro: ABNT, 2022b.

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. 2006. Dissertação (Mestrado) – School of Technology, Brigham Young University, Provo, 2006.

ALVES, G. M. F. **BIM e orçamentação**: estudo de caso. 2021. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 4, n. 2, p. 76-105, 2009.

AUTODESK. **Export to DWG or DXF**. Revit 2025 Help. [S. l.]: Autodesk, 2026a. Disponível em: https://help.autodesk.com/cloudhelp/2025/ENU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-42C75024-4D71-4831-8910-2747168624A3.htm. Acesso em: 18 out. 2026.

AUTODESK. **What is a DWG file? How to open and view DWG drawings**. [S. l.]: Autodesk, 2026b. Disponível em: https://www.autodesk.com/blogs/autocad/what-is-a-dwg-file/. Acesso em: 18 out. 2026.

AZEVEDO, O. J. M. de. **Metodologia BIM**: Building Information Modeling na direção técnica de obras. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Braga, 2009.

BADRA, P.; COZZA, E. (coord.). **Orçamento de obras em tempos de BIM**: Building Information Modeling. São Paulo: BUC Serviços de Conteúdo, 2018.

BIBLUS. **Uso de LOD e LOIN no BIM: definição e aplicações.** [S. l.]: ACCA software, 2026. Disponível em: https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/. Acesso em: 18 out. 2026.

BORTOLOTTO, L. M.; CHIBIAQUI, A. M.; FERMO, G. O. **Comparativo entre a extração de quantitativos de paredes e revestimentos de parede de forma convencional e com a utilização da metodologia BIM**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Criciúma, Criciúma, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/1/1839. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013.** Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.** Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.** Lei de Licitações e Contratos Administrativos. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024.** Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR. 2024a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Plano de trabalho da Estratégia BIM BR 2025-2027**. Brasília, DF: MDIC, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/obrasgov/pt-br/estrategia-bim-br/plano-de-trabalho-da-estrategia-bim-br-2025-2027. Acesso em: 18 out. 2026.

BRASIL, P. de C. *et al.* **Modelagem da Informação da Construção (BIM) e suas contribuições para a geração e gestão de projetos arquitetônicos sustentáveis**. *In*: PANIAGUA, C. E. da S. (org.). **Meio ambiente**: agricultura, desenvolvimento e sustentabilidade 2. Ponta Grossa: Atena, 2023. p. 162-173. DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.39123220611.

CABRAL, M. G. **Metodologia BIM para orçamentação de obras**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Brasília: CAIXA, 2026. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx. Acesso em: 17 out. 2026.

CAMPESTRINI, T. F. *et al.* **Entendendo BIM**. 1. ed. Curitiba: Entendendo BIM, 2015.

CARVALHO, G. S. de. **Análise comparativa da extração de quantitativos de um empreendimento residencial**: confiabilidade da plataforma BIM. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2022. Disponível em: https://repositorio.ucs.br/11338/11564. Acesso em: 18 out. 2026.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras**: parte 1: fundamentos BIM. Brasília, DF: CBIC, 2016.

DERESTE, S. **O que é o BIM e qual a sua importância para a área da AEC?** [S. l.]: SDS Educa, 2018. Disponível em: https://sdseduca.com.br/o-que-e-o-bim-e-qual-sua-importancia-para-area-da-aec/. Acesso em: 1 maio 2026.

EASTMAN, C. *et al*. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. Características da representação 2D e suas limitações na etapa de compatibilização espacial do projeto. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 36-52, nov. 2007.

FLORIO, W. Ensino de modelagem paramétrica no processo de projeto: experiências didáticas. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO (ENANPARQ), 3., 2014, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: UP Mackenzie/Unicamp, 2014.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 19650-1:2018**: organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM): information management using building information modelling: part 1: concepts and principles. Geneva: ISO, 2018.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 7817-1:2024**: building information modelling: level of information need: part 1: concepts and principles. Geneva: ISO, 2024. Disponível em: https://www.iso.org/standard/82914.html. Acesso em: 17 out. 2026.

JSE ACADEMY. **BIM vs. CAD**: why Revit Architecture is the game changer. [S. l.]: JSE Academy, 2025. Disponível em: https://jseacademy.com/bim-vs-cad-why-revit-architecture-is-the-game-changer/. Acesso em: 18 out. 2026.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling**: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. Nova York: McGraw-Hill Professional, 2008.

NIBS. National Institute of Building Sciences**. National Building Information Model Standard**: version 1: part 1: overview, principles and methodologies. Washington, DC: NIBS, 2007.

PISSARRA, N. M. M. **Utilização de plataformas colaborativas para o desenvolvimento de empreendimentos de engenharia civil**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, M. **Dimensões do BIM**: do 3D ao 7D e por que utilizar a tecnologia. [S. l.]: Mais Controle, 2023. Disponível em: https://maiscontroleerp.com.br/dimensoes-do-bim/. Acesso em: 18 out. 2026.

RIBEIRO, R. R.; CÉSAR JÚNIOR, K. L. M. Modelagem paramétrica baseada em objetos em BIM para o projeto estrutural: estudo de caso de fundações tipo tubulão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12, p. e021029, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8653835.

RODRIGUES, R. G. **Extração de quantitativos utilizando uma ferramenta BIM**. 2019. 157 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26100. Acesso em: 18 out. 2026.

SACKS, R. *et al*. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SILVA, R. F. T. D. **Democratizando o BIM**: conceituação básica de BIM. Brasília: ABDI, 2020.

SILVA, T. de S.; SERRA, S. M. B.; LUCENA JUNIOR, A. F. de. Extração de quantitativos em modelagem BIM com base na NBR 12.721 e nas composições SINAPI. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2024. **Anais** [...]. [S. l.]: Confea, 2024. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/CIV/EXTRA%C3%87%C3%83O_DE_QUANTITATIVOS_EM_MODELAGEM_BIM_COM_BASE_NA_NBR_12.721_E_NAS_COMPOSI%C3%87%C3%95ES_SINAPI.pdf. Acesso em: 18 out. 2026.

SINDUSCON-MG. Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais. **Custo Unitário Básico (CUB/m²)**: principais aspectos. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007.

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.

WELLINGTON, A. M. The economic theory of the location of railways. New York: John Wiley & Sons, 1887.

WITICOVSKI, L. C. **Análise da qualidade da informação no processo de levantamento de quantitativos de projetos de edificações em 2D e em BIM**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A: MEMORIAL DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS EM CAD

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS EM CAD (Apêndice A)

Apêndice A da monografia. Projeto R1N adaptado, residência térrea. Comparação com o levantamento automatizado em BIM (Revit 2025).

João Lucas Belarmino Gonsalves (2026)

COMO FOI FEITO	
1. Cores	As células em amarelo contêm os dados que o autor mediu no AutoCAD. As células em verde contêm os dados do Revit, retirados da prancha final (tabelas de quantitativos). As células em cinza são fórmulas do Excel.
2. Medição	O autor mediu no AutoCAD sem consultar as tabelas do Revit e preencheu apenas as células amarelas, registrando o comando usado e o tempo de cada categoria nas abas de cada categoria e na aba TEMPO.
3. Erros	Cada erro e cada correção foram registrados na aba ERROS, com o valor inicial e o valor final. Os erros são resultado da pesquisa.
4. Comparativo	A aba COMPARATIVO reúne os dois métodos e calcula a diferença (BIM menos CAD) e o percentual em relação ao CAD. A origem de cada divergência foi classificada pelas categorias do Quadro 6; as que não tiveram causa comprovada constam como "Não conciliada".
5. Insumos	A aba INSUMOS multiplica as quantidades pelos coeficientes das composições do SINAPI (cadernos técnicos de composições da Caixa). Foram usados apenas os coeficientes, sem preços.
6. Arredondamento	Os valores intermediários não foram arredondados. O arredondamento em duas casas foi aplicado apenas no resultado final.

CRITÉRIOS ADOTADOS (os mesmos nos dois métodos)	
Vãos e ambientes	Os vãos foram descontados integralmente. A área de ambiente é a área interna líquida (a garagem usa 26,36 m², com os pilares descontados pelo comando de ambiente; o contorno do piso mede 26,48 m²).
Pintura	A pintura foi calculada em duas bases de altura: 3,00 m (base A) e 2,90 m nos ambientes com forro de PVC, 3,00 m onde a laje é aparente (base B).
Cobertura	A área real da cobertura é a projeção horizontal multiplicada por 1,044 (inclinação de 30%).
Laje de forro	Para a laje de forro foram levantados apenas área e volume (área × 0,10 m), sem insumos.
Comprimento das paredes	Cada parede foi dividida em trechos (T01 a T18), com o comprimento cotado na planta. No T04, a cota total de 9,40 m (0,20 + 9,00 + 0,20) inclui as espessuras das paredes transversais; o trecho entra com 9,00 m, como no BIM.
Observação	Portas e janelas do BIM seguem o quadro de esquadrias da prancha final (9 portas, 13,23 m²; 8 janelas, 9,55 m²). A pintura na base B não foi extraída do BIM (limitação do trabalho), pois exigiria uma tabela filtrada por altura.

LEGENDA DE CORES	
Amarelo	Entrada do autor: valor medido no AutoCAD.
Verde	Valor do Revit, tirado da prancha final.
Cinza	Fórmula do Excel, calculada automaticamente.
Azul claro	Nota, método ou origem do dado.

ÍNDICE DAS ABAS	
AMBIENTES	Área e perímetro de cada ambiente (comando AREA).
PAREDES	Trechos T01 a T18, alvenaria e revestimento.
ESQUADRIAS	Portas e janelas: contagem e áreas.
PINTURA	Massa corrida e pintura, bases A e B.
PISOS · FORRO · COBERTURA	Pisos, forro, laje de forro e telhado.
COMPARATIVO	CAD x BIM, diferença, origem (Quadro 10) e conciliação das divergências.
INSUMOS	Consumo pelos coeficientes do SINAPI, sem preços.
ERROS · TEMPO · SIMULAÇÕES · RISCO	Registros de erros, tempos, alterações de projeto e matriz de risco.
CONFERÊNCIA	Verificações de coerência entre as abas e pendências de preenchimento.

