XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8828

# Levantamento de quantitativos BIM versus método usual: estudo de caso em orçamento de instalações elétricas hospitalares

## BIM quantity survey versus usual method: a case study in hospital electrical installations budgeting

**Bryan Sullivan Campos Melo**
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | bryan.melo@itec.ufpa.br
**Ana Flávia Figueiredo da Silva**
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | ana.figueiredo.silva@itec.ufpa.br
**Leonardo Moraes Marialva**
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | Leonardo.marialva@itec.ufpa.br
**Rafael Cuimar Corrêa Rosa**
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | rafaelrosa@ufpa.br
**Luiz Maurício Furtado Maués**
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | maues@ufpa.br

### Resumo

Esta pesquisa compara a elaboração de orçamentos de instalações elétricas em um hospital de médio porte pelos métodos tradicional e Building Information Modeling (BIM). Enquanto o método convencional baseia-se no levantamento manual de quantitativos em plantas 2D, a abordagem BIM utiliza um modelo desenvolvido no Revit integrado ao OrçaBIM/OrçaFascio para extração automatizada de dados e composição de custos. Os resultados indicaram redução do tempo de orçamentação de 41,5 para 30 horas e economia aproximada de 28% nos custos diretos de mão de obra. O estudo contribui com evidências quantitativas sobre a aplicação do BIM na orçamentação, indicando uma tendência potencial para ganhos de eficiência, rastreabilidade e confiabilidade no processo de orçamento de instalações elétricas.

Palavras-chave: Building Information Modeling. Estimativa de Custos. Levantamento de Quantitativos. Instalações Elétricas. Orçamento de Obras.

### Abstract

*This study compares the preparation of electrical installation cost estimates for a medium-sized hospital using the traditional method and Building Information Modeling (BIM). While the conventional approach relies on manual quantity takeoff from 2D drawings, the BIM approach employs a model developed in Revit and integrated with OrçaBIM/OrçaFascio for automated data extraction and cost composition. The results indicated a reduction in estimating time from 41.5 to 30 hours, as well as an approximate 28% decrease in direct labor costs. This study provides quantitative evidence regarding the application of BIM in cost estimating, indicating a potential trend toward improvements in efficiency, traceability, and reliability in the budgeting process for electrical installations.*

*Keywords: Building Information Modeling. Cost Estimation. Quantity Takeoff. Electrical Installations. Construction Budgeting.*

Como citar:
MELO, B. S. C.; FIGUEIREDO, A. F. S.; MARIALVA, L. M.; ROSA, R. C. C.; MAUÉS, L. M. F. Levantamento em BIM versus levantamento manual de quantitativos: estudo de caso em orçamento de instalações elétricas hospitalares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21., 2026, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8828

## INTRODUÇÃO

A elaboração de projetos na construção civil sempre esteve associada a desafios relacionados à precisão dos insumos modelados, ao tempo de execução e à confiabilidade das informações. Os métodos usuais, amplamente utilizados ao longo das últimas décadas, demandam elevado esforço dos profissionais e apresentam limitações relevantes, como maior suscetibilidade a erros, retrabalho e inconsistências, impactando negativamente o desempenho técnico e econômico dos empreendimentos [1].

Nesse contexto, o Building Information Modeling (BIM) destaca-se como uma alternativa inovadora por permitir o desenvolvimento integrado das diferentes disciplinas, permitindo a evolução coordenada de modelos específicos compartilhando informações entre essas disciplinas, de informações gráficas e não gráficas, incluindo dados sobre materiais, custos e cronogramas [2]. Diferentemente do método usual, o BIM possibilita maior precisão na quantificação de insumos que foram modelados, além de facilitar a compatibilização entre disciplinas e a atualização dinâmica das informações, contribuindo para a redução de inconsistências e aumento da confiabilidade dos projetos [3].

Apesar dos avanços associados à adoção do BIM, ainda persiste uma lacuna na literatura quanto à mensuração direta de seus impactos na produtividade e na eficiência das etapas de desenvolvimento de projetos executivos e de elaboração orçamentária, especialmente em comparação com métodos convencionais [4][5]. Diante disso, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: Em que medida a utilização do BIM, em comparação ao método usual, contribui para reduzir o tempo de elaboração de orçamento de projeto elétrico?

O objetivo geral desta pesquisa é comparar o tempo e o custo da elaboração de orçamentos do projeto elétrico a partir do método tradicional e da metodologia BIM, buscando evidenciar as diferenças de eficiência entre as abordagens e seus impactos práticos no processo de orçamentação.

