



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

KAIO CUSTÓDIO SOUSA

**COMPARAÇÃO DE ORÇAMENTAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM:
AUTODESK NAVISWORKS X ORÇABIM.**

Palmas – TO

2021

KAIO CUSTÓDIO SOUSA

**COMPARAÇÃO DE ORÇAMENTAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM:
AUTODESK NAVISWORKS X ORÇABIM.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Tocantins como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil.

Orientadora: Dr^a Indara Soto Izquierdo

Palmas – TO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S725c Sousa, Kaio Custódio.

Comparação de orçamentação com ferramentas BIM: Autodesk NavisWorks x OrçaBIM. / Kaio Custódio Sousa. – Palmas, TO, 2021.
107 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2021.

Orientadora : Indara Soto Izquierdo

1. BIM. 2. Orçamento. 3. Autodesk NavisWorks. 4. OrçaBIM. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

KAIO CUSTÓDIO SOUSA

COMPARAÇÃO DE ORÇAMENTAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM: AUTODESK NAVISWORKS X ORÇABIM

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 11 /10/2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Indara Soto Izquierdo, UFT.

Prof. Ms. Cláudia Maria Miranda, UFT.

Prof. Eng. Civil Rafael Azevedo Lino.

Palmas – TO

2021

Aos meus pais: Helenilva Custódio de Melo e Dimas Alves de Oliveira que sempre me prestaram todo o apoio que puderam e foram os maiores incentivadores dos meus sonhos.

“O que difere a ciência de outras formas de conhecimento é a habilidade de admitir ignorância.”

Yuval Noah Harari

RESUMO

A modelagem de informação da construção (BIM) tem sido vista como alternativa para melhorar a produtividade e a precisão de orçamentos, especialmente pela possibilidade de extração automática de quantitativos. Diversas ferramentas BIM podem ser utilizadas para orçamentação, há uma ampla quantidade de softwares no mercado. Diante desse cenário identificou-se a necessidade de realizar comparações entre essas ferramentas, afim de colaborar com o mercado de AEC para a escolha das melhores alternativas. Esse estudo visa comparar duas delas: Autodesk NavisWorks e OrçaBIM, quanto a precisão, produtividade e facilidade de uso. Para isso voluntários foram convidados a realizar a orçamentação de uma edificação padrão utilizando as duas ferramentas, nesse processo o tempo de orçamentação foi registrado, e ao final os preços de venda comparados. Além disso os voluntários foram convidados a responder um questionário sobre sua experiência utilizando o software. O OrçaBIM apresentou melhores resultados quanto todos os critérios estudados.

Palavras chave: Orçamento, OrçaBIM, Autodesk NavisWorks, BIM.

ABSTRACT

Building information modeling (BIM) has been seen as an alternative to improve productivity and budget accuracy, especially due to the possibility of automatic quantitative extraction. Several BIM tools can be used for budgeting, there is a wide range of software on the market. Given this scenario, the need to make comparisons between these tools was identified, in order to collaborate with the AEC market to choose the best alternatives. This study aims to compare two of them: Autodesk NavisWorks and OrçaBIM, in terms of accuracy, productivity and ease of use. For this, volunteers were invited to budget a standard building using the two tools, in this process the budgeting time was recorded, and at the end the sale prices were compared. In addition, volunteers were invited to answer a questionnaire about their experience using the software. OrçaBIM showed better results regarding all criteria studied.

Keywords: Budget, BudgetBIM, Autodesk NavisWorks, BIM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de planilha de Orçamento Sintético do TCU	22
Figura 2 – Exemplo de composições de custos.	24
Figura 3 – Composição de servente com encargos complementares da SINAPI.....	28
Figura 4 – Parâmetros de uma parede dentro do software Autodesk Revit	37
Figura 5 – Relação entre nível de desenvolvimento e nível de detalhe.....	44
Figura 6 – Representação 3D do empreendimento.....	49
Figura 7 – Modelo da estrutura.	51
Figura 8 – Modelo da armadura da estrutura.....	51
Figura 9 – Modelo das instalações elétricas	52
Figura 10 – Modelo das instalações de esgoto sanitário.	52
Figura 11 – Modelo das instalações de água fria.....	52
Figura 12 – Acesso ao modelo federado desenvolvido para os experimentos.	53
Figura 13 – Campos de lançamento de composição unitária no Autodesk NavisWorks 2020.	56
Figura 14 – Campo <i>Count</i>	56
Figura 15 – Equações padrão do Autodesk NavisWorks 2020.	57
Figura 16 – Determinação do parâmetro associado a equação.....	57
Figura 17 – Seleção do serviço para extração do quantitativo.	58
Figura 18 – Seleção do elemento e acionamento do comando <i>Take of to</i>	59
Figura 19 – Planilha gerada após extração de quantitativos no Autodesk NavisWorks 2020.	60
Figura 20 – Orçamentos criados	61
Figura 21 – EAP presente nos orçamentos.....	61
Figura 22 – Inserção de composição de custos unitários no OrçaBIM.	62
Figura 23 – Vinculação de quantitativo do modelo ao orçamento.	63
Figura 24 – Seleção de informação a vincular a composição unitária.	63
Figura 25 – Extração de Orçamento Sintético no OrçaFascio.....	64
Figura 26 – Janela <i>Quantification Workbook</i>	67
Figura 27 – Quantitativos de vergalhão na janela <i>Quantification Workbook</i>	68
Figura 28 – Relatório de quantitativos de vergalhões	68
Figura 29 – Linha de quantitativos totais do relatório do Autodesk NavisWorks.	69
Figura 30 – Parte das colunas do relatório orçamentário do Autodesk NavisWorks.	69
Figura 31 – Parâmetros de instância do tipo 10 CA 50.....	72
Figura 32 – Seleção de parâmetro no Autodesk NavisWorks	73
Figura 33 – Parâmetro selecionado para o serviço de locação.....	74
Figura 34 – Determinação de equação no campo <i>Count</i>	74
Figura 35 – Mapeamento do parâmetro da equação.....	75
Figura 36 – Ausência de fator de cálculo de peso de barras	76
Figura 37 – Peso de barras de aço por metro.....	77
Figura 38 – Seleção incorreta de eletroduto	78
Figura 39 – Custo unitário igual a zero	78
Figura 40 – Seleção de parâmetros no OrçaBIM.	82
Figura 41 – Estrutura de filtros para os elementos de verga.	83
Figura 42 - Associação de elementos a composições.....	83