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

1. AMBIENTES

Tempo da categoria - CAD (min): 0:13:51

Ambiente	Piso	Forro de PVC?	Área CAD (m²)	Perímetro CAD (m)	Área BIM (m²)	Dif. (BIM – CAD)	Dif. %	Comando usado	
Circulação	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	3.610	9.830	3.61	0.000	0.0%	**AREA**	Comando AREA, que informa a área e o perímetro de cada ambiente, em m² e m.
Cozinha	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	7.840	11.300	7.84	0.000	0.0%		
Quarto 01	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	9.075	12.100	9.08	0.005	0.1%		
Quarto 02	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	9.075	12.100	9.08	0.005	0.1%		
Sala de estar	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	15.050	15.600	15.05	0.000	0.0%		
Suíte	Porcelanato amadeirado (20×50 cm)	Sim	10.350	12.900	10.35	0.000	0.0%		
W.C. 01	Porcelanato (70×70 cm)	Sim	2.940	7.300	2.94	0.000	0.0%		
W.C. 02	Porcelanato (70×70 cm)	Sim	2.940	7.300	2.94	0.000	0.0%		
W.C. 03	Porcelanato (70×70 cm)	Sim	2.450	6.900	2.45	0.000	0.0%		
Serviço	Concreto desempenado	Não	5.035	9.100	5.04	0.005	0.1%		
Garagem	Concreto desempenado	Não	26.360	21.160	26.36	0.000	0.0%		
TOTAL			**94.725**	**125.590**	**94.74**	**0.02**			
Internos (sem garagem)			68.365		68.38				
Garagem			26.360		26.36				

DADOS COLETADOS: de onde saiu cada número	
Área e perímetro - CAD	Comando AREA aplicado ao contorno interno de cada ambiente. O AutoCAD informa 3 casas decimais (por exemplo, 9,075 m²). Valores digitados sem arredondar.
Área - BIM	Tabela de ambientes da prancha final do Revit, com 2 casas decimais. Por isso as diferenças pequenas entre as colunas são de arredondamento.
Total - BIM	A prancha informa 94,73 m². A soma das parcelas exibidas dá 94,74 m²; a diferença de 0,01 vem do arredondamento de cada linha.
Garagem - 26,36 m²	Área do ambiente na planta baixa: o comando de ambiente desconta os 3 pilares de 20×20 (0,12 m²). Na implantação aparece 26,48 m² (contorno, sem descontar pilares).
Garagem - erro de modelagem	Uma linha de separação de ambiente inclinada fez o Revit calcular 25,84 m² e 20,87 m. Após o ajuste: 26,36 m² e 21,17 m (registrado na aba ERROS).

INSTITUTO FEDERAL Rondônia — MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

2. ALVENARIA E REVESTIMENTO

Tempo da categoria - CAD (min): 1:20:19

Trecho	Espessura (cm)	Comprimento (m)	Altura Média (m)	Altura (m)	Área bruta (m²)	Vãos descontados (m²)	Área líquida (m²)	Faces revestidas (1 ou 2)	Área de revestimento (m²)	Comando usado	
T01	20.00	3.45	3.74	-	12.903	1.65	11.253	2	22.506	**DIMLINEAR DIMALIGNED**	Uma linha por trecho de parede. Comprimentos e alturas cotados nas vistas, com os comandos DIMLINEAR (medidas horizontais e verticais) e DIMALIGNED (medidas inclinadas).
T02	20.00	1.62	-	3.000	4.860	0.00	4.860	2	9.720		
T03	20.00	3.20	3.69	-	11.808	0.00	11.808	2	23.616		
T04	20.00	9.00	-	3.000	27.000	2.04	24.960	2	49.920		
T05	20.00	2.45	-	3.000	7.350	0.00	7.350	2	14.700		
T06	20.00	2.45	-	3.000	7.350	1.68	5.670	2	11.340		
T07	20.00	1.30	-	3.000	3.900	0.36	3.540	2	7.080		
T08	20.00	2.25	3.60	-	8.100	0.00	8.100	2	16.200		
T09	20.00	1.58	-	3.000	4.740	0.00	4.740	2	9.480		
T10	20.00	4.40	3.84	-	16.896	1.68	15.216	2	30.432		
T11	20.00	9.60	-	3.000	28.800	5.50	23.300	2	46.600		
T12	10.00	3.45	-	3.000	10.350	2.73	7.620	2	15.240		
T13	10.00	2.45	-	3.000	7.350	0.00	7.350	2	14.700		
T14	10.00	2.45	-	3.000	7.350	1.26	6.090	2	12.180		
T15	10.00	3.30	-	3.000	9.900	0.00	9.900	2	19.800		
T16	10.00	3.30	-	3.000	9.900	0.00	9.900	2	19.800		
T17	10.00	5.70	-	3.000	17.100	2.94	14.160	2	28.320		
T18	10.00	7.52	-	3.000	22.560	2.94	19.620	2	39.240		

TOTAL	**Paredes de 10 cm:**	**74.64**		**149.28**
	Paredes de 20 cm:	**120.80**		**241.59**
	Revestimento argamassado:			**390.87**

Revit (prancha) - alvenaria 10 cm:	**71.81**
Revit (prancha) - alvenaria 20 cm:	**136.17**

DADOS COLETADOS: de onde saiu cada número	
Item	**Origem do dado**
Comprimento (C)	Cota medida na planta com DIMLINEAR. No T04, a cota total é 0,20 + 9,00 + 0,20 m; o trecho entra com 9,00 m, que dá 24,96 m² líquidos, igual ao da parede correspondente no BIM.
Altura (D)	Pé-direito de 3,00 m cotado nas elevações para os trechos retos. Nos trechos T01, T03, T08 e T10 (empenas) a altura varia.
Empenas: altura média	Altura média = área bruta do trapézio ÷ comprimento. A área bruta sai das cotas da elevação (altura menor e maior do trecho), calculadas no Excel.
Vãos descontados (G)	Soma das áreas de portas e janelas do trecho, pelas dimensões do quadro de esquadrias (aba ESQUADRIAS). Cada vão desconta uma vez.
Faces (I)	2 faces por parede, pois as duas recebem revestimento argamassado. Área de revestimento = área líquida × faces.
Revit (linhas 28 e 29)	Tabela de quantitativos de alvenaria da prancha final: 71,81 m² (10 cm) e 136,17 m² (20 cm). Valores do Revit não são recalculados aqui.

EMPENAS (altura variável):			
Trecho	**Comprimento (m)**	**Altura média (m)**	**Área bruta (m²)**
T01	3.45	3.74	12.90
T03	3.20	3.69	11.81
T08	2.25	3.60	8.10
T10	4.40	3.84	16.90

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

3. ESQUADRIAS

Tempo da categoria - CAD (min): 0:08:38

Contagem pelos códigos da planta. Dimensões em metros; área = largura × altura × quantidade.

Código	Tipo	Largura (m)	Altura (m)	Qtd CAD	Área CAD (m²)	Qtd BIM	Área BIM (m²)	Dif. qtd	Dif. área (m²)
P01	Porta	0.60	2.10	3	3.78	3	3.78	0	0.00
P02	Porta	0.70	2.10	3	4.41	3	4.41	0	0.00
P03	Porta	0.80	2.10	2	3.36	2	3.36	0	0.00
P04	Porta	0.80	2.10	1	1.68	1	1.68	0	0.00
J01	Janela	1.50	1.10	3	4.95	3	4.95	0	0.00
J02	Janela	1.20	1.10	1	1.32	1	1.32	0	0.00
J03	Janela	2.00	1.10	1	2.20	1	2.20	0	0.00
J04	Janela	0.60	0.60	3	1.08	3	1.08	0	0.00
TOTAL			**Portas**	**9**	**13.23**	**9**	**13.23**		
			Janelas	**8**	**9.55**	**8**	**9.55**		

DADOS COLETADOS:	
Item	**Origem do dado**
Quantidade - CAD	Contagem dos blocos e etiquetas com o código de cada esquadria na planta baixa (P01 a P04, J01 a J04).
Largura e altura	Dimensões do quadro de esquadrias da prancha, conferidas nas cotas da planta e das elevações. Em metros.
Área	Largura × altura × quantidade, calculada por fórmula.
Quantidade e área - BIM	Tabela de esquadrias da prancha final do Revit: 9 portas (13,23 m²) e 8 janelas (9,55 m²).
Uso nas demais abas	Os vãos de cada trecho (PAREDES) e de cada ambiente (PINTURA) vêm destas dimensões.

Revit: quantidades e áreas do quadro de esquadrias da prancha final (portas: 9 un, 13,23 m²; janelas: 8 un, 9,55 m²).