A relevância deste estudo está associada à crescente digitalização da construção civil e à necessidade de ferramentas que ampliem a produtividade e a confiabilidade dos processos. Para as empresas, sua adoção pode resultar em maior previsibilidade, redução de custos e melhoria na qualidade das entregas [6]. No âmbito acadêmico, o tema contribui para a formação de profissionais alinhados às demandas de um setor em transformação [7].

Além do aspecto tecnológico, a implementação do BIM envolve mudanças culturais e organizacionais, exigindo a adoção de práticas colaborativas e a integração entre diferentes disciplinas [8].

## METODOLOGIA

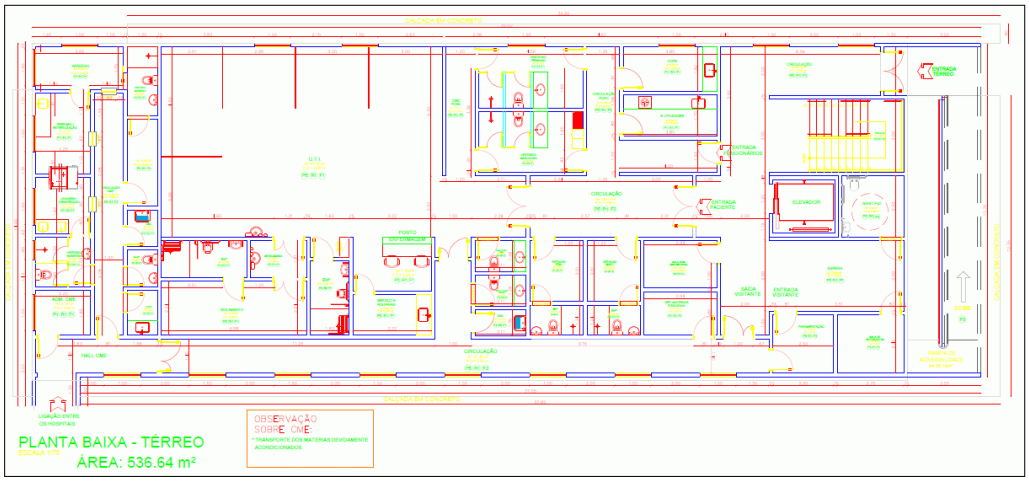
A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa e natureza comparativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso. O objetivo foi

analisar o tempo de elaboração de orçamentos de projetos de instalações elétricas, comparando o método usual com o Building Information Modeling (BIM).

O objeto de estudo consistiu em um projeto de instalações elétricas de um hospital de médio porte, selecionado em função de sua complexidade e da quantidade de elementos necessários para a elaboração orçamentária, o que permite uma avaliação representativa do desempenho das metodologias analisadas.

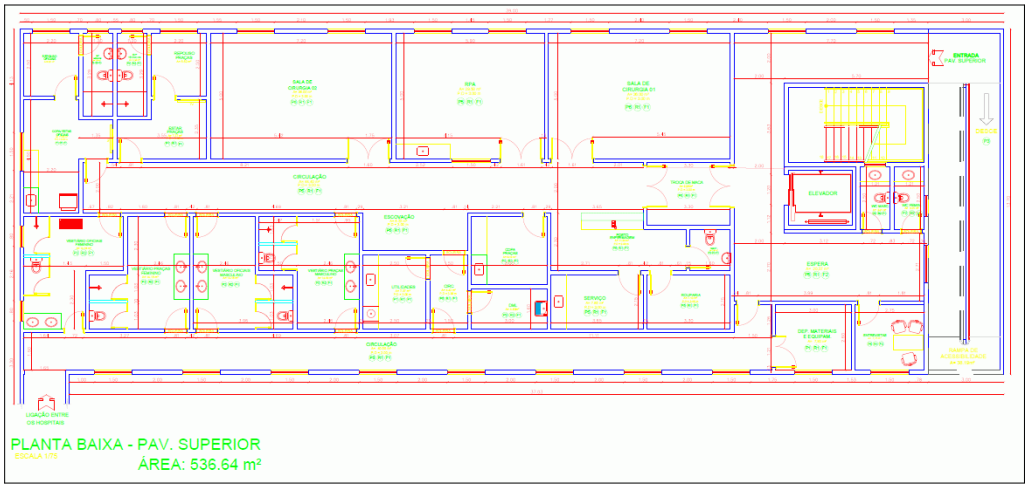
O estudo foi conduzido em duas etapas. Na primeira, o orçamento foi elaborado em ambiente corporativo a partir de um projeto desenvolvido no método tradicional, utilizando o software AutoCAD, como mostrado nas Figuras 1 e 2, com levantamento manual de quantitativos a partir de representações bidimensionais.