Figura 43 – Interface do OrçaBIM	85
Figura 44 -Interface de orçamentação do Autodesk NavisWorks	86
Figura 45 – Interface da aba <i>Quantification Workbook</i>	86
Figura 46 – Auditoria do levantamento de sapatas no OrçaBIM.	88
Figura 47 – Auditoria de levantamento no NavisWorks	88
Figura 48 – Mudança de cor após seleção.....	89
Quadro 1 – Divisão do estudo	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Encargos sociais básicos para horistas e mensalistas.	25
Tabela 2 – Encargos trabalhistas	26
Tabela 3 – Encargos Indenizatórios.....	27
Tabela 4 – Incidências cumulativas.....	27
Tabela 5 – Itens que compõe o PV.....	29
Tabela 6 – Taxas de impostos	31
Tabela 7 – Taxas de IRPJ e CSLL.....	32
Tabela 8 – BDI por regime de contratação.....	54
Tabela 9 – Fases da orçamentação no experimento 1.	55
Tabela 10 – Tempo de orçamentação em cada software.	66
Tabela 11 – Média e desvio padrão do preço de venda por software.....	71
Tabela 12 – Preços de Venda por serviço obtidos através do Autodesk NavisWorks. ..	71
Tabela 13 – Parâmetros de forma para elementos estruturais.	76
Tabela 14 – Presença de cada tipo de erro por macro serviço.....	79
Tabela 15 – Preços de Venda por serviço, obtidos no OrçaBIM.	80
Tabela 16 – Presença de cada tipo de erro por macro serviço.....	81

LISTA DE SIGLAS

PV	Preço de Venda
CAD	Computer Aided Design
BIM	Building Information Modeling
TCU	Tribunal de Contas da União
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
FGV	Fundação Getúlio Vargas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
CD	Custo Direto
CI	Custo Indireto
CUB	Custo Unitário Básico
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
TCPO	Tabela de Composições de Preços para Orçamentos
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil
CEF	Caixa Econômica Federal
EPI	Equipamento de Proteção Individual
SECONCI	Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário
CAGED	Cadastro Geral dos Empregados e Desempregados
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
PIS	Programa de Integração Social
CPRB	Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta
ISS	Impostos Sobre Serviço
IRPJ	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
CSLL	Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
IFC	Industry Foundation Classes
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
LOD	Level of Development
AIA	American Institute of Architects
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Problema de pesquisa	15
1.2	Hipóteses	15
1.3	Objetivos	16
1.3.1	Objetivo Geral	16
1.3.2	Objetivos Específicos	16
1.4	Justificativa	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	Orçamento	19
2.1.1	Classificação de custos	19
2.1.2	Tipos de orçamentos	20
2.1.3	Composições de custos unitários	23
2.1.4	Encargos sociais, trabalhistas e complementares	24
2.1.5	Preço de Venda	29
2.1.5.1	Impostos	31
2.1.5.2	Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)	32
2.2	BIM: Modelagem De Informação Da Construção.	34
2.2.1	Definições	35
2.3	BIM e a orçamentação	38
2.4	BIM 5D	40
2.5	O modelo e o orçamento	41
2.5.1	Compatibilização de projetos	42
2.5.2	Nível de desenvolvimento	43
2.6	Ferramentas do estudo	47
3	METODOLOGIA	49
3.1	Descrição do empreendimento	49
3.2	Das etapas	50
3.3	Experimento 1: Autodesk NavisWorks	54
3.4	Experimento 2: OrçaBIM	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1	Quanto a produtividade	66
4.2	Quanto a precisão	71

4.3	Quanto a facilidade de uso	84
5	CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS		

1 INTRODUÇÃO

O orçamento é o primeiro passo antes de realizar qualquer empreitada na construção civil, ele fornece uma previsão do consumo de recursos financeiros ao longo de um projeto, permitindo estudar sua viabilidade. (LIMMER, 1996)

Além disso, a orçamentação possibilita ao construtor o estabelecimento do preço de venda (PV). Um dos fatores primordiais para obtenção de um PV adequado, é uma orçamentação que contemple todos os custos. (MATTOS, 2006)

As estimativas de custos, começam geralmente no levantamento de quantitativos, um processo intensivo de registro das quantidades de elementos da construção, utilizando conjuntos de desenhos impressos, ou mais recentemente, desenhos assistidos por computador, do inglês *Computer Aided Design* (CAD). (SANTOS et al, 2009)

Desde o seu surgimento, na década de 70, a tecnologia CAD, permitiu muitos avanços, muitos processos que eram realizados manualmente passaram a ser desenvolvidos virtualmente, proporcionando um ganho de produtividade e qualidade. Em virtude disso, ela ainda é a tecnologia mais utilizada na Construção Civil. (COSTA; FIGUEIREDO, 2015)

Muitos orçamentistas utilizam a tecnologia CAD como suporte para realizar o levantamento de quantitativos, realizando manualmente a quantificação e a inserção desses dados em planilhas eletrônicas, um processo demorado e sujeito a erros humanos.

Diante disso, a Modelagem de Informação da Construção, do inglês *Buildin Information Modeling* (BIM), tem sido vista como alternativa para melhorar a precisão e produtividade de produção de orçamentos, como afirma o Tribunal de Contas da União (TCU, 2014, p.42) “O uso do BIM possibilita a quantificação de serviços automática e precisa e, conseqüentemente, reduz a variabilidade na orçamentação.”

Porém, a adoção do BIM ainda é muito incipiente no Brasil, apenas 9,2% das empresas adotam¹, apesar de a academia já ter realizado diversos estudos sobre o BIM, inclusive demonstrando suas vantagens. A produção acadêmica sobre o assunto é

¹ Resultado da Sondagem da Inovação de 2018, pesquisa realizada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), com apoio da Fundação Getúlio Vargas (FGV)

proeminente, de 1999 a 2015 foram produzidos mais de 400 trabalhos. (MACHADO; RUSCHEL; SHEER, 2016)

Diante da necessidade de afirmar as vantagens do BIM perante as empresas, que ainda possuem dificuldades na sua implementação, e de indicar um caminho para adoção com enfoque na orçamentação de edificações, esse estudo trata da comparação de duas ferramentas BIM: Autodesk NavisWorks e OrçaBIM, quanto a orçamentação de edificações.

O OrçaBIM é um produto da empresa OrçaFascio, que atua internacionalmente, e exibe em seu site que diversas instituições públicas, como o Exército Brasileiro, Força Aérea Brasileira, Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Banco Central do Brasil, Procuradoria Geral da República, Ministério da Saúde, utilizam a ferramenta. (FASCIO, 2019)

Enquanto o Autodesk NavisWorks é um produto da empresa Autodesk, empresa conhecida pelo AutoCad e Autodesk Revit. O Autodesk NavisWorks é uma ferramenta multifuncional que atua desde a revisão do modelo de construção (identificação de interferências) a simulações de vários tipos, atuando nas esferas do BIM 4D e 5D. (AUTODESK, 2021)

1.1 Problema de pesquisa

Qual ferramenta proporciona maior produtividade, precisão e maior facilidade de uso para o usuário na orçamentação de edificações, Autodesk Navisworks ou OrçaBIM?

1.2 Hipóteses

Sobre a produtividade, espera-se que o OrçaBIM permita a orçamentação em menos tempo que o Autodesk Navisworks.

Quanto a precisão, como as informações serão extraídas do mesmo modelo de construção por cada voluntário, espera-se que a precisão seja alta em ambos os softwares.