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

4. PINTURA E MASSA CORRIDA

Tempo da categoria - CAD (min):	0:21:53
Altura base B, com forro (m)	2.90
Altura base B, sem forro (m)	3.00
Altura base A (m)	3.00

Ambiente	Perímetro (m)	Forro?	Vãos no ambiente (m²)	Área base A (m²)	Área base B (m²)
Circulação	9.83	Sim	7.35	22.14	21.16
Cozinha	11.30	Sim	4.68	29.22	28.09
Quarto 01	12.10	Sim	3.12	33.18	31.97
Quarto 02	12.10	Sim	3.12	33.18	31.97
Sala de estar	15.60	Sim	3.88	42.92	41.36
Suíte	12.90	Sim	4.38	34.32	33.03
W.C. 01	7.30	Sim	1.62	20.28	19.55
W.C. 02	7.30	Sim	1.62	20.28	19.55
W.C. 03	6.90	Sim	1.62	19.08	18.39
Serviço	9.10	Não	2.94	24.36	24.36
Garagem	0.00	Não	n/a	0.00	0.00
Fachadas (faces externas)	n/a	Não	n/a	107.78	107.78
TOTAL				386.74	377.21

DADOS COLETADOS: vãos descontados por ambiente

Ambiente	Esquadrias	Vãos (m²)
W.C. 01	J04, P01	0,36 + 1,26 = 1,62
W.C. 02	J04, P01	0,36 + 1,26 = 1,62
W.C. 03	J04, P01	0,36 + 1,26 = 1,62
Suíte	J01, P02, P01 (a do W.C. 01)	1,65 + 1,47 + 1,26 = 4,38
Quarto 01	J01, P02	1,65 + 1,47 = 3,12
Quarto 02	J01, P02	1,65 + 1,47 = 3,12
Sala de estar	J03, P03	2,20 + 1,68 = 3,88
Cozinha	J02, P04, P03 (a do serviço)	1,32 + 1,68 + 1,68 = 4,68
Serviço	P03, P01 (a do W.C. 03)	1,68 + 1,26 = 2,94
Circulação	P02 (suíte), 2 × P02 (quartos), P01 (do W.C. 02), P04	1,47 + 2,94 + 1,26 + 1,68 = 7,35

COMO CADA VALOR FOI OBTIDO

Item	Origem do dado
Perímetro (B)	Comando AREA em cada ambiente (aba AMBIENTES, coluna Perímetro CAD). Garagem fica sem perímetro: é pintada pelas fachadas.
Vãos (D)	Soma das áreas de portas e janelas que abrem para o ambiente (tabela acima). Porta entre dois ambientes é descontada nos dois lados.
Base A	Perímetro × 3,00 m − vãos. Considera a altura total do pé-direito em todos os ambientes.
Base B	Perímetro × 2,90 m (ambiente com forro de PVC) ou × 3,00 m (laje aparente) − vãos.
Fachadas - 107,78 m²	Área externa de pintura digitada direto nas células de área (E e F), sem passar por perímetro. Mesmo valor nas duas bases.

Perímetro interno vem da aba AMBIENTES. Vãos: soma das áreas de portas e janelas de cada ambiente (m²).
Base A = altura total. Base B = até o forro de PVC + 10 cm.

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

5. PISOS, FORRO E COBERTURA

Tempo da categoria - CAD (min): 0:28:35

Item	Un	CAD	BIM	Dif. (BIM – CAD)	Dif. %	Como obtido
Piso: porcelanato amadeirado 20×50	m²	55.00	55.00	0.00	0.0%	Soma das áreas líquidas dos ambientes (AREA).
Piso: porcelanato 70×70	m²	8.33	8.33	0.00	0.0%	Soma das áreas líquidas dos banheiros (AREA).
Piso: concreto desempenado (área líquida)	m²	31.40	31.52	0.13	0.4%	Garagem e serviço, áreas líquidas (AREA). O Revit mede a garagem pelo contorno (26,48), com pilares.
Forro de PVC	m²	63.33	63.33	0.00	0.0%	Ambientes com forro (AREA), sem garagem e serviço.
Laje de forro: área	m²	98.25	98.27	0.02	0.0%	Casa e garagem, medidas na planta de cobertura (AREA).
Laje de forro: volume (área × 0,10 m)	m³	9.825	9.83	0.005	0.1%	Área × 0,10 m (espessura adotada).
Cobertura: projeção horizontal	m²	127.36	127.36	0.00	0.0%	Contorno do telhado com beirais (AREA).
Cobertura: área real inclinada (× 1,044)	m²	132.96	132.96	0.00	0.0%	Projeção horizontal multiplicada pelo fator de inclinação de 30%: √(1 + 0,30²).

DADOS COLETADOS:	
Área da laje de forro: casa + garagem	71,768 + 26,481 = 98,249 m² (comando AREA nos contornos da laje, planta de cobertura).
Área reta da cobertura	127,357 m² (projeção horizontal do telhado com beirais, comando AREA).
Superfície inclinada	Fator √(1 + 0,30²) ≈ 1,044, para inclinação de 30%. Área real = 127,357 × 1,044 = 132,96 m².
Volume da laje	Área × 0,10 m (espessura adotada).
BIM - pisos e forro	Tabelas de ambientes por acabamento: porcelanato amadeirado 55,00; porcelanato 70×70 8,33; concreto desempenado 31,52 (26,48 da garagem + 5,04 do serviço); forro de PVC 63,33.
BIM - laje e cobertura	Laje 98,27 m² (71,79 + 26,48) e 9,83 m³. Cobertura real 132,96 m²; a projeção de 127,36 m² é derivada dela (÷ 1,044).

Pisos e forro vêm da aba AMBIENTES (área líquida). Revit: tabelas da prancha final.

INSTITUTO FEDERAL Rondônia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

6. QUADRO COMPARATIVO DOS QUANTITATIVOS (ALIMENTA O QUADRO 10 DA MONOGRAFIA)

Item	Un	CAD	BIM	Dif.	Dif. %	Origem (Quadro 6)
Áreas dos ambientes: garagem	m²	26.36	26.36	0.00	0.0%	Sem divergência
Áreas dos ambientes: internos	m²	68.37	68.38	0.02	0.0%	Arredondamento
Alvenaria: paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	-2.83	-3.8%	Não conciliada
Alvenaria: paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	15.37	12.7%	Não conciliada
Revestimento argamassado	m²	390.87	414.93	24.06	6.2%	Não conciliada
Pintura: base A (3,00 m)	m²	386.74	414.76	28.02	7.2%	Não conciliada
Pintura: base B (até o forro + 10 cm)	m²	377.21	-	-	-	BIM não extraído
Piso: porcelanato amadeirado 20×50	m²	55.00	55.00	0.00	0.0%	Sem divergência
Piso: porcelanato 70×70	m²	8.33	8.33	0.00	0.0%	Sem divergência
Piso: concreto desempenado	m²	31.40	31.52	0.13	0.4%	Critério de medição
Forro de PVC	m²	63.33	63.33	0.00	0.0%	Sem divergência
Laje de forro: área	m²	98.25	98.27	0.02	0.0%	Critério de medição
Laje de forro: volume	m³	9.825	9.830	0.005	0.1%	Arredondamento
Portas	un	9.00	9.00	0.00	0.0%	Sem divergência
Portas	m²	13.23	13.23	0.00	0.0%	Sem divergência
Janelas	un	8.00	8.00	0.00	0.0%	Sem divergência
Janelas	m²	9.55	9.55	0.00	0.0%	Sem divergência
Cobertura: área real	m²	132.96	132.96	0.00	0.0%	Arredondamento

Dif. = BIM − CAD; Dif. % em relação ao CAD; Cores: verde < 1%; âmbar 1% a 5%; vermelho ≥ 5%; Origem pelo Quadro 6 (lista suspensa); "Não conciliada" = sem causa comprovada (ver a conciliação abaixo).

DADOS COLETADOS:

Item	CAD (aba de origem)	Revit (tabela da prancha final)
Ambientes (garagem e internos)	AMBIENTES, coluna D (comando AREA)	Tabela de ambientes: 26,36 m² (garagem) e 68,38 m² (internos); total 94,73 m²
Alvenaria 10 cm e 20 cm	PAREDES, totais H24 e H25 (trechos T01 a T18)	Tabela de alvenaria: 71,81 m² (10 cm) e 136,17 m² (20 cm)
Revestimento argamassado	PAREDES, total J26 (área líquida × 2 faces)	Massa corrida e revestimento: 143,62 + 271,31 = 414,93 m²
Pintura - base A	PINTURA - total E19	Tinta/pintura: 143,62 + 271,14 = 414,76 m²
Pintura - base B	PINTURA - total F19	Não extraída do BIM: exigiria tabela filtrada pela altura até o forro (limitação do trabalho)
Pisos e forro	PISOS - FORRO - COBERTURA, coluna C	Tabelas por acabamento: 55,00; 8,33; 31,52 e forro 63,33 m²
Laje de forro	PISOS - FORRO - COBERTURA, C9 e C10	Laje: 98,27 m² e 9,83 m³
Portas e janelas	ESQUADRIAS, totais (linhas 13 e 14)	Tabela de esquadrias: 9 portas (13,23 m²) e 8 janelas (9,55 m²)
Cobertura	PISOS - FORRO - COBERTURA, C12 (127,357 × 1,044)	Área real do telhado: 132,96 m²

CONCILIAÇÃO DAS DIVERGÊNCIAS ACIMA DE 1% (alvenaria, revestimento e pintura)

Item	Diferença (BIM − CAD)	O que se sabe
Alvenaria - 10 cm	-2.83 m²	**CAD:** 7 trechos (T12 a T18); **BIM:** 6 paredes na tabela. A tabela não traz a localização das paredes, e por isso não houve conciliação trecho a trecho.
Alvenaria - 20 cm	+15.37 m²	**CAD:** 11 trechos (T01 a T11); **BIM:** 14 paredes na tabela. Só o T04 foi identificado (24,96 m² nos dois métodos). As demais não foram comparadas parede a parede, porque a tabela não traz a localização.
Revestimento argamassado	+24.06 m²	**CAD:** 390,87 m²; **BIM:** 414,93 m². A diferença acompanha a alvenaria: −5,66 m² nas paredes de 10 cm e +29,72 m² nas de 20 cm somam +24,06 m². Não há causa independente.
Pintura - base A	+28.02 m²	**CAD:** 386,74 m²; **BIM:** 414,76 m². A diferença de +28,02 m² vem em 24,06 m² da alvenaria e em 3,96 m² do modo de medir no CAD (perímetro dos ambientes e fachadas, e não a área das paredes).

7. INSUMOS PELOS COEFICIENTES DO SINAPI (CADERNOS TÉCNICOS DE COMPOSIÇÕES)

Código da composição e coeficiente de cada insumo, tirados dos cadernos técnicos do SINAPI. Consumo = quantidade × coeficiente. Sem preços.