**Figura 1: Planta baixa do hospital no software AutoCAD – Pavimento térreo.**




Fonte: o autor.

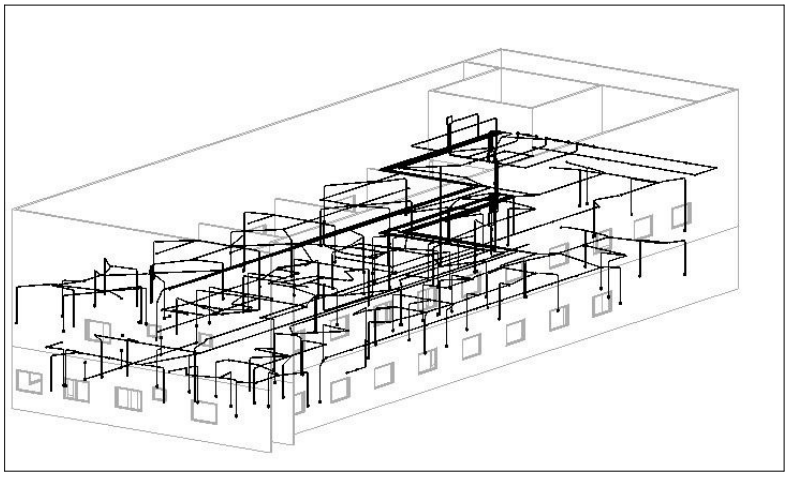
**Figura 2: Planta baixa do hospital no software AutoCAD – Pavimento superior.**




Fonte: o autor.

Na segunda etapa, o orçamento foi elaborado em ambiente acadêmico (por um estudante que tem 03 anos de experiencia com o Revit), a partir de um modelo desenvolvido em BIM, mostrado na Figura 3 para extração automatizada dos quantitativos. Em ambas as abordagens, a elaboração do orçamento foi realizada no software OrçaFascio, garantindo a padronização da composição de custos e permitindo uma comparação direta entre os métodos.

**Figura 3: Vista em 3D do Projeto Elétrico modelado no software Revit.**



Fonte: o autor.

A variável analisada foi o tempo de obtenção dos quantitativos para fins de orçamentação. A mensuração foi realizada de forma contínua, desde o início da quantificação até a conclusão dos quantitativos necessários para a composição dos custos. No método usual, os quantitativos foram obtidos manualmente a partir da interpretação dos desenhos 2D. já no BIM, os quantitativos foram extraídos diretamente do modelo e integrados ao OrçaFascio por meio do plugin OrçaBIM. Assim, avaliou-se o impacto na obtenção dos quantitativos e sua contribuição para a confiabilidade e a redução do tempo e na elaboração do orçamento.

Os dados obtidos foram organizados e analisados de forma comparativa, com o objetivo de identificar diferenças no tempo de execução, custo de softwares e mão de obra utilizadas. A análise concentrou-se na avaliação da eficiência do processo de orçamentação, destacando o impacto da origem dos quantitativos manual ou automatizada sobre o desempenho da atividade.

O processo de elaboração do orçamento elétrico em ambiente corporativo envolveu diversas etapas sequenciais: inicialmente, realizou-se a interpretação detalhada dos documentos do anteprojeto, seguida do estudo em 2D do projeto para identificar circuitos e pontos de consumo. Em seguida foram analisadas as normas técnicas aplicáveis, como a ABNT NBR 5410: 2004/2008 [9], NBR 13534: 2023 [10], NBR 5419: 2015[11], assim como a NBR IEC 60601: 2010 [12] e NBR 16651: 2019 [13], garantindo conformidade com as exigências adotadas no estudo. Na sequência, foi realizado o levantamento dos quantitativos de materiais, seguido da apropriação dos custos por meio das composições disponíveis no software Orçafascio e, por fim, as informações foram consolidadas para a elaboração do orçamento elétrico.

Já no ambiente acadêmico, as primeiras etapas seguiram o mesmo fluxo de interpretação dos documentos e estudo do anteprojeto em 2D, porém a partir dessa etapa, houve uma mudança metodológica, em vez do levantamento manual de materiais, foi realizada a modelagem do projeto em Revit, permitindo maior precisão e integração dos elementos modelados. Na etapa seguinte, a pesquisa e estimativa de custos foram automatizadas por meio da ferramenta OrçaBIM do OrçaFascio, que

vinculou diretamente os quantitativos extraídos do modelo às bases de preços, como o SINAPI.