Quanto a facilidade de uso, o OrçaBIM, necessita que o usuário entenda a classificação de componentes da construção utilizada no software Autodesk Revit, e por isso espera-se que os usuários tenham mais dificuldades do que utilizando o software Autodesk Navisworks.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo dessa pesquisa é comparar duas ferramentas BIM: Autodesk Navisworks e OrçaBIM, quanto a orçamentação de edificações, afim de identificar qual dessas ferramentas fornece maior produtividade, precisão e facilidade para o usuário.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar qual software para BIM apresenta maior produtividade.
- Identificar qual software para BIM apresenta maior precisão nos resultados de orçamento sintético.
- Identificar qual software para BIM os usuários sentem mais facilidade de usar.
- Identificar quais das etapas (lançamento de composições, conexão das composições com objetos do modelo, extração do orçamento e finalização) demandam mais tempo para orçamentação nas ferramentas estudadas.
- Determinar a estrutura analítica de projeto (EAP) do empreendimento estudado
- Determinar as composições de custos unitários a serem utilizadas na orçamentação do empreendimento estudado.

1.4 Justificativa

A metodologia BIM, nos últimos anos, vem sendo fortemente divulgada para as empresas e profissionais de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Esse fato tem colaborado para um aumento da implementação do BIM no Brasil.

Uma pesquisa realizada pela PINI (2013) apud Winter (2017), afirmava que 90% dos engenheiros e arquitetos pretendiam utilizar o BIM em até cinco anos. A atuação dessa metodologia dentro de várias esferas de projetos da construção civil é elogiada e vista como a evolução da indústria. Azevedo (2009, p.76) vai além, e afirma que: “sem dúvida, a EVOLUÇÃO PASSA PELO BIM”.

Kassem & Amorim(2016) afirmam que a indústria da construção no Brasil é responsável por 2% de toda a indústria global, e que diante disso, a adoção do BIM, nacionalmente, representaria um ganho significativo. A ABDI(2018) afirma que se 50% das empresas adotarem a metodologia BIM na próxima década, haverá um crescimento de 7% do PIB da Construção Civil.

As características do BIM ampliam a imaginação dos profissionais, que vislumbram um aumento de produtividade e redução de custos, e é responsabilidade da academia estudar e confirmar essas expectativas, principalmente devido a ampla quantidade de softwares para BIM no mercado. Winter (2017) cita alguns softwares que podem colaborar com a orçamentação: Revit, Archicad, AECOSim, Allplan, Graphisoft Estimator, Exactal, Innovaya e OnCenter. Já Santos et al., (2014) estudaram o Autodesk Quantify Takeoff, e Mattana & Librelotto (2018) citaram Vico Office. Este trabalho acrescenta mais dois: Autodesk NavisWorks e OrçaBIM.

A comparação destes dois softwares pode significar redução de custos e ganho de tempo para as empresas e para os entes federativos, pois devido a ampla possibilidade de softwares, para testar e compará-los exigiria-se alta quantidade de tempo e recursos financeiros. Ao realizar esse estudo dentro da academia, reduz-se a gama de possibilidade de escolhas, reduzindo custos e ganhando tempo, facilitando a escolha das melhores alternativas, pelas empresas e pela União.

A escolha assertiva dos softwares é iminente principalmente para União, que estabeleceu através do decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, a utilização do BIM na

execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia em obras públicas (BRASIL, 2020), decisão advinda de um caminho trilhado desde 2017 na construção da estratégia nacional de implementação do BIM: iniciado, oficialmente, no decreto nº 14.473 de 5 de junho de 2017 (BRASIL, 2017) que instituiu o primeiro comitê estratégico, em seguida o decreto nº 9.377 de 17 de maio de 2018 (BRASIL, 2018) estabeleceu primeira estratégia, e em 2019 o decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019 (BRASIL, 2019), instituiu a estratégia em vigor atualmente.

Também é importante destacar que ao englobar todo o processo de orçamentação o estudo traz uma originalidade, pois a maioria dos estudos sobre uso do BIM na orçamentação, focam na quantificação, apenas uma etapa, logo, não fornecem uma noção ampla das vantagens e desvantagens do uso do BIM com esse enfoque.

Portanto, esse estudo é importante ao atender as expectativas do mercado de AEC quanto a academia determinar as vantagens de um software para BIM em relação a outro, no escopo da orçamentação, permitindo facilidade de escolha de um software para BIM, de forma a reduzir custos e ganhar tempo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Orçamento

Uma obra é essencialmente uma atividade econômica, dessa forma o custo é extremamente relevante. Diante disso, realizar previsões de custos de empreendimentos permite verificar sua viabilidade econômica, e para isso produz-se um orçamento. (MATTOS, 2006)

Conforme Limmer (1996, p.86) “um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido”.

Mattana & Librelloto (2018, p. 100) afirmam que: “Orçar um empreendimento significa a obtenção de um resultado que demonstra o custo/preço de determinado projeto ou obra.”.

Matttos (2006) destaca que é importante não confundir orçamento com orçamentação, orçamento é o produto, enquanto orçamentação é o processo de determinação.

2.1.1 Classificação de custos

O orçamento permite ao construtor determinar o preço de venda de um empreendimento. Na composição do preço de venda de uma edificação, não está incluso somente os materiais. A mão de obra, despesas com administração, fiscalização, impostos, taxas, ferramentas e o lucro, fazem parte desse conjunto. Portanto, devida a ampla quantidade de custos a considerarmos em um orçamento, faz-se necessária a classificação desses. (TISAKA, 2006)

Parga (2003) distingue 5 grupos: custos diretos (CD), custos indiretos (CI), custos acessórios, lucro e a correção monetária. Os diretos, são os custos ligados diretamente ao serviço que se executa. Os indiretos, não são partes integrantes do serviço, porém, são essenciais a sua obtenção, eles fornecem o suporte técnico e administrativo aos diretos. Os custos acessórios, são por exemplo: os custos de financiamento da obra, custos de retenção do faturamento, multas por atraso na entrega da obra, e seguros. Enquanto o lucro é entendido como uma porcentagem incidente sobre todos os custos, com o objetivo

de “pagar” os serviços da empresa. E por último, a correção monetária, ela é entendida como uma proteção ao preço, em função da queda do poder de compra da moeda.

Limmer (1996) define 2 divisões: custos diretos e custos indiretos. Os custos diretos são os gastos feitos com insumos como mão de obra, materiais, equipamentos e meios, incorporados ou não ao produto. Enquanto o custo indireto é o somatório de todos os gastos, com elementos necessários para elaboração do produto, ou de gastos de difícil alocação a uma determinada atividade ou serviço.

Mattos (2006) divide os custos em quatro grupos: custos diretos, custos indiretos, impostos e lucro.