Serviço	Base de quantidade	Un. base	Qtd - CAD	Qtd - BIM	Insumo	Un. insumo	Cód. composição SINAPI	Coeficiente	Consumo - CAD	Consumo - BIM	Dif.	Dif. %	Fonte e observação
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Bloco cerâmico (9×19×39 cm)	un	**103322**	13.1499	981.51	944.29	-37.21	-3.8%	SINAPI 103322 (insumo 37592): bloco de 9×19×39 cm. O bloco de 7×19×39 cm do projeto não consta no SINAPI.
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Cimento (argamassa de assentamento)	kg	**103322 + 87292**	2.1726	162.16	156.01	-6.15	-3.8%	Argamassa 87292 (1:2:8): 196,6319 kg/m³ × 0,0110491 m³ de argamassa por m² de parede.
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Cal hidratada (argamassa de assentamento)	kg	**103322 + 87292**	1.9312	144.15	138.68	-5.47	-3.8%	Argamassa 87292: 174,7839 kg/m³ × 0,0110491 m³/m².
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Areia média (argamassa de assentamento)	m³	**103322 + 87292**	0.0129	0.96	0.92	-0.04	-3.8%	Argamassa 87292: 1,1652 m³/m³ × 0,0110491 m³/m².
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Tela de aço soldada	m	**103322**	0.8057	60.14	57.86	-2.28	-3.8%	Insumo 34557 da composição 103322.
Alvenaria 10 cm	Alvenaria, paredes de 10 cm	m²	74.64	71.81	Pino de aço	cento	**103322**	0.0097	0.72	0.69	-0.03	-3.8%	Insumo 37395 da composição 103322.
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Bloco cerâmico (14×19×39 cm)	un	**103324**	13.1499	1588.47	1790.62	202.15	12.7%	SINAPI 103324 (insumo 37593), bloco de 14×19×39 cm. A parede de 20 cm corresponde à espessura acabada (bloco e revestimento).
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Cimento (argamassa de assentamento)	kg	**103324 + 87292**	2.5024	302.28	340.75	38.47	12.7%	Argamassa 87292 (1:2:8): 196,6319 kg/m³ × 0,0127262 m³ de argamassa por m² de parede.
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Cal hidratada (argamassa de assentamento)	kg	**103324 + 87292**	2.2243	268.69	302.89	34.19	12.7%	Argamassa 87292: 174,7839 kg/m³ × 0,0127262 m³/m².
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Areia média (argamassa de assentamento)	m³	**103324 + 87292**	0.0148	1.79	2.02	0.23	12.7%	Argamassa 87292: 1,1652 m³/m³ × 0,0127262 m³/m².
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Tela de aço soldada	m	**103324**	0.8057	97.33	109.71	12.39	12.7%	Insumo 34547 da composição 103324.
Alvenaria 20 cm	Alvenaria, paredes de 20 cm	m²	120.80	136.17	Pino de aço	cento	**103324**	0.0193	2.34	2.63	0.30	12.7%	Insumo 37395 da composição 103324.
Revestimento argamassado	Revestimento argamassado	m²	390.87	414.93	Cimento (argamassa de revestimento)	kg	**87529 + 87292**	5.9776	2336.49	2480.29	143.80	6.2%	SINAPI 87529 (massa única 1:2:8, ambientes de 5 a 10 m², e = 17,5 mm): 0,0304 m³/m² de argamassa 87292, aplicado para todos os ambientes.
Revestimento argamassado	Revestimento argamassado	m²	390.87	414.93	Cal hidratada (argamassa de revestimento)	kg	**87529 + 87292**	5.3134	2076.88	2204.70	127.82	6.2%	Argamassa 87292: 174,7839 kg/m³ × 0,0304 m³/m².
Revestimento argamassado	Revestimento argamassado	m²	390.87	414.93	Areia média (argamassa de revestimento)	m³	**87529 + 87292**	0.0354	13.85	14.70	0.85	6.2%	Argamassa 87292: 1,1652 m³/m³ × 0,0304 m³/m².
Massa corrida e pintura	Pintura, base A (3,00 m)	m²	386.74	414.76	Selador acrílico	L	**88485**	0.1666	64.43	69.10	4.67	7.2%	SINAPI 88485 (Pintura interna, 04/2023): fundo selador acrílico em uma demão.
Massa corrida e pintura	Pintura, base A (3,00 m)	m²	386.74	414.76	Massa corrida	kg	**88495**	0.7288	281.86	302.28	20.42	7.2%	SINAPI 88495: massa látex em uma demão, com lixamento manual (insumo 43626). Para duas demãos, a composição é a 88497.
Massa corrida e pintura	Pintura, base A (3,00 m)	m²	386.74	414.76	Lixa	un	**88495**	0.0401	15.51	16.63	1.12	7.2%	Insumo 3767 da composição 88495.
Massa corrida e pintura	Pintura, base A (3,00 m)	m²	386.74	414.76	Tinta látex (PVA, aprox. acrílica econômica)	L	**104641**	0.2678	103.57	111.07	7.50	7.2%	SINAPI 104641: látex acrílica econômica em duas demãos (insumo 35693). O SINAPI não possui composição de látex PVA, tinta especificada em projeto.
Piso amadeirado	Piso, porcelanato amadeirado 20×50	m²	55.00	55.00	Porcelanato (20×50 cm)	m²	*não consta no SINAPI*						O SINAPI não possui composição para porcelanato de 20×50 cm.
Piso amadeirado	Piso, porcelanato amadeirado 20×50	m²	55.00	55.00	Argamassa colante	kg	*não consta no SINAPI*						O SINAPI não possui composição para porcelanato de 20×50 cm.
Piso amadeirado	Piso, porcelanato amadeirado 20×50	m²	55.00	55.00	Rejunte	kg	*não consta no SINAPI*						O SINAPI não possui composição para porcelanato de 20×50 cm.
Piso 70×70	Piso, porcelanato 70×70	m²	8.33	8.33	Porcelanato (70×70 cm)	m²	**87261**	1.1326	9.43	9.43	0.00	0.0%	SINAPI 87261 (Revestimentos cerâmicos internos, 02/2023), ambientes menores que 5 m² (W.C.s de 2,45 a 2,94 m²). O insumo 45390 abrange formatos de 2.500 a 6.400 cm², faixa do 70×70 (4.900 cm²).
Piso 70×70	Piso, porcelanato 70×70	m²	8.33	8.33	Argamassa colante AC III	kg	**87261**	9.1300	76.05	76.05	0.00	0.0%	Insumo 37505 da composição 87261.
Piso 70×70	Piso, porcelanato 70×70	m²	8.33	8.33	Rejunte cimentício	kg	**87261**	0.1410	1.17	1.17	0.00	0.0%	Insumo 34357 da composição 87261.
Contrapiso 5 cm	Contrapiso, áreas secas (piso amadeirado)	m²	55.00	55.00	Cimento (argamassa de contrapiso)	kg	**87690 + 87301**	27.9884	1539.36	1539.36	0.00	0.0%	SINAPI 87690 (Contrapiso, 07/2021): 0,0607 m³/m² de argamassa 87301 × 461,0939 kg/m³. Composição para contrapiso sobre laje, adotada para a edificação térrea.
Contrapiso 5 cm	Contrapiso, áreas secas (piso amadeirado)	m²	55.00	55.00	Areia média (argamassa de contrapiso)	m³	**87690 + 87301**	0.0829	4.56	4.56	0.00	0.0%	Argamassa 87301: 1,3662 m³/m³ × 0,0607 m³/m².
Contrapiso 4 cm	Contrapiso, áreas molhadas (piso 70×70)	m²	8.33	8.33	Cimento (argamassa de contrapiso)	kg	**87765 + 87301**	24.9380	207.73	207.73	0.00	0.0%	SINAPI 87765: 0,053 m³/m² de argamassa 87301 × 461,0939 kg/m³, mais 0,5 kg de cimento da própria composição. Não há composição de 5 cm para área molhada.
Contrapiso 4 cm	Contrapiso, áreas molhadas (piso 70×70)	m²	8.33	8.33	Areia média (argamassa de contrapiso)	m³	**87765 + 87301**	0.0724	0.60	0.60	0.00	0.0%	Argamassa 87301: 1,3662 m³/m³ × 0,053 m³/m².
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Brita n.º 2 (lastro)	m³	**103075**	0.1000	3.14	3.15	0.01	0.4%	SINAPI 103075 (Radier, piso de concreto e laje sobre solo, 07/2026), composição auxiliar 96624. A composição tem 15 cm; o projeto prevê 10 cm.
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Fôrma de madeira	m²	**103075**	0.1432	4.50	4.51	0.02	0.4%	Composição auxiliar 97088.
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Lona plástica	m²	**103075**	1.0000	31.40	31.52	0.13	0.4%	Composição auxiliar 97087.
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Tela soldada Q-196	kg	**103075**	3.1100	97.64	98.03	0.39	0.4%	Composição auxiliar 97092.
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Concreto usinado fck 30 MPa	m³	**103075**	0.1500	4.71	4.73	0.02	0.4%	Composição auxiliar 97096: 0,15 m³/m², contra 0,10 m³/m² do projeto.
Piso de concreto desempenado	Piso, concreto desempenado	m²	31.40	31.52	Acabamento superficial (desempenadeira)	m²	**103075**	1.0000	31.40	31.52	0.13	0.4%	Composição auxiliar 97097.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Réguas de PVC	m²	**96485**	1.0363	65.63	65.63	0.00	0.0%	SINAPI 96485 (Forros, 08/2023): forro de réguas de PVC liso, residencial, com estrutura unidirecional.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Perfil canaleta	m	**96485**	2.2212	140.67	140.67	0.00	0.0%	Insumo 39427 da composição 96485.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Pendural	un	**96485**	2.0446	129.48	129.48	0.00	0.0%	Insumo 39430 da composição 96485.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Parafuso 1/4" x 25 mm	cento	**96485**	0.0336	2.13	2.13	0.00	0.0%	Insumo 40552 da composição 96485.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Parafuso 4,2 × 19 mm	cento	**96485**	0.0204	1.29	1.29	0.00	0.0%	Insumo 40547 da composição 96485.
Forro de PVC	Forro de PVC	m²	63.33	63.33	Arame galvanizado	kg	**96485**	0.0616	3.90	3.90	0.00	0.0%	Insumo 43131 da composição 96485.
Portas 60×210 cm (P01)	Portas 60×210 cm	un	3.00	3.00	Porta de madeira semi-oca	un	**91312**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	SINAPI 91312 (Esquadrias, portas, 10/2025): kit de porta de madeira para pintura, padrão popular. Composição auxiliar 90820.
Portas 60×210 cm (P01)	Portas 60×210 cm	un	3.00	3.00	Batente de madeira, fixação com argamassa	un	**91312**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91292.
Portas 60×210 cm (P01)	Portas 60×210 cm	un	3.00	3.00	Fechadura (banheiro)	un	**91312**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91305.
Portas 60×210 cm (P01)	Portas 60×210 cm	un	3.00	3.00	Alizar de 5×1,5 cm	m	**91312**	9.6000	28.80	28.80	0.00	0.0%	Composição auxiliar 100660.
Portas 70×210 cm (P02)	Portas 70×210 cm	un	3.00	3.00	Porta de madeira semi-oca	un	**91313**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	SINAPI 91313 (Esquadrias, portas, 10/2025): kit de porta de madeira para pintura, padrão popular. Composição auxiliar 90821.
Portas 70×210 cm (P02)	Portas 70×210 cm	un	3.00	3.00	Batente de madeira, fixação com argamassa	un	**91313**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91292.
Portas 70×210 cm (P02)	Portas 70×210 cm	un	3.00	3.00	Fechadura (portas internas)	un	**91313**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91307.
Portas 70×210 cm (P02)	Portas 70×210 cm	un	3.00	3.00	Alizar de 5×1,5 cm	m	**91313**	9.8000	29.40	29.40	0.00	0.0%	Composição auxiliar 100660.
Portas 80×210 cm (P03 e P04)	Portas 80×210 cm	un	3.00	3.00	Porta de madeira semi-oca	un	**91314**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	SINAPI 91314 (Esquadrias, portas, 10/2025): kit de porta de madeira para pintura, padrão popular. Composição auxiliar 90822.
Portas 80×210 cm (P03 e P04)	Portas 80×210 cm	un	3.00	3.00	Batente de madeira, fixação com argamassa	un	**91314**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91292.
Portas 80×210 cm (P03 e P04)	Portas 80×210 cm	un	3.00	3.00	Fechadura (externa com cilindro)	un	**91314**	1.0000	3.00	3.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 91304.
Portas 80×210 cm (P03 e P04)	Portas 80×210 cm	un	3.00	3.00	Alizar de 5×1,5 cm	m	**91314**	10.0000	30.00	30.00	0.00	0.0%	Composição auxiliar 100660.
Janelas de correr (J01 a J03)	Janelas de alumínio, 1,10 m de altura	m²	8.47	8.47	Janela de alumínio de correr, 2 folhas, com vidro	un	**94570**	0.8333	7.06	7.06	0.00	0.0%	SINAPI 94570 (Esquadrias, janelas, 11/2024), referência de 100×120 cm adotada para J01 e J03. Insumo 38896.
Janelas de correr (J01 a J03)	Janelas de alumínio, 1,10 m de altura	m²	8.47	8.47	Parafuso de aço zincado 4,2 × 32 mm	un	**94570**	9.2000	77.92	77.92	0.00	0.0%	Insumo 4377 da composição 94570.
Janelas de correr (J01 a J03)	Janelas de alumínio, 1,10 m de altura	m²	8.47	8.47	Silicone acético 280 g	un	**94570**	0.6679	5.66	5.66	0.00	0.0%	Insumo 39661 da composição 94570.
Janelas basculantes (J04)	Janelas de aço 60×60 cm	m²	1.08	1.08	Janela basculante de aço 60×60 cm, sem vidro	un	**94559**	2.7780	3.00	3.00	0.00	0.0%	SINAPI 94559 (Esquadrias, janelas, 11/2024), exclusive vidro. Insumo 11190.
Janelas basculantes (J04)	Janelas de aço 60×60 cm	m²	1.08	1.08	Argamassa 1:3 (cimento e areia), preparo manual	m³	**94559**	0.0210	0.02	0.02	0.00	0.0%	Composição auxiliar 88629 da composição 94559.
Cobertura	Cobertura, projeção horizontal	m²	127.36	127.36	Telha cerâmica romana	un	**94442**	17.7485	2260.40	2260.45	0.05	0.0%	SINAPI 94442 (Telhamento, 06/2028): telha romana em até 2 águas. O SINAPI adota a área de projeção em planta; para mais de 2 águas, a composição é a 94443.