Além da comparação dos métodos de levantamento, os resultados foram avaliados com base nos critérios da AACE International [14], considerando o nível de maturidade e definição das informações do projeto, os métodos de obtenção dos quantitativos e a confiabilidade das estimativas geradas. A classificação da AACE organiza as estimativas em cinco classes, variando da classe 5, com baixo nível de definição e maior faixa de incerteza, até a classe 1 com elevado grau de precisão e menor faixa de incerteza. Logo, a analise permitiu avaliar a eficiência temporal e a confiabilidade das estimativas geradas por cada metodologia.

Ressalta-se que as abordagens foram executadas em contextos distintos e por operadores com diferentes experiências, aspectos que podem influenciar o tempo de execução, produtividade e a padronização dos processos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Inicialmente, analisou-se o processo usual de orçamentação elétrica desenvolvido em ambiente corporativo, considerando as etapas realizadas, o tempo empregado e o custo do software e mão de obra.

A Tabela 1, apresenta o processo de orçamentação elétrica desenvolvida em ambiente corporativo, dividido em etapas cronometradas e documentadas para fins deste estudo de caso. As atividades foram executadas por um profissional com formação técnica em edificações e 30 anos de experiência na elaboração de orçamentos e no levantamento de quantitativos de obras.

**Tabela 1: Tempo da metodologia usual em ambiente corporativo**

| Etapa | Duração (Horas) | Custo Estimado |
|---|---|---|
| Interpretação dos Documentos e Planta | 2,50h | R$ 90,91 |
| Estudo do Anteprojeto 2D | 2,00h | R$ 72,73 |
| Estudo das Normas Técnicas | 9,50h | R$ 345,45 |
| Levantamento de Materiais e Estimativas | 15,50h | R$ 563,64 |
| Pesquisa de itens no OrçaFascio | 6,00h | R$ 218,18 |
| Montagem do Orçamento Elétrico | 6,00h | R$ 218,18 |
| Total: | 41,50h | R$ 1.509,09 |

Fonte: o autor.

Observa-se que o processo demandou um total de 41,5 horas de trabalho, resultando em um custo estimado de R$ 1.509,09. A etapa de levantamento de materiais e estimativas foi a mais representativa, consumindo 15,5 horas, o que corresponde a aproximadamente 37,3% do tempo total empregado. Esse resultado demonstra que a quantificação manual constitui o principal gargalo do método tradicional, pois exige interpretação de plantas em 2D, identificação dos elementos elétricos, contagem manual e organização dos dados para composição do orçamento, aspectos associados na literatura a limitações de produtividade e confiabilidade [4], [5].

Após a identificação do tempo necessário para a execução das etapas do método usual, realizou-se a estimativa financeira do processo, considerando a remuneração do técnico em edificações responsável pela elaboração do orçamento, sua carga horária de trabalho e os custos associados às ferramentas computacionais utilizadas. Os valores referentes aos softwares foram obtidos a partir dos preços informados por seus respectivos desenvolvedores, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2: Resumo financeiro**

| Item | Valor |
|---|---|
| Salário mensal do técnico em edificações | R$ 4.000,00 |
| Carga horária mensal estimada | 110 horas |
| Custo por hora de trabalho | R$ 36,36 |
| Total de horas dedicadas ao estudo elétrico | 41,50 horas |
| Custo Total do Serviço (Mão de Obra) | R$ 1.509,09 |
| Custo anual do software AutoCAD | R$ 960,21 |
| Custo anual do software Orçafascio | R$ 91,60 |

Fonte: o autor.

Constatou-se que, o custo total da mão de obra para a elaboração do orçamento elétrico foi de R$ 1.509,09. Observa-se que o custo da mão de obra representa a maior parcela dos gastos do processo, enquanto os custos dos softwares possuem menor impacto financeiro.

A Tabela 3 apresenta as etapas da metodologia BIM, também cronometradas e documentadas para fins deste estudo de caso. Para a execução das atividades, foi realizada por um aluno com 3 anos de experiência na utilização do software Revit, garantindo conhecimento para a modelagem do projeto a extração de quantitativos necessários à elaboração do orçamento.