“Os custos diretos são aqueles diretamente associados aos serviços de campo. Representam o custo orçado dos serviços levantados.” (MATTOS, 2006, p.29) Os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços, mas custeiam insumos necessários para que tais serviços possam ser feitos. De forma geral, são todos os custos que não foram incluídos no custo direto da obra.

O lucro é a diferença entre a arrecadação e as despesas. A forma mais adequada de representa-lo é através da lucratividade, um percentual que representa a relação entre o lucro e receita, ele fornece a indicação de quanto do preço de venda se transformará em ganho para a empresa. Os impostos são taxas inerentes a qualquer atividade produtiva, e como tal, incidem também sobre as obras.

Não há um consenso a respeito da forma de classificar os custos, porém o que realmente importa é incluir todos os custos no orçamento.

2.1.2 Tipos de orçamentos

Tisaka (2009) estabelece dois tipos de orçamento:

- a) Orçamento estimativo: quando é calculado com base no Projeto Básico sem se ater a detalhes da construção e sujeito a alterações posteriores.
- b) Orçamento Definitivo: quando calculado com base em Projeto Executivo completo com todos os projetos complementares definitivos.

Mattos (2006) especifica três tipos:

- a) Estimativa de custo: Nessa realiza-se avaliação com base em custos históricos e com projetos similares. Ela fornece uma aproximação da ordem de grandeza do custo do empreendimento. É calculada através da utilização de índices, como por exemplo o custo unitário básico (CUB), em função do padrão da construção da edificação (baixo, normal, alto) determinado pela NBR 12721.
- b) Orçamento preliminar: é mais detalhado do que o anterior, pressupõe o levantamento de algumas quantidades e pesquisa de preços.
- c) Orçamento analítico ou detalhado: é elaborado com uso composição de custos e extensa pesquisa de preços dos insumos. Possui a menor margem de erro. Nesse grau de orçamento, cada serviço possui sua composição unitária específica. E são determinados todos os custos: diretos, indiretos. E adicionadas as taxas de impostos e lucro.

Coelho (2015) distingue quatro classificações: o orçamento convencional (discriminado ou detalhado), operacional, o paramétrico e o para incorporação em condomínios.

O autor define que no orçamento convencional (discriminado ou detalhado), é realizado o levantamento de todas as quantidades necessárias para a concretização de um serviço. É o orçamento mais indicado, o com maior exatidão. Ele é apresentado através de uma planilha, mostrando o custo unitário de cada serviço, facilitando a determinação dos custos parciais, e oportunizando a apresentação do custo global do empreendimento.

O autor define também o orçamento operacional, como o tipo indicado para conduzir o proprietário na execução de seu investimento, proporcionando uma visão geral dos gastos, funcionando como um instrumento de grande valia para o planejamento e controle operacional de empresas de construção civil.

O mesmo autor, ainda define o orçamento paramétrico como uma prática indireta de orçar um empreendimento, utilizando parâmetros indicadores, como o CUB, e afirma que é um tipo muito utilizado para obter estimativas do custo total de uma obra.

Por último, o autor explica que o orçamento para incorporação de condomínios é semelhante ao paramétrico, porém, esse aplica-se em construções executadas em

2.1.3 Composições de custos unitários

Uma composição é uma Tabela que lista todos os insumos necessários para a execução de um serviço, com suas quantidades e seus custos unitários. Custos unitários são os custos correspondentes a uma unidade de serviço, por exemplo: custo de 1m² de pintura. Os insumos das composições são classificados em três tipos: mão de obra, material e equipamento. (MATTOS, 2006)

As composições especificam um serviço a ser executado. A leitura de uma composição permite inferir todos os materiais necessários para executar aquele serviço e suas quantidades, qual mão de obra precisará ser alocada, em quanto tempo o serviço será executado, e quanto tudo vai custar.

Elas são desenvolvidas com base em coeficientes de produtividade, e consumo, esses coeficientes são obtidos de publicações especializadas ou compilados pelas empresas. (LIMMER, 1996)

A Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) da editora PINI, e as Tabelas do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI) editadas pela Caixa Econômica Federal (CEF), são exemplos de publicações especializadas em composições de custos unitárias. (TISAKA, 2006)

Desde 2003, através das leis de diretrizes orçamentárias, editadas anualmente, o SINAPI é o sistema de preços de referência obrigatório para obras que utilizam recursos do orçamento da União, e desde 2013, essa obrigatoriedade é instituída pelo decreto nº 7.983 de 8 de abril de 2013. (CEF, 2020)

Segundo Mattos (2006) as composições de custos unitárias podem ser divididas em cinco colunas:

- Insumos ou descrição: são os itens usados na execução do serviço, podendo ser material, mão de obra, ou equipamento.
- Índice ou coeficiente: é a quantidade utilizada do insumo para a execução de uma unidade do serviço a que se refere a composição. Geralmente medida em horas, para o caso de mão de obra e equipamentos
- Unidade: é a unidade de medida do insumo, kg, por exemplo, para o caso do aço CA-50.
- Custo unitário: É o valor despendido para emprego de uma unidade do insumo.

- Custo total: O custo total refere-se ao valor total despendido para emprego do insumo na execução de uma unidade do serviço da composição.

Na Figura 2 pode-se identificar as colunas e seus conceitos:

Figura 2 – Exemplo de composições de custos.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	COEF.	PREÇO MAT.(R\$)	PREÇO M.O.(R\$)	PREÇO OUTROS(R \$)	PREÇO TOTAL(R\$)	TIPO
04211.8.2.1	ALVENARIA de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), espessura da parede 9 cm, juntas de 12 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com 100 kg de cimento - tipo 1 -	M²	-	9,09	6,91	0,00	15,99	SER.CG
01270.0.40.1	Pedreiro	H	1,00	0,00	3,57	0,00	3,57	M.O.
01270.0.45.1	Servente	H	1,00	0,00	3,00	0,00	3,00	M.O.
04060.8.1.50	ARGAMASSA mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com adição de 100 kg de cimento	M³	0,01	149,67	28,01	0,00	2,13	SER.CG
04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9 x 19 x 19 (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	UN	27,00	0,27	0,00	0,00	7,29	MAT.

Fonte: TCPO (2010)

O TCU (2014) ainda sugere incluir mais algumas informações nas composições de custos unitários, como: norma técnica aplicável, a indicação da taxa de encargos sociais aplicadas a mão de obra, data-base do orçamento, e os critérios de quantificação dos serviços.

2.1.4 Encargos sociais, trabalhistas e complementares

Mattos (2006) apresenta os encargos sobre a mão de obra sob dois sentidos:

- Encargos em sentido restrito: São os encargos previstos em lei, divididos em sociais, trabalhistas e indenizatórios.
- Encargos em sentido amplo: É uma ampliação dos encargos em sentido restrito, a estes somam-se despesas como alimentação, equipamento de proteção individual (EPI), seguros e horas-extras.