Fonte dos coeficientes: cadernos técnicos de composições do SINAPI (Caixa Econômica Federal) e base de composições consultada em outubro de 2026. Consideram-se apenas materiais; mão de obra e equipamentos não entram. Sem preços.
Cimento, cal e areia da alvenaria e do revestimento: coeficiente da argamassa 87292 (por m³) multiplicado pelo volume de argamassa por m² da composição.
O revestimento e a pintura base A incluem os fechadas (107,78 m²), mas os coeficientes são de composições para paredes internas. Para fachadas, o SINAPI possui composições próprias (por exemplo, a 87794).
Contrapiso: a prancha indica concreto (0,33 m³ para 8,33 m² e 2,20 m³ para 55 m², ou seja, 4 cm) no resumo e e = 5 cm nas tabelas por ambiente; o SINAPI trata o contrapiso como argamassa 1:4.
Piso de concreto: o SINAPI possui espessuras de 15, 20 e 25 cm; foi adotada a de 15 cm (103075) como aproximação aos 10 cm do projeto.
Portas e janelas: o projeto não especifica o material. Adotaram-se porta de madeira semi-oca, padrão popular, janela de alumínio de correr (J01 a J03) e janela basculante de aço (J04).
Itens sem composição no SINAPI permanecem sem consumo calculado.

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

8. FICHA DE ERROS, CORREÇÕES E DIVERGÊNCIAS (ALIMENTA O QUADRO 12)

Registro dos erros identificados em cada método, com valor inicial, causa, correção e valor final. Os três primeiros referem-se à garagem.

Nº	Item	Método (CAD/BIM)	Valor inicial	Causa do erro	Correção realizada	Valor final	Categoria (Quadro 6)
1	Piso da garagem (Revit)	BIM	26.48	Contorno do elemento, incluindo os pilares; o comando de ambiente desconta os pilares	Adotar a área líquida do ambiente, igual à da planta baixa	26.36	Critério de medição
2	Área da garagem (Revit)	BIM	25.84	Linha de separação de ambiente inclinada, que reduziu o contorno do ambiente	Linha realinhada ao limite correto da garagem	26.36	Erro de modelagem
3	Perímetro da garagem (Revit)	BIM	20.87	Mesma linha de separação inclinada	Linha realinhada ao limite correto da garagem	21.17	Erro de modelagem
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

TOTAL DE ERROS	3
Erro de leitura ou medição	0
Critério de medição	1
Parametrização incompleta	0
Perda na exportação	0
Erro de modelagem	2
Arredondamento	0

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

9. REGISTRO DO TEMPO (CRONÔMETRO, EM MINUTOS)

__CAD:__ cronômetro do início ao fim de cada categoria. __BIM:__ tempo para inserir na prancha as tabelas de quantitativos do template e ler os resultados. Não inclui modelagem nem exportação.

Item	CAD (min)	BIM (min)	Dif. (CAD − BIM)	Observação
AMBIENTES	0:13:51	0:00:07	0:13:44	**CAD:** comando AREA em cada ambiente; **BIM:** inserção do Quadro de Ambientes (Revestimentos) na prancha.
PAREDES (alvenaria e revestimento)	1:20:19	0:00:15	1:20:04	**CAD:** cotas dos trechos T01 a T18 com DIMLINEAR e DIMALIGNED, mais vãos e alturas; **BIM:** inserção do Resumo de Paredes e da tabela Materiais, Paredes.
ESQUADRIAS	0:08:38	0:00:10	0:08:28	**CAD:** contagem dos códigos na planta e áreas pelo quadro de esquadrias; **BIM:** inserção das tabelas de portas e janelas na prancha.
PINTURA (massa corrida e tinta)	0:21:53	0:00:00	0:21:53	**CAD:** perímetros pelo comando AREA, vãos por ambiente e alturas das bases A e B; **BIM:** base A pela linha "Tinta, látex PVA" da tabela Materiais, Paredes (414,76 m²), já contada em PAREDES; base B não extraída.
PISOS, FORRO, LAJE E COBERTURA	0:28:35	0:00:21	0:28:14	**CAD:** comando AREA nos ambientes e nos contornos da laje e da cobertura; **BIM:** inserção das tabelas de piso, telhas, forros, resumo de pisos e laje e estrutura do telhado.
INSUMOS (cálculo pelo SINAPI)	5:02:58		-	Cálculo no Excel pelos coeficientes do SINAPI, a partir das quantidades de cada método. Tempo medido uma única vez e **adotado para os dois métodos**, pois o procedimento é idêntico.
Total da quantificação	**2:33:16**	**0:00:54**	**2:32:22**	

Simulação 1: paredes de 10 para 15 cm	0:49:58	0:02:07	0:47:51	**CAD (00:49:58):** redesenho das paredes, 00:35:24 (OFFSET de 0,025 m, UNIR, APARAR, CHANFRO, ESTICAR, HATCH, AREA e texto dos ambientes), e remedição dos quantitativos, 00:14:34; **BIM (00:02:07):** ajuste das paredes de 10 para 15 cm, com as tabelas atualizadas automaticamente.
Simulação 2: parede deslocada 50 cm	0:19:42	0:00:08	0:19:35	**CAD (00:19:42):** deslocamento da parede, 00:14:51 (ESTICAR, deslocamento da hachura, ESPELHAR na porta P03, nova hachura da cozinha e do serviço, AREA e texto dos ambientes), e remedição, 00:04:52 (T04 de 9,00 para 9,50 m e perímetros); **BIM (00:00:08):** cota da cozinha alterada de 3,20 para 3,70 m, com ambientes, áreas, perímetros e pisos atualizados automaticamente.
Total das simulações	**1:09:41**	**0:02:15**	**1:07:26**	

Os tempos de cada categoria são registrados na respectiva aba (formato hh:mm:ss) e reunidos neste quadro.