**Tabela 3: Tempo da metodologia BIM em ambiente acadêmico.**

| Etapa | Duração (Horas) | Custo Estimado |
|---|---|---|
| Interpretação dos Documentos e Planta | 2,0h | R$ 72,72 |
| Estudo do Anteprojeto 2D | 2,0h | R$ 72,72 |
| Estudo das Normas Técnicas | 5,0h | R$ 181,80 |
| Modelagem arquitetônica | 8,0h | R$ 290,88 |
| Modelagem elétrica | 12,0h | R$ 436,32 |
| Integração dos quantitativos ao OrçaBIM | 1,0h | R$ 36,36 |
| Total: | 30,0h | R$ 1.090,80 |

Fonte: o autor.

A Tabela 4 apresenta os dados salariais de um engenheiro civil, adotados com base a referência do CREA-PA [15], caso a atividade feita pelo acadêmico fosse desenvolvida por um engenheiro civil, já os custos dos softwares foram retirados dos sites dos criadores dos softwares. Esse levantamento tem como objetivo realizar uma análise comparativa dos custos de mão de obra e das ferramentas computacionais necessárias ao processo de levantamento de quantitativos e orçamentação.

**Tabela 4: Resumo financeiro do ambiente acadêmico**

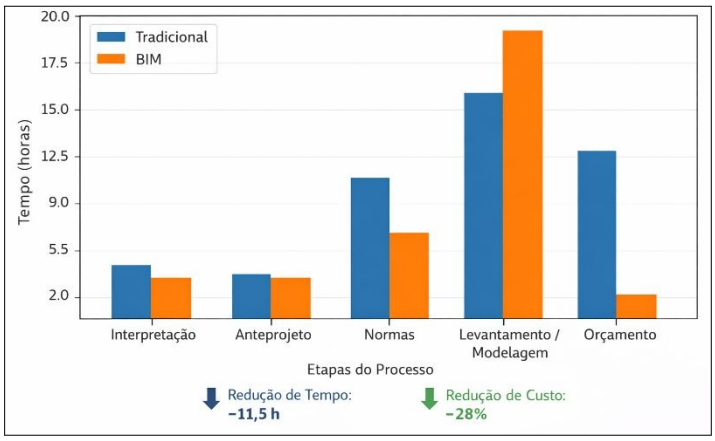
| Item | Valor |
|---|---|
| Salário mensal do Engenheiro Civil | R$ 8.472,00 |
| Carga horária mensal estimada | 110 horas |
| Custo por hora de trabalho | R$ 77,02 |
| Total de horas dedicadas ao estudo elétrico | 30,0 horas |
| Custo Total do Serviço (Mão de Obra) | R$ 2.310,60 |
| Custo mensal do software Revit | R$ 1.058,75 |
| Custo mensal do Software Orçafascio/OrçaBIM | R$ 191,50 |

Fonte: o autor.

Observa-se que, para a elaboração do orçamento elétrico por meio do BIM, foram necessárias 30 horas de trabalho, resultando em um custo de mão de obra estimado em R$ 2.310,60. além disso, foram considerados os custos de licenciamento dos softwares Revit e OrçaFascio/OrçaBIM, que correspondem a R$ 1.058,75 e R$ 191,50 mensais, respectivamente.

A comparação entre o método tradicional e a metodologia BIM evidencia não apenas diferenças quantitativas de tempo e custo, mas também aspectos qualitativos relacionados à confiabilidade das estimativas e à maturidade das informações utilizadas no processo de orçamentação.

**Figura 4: Comparação das metodologias.**




Fonte: o autor.

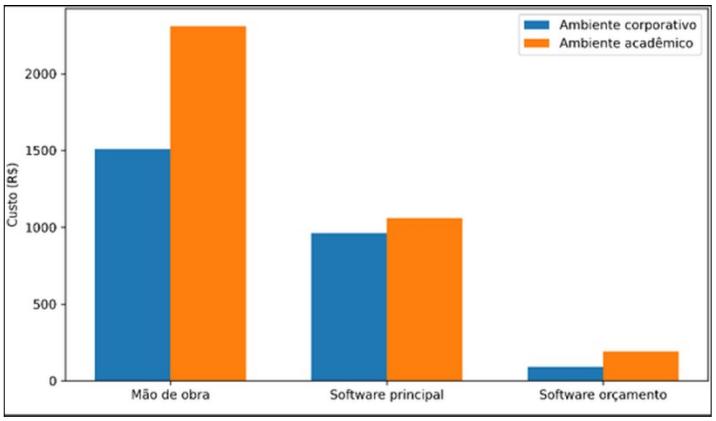
A Figura 4 mostra a comparação das etapas desenvolvidas por cada método. Onde observa-se que no método tradicional, o fluxo de trabalho é caracterizado pela fragmentação e pela dependência de tarefas manuais [16]. O levantamento de materiais em 2D, que consumiu 15,5 horas, correspondeu ao principal gargalo do processo, representando aproximadamente 40% do tempo total. Essa etapa exige a interpretação minuciosa de plantas bidimensionais, a identificação de pontos elétricos e a consolidação manual dos dados em planilhas [17]. Tal abordagem é vulnerável a erros de leitura, omissões e inconsistências, especialmente em empreendimentos de maior porte, onde a quantidade de ambientes e sistemas elétricos aumenta significativamente [18]. Além disso, cada alteração arquitetônica ou de layout implica revisões manuais, ampliando o risco de divergências entre disciplinas e elevando os custos de retrabalho [18]. Em termos de confiabilidade, trata-se de uma estimativa de