A mão de obra divide-se em trabalhadores horistas e trabalhadores mensalistas. Essa classificação refere-se ao regime de contratação, horistas são remunerados com base na quantidade de horas trabalhadas. Enquanto os mensalistas são remunerados por uma

base mensal, geralmente são: os engenheiros, mestres de obra e almoxarifes, seu custo é alocado prioritariamente no custo indireto. (COELHO, 2015)

Os encargos sociais e trabalhistas são divididos em quatro grupos: encargos sociais básicos, encargos trabalhistas, encargos indenizatórios, e incidências acumulativas. (MATTOS, 2006)

O grupo de encargos sociais básicos, apresentado na Tabela 1, é o grupo com taxas fixas, definidas pela legislação, portanto não varia entre empresas. (COELHO, 2015)

Tabela 1 – Encargos sociais básicos para horistas e mensalistas.

A.	Encargos sociais básicos	
A1	INSS	20,00%
A2	FGTS	8,00%
A3	Salário – Educação	2,50%
A4	SESI	1,50%
A5	SENAI	1,00%
A6	SEBRAE	0,60%
A7	INCRA	0,20%
A8	Seguro contra acidente de trabalho	3,00%
A9	SECONCI	1,00%
Total		37,80%

Fonte: Adaptado de CEF (2020a)

A contribuição ao Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário (SECONCI) não é aplicável em alguns estados, cabendo ao orçamentista deferir sua aplicação, conforme localidade.

O segundo grupo de encargos é o dos encargos trabalhistas: “Este grupo depende de algumas premissas de cálculo que partem de dados estatísticos” (MATTOS, 2006, p.82). Esses dados servem para determinar a taxa de absenteísmo por diversos motivos: enfermidades, luto, licença paternidade, acidentes, etc, além de outros itens que reduzem as horas-trabalhadas anuais, como: férias e feriados. O SINAPI utiliza como fonte desses

dados estatísticos o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). (CEF, 2020). Enquanto Coelho (2015, p.46) recomenda que as empresas tenham um banco de dados: “é necessário que se tenha um banco de dados atualizado da empresa com as taxas, leis sociais e riscos do trabalho”.

A Tabela 2 apresenta os encargos trabalhistas para os horistas e mensalistas.

Tabela 2 – Encargos trabalhistas

B.	Encargos trabalhistas	Horistas	Mensalistas
B1	Repouso semanal remunerado	17,88%	Não incide
B2	Feriados	3,94%	Não incide
B3	Auxílio – Enfermidade	0,91%	0,69%
B4	13º salário	10,98%	8,33%
B5	Licença paternidade	0,07%	0,06%
B6	Faltas justificadas	0,73%	0,56%
B7	Dias de chuva	1,45%	Não incide
B8	Auxílio acidente de trabalho	0,11%	0,09%
B9	Férias gozadas	11,35%	8,62%
B10	Salário Maternidade	0,03%	0,03%
Total		47,45%	18,38%

Fonte: Adaptado de CEF (2020a)

Como os horistas são remunerados conforme suas horas trabalhadas, períodos em que não há prestação de serviços não seriam remunerados, porém, o empregador deve arcar com todos os itens apresentados na tabela 2. No caso dos mensalistas, os custos decorrentes de repouso semanal remunerado e feriados não incidem por se considerar que eles estão incluídos na remuneração mensal, e os custos decorrentes de paralisações por chuvas são desconsiderados por não haver relação significativa entre essas e os serviços dos mensalistas. (CEF, 2020)

O terceiro grupo de tributos referem -se aos indenizatórios, compostos por: aviso prévio, multa por rescisão do contrato de trabalho, indenização adicional por demissão 30 dias antes do dissídio e férias indenizadas. (CEF, 2020a). A Tabela 3 apresenta os encargos indenizatórios para horistas e mensalistas.

Tabela 3 – Encargos Indenizatórios

C.	Encargos Indenizatórios	Horistas	Mensalistas
C1	Aviso prévio indenizado	6,76%	5,14%
C2	Aviso prévio trabalhado	0,16%	0,12%
C3	Férias indenizadas	2,28%	1,73%
C4	Depósito Rescisão sem justa causa	3,81%	2,89%
C5	Indenização adicional	0,57%	0,43%
Total		13,58%	10,31%

Fonte: Adaptado de CEF (2020a)

O quarto grupo refere-se as incidências cumulativas de um grupo sobre outro. A Tabela 4 expõe as taxas de incidências cumulativas e a taxa total de encargos:

Tabela 4 – Incidências cumulativas

D.	Incidências cumulativas	Horistas	Mensalistas
D1	Reincidência de grupo A sobre B	17,94%	6,95%
D2	Reincidência de grupo A sobre aviso prévio trabalhado e reincidência do FGTS sobre aviso prévio indenizado	0,60%	0,46%
Total		18,54%	7,41%
Total (A+B+C+D)		117,37%	73,90%

Fonte: Adaptado de CEF (2020a)

O valor total de encargos é aplicado sobre o salário base dos trabalhadores horistas e mensalistas, de modo a obter o custo total que eles realmente representam para a empresa.

Os encargos em sentido amplo, descritos por Mattos (2006), adicionam as despesas com alimentação, EPI, seguros e horas extras. CEF(2020b) expõe três formas de incluir esses encargos no orçamento:

- Como percentual, aplicado em conjunto com os encargos sociais e trabalhistas.
- Como parte do custo direto
- Como parte do custo horário da mão de obra.

E entende que a terceira forma é a mais apropriada, por facilitar a estimativa de custos, por isso é a adotada nas composições de custos unitários da base de dados do SINAPI. Dessa forma, para determinar o custo unitário de cada mão de obra, o SINAPI desenvolve composições de custos unitárias para cada profissional. A Figura 3 apresenta um exemplo dessas composições.

Figura 3 – Composição de servente com encargos complementares da SINAPI.

COMPOSIÇÃO 88316 – SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES					
(Data Base 10/2020 – SP – Não Desonerado)					
Código	Descrição Básica	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário	Total
6111	SERVENTE DE OBRAS	H	1,0000	15,08	15,08
37370	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	2,70	2,70
37371	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	0,65	0,65
37372	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	0,55	0,55
37373	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	0,06	0,06
95378	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA SERVENTE (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,0000	0,22	0,22
43491	EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	1,01	1,01
43467	FERRAMENTAS - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,0000	0,41	0,41
TOTAL					20,68

Fonte: CEF (2020)

Nota-se nessa composição que o custo unitário total do servente de obras inclui a alimentação, transporte, capacitação, exames, EPI, e ferramentas, dessa forma, ao utilizar uma composição de custos unitárias do SINAPI, o orçamentista já inclui todos os encargos complementares no custo direto.

Também é notável a descrição “Não desonerado”, ela refere-se a um dos dois tipos de composições estabelecidos pelo SINAPI (desonerado e não desonerado), devido ao regime de desoneração da contribuição criado pela lei 12.546 de 14 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), prorrogado até 31 de dezembro de 2021 pela lei 14.020 de 6 de julho

de 2020. (BRASIL, 2020a) Esse regime de desoneração permite as empresas de construção civil, enquadradas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) nos grupos 412, 432, 433, 439, optar pela contribuição sobre o valor da receita bruta.