INSTITUTO FEDERAL Rondônia | MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

10. SIMULAÇÕES DE ALTERAÇÃO DE PROJETO

Antes: valores da aba COMPARATIVO. Depois: remedição no CAD e atualização no Revit. As colunas "Previsto" reproduzem o Quadro 14, feito antes das simulações.

Quantitativo	Un	Previsto (S1)	CAD - antes	CAD - depois	BIM - antes	BIM - depois	Variação CAD	Variação BIM	Previsto S2	CAD - depois (S2)	BIM - depois (S2)	Variação CAD (S2)	Variação BIM (S2)	Resultado (S1)	Resultado (S2)
Alvenaria - paredes de 10 cm	m²	—	74.64	0.00	71.81	0.00	-74.64	-71.81	não muda	74.64	71.81	0.00	0.00	—	Confirmada
Alvenaria - paredes de 15 cm (novas)	m²	—	0.00	74.19	0.00	71.38	74.19	71.38	não muda	0.00	0.00	0.00	0.00	—	Confirmada
Alvenaria - paredes de 20 cm	m²	não muda	120.80	120.80	136.17	136.17	0.00	0.00	muda	122.30	137.78	1.50	1.61	Confirmada	Confirmada
Alvenaria - total (10 + 15 + 20 cm)	m²	não muda	195.44	194.99	207.98	207.55	-0.45	-0.43	muda	196.94	209.59	1.50	1.61	Divergiu	Confirmada
Volume de alvenaria	m³	muda	22.14	23.59	24.01	25.40	1.45	1.39	muda	22.35	24.23	0.21	0.22	Confirmada	Confirmada
Revestimento argamassado	m²	não muda	390.87	389.97	414.93	414.06	-0.90	-0.87	muda	393.87	418.14	3.00	3.21	Divergiu	Confirmada
Pintura, base A	m²	não muda	386.74	383.74	414.76	413.89	-3.00	-0.87	muda	386.74	417.97	0.00	3.21	Divergiu	Divergiu
Áreas dos ambientes (internos)	m²	muda	68.37	67.01	68.38	66.98	-1.35	-1.40	muda	68.28	68.27	-0.08	-0.11	Confirmada	Confirmada
Piso (três acabamentos)	m²	muda	94.73	93.37	94.85	93.47	-1.35	-1.38	muda	94.64	94.75	-0.08	-0.10	Confirmada	Confirmada
Forro de PVC	m²	muda	63.33	61.97	63.33	61.95	-1.36	-1.38	muda	64.57	64.56	1.24	1.23	Confirmada	Confirmada
Esquadrias	un	não muda	17.00	17.00	17.00	17.00	0.00	0.00	não muda	17.00	17.00	0.00	0.00	Confirmada	Confirmada
Laje de forro (cobertura e laje)	m²	não muda	98.25	98.25	98.27	98.27	0.00	0.00	não muda	98.25	98.27	0.00	0.00	Confirmada	Confirmada

As previsões vêm do Quadro 14 e foram feitas antes das simulações; "Confirmada" indica que CAD e BIM variaram como previsto (limite de 0,005, a resolução do BIM). As linhas de 10 e 15 cm só trocam de tipo na S1 e por isso não têm previsão própria. Os valores do CAD depois de cada alteração vêm da memória de cálculo abaixo; as áreas e os perímetros foram lidos com duas casas decimais. A laje não foi remedida (o contorno não mudou) e as fachadas não entram nas remedições do CAD.

MEMÓRIA DE CÁLCULO DO CAD: ALVENARIA E REVESTIMENTO (TRECHOS T01 A T18)

Trecho	Esp. antes (cm)	Esp. S1 (cm)	Comprimento antes (m)	Comprimento S1 (m)	Comprimento S2 (m)	Altura (m)	Vãos (m²)	Área líquida antes (m²)	Área líquida S1 (m²)	Área líquida S2 (m²)
T01	20	20	3.45	3.45	3.45	3.74	1.65	11.253	11.253	11.253
T02	20	20	1.62	1.62	1.62	3.00	0.00	4.860	4.860	4.860
T03	20	20	3.20	3.20	3.20	3.69	0.00	11.808	11.808	11.808
T04	20	20	9.00	9.00	9.50	3.00	2.04	24.960	24.960	26.460
T05	20	20	2.45	2.45	2.45	3.00	0.00	7.350	7.350	7.350
T06	20	20	2.45	2.45	2.45	3.00	1.68	5.670	5.670	5.670
T07	20	20	1.30	1.30	1.30	3.00	0.36	3.540	3.540	3.540
T08	20	20	2.25	2.25	2.25	3.60	0.00	8.100	8.100	8.100
T09	20	20	1.58	1.58	1.58	3.00	0.00	4.740	4.740	4.740
T10	20	20	4.40	4.40	4.40	3.84	1.68	15.216	15.216	15.216
T11	20	20	9.60	9.60	9.60	3.00	5.50	23.300	23.300	23.300
T12	10	15	3.45	3.45	3.45	3.00	2.73	7.620	7.620	7.620
T13	10	15	2.45	2.45	2.45	3.00	0.00	7.350	7.350	7.350
T14	10	15	2.45	2.45	2.45	3.00	1.26	6.090	6.090	6.090
T15	10	15	3.30	3.25	3.30	3.00	0.00	9.900	9.750	9.900
T16	10	15	3.30	3.25	3.30	3.00	0.00	9.900	9.750	9.900
T17	10	15	5.70	5.70	5.70	3.00	2.94	14.160	14.160	14.160
T18	10	15	7.52	7.47	7.52	3.00	2.94	19.620	19.470	19.620
Totais	**Bloco (m)**							**Antes**	**S1**	**S2**
Alvenaria, 10 cm (m²)	0.07							74.640	0.000	74.640
Alvenaria, 15 cm (m²)	0.09							0.000	74.190	0.000
Alvenaria, 20 cm (m²)	0.14							120.797	120.797	122.297
Revestimento argamassado (m²)								390.874	389.974	393.874
Volume de alvenaria (m³)								22.136	23.589	22.346
Conferência com a aba PAREDES								OK		

Volume = área × espessura do bloco (7, 9 e 14 cm). Revestimento = área líquida × 2 faces. Na S1, os trechos T12 a T18 passam a 15 cm; na S2, só o T04 muda de comprimento (9,00 para 9,50 m).

MEMÓRIA DE CÁLCULO DO CAD: PINTURA (PERÍMETRO × ALTURA − VÃOS)

Ambiente	Forro?	Vãos (m²)	Perímetro antes (m)	Perímetro S1 (m)	Perímetro S2 (m)	Base A antes (m²)	Base A S1 (m²)	Base A S2 (m²)	Base B antes (m²)	Base B S1 (m²)	Base B S2 (m²)
Circulação	Sim	7.35	9.83	9.63	9.83	22.14	21.54	22.14	21.16	20.58	21.16
Cozinha	Sim	4.68	11.30	11.30	12.30	29.22	29.22	32.22	28.09	28.09	30.99
Quarto 01	Sim	3.12	12.10	11.90	12.10	33.18	32.58	33.18	31.97	31.39	31.97
Quarto 02	Sim	3.12	12.10	11.90	12.10	33.18	32.58	33.18	31.97	31.39	31.97
Sala de estar	Sim	3.88	15.60	15.50	15.60	42.92	42.62	42.92	41.36	41.07	41.36
Suíte	Sim	4.38	12.90	12.90	12.90	34.32	34.32	34.32	33.03	33.03	33.03
W.C. 01	Sim	1.62	7.30	7.20	7.30	20.28	19.98	20.28	19.55	19.26	19.55
W.C. 02	Sim	1.62	7.30	7.20	7.30	20.28	19.98	20.28	19.55	19.26	19.55
W.C. 03	Sim	1.62	6.90	6.80	6.90	19.08	18.78	19.08	18.39	18.10	18.39
Serviço	Não	2.94	9.10	9.10	8.10	24.36	24.36	21.36	24.36	24.36	21.36
Fachadas (faces externas)						107.78	107.78	107.78	107.78	107.78	107.78
TOTAL						386.74	383.74	386.74	377.21	374.31	377.11

As fachadas (107,78 m²) não foram remedidas nas simulações. Perímetros lidos com o comando AREA em cada ambiente, com duas casas decimais.

MEMÓRIA DE CÁLCULO DO CAD: ÁREAS, PISOS E FORRO

Ambiente	Forro?	Área antes (m²)	Área S1 (m²)	Área S2 (m²)
Circulação	Sim	3.610	3.37	3.61
Cozinha	Sim	7.840	7.84	9.07
Quarto 01	Sim	9.075	8.78	9.08
Quarto 02	Sim	9.075	8.78	9.08
Sala de estar	Sim	15.050	14.88	15.05
Suíte	Sim	10.350	10.35	10.35
W.C. 01	Sim	2.940	2.82	2.94
W.C. 02	Sim	2.940	2.82	2.94
W.C. 03	Sim	2.450	2.33	2.45
Serviço	Não	5.035	5.04	3.71
Garagem	Não	26.360	26.36	26.36
Internos (sem garagem)		68.365	67.010	68.280
Piso, porcelanato amadeirado 20×50		55.000	54.000	56.240
Piso, porcelanato 70×70		8.330	7.970	8.330
Piso, concreto desempenado		31.395	31.400	30.070
Piso, total dos três acabamentos		94.725	93.370	94.640
Forro de PVC		63.330	61.970	64.570

com duas casas decimais nos textos dos ambientes da planta.