Classe 4 segundo a AACE International, cuja margem de erro pode variar de –30% a +50%, tornando-a pouco adequada para decisões estratégicas [14].

Em contraste, a metodologia BIM desloca o esforço para a fase de modelagem arquitetônica e elétrica, que somou 20 horas no caso analisado. Esse investimento inicial garante que o modelo tridimensional contenha informações paramétricas detalhadas, permitindo a extração automática de quantitativos. A utilização do OrçaBIM foi determinante nesse processo: em apenas 1 hora, o orçamento foi gerado com base no modelo 3D, eliminando a necessidade de levantamentos manuais e assegurando rastreabilidade. Essa automação reduziu o tempo total em 11,5 horas e o custo direto de mão de obra em aproximadamente 28%, além de indicar potencial de maior confiabilidade em relação ao levantamento manual, sobretudo pela rastreabilidade dos quantitativos e pela integração entre modelo e orçamento. Entretanto, a classificação da estimativa segundo critérios da AACE depende do nível de desenvolvimento do projeto, da qualidade da parametrização e da validação dos dados orçamentários [14].

A Figura 5 apresenta a comparação dos custos envolvidos na elaboração do orçamento elétrico pelos métodos usual e BIM. A Analise permite visualizar os impactos financeiros de cada metodologia, destacando as diferenças entre os investimentos em recursos humanos e ferramentas computacionais empregados no processo de orçamentação.

**Figura 5: Comparação dos custos dos resumos financeiros.**



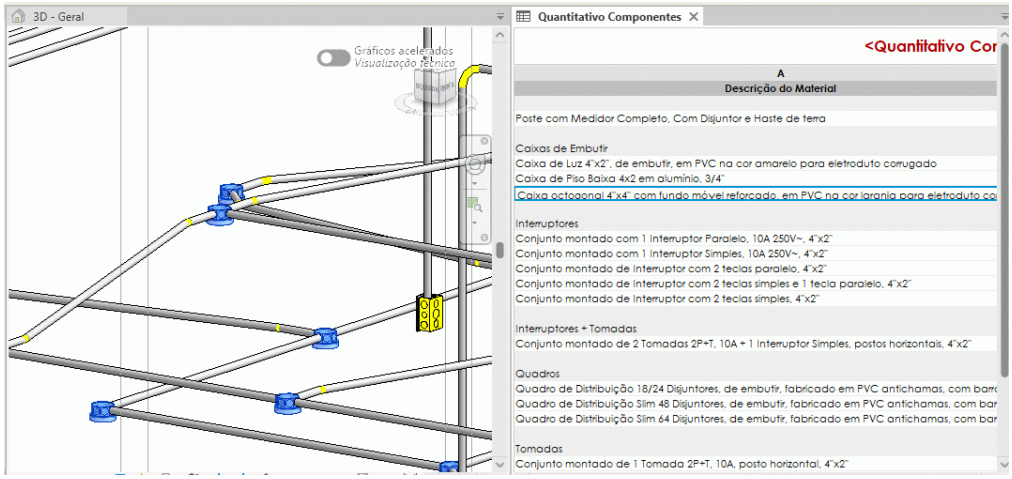

Fonte: o autor.

Nota-se que, apesar dos maiores custos de softwares e mão de obra na metodologia BIM, houve uma redução de 27,7% no tempo de elaboração do orçamento. Esses resultados indicam que os ganhos de produtividade, automação dos quantitativos e redução de retrabalho tendem a compensar os investimentos necessários para sua implementação.