Na prática, esse regime permite optar pela troca da contribuição de 20% sobre a folha de pagamento, pela contribuição de 4,5% sobre o valor da receita bruta. Dessa forma, as composições unitárias “desoneradas” referem-se as composições em que a taxa de INSS dos encargos sociais básicos é igual a zero, em contrapartida as “não desoneradas” referem-se as composições em que o custo unitário da mão de obra inclui a taxa de 20% de contribuição ao INSS.(CEF, 2020)

2.1.5 Preço de Venda

“O preço de venda é o valor total ofertado pelo contrato, valor que engloba todos os custos, lucro e os impostos. É o valor final do orçamento.”(MATTOS, 2006, p.230) Portanto, para calcular o preço de venda, é necessário levantar todos os custos envolvidos, e adicionar uma margem a eles. Nessa margem, estão inseridas todas as despesas com administração, custos financeiros, taxas, impostos e lucro. (TISAKA, 2006). A Tabela 5 apresenta como alguns autores compõe o preço de venda:

Tabela 5 – Itens que compõe o PV.

Autores	Itens do PV
Mattos(2006)	CI, CD, Custos financeiros, Administração central, Imprevistos e Contingências, impostos e lucro.
Parga (2003)	CI, CD, Financiamento de terceiros, Financiamento próprio, Impostos sobre o resultado do faturamento, e lucro.
Tisaka (2006)	CI, CD, Taxa de risco do empreendimento, Custo financeiro do capital de giro, Tributos, Taxa de comercialização, Benefício ou lucro.

Coelho (2015)	CI, CD, Despesas financeiras, Administração central, CONFINS, PIS, ISS, Taxa de seguros e Riscos imprevistos, Mobilização e desmobilização e Lucro.
---------------	---

De forma geral, há um consenso a respeito dos itens que compõe o preço de venda, modificando apenas suas nomenclaturas de acordo com a fonte. Esses itens resumem-se em: Custos diretos, Custos indiretos, custos acessórios, impostos e lucro. Os custos acessórios compõem-se pelos custos financeiros ou despesas financeiras, taxa de administração central, taxa de seguros e riscos ou imprevistos e contingências.

- Custos financeiros são os custos incluídos quando o construtor usa recursos próprios na produção do empreendimento e recebe os ganhos apenas algum tempo depois, havendo uma perda financeira, seja por oportunidade, inflação, ou até juros de empréstimos bancários. (MATTOS, 2006)(TISAKA, 2006)
- A taxa de administração central refere-se ao valor destinado a cobrir os custos de administração da empresa, que não se confundem com a administração da obra, esse cobre os custos, por exemplo, dos recursos físicos e humanos necessários para o funcionamento do setor jurídico, comercial, suprimentos, gerencia, etc. E é um custo rateado entre as obras administradas pela empresa. (COELHO, 2015)(MATTOS, 2006)
- A taxa de seguros e riscos trata do valor destinado a cobrir custos não previstos durante a orçamentação, causados geralmente por eventos de baixa previsibilidade como: terremotos, criação de novos impostos, aumento da inflação, interrupções do trabalho (devido a uma pandemia, por exemplo). Esses imprevistos são classificados em: Imprevistos de força maior, de previsibilidade relativa e aleatórios. (MATTOS, 2006)

A partir desses custos, Mattos(2006) formulou a equação 1, para o PV.

$$PV = \frac{CD + CI + AC + CF + IC}{1 - (LO\% + IMP\%)} \quad (1)$$

Na qual:

CD: Custo direto

CI: Custo indireto

AC: Administração central

CF: Custo Financeiro

IC: imprevistos e contingências

LO%: Taxa de lucro operacional

IMP%: Impostos.

2.1.5.1 Impostos

O TCU(2014) lista os impostos que incidem sobre o preço de venda: a taxa referente ao Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), a Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta (CPRB) (aplicável somente as empresas optantes pelo regime desonerado) e o Imposto Sobre Serviço(ISS).

Hubaide (2012) apresenta os valores para o Cofins e PIS, conforme Tabela 6. O valor do ISS varia conforme a cidade, a Tabela 6 apresenta o valor para Palmas (TO), conforme lei complementar nº 285 de 31 de outubro de 2010. (PALMAS, 2010)

Tabela 6 – Taxas de impostos

Impostos	Taxa
ISS	5,00%
Cofins	3,00%
PIS	0,65%

Fonte: Hubaide (2012) e Palmas(2010)

Tisaka(2006) inclui mais duas taxas: o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) contrariamente ao que sugere o TCU, que afirma: “O IRPJ e CSLL são tributos de natureza direta e personalíssima, isto é, oneram pessoalmente o contratado e não podem ser transferidos para terceiros.” (TCU, 2020, p.93) Ou seja, a empresa deve arcar com esses tributos, sem transferi-los aos clientes. Porém, Mattos (2006) discorda e afirma que se a empresa não puder considerar esses dois tributos na composição do preço de venda, certamente aumentará o percentual de lucratividade, como forma de camufla-los.

As alíquotas do IRPJ e CSLL incidem conforme regime tributário: lucro real ou lucro presumido. No caso do lucro real, as alíquotas incidem diretamente sobre o lucro operacional da empresa, e em casos de lucro negativo, esses tributos são zerados. Enquanto no caso lucro presumido, as alíquotas incidem sobre o preço de venda, independente do lucro. (MATTOS, 2006) A Tabela 7 expõe as taxas de cada um desses tributos, conforme o regime:

Tabela 7 – Taxas de IRPJ e CSLL

Tributo	Lucro Real	Lucro presumido
	15% até R\$20.000,00 por mês.	
IRPJ	Adicional de 10% sobre o lucro que exceder R\$20.000,00 por mês	1,20%
CSLL	9% até R\$20.000,00 por mês	1,08%

Fonte: MATTOS (2006)

2.1.5.2 Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)

O BDI é “um percentual aplicado sobre o custo para chegar ao preço de venda”. (TCU, 2014, p.85). É uma taxa que se adiciona ao custo de uma obra para cobrir as

despesas indiretas, o risco do empreendimento, as despesas financeiras, os tributos incidentes, despesas de comercialização e o lucro do empreendedor. (TISAKA, 2006).

Hubaide(2012) afirma que há um consenso entre os estudiosos que o BDI é composto por: Administração Central, Despesas Financeiras, Riscos e Contingências, Impostos e Lucro.

Mattos (2006), Tisaka (2009), e o TCU(2014) endossam a equação 2 para determinar o PV através do BDI.

$$PV = CD \cdot (1 + BDI\%) \quad (2)$$

Onde:

PV: Preço de Venda

CD: Custo Direto

BDI%: Valor do BDI em decimais.