11. MATRIZ DE RISCO (PROBABILIDADE × IMPACTO, ESCALAS DE 1 A 3)

Escalas do Quadro 8 da monografia. Classificação: 1 e 2 = baixo; 3 e 4 = médio; 6 e 9 = alto. Probabilidade (ocorrências no estudo) e impacto (maior erro no item) atribuídos pelo autor, com a mesma regra para o CAD e o BIM.

Risco	Descrição	CAD			BIM			Medida de controle	Evidência no trabalho
		Prob.	Imp.	Nível	Prob.	Imp.	Nível		
R1	Erro de desenho (CAD) ou de modelagem (BIM)	1	2	2 · Baixo	3	2	6 · Alto	Conferência independente	CAD: nenhum erro registrado, com impacto de referência do BIM. BIM: dois erros de modelagem na garagem (área de 25,84 m² e perímetro de 20,87 m), de 1% a 5% do item (Quadro 12).
R2	Descontos de vãos e sobreposição de paredes	2	1	2 · Baixo	2	1	2 · Baixo	Ficha de registro por item	CAD: cerca de 1,2 m² de canto externo fora da medição. BIM: variação de 0,17 m² entre camadas nos encontros das paredes de 20 cm. Ambos abaixo de 1% do item.
R3	Critério de medição diferente entre métodos	1	3	3 · Médio	3	3	9 · Alto	Critério único registrado	BIM: garagem (26,48 m² pelo contorno e 26,36 m² pela área líquida) e cobertura (2.127 telhas pela prancha e 2.260 pela projeção do SINAPI, 5,9%). Sem ocorrência no CAD.
R4	Elemento sem parâmetro ou com tipo genérico no modelo	1	3	3 · Médio	3	3	9 · Alto	Requisitos de informação (LOIN)	BIM: diferenças de alvenaria, revestimento e pintura (de 3,79% a 12,73%) não atribuídas a parâmetro ou tipo do modelo. Sem ocorrência no CAD.
R5	Alteração de projeto não propagada aos quantitativos	2	1	2 · Baixo	1	1	1 · Baixo	Verificação do modelo	CAD: pintura da simulação 2 não variou (0,00 m² contra +3,21 m² no BIM), menos de 1% do item. BIM: tabelas atualizadas sem ação manual nas duas simulações.
R6	Erro de unidade ou de escala	1	3	3 · Médio	1	3	3 · Médio	Configuração de unidades	Sem ocorrência nos dois métodos. Impacto alto por prudência: uma falha de unidade ou de escala afetaria todo o item.
R7	Item não modelado ou não medido (por exemplo, a cobertura)	2	3	6 · Alto	3	3	9 · Alto	Lista de itens do Quadro 5	CAD: comprimento da cumeeira não medido. BIM: pintura da base B não extraída e cumeeira não medida.

INSTITUTO FEDERAL Rondônia — MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

12. CONFERÊNCIA DOS DADOS

Verificações automáticas de coerência entre as abas e com a prancha do BIM. Situação OK quando a diferença está dentro da tolerância.

VERIFICAÇÕES DE COERÊNCIA

Nº	Verificação	Valor A	Valor B	Diferença	Tolerância	Situação	O que significa
1	Total de ambientes no BIM: soma das parcelas × valor da prancha (94,73)	94.740	94.730	0.010	0.020	OK	A prancha arredonda cada linha; a soma das parcelas pode diferir em 0,01.
2	Total de ambientes: CAD × BIM	94.725	94.740	-0.015	0.050	OK	Diferenças pequenas vêm do arredondamento (3 casas no CAD, 2 no Revit).
3	Garagem: CAD × BIM	26.360	26.360	0.000	0.010	OK	Depois da correção do erro de modelagem, as áreas coincidem.
4	Vãos descontados nas paredes × área total de esquadrias (CAD)	22.780	22.780	0.000	0.005	OK	Cada vão deve ser descontado uma única vez nas paredes.
5	Esquadrias: área CAD × área BIM	22.780	22.780	0.000	0.010	OK	Portas e janelas somadas.
6	Esquadrias: quantidade CAD × quantidade BIM	17.000	17.000	0.000	0.000	OK	Contagem de portas e janelas.
7	Revestimento CAD: total = 10 cm + 20 cm	390.874	390.874	0.000	0.001	OK	Soma das duas espessuras.
8	Pisos do BIM × ambientes + pilares da garagem (0,12 m²)	94.850	94.860	-0.010	0.020	OK	O piso da garagem usa o contorno (26,48); o ambiente usa a área líquida (26,36).
9	Forro de PVC no BIM × soma dos ambientes com forro	63.330	63.340	-0.010	0.020	OK	Ambientes com forro de PVC.
10	Laje de forro: CAD × BIM	98.249	98.270	-0.021	0.050	OK	Casa (71,768) + garagem (26,481) no CAD.
11	Volume da laje no BIM × área × 0,10 m	9.830	9.827	0.003	0.010	OK	Espessura adotada de 10 cm.
12	Cobertura: área real do BIM ÷ 1,044 × projeção	127.356	127.360	-0.004	0.010	OK	Inclinação de 30%: fator 1,044.
13	Cobertura: área real do CAD ÷ 1,044 × projeção	127.357	127.357	0.000	0.001	OK	Mesmo fator no CAD.
14	Memória do CAD: alvenaria de 10 + 20 cm antes = aba PAREDES	195.437	195.437	0.000	0.001	OK	A remedição das simulações parte dos mesmos trechos da aba PAREDES.
15	Memória do CAD: revestimento antes = aba PAREDES	390.874	390.874	0.000	0.001	OK	Mesma base de trechos, com duas faces.
16	Memória do CAD: pintura base A antes = aba PINTURA	386.740	386.740	0.000	0.001	OK	Perímetros e vãos reproduzem a aba PINTURA.
17	Memória do CAD: pintura base B antes = aba PINTURA	377.207	377.207	0.000	0.001	OK	Mesma conferência para a base B.
18	Memória do CAD: ambientes internos antes = aba AMBIENTES	68.365	68.365	0.000	0.001	OK	Áreas das simulações partem dos valores da aba AMBIENTES.
19	Simulação 2: variação do CAD na alvenaria de 20 cm = 0,50 m × altura do T04	1.500	1.500	0.000	0.001	OK	Único trecho que muda de comprimento na S2.

DIFERENÇAS CONHECIDAS ENTRE OS MÉTODOS (informativo)

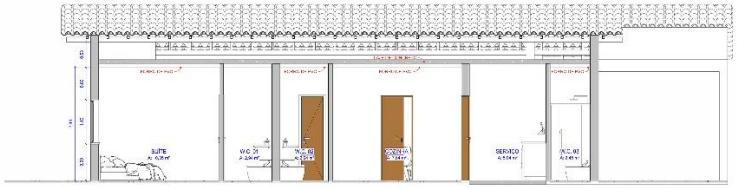
Nº	Ponto	CAD	BIM	Diferença	Explicação
1	Telhas: critério da prancha × critério do SINAPI	2260.40	2127.36	-133.04	Prancha: 16 un/m² sobre a área real. SINAPI (94442): 17,7485 un/m² sobre a projeção em planta. Os critérios resultam em quantidades diferentes.
2	Pintura base A: BIM (tinta) × revestimento (BIM)	414.76	414.93	0.17	A prancha informa 414,76 m² de tinta e 414,93 m² de revestimento argamassado; a diferença de 0,17 m² é da própria tabela do BIM.
3	Parede T04: área líquida do CAD (9,00 m) × parede de 9,40 m de perímetro na tabela do BIM	24.96	24.96	0.00	A cota total da planta (0,20 + 9,00 + 0,20 = 9,40 m) inclui as espessuras das paredes transversais; o trecho entra com 9,00 m e a área líquida coincide com a do BIM.

PENDÊNCIAS E LIMITAÇÕES

Nº	Item	Células vazias	Situação	Onde preencher
1	Tempo do BIM por categoria	0	OK	Aba TEMPO, coluna BIM (cronômetro).
2	Simulações: valores depois da alteração	0	OK	Aba SIMULAÇÕES: colunas de valores depois de cada alteração.
3	Matriz de risco: probabilidade e impacto	0	OK	Aba RISCO, escalas do Quadro 8.
4	Pintura base B no BIM	1	LIMITAÇÃO	Aba COMPARATIVO. Não extraída do BIM (exigiria tabela filtrada pela altura do forro); registrada como limitação do trabalho.
5	Itens sem composição no SINAPI (limitação do trabalho)	3	LIMITAÇÃO	Aba INSUMOS: porcelanato 20×50 (3 linhas). Registrado como limitação.

APÊNDICE B: PRANCHAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO DO REVIT

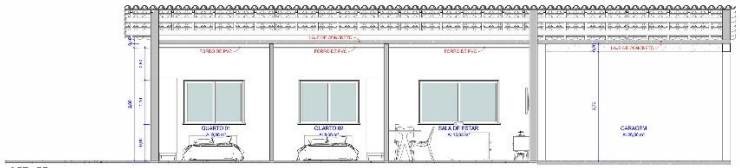




CR. 01
1 : 50



CR. 03
1 : 50



CR. 02
1 : 50



CR. 04
1 : 50



ELEVAÇÃO DIREITA
1 : 50



ELEVAÇÃO FRONTAL
1 : 50



ELEVAÇÃO ESQUERDA
1 : 50



ELEVAÇÃO POSTERIOR
1 : 50

INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

João Lucas Belarmino Gonçalves
Bacharelado em Engenharia Civil

PROJETO ARQUITETÔNICO

Alan Rodrigues Augusto

11/10/2026 | 1:50 | 02

PROJETO ACADÊMICO FICTÍCIO, SEM COMERCIALIZAÇÃO. IMPOSSIBILITANDO A ELABORAÇÃO DA PLANTA DE SITUAÇÃO.