A qualidade da informação é outro aspecto central. A Figura 6 mostra que no BIM, cada elemento inserido no modelo, como pontos elétricos, luminárias, quadros de distribuição, cabos e eletrodutos são parametrizados e vinculados a bancos de dados de preços. Isso garante que o orçamento seja constantemente atualizado e validado com base em dados confiáveis. Alterações no projeto são refletidas automaticamente

no orçamento, sem necessidade de retrabalho, o que assegura maior previsibilidade financeira e transparência.

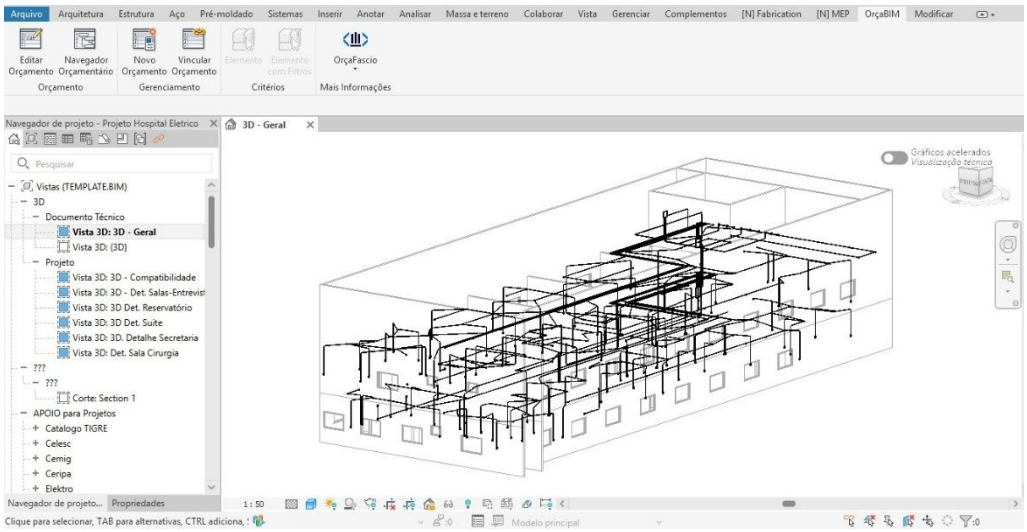
**Figura 6: Automação de quantitativos**




Fonte: o autor. Nota: Ilustração de como o Software trabalha com a localização dos quantitativos.

A Figura 7 mostra a integração do OrçaBIM ao Revit, que constituiu um recurso estratégico para a gestão do custo no projeto, pois ele permitiu transformar dados geométricos e paramétricos do modelo em informações orçamentárias consistentes. Essa ferramenta possibilitou a extração automática de quantitativos, a vinculação com bases de preços como o SINAPI, e a atualização dinâmica dos custos sempre que o modelo sofreu alterações. Dessa forma o orçamento tornou-se mais preciso, transparente e alinhado às normas técnicas necessárias.

**Figura 7: Imagem do software Revit com o plugin OrçaBIM inserido.**




Fonte: o autor. Nota: O plugin OrçaBIM interliga o software OrçaFascio ao software Revit facilitando o compartilhamento de dados.

Uma limitação deste estudo refere-se ao fato de que os processos foram realizados em ambientes distintos, sendo o método tradicional desenvolvido em contexto corporativo e a metodologia BIM em ambiente acadêmico. Essa diferença pode influenciar o tempo de execução em razão de fatores como experiência do operador,

disponibilidade de informações, grau de padronização dos processos e maturidade tecnológica. Assim, os resultados devem ser interpretados como evidências exploratórias de um estudo de caso, não como generalização estatística.

Em síntese, os resultados demonstram que o método tradicional é mais lento, sujeito a inconsistências, com gargalo evidente no levantamento manual de materiais. No caso analisado, o BIM apresentou desempenho superior em termos de tempo, custo direto de mão de obra e rastreabilidade das informações. Em empreendimentos complexos, essa diferença tende a ser mais significativa, pois a automação dos quantitativos e a atualização dinâmica do orçamento reduzem incertezas e fortalecem a tomada de decisão estratégica.

## CONCLUSÃO

A comparação entre o método tradicional e a metodologia BIM demonstrou que a precisão e a eficiência do processo de orçamentação estão diretamente condicionadas ao grau de maturidade técnica do projeto. O levantamento manual de quantitativos em 2D, caracterizado como estimativa de classe 4 segundo a AACE International, revelou-se mais lento, sujeito a inconsistências, com margens de erro que podem alcançar até 50%. Em contrapartida, a adoção do BIM desloca o esforço para a etapa de modelagem, permitindo a Obtenção de quantitativos Apartir das informações inseridas no modelo e sua integração ao processo de orçamentação. Neste estudo de caso, essa abordagem esteve associada a uma redução de aproximadamente 11 horas no tempo de elaboração do orçamento e de cerca de 28% nos custos de mão de obra. Contudo, considerando que as analises foram realizadas por profissionais com diferentes perfis e níveis de experiência os dados obtidos indicam uma tendência de ganho de eficiência com o uso do BIM, condicionada à qualidade da modelagem, da parametrização e da validação dos quantitativos.