Mattos(2006) formulou a equação 3 para calcular o BDI diretamente pelos custos que o compõe.

$$BDI = \frac{(1 + CI\%) + (1 + AC\% + CF\% + IC\%)}{1 - (LO\% + IMP\%)} - 1 \quad (3)$$

Onde:

CI%: Custo indireto como porcentagem dos custos diretos.

AC%: Administração central (porcentagem dos custos indiretos mais diretos)

CF%: Custo Financeiro (porcentagem dos custos indiretos mais diretos)

IC%: imprevistos e contingências (porcentagem dos custos indiretos mais diretos)

LO%: Taxa de lucro operacional (porcentagem sobre o preço de venda)

IMP%: Impostos. (porcentagem sobre o preço de venda)

Tisaka(2006) reitera que a taxa de BDI pode ser influenciada por diversos fatores, como: níveis de qualidade exigidos , prazo, porte, tipo e localidade da obra. Mattos(2006) reforça que por esses motivos, cada obra terá seu próprio BDI. E por isso recrimina a prática do uso de um BDI padrão e adoção de limites de BDI por parte da administração pública.

2.2 BIM: Modelagem De Informação Da Construção.

No momento em que o ser humano conseguiu armazenar e compartilhar informação a partir da escrita, houve a possibilidade do conhecimento tornasse perene, contribuindo para que a humanidade pudesse usar o conhecimento produzido a milhares ou centenas de anos, para o avanço atual da tecnologia. Como Iamarino (2018) defende, para dar um passo que avança a ciência, é preciso acreditar que o que foi feito antes, era sólido.

Desde o primeiro passo do longo avanço da tecnologia da informação, a criação da escrita, a humanidade evoluiu bastante tecnologicamente. A evolução da tecnologia da informação pode ser dividida em 5 fases, sendo mais relevante a este estudo, a quarta: “Tecnologia de automação ou de ponta”. Essa fase está compreendida entre 1950 e 1990, e foi caracterizada principalmente pelo padrão de desenvolvimento baseado em inovações tecnológicas. Esse padrão de desenvolvimento criou um ambiente fértil para geração de novos produtos. (HAYNE & WYSE, 2018)

Foi nesta fase que surgiu o BIM. Como afirma Jerry Laiserin (EASTMAN et al., 2014) os conceitos, as perspectivas e metodologias que atualmente identifica-se como BIM, tem cerca de trinta anos.

A evolução dessa tecnologia despertou o interesse das empresas e comunidade científica, contribuindo para o estudo da mesma, culminando na sua conceituação e definição de características por diversos autores.

2.2.1 Definições

Eastman et al., (2014, p.13), define BIM como: “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.” Esses modelos de construção são caracterizados por:

- **Componentes de construção:** são objetos inteligentes, que “sabem” o que são e que podem ser associados a atributos (gráficos ou de dados) e a regras paramétricas.
- **Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam:** Também são objetos inteligentes com regras paramétricas, com o acréscimo de parâmetros que descrevem como aquele objeto se comporta, servindo para realizar análises energéticas e quantificação.
- **Dados consistentes e não redundantes:** Modificações realizadas nos objetos são refletidas em todas as vistas desses objetos, automaticamente.
- **Dados coordenados:** Todas as visualizações do modelo de construção são representadas de forma coordenada.

As regras paramétricas citadas, serão melhor explicadas em outra seção desse trabalho.

Azevedo (2009, p.4) inclui mais dois aspectos a definição de BIM: o ciclo de vida e a interoperabilidade.

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito.

A interoperabilidade pode ser entendida como a colaboração entre várias disciplinas de projetos na formação do modelo de construção, podendo ser através da integração de várias aplicações. As aplicações devem permitir a importação e exportação de dados em vários formatos, para dar suporte a integração com outros softwares e fluxos de trabalho. Para realizar essa integração, uma das abordagens é a utilização de softwares de vários fornecedores, usando a padronização *Industry Foundation Classes* (IFC). Essa

padronização permite a interoperabilidade entre aplicações com diferentes formatos internos. (EASTMAN et al., 2014)

Como afirma Andrade & Ruschel (2009, p.603): “A interoperabilidade é uma condição para o desenvolvimento de uma prática integrada”. Essa prática integrada, tem a intenção de garantir que o modelo de construção tenha todas as informações, que não exista a fragmentação destas em diferentes aplicações. Como explicam Addor et al., (2010), o modelo integrado permite que todas as informações estejam concentradas em um único modelo, assim, todos os documentos necessários podem ser extraídos dele, e qualquer alteração nele, estará refletida nesses documentos.

Um modelo de construção integrado traz vantagens para o resgate de informações. Por exemplo: para resgatar informações de uma edificação construída a 50 ou 60 anos atrás seria necessário levantar informações de desenhos manuscritos, em CAD, em publicações, e até em fotos. Enquanto um modelo BIM disponibilizaria todas as informações em um único lugar. (ADDOR et al.,2010)

Porém, o BIM ainda enfrenta alguns desafios para implementação do conceito de interoperabilidade. Andrade & Ruschel (2009a) realizaram um estudo que demonstra que há perda de qualidade do modelo de construção quando importado através de arquivo no formato IFC.

2.2.1.1 Regras Paramétricas

No BIM, diferentemente do CAD, os componentes da construção não são definidos por linhas, planos e ou hachuras, cada componente de construção é definido por objetos que entendem o que formam, e esse entendimento vem do que chamamos de regras paramétricas. (AZEVEDO, 2009)

Segundo Eastman et al., (2014, p.25) a modelagem paramétrica:

Não representa objetos com geometrias e propriedades fixas. Ao contrário, ela representa objetos por parâmetros e regras que determinam a geometria, assim como algumas propriedades e características não geométricas.

Logo, um componente de construção é representado por um objeto, esse objeto não tem características e geometria fixas, mas definidas por parâmetros ou atributos, que podem ser alterados pelo autor do projeto, modificando a geometria e/ou características

físicas do objeto. Por exemplo, a construção de uma parede em um modelo de informação da construção é realizada pela especificação de alguns parâmetros, como: Qual sua estrutura? De que materiais ela é composta? Comprimento? Altura? Largura? Onde está localizada? Ao responder essas perguntas e preencher as respostas nos parâmetros adequados em um software para BIM, o objeto paramétrico que representa a parede está configurado e pode ser inserido ao modelo. (ADDOR, et al., 2010)

Winter (2017, p.58) demonstra como funcionaria o uso de parâmetro de tipo, dentro do software Autodesk Revit, fornecendo um melhor entendimento das regras paramétricas: “as medidas das portas são parâmetros de tipo, logo, se as portas internas do tipo ‘A’ tivessem o seu parâmetro de largura alterado de 80cm para 90cm, todas as portas que já estão colocadas no modelo e as futuras ficariam com a largura de 90cm.”

A Figura 4 apresenta os parâmetros de tipo de uma parede no software Autodesk Revit.