APROVAÇÃO

ESTRUTURA DO TELHADO

NOME	DIMENSÕES	COMPRIMENTO	QUANTIDADE
RIPAS	2x5 cm	330,00 m	22
CAIBROS	6x5 cm	252,55 m	62
TERÇAS	6x12 cm	88,95 m	6

MATERIAIS - TELHAS

TIPO DE TELHA	ÁREA	QUANTIDADE/m²	TOTAL
Telha romana de cerâmica (40x23cm - 10mm)	132,964 m²	16	2127

FORROS

TIPO DE FORRO	DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)
FORRO DE PVC	FORRO EM PVC LISO - BRANCO	63,33

RESUMO - PAREDES

PERIMETRO	ÁREA	VOLUME	ALTURA
PAREDE DE VEDAÇÃO – BLOCO CERÂMICO + PINTURA BRANCA/ e=10 cm			
2,60	7,11 m²	0,71 m³	3,00
2,65	5,85 m²	0,58 m³	3,00
6,90	19,14 m²	1,91 m³	3,00
3,60	7,28 m²	0,73 m³	3,00
5,75	13,59 m²	1,36 m³	3,00
7,67	18,86 m²	1,89 m³	3,00
PAREDE DE VEDAÇÃO – BLOCO CERÂMICO + PINTURA BRANCA/ e=20 cm			
0,50	0,65 m²	0,01 m³	4,00
1,15	3,84 m²	0,76 m³	3,00
1,42	6,03 m²	1,20 m³	3,00
1,58	4,75 m²	0,95 m³	3,00
5,20	12,53 m²	2,51 m³	3,00
2,65	9,64 m²	1,93 m³	3,00
3,20	2,74 m²	0,53 m³	1,10
3,40	12,75 m²	2,55 m³	3,00
3,65	11,96 m²	2,39 m³	3,00
4,45	15,04 m²	3,01 m³	3,00
4,58	8,28 m²	0,03 m³	4,00
5,60	4,14 m²	0,83 m³	4,00
9,20	27,74 m²	5,49 m³	3,00
9,40	24,96 m²	4,93 m³	3,00
85,15	208,24 m²	34,29 m³	

RESUMO - PISOS E LAJE

NÍVEL	PERÍMETRO	ÁREA	VOLUME	ESPESSURA
CONTRAPISO + PORCELANATO (70×70 cm)/ e=5 cm				
Planta Baixa	6,90	2,45 m²	0,12 m³	0,05
Planta Baixa	14,60	5,88 m²	0,29 m³	0,05
CONTRAPISO + PORCELANATO AMADEIRADO (20×50 cm)/ e=5 cm				
Planta Baixa	11,30	7,84 m²	0,39 m³	0,05
Planta Baixa	24,20	16,15 m²	0,81 m³	0,05
Planta Baixa	12,90	10,35 m²	0,52 m³	0,05
Planta Baixa	23,63	18,66 m²	0,93 m³	0,05
GRAMADO NATURAL/ e=5 cm				
Planta Baixa	60,13	55,95 m²	2,80 m³	0,05
LAJE DE FORRO – CONCRETO ARMADO/ e=10 cm				
Planta de Cobertura	21,17	26,46 m²	2,65 m³	0,10
Planta de Cobertura	38,10	71,79 m²	7,18 m³	0,10
PISO DE CONCRETO DESEMPENADO/ e=10 cm				
Planta Baixa	9,10	5,04 m²	0,50 m³	0,10
Planta Baixa	21,17	26,46 m²	2,65 m³	0,10

MATERIAIS - PISO

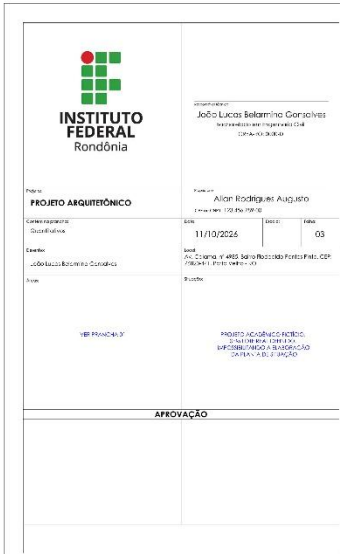
CÓDIGO	MATERIAL	DESCRIÇÃO	PAVIMENTO	ÁREA	VOLUME
CONTRAPISO + PORCELANATO (70×70 cm)/ e=5 cm					
	ARGAMASSA COLANTE - AC III	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA DE ALTA ADERÊNCIA	Planta Baixa	8,33 m²	0,04 m³
	CONCRETO PARA CONTRAPISO	CAMADA DE REGULARIZAÇÃO E NIVELAMENTO	Planta Baixa	8,33 m²	0,33 m³
	PORCELANATO – 70×70 cm	PORCELANATO COM ACABAMENTO ANTIDERRAPANTE	Planta Baixa	8,33 m²	0,04 m³
CONTRAPISO + PORCELANATO AMADEIRADO (20×50 cm)/ e=5 cm					
	ARGAMASSA COLANTE - AC III	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA DE ALTA ADERÊNCIA	Planta Baixa	55 m²	0,28 m³
	CONCRETO PARA CONTRAPISO	CAMADA DE REGULARIZAÇÃO E NIVELAMENTO	Planta Baixa	55 m²	2,20 m³
	PORCELANATO AMADEIRADO – 20×50 cm	PORCELANATO COM PADRÃO MADEIRADO E ACABAMENTO ACETINADO	Planta Baixa	55 m²	0,28 m³
GRAMADO NATURAL/ e=5 cm					
	GRAMA SANTO AGOSTINHO – NATURAL	COBERTURA VEGETAL PARA ÁREAS EXTERNAS	Planta Baixa	55,95 m²	2,80 m³
LAJE DE FORRO – CONCRETO ARMADO/ e=10 cm					
	CONCRETO ARMADO	CONCRETO ESTRUTURAL COM ARMADURA DE AÇO	Planta de Cobertura	98,27 m²	9,83 m³
	TINTA - LÁTEX PVA	ACABAMENTO FOSCO - BRANCA	Planta de Cobertura	1,88 m²	0,00 m³
PISO DE CONCRETO DESEMPENADO/ e=10 cm					
	CONCRETO ARMADO	CONCRETO ESTRUTURAL COM ARMADURA DE AÇO	Planta Baixa	31,52 m²	3,15 m³
Total geral: 30				377,62 m²	18,94 m³

MATERIAIS - PAREDES

MATERIAL	DESCRIÇÃO	ALTURA TOTAL	ÁREA	VOLUME
PAREDE DE VEDAÇÃO – BLOCO CERÂMICO + PINTURA BRANCA/ e=10 cm				
BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO – 7×19×39 cm	TIJOLO CERÂMICO VAZADO	3,00	71,81 m²	5,03 m³
MASSA CORRIDA – PVA	BRANCA, ACABAMENTO LISO	3,00	143,62 m²	0,14 m³
REVESTIMENTO ARGAMASSADO – CHAPISCO + EMBOÇO + REBOCO	ARGAMASSA CIMENTÍCIA, ACABAMENTO LISO	3,00	143,62 m²	1,87 m³
TINTA - LÁTEX PVA	ACABAMENTO FOSCO - BRANCA	3,00	143,62 m²	0,14 m³
PAREDE DE VEDAÇÃO – BLOCO CERÂMICO + PINTURA BRANCA/ e=20 cm				
BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO – 14×19×39 cm	TIJOLO CERÂMICO VAZADO	ALTURAS VARIÁVEIS	136,17 m²	18,98 m³
MASSA CORRIDA – PVA	BRANCA, ACABAMENTO LISO	ALTURAS VARIÁVEIS	271,16 m²	1,36 m³
REVESTIMENTO ARGAMASSADO – CHAPISCO + EMBOÇO + REBOCO	ARGAMASSA CIMENTÍCIA, ACABAMENTO LISO	ALTURAS VARIÁVEIS	271,31 m²	6,10 m³
TINTA - LÁTEX PVA	ACABAMENTO FOSCO - BRANCA	ALTURAS VARIÁVEIS	271,14 m²	0,68 m³
Total geral: 88			1.452,45 m²	34,29 m³

QUADRO DE AMBIENTES - REVESTIMENTOS

NOME	ÁREA	AC. PAREDE	AC. FORRO	AC. PISO
CIRCULAÇÃO	3,61 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
COZINHA	7,84 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
GARAGEM	26,36 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	LAJE DE CONCRETO ARMADO APARENTE	CONCRETO DESEMPENADO
QUARTO 01	9,08 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
QUARTO 02	9,08 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
SALA DE ESTAR	15,05 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
SERVIÇO	5,64 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	LAJE DE CONCRETO ARMADO APARENTE	CONCRETO DESEMPENADO
SUÍTE	10,35 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO AMADEIRADO 20×50 CM
W.C. 01	2,94 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO ANTIDERRAPANTE 70×70 CM
W.C. 02	2,94 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO ANTIDERRAPANTE 70×70 CM
W.C. 03	2,45 m²	PINTURA LÁTEX PVA – BRANCA	FORRO DE PVC	PORCELANATO ANTIDERRAPANTE 70×70 CM
Planta Baixa	94,73 m²			
Total Geral	94,73 m²			


INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

João Lucas Belarmino Consolvas

PROJETO ARQUITETÔNICO

Allan Rodrigues Augusto

11/10/2026

03

APROVAÇÃO