Constata-se, portanto, que, no caso analisado, o BIM otimizou o fluxo de trabalho e reduziu o esforço associado ao levantamento manual de quantitativos. Onde, mesmo tendo um custo elevado de software e mão de obra ofereceu maior rastreabilidade e integração das informações orçamentárias. Além dos ganhos técnicos observados, sua implementação pode favorecer mudanças organizacionais relacionadas à colaboração interdisciplinar e à integração digital. Recomenda-se que pesquisas futuras avaliem diferentes tipos de empreendimentos, disciplinas de projeto e níveis de desenvolvimento dos modelos, de modo a ampliar a validade dos resultados encontrados.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), à Rede Catarinense de Inovação (RECEPTI) e à Célula BIM UFPA pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

## DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o ChatGPT, da OpenAI, modelo GPT-5.5 Thinking, para apoio na tradução, revisão textual e melhoria de coesão do manuscrito. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

## REFERÊNCIAS

[1] MARTINS, P. E. R.; OLIVEIRA, M. M.; CONSONI, G. B. Os recursos de representação gráfica: croquis de arquitetos renomados. ***Actas de Diseño***, v. 37, 2021.

[2] PAIS, J. D.; OLIVEIRA, R. C.; MOREIRA, R.; FERNANDES NETO, M. Estudo dos benefícios alcançados na utilização da plataforma BIM no planejamento e execução de projetos de construções de obras. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 8, n. 6, p. 65-81, 2023.

[3] BARROS, N. N.; SILVA, V. G. BIM na avaliação do ciclo de vida de edificações: revisão da literatura e estudo comparativo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 7, n. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v7i2.8645401

[4] SANTOS, B. L.; ARAÚJO, J. C.; MIRANDA, L. A.; SANTOS, M. R. M.; RODRIGUES, N. S.; SOUZA, T. D. Comparativo dos métodos tradicionais e BIM visando a produtividade para elaboração de empreendimentos residenciais. São Paulo: **Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza**, 2023. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/25496. Acesso em: 1 maio 2026

[5] CORREIA, R. F. P. A. A. **Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma BIM**. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2026. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/68762. Acesso em: 2 maio 2026.

[6] SILVA, C. C.; SANTOS, J. V. C. Ferramenta de gestão eficaz em obras de construção civil. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 8, 2025. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v14i8.49098

[7] BOTTER, F.; VÖRÖS, A. L. S.; MAZZAROTTO, M. Desenho manual ou representação digital? **Educação Gráfica**, v. 27, n. 2, p. 46-65, 2023.

[8] OLIVEIRA, J. G. X. S. O papel do BIM na colaboração e comunicação em projetos de construção civil. 2023. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39561 . Acesso em: 3 maio 2026.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13534: instalações elétricas de baixa tensão – requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419: proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 60601: equipamento eletromédico. Rio de Janeiro: ABNT, série vigente.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16651: proteção contra incêndios em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

[14] AACE INTERNATIONAL. **Cost estimate classification system: as applied in engineering, procurement, and construction for the process industries: recommended practice no. 17R-97**. Morgantown: AACE International, 2016.

[15] CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARÁ (CREA-PA). **Salário mínimo profissional. Belém**: CREA-PA, 2025. Disponível em: Crea-PA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Pará. Acesso em: 17 jun. 2026.

[16] MEHRAN, D.; POIRIER, E. A.; FORGUES, D. Impact of fragmentation on value generation: towards a BIM-enabled lean framework. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION**, 30., 2022. **Proceedings [...]** [S. l.]: IGLC, 2022. DOI: https://doi.org/10.24928/2022/0229

[17] YAN, X.; WANG, Y.; ZHANG, J.; LI, H. Development and implementation of a system for electrical engineering BIM detailed design in construction projects. **Buildings**, v. 15, n. 16, p. 2960, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings15162960

[18] KIM, H.; CHIN, S.; CHOO, S. Quantitative evaluation method and process of BIM data for generating BIM-based 2D deliverables. **Buildings**, v. 13, n. 12, p. 3124, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings13123124