Figura 4 – Parâmetros de uma parede dentro do software Autodesk Revit

Parâmetro	Valor
Construção	
Estrutura	Editar...
Virar nas inserções	Ambos
Virar nas extremidades	Nenhum
Largura	202.0
Função	Exterior
Gráficos	
Padrão de preenchimento em escala de baixa resolução	<Preenchimento sólido>
Preenchimento de cor de escala de baixa resolução	Preto
Materiais e acabamentos	
Material estrutural	Structure - Timber Insulated Panel - Insulation
Propriedades analíticas	
Coefficiente de transferência de calor (U)	47.5455 W/(m²·K)
Resistência térmica (R)	0.0210 (m²·K)/W
Massa térmica	3.09 kJ/K
Absorção	0.100000
Rugosidade	1

Fonte: O Autor.

Na Construção Civil, as empresas de softwares para BIM disponibilizam um conjunto base de objetos paramétricos em agrupamentos chamados de “Famílias”, essas famílias podem ser modificadas através de suas regras paramétricas. (EASTMAN, et al., 2014)

Como descreve Andrade & Ruschel (2009) essa opção possibilita que os projetistas criem novas formas, não comercializadas, e formem um repertório, que pode ser adicionado posteriormente, a novos projetos.

2.3 BIM e a orçamentação

As características de um modelo de construção descritas por Eastman et al., (2014) e as características da modelagem paramétricas, também já citadas nesse trabalho, possibilitaram que através do BIM, uma nova forma de orçamentação fosse desenvolvida.

Ao inserir os parâmetros de uma parede em um software para BIM, o usuário fornece informações que poderá extrair posteriormente, como por exemplo, dados geométricos ou de custo. (ADDOR et al.,2010)

Diversos estudos avaliam o impacto do uso do BIM na extração de dados geométricos, como:

Costa et al., (2019) que realizou um estudo comparativo do levantamento de quantitativos através da metodologia BIM e metodologia convencional, usando o software para BIM Autodesk Revit, a partir de um projeto padrão de fórum de Minas Gerais. Esse estudo se concentrou em realizar o levantamento de quantitativos dos seguintes serviços: alvenarias e painéis, esquadrias, revestimentos, pisos, soleiras, rodapés, peitoris, espala e pintura. Após a quantificação, os autores compararam os quantitativos e os custos de cada serviço. Eles identificaram algumas discrepâncias entre os resultados obtidos por cada metodologia, isso revela uma deficiência na precisão dos resultados da metodologia convencional. Como possíveis causas, os autores exemplificam:

As informações necessárias para o levantamento, como dimensões e materiais utilizados, encontram-se dispersas pelos projetos e na especificação técnica. Muitas vezes os cortes representados nos projetos 2D não são suficientes para se obter informações acerca do projeto como um todo, podendo gerar dúvidas e interpretações equivocadas.(COSTA ET AL., 2019 p.8)

Braga (2015) analisou a eficiência do uso da tecnologia BIM no levantamento de quantitativos de obras civis, com enfoque nos serviços de superestrutura de um empreendimento de 13 pavimentos tipo, um playground e 3 subsolos de garagem, construído em Salvador - BA. Assim como Costa et al., (2019), ela comparou os

quantitativos gerados pelo software para BIM: Autodesk Revit com os obtidos através de metodologia tradicional. A autora obteve diferenças pouco significativas entre os quantitativos das duas metodologias, na ordem de 1%, para todos os elementos estruturais, exceto para as vigas, que diferenciaram na ordem de 7%. A causa identificada foi um erro na modelagem desse elemento, pelo projetista. Esse erro também impactou no quantitativo de formas, em que a diferença ficou na ordem de 8%.

Alder (2006) comparou a exatidão e o tempo, do levantamento de quantitativos usando a ferramenta Autodesk Revit e a ferramenta CAD: On Screen TakeOff para um pequeno edifício comercial, os levantamentos foram realizados por 17 voluntários. O autor avaliou 7 itens de levantamento para os dois softwares. Quanto ao tempo, o autor obteve que o tempo médio de levantamento usando a ferramenta CAD foi de 43 minutos. Enquanto para a ferramenta BIM atingiu-se 24 minutos. E quanto a exatidão, a metodologia BIM foi superior na maioria dos quantitativos levantados.

Santos et al., (2014) analisaram comparativamente o levantamento de quantitativos de uma residência de 40,8m² através dos softwares Autodesk Revit, Autodesk Quantify Takeoff, e manualmente, com auxílio de planilhas, usando desenhos em plataformas CAD 2D. Os autores também avaliaram qualitativamente o levantamento a partir de cada software, segundo os critérios: facilidade de uso, precisão, grau de detalhe e rapidez do levantamento. Como resultados, destacou-se a igualdade de valores levantados através do Autodesk Revit e do Autodesk Quantify Takeoff, quanto a este fato os autores explicam que era um resultado esperado, visto que os valores são provenientes do mesmo modelo de construção. Também se destacou a diferença na ordem de 42% dos quantitativos de PVC de diâmetro 25mm, entre o método manual e o método utilizando os softwares para BIM, os autores não discorreram sobre a causa dessa diferença, porém pontuaram que ela aponta para uma deficiência da metodologia tradicional na precisão do levantamento de quantitativos.

Mendonça, Souza e Guedes (2020) compararam a precisão da orçamentação de uma unidade habitacional unifamiliar de 47,30m², através da metodologia tradicional: utilizando Autocad, MS Excel e Orse, e a metodologia BIM: empregando Autodesk Revit, Autodesk Navisworks e Orçafascio (mais precisamente o plugin OrçaBIM). Nesse estudo, os autores utilizaram o Autodesk Navisworks apenas para compatibilização de projetos. Os autores compararam os resultados tanto de quantitativos, quanto de custo. Em relação aos quantitativos, destacou-se o resultado 316,32% maior de massa de armação de pilar ou viga obtido pela metodologia tradicional, em relação a metodologia

BIM. Os autores levantaram duas hipóteses para essa diferença significativa: o baixo nível de detalhamento do projeto em CAD e a dificuldade de quantificação.

Em relação a exatidão dos custos, verificou-se uma diferença de 1,11% entre as duas metodologias, no custo total de construção. Importante destacar que para esse resultado, os autores desconsideraram o serviço de armação e vigas de pilares, devido a diferença significativa entre os quantitativos obtidos na fase anterior.

É importante notar que a maioria desses estudos focam no impacto do uso do BIM no levantamento de quantitativos, especificamente na sua precisão, portanto, eles não fornecem uma noção mais geral dos impactos do uso do BIM em todo o processo de orçamentação, pois o levantamento de quantitativos é apenas uma etapa da orçamentação.

Como afirma Eastman et al., (2014, p.217): “Note que, enquanto modelagem de edificações fornecem medidas adequadas para o levantamento de quantitativos, elas não substituem a tarefa de orçamentação”

Winter (2017, p.32) também destaca que os softwares para BIM não substituem a orçamentação:

Apesar da utilização do BIM auxiliar o fornecimento das medidas adequadas para o levantamento de quantitativos, vale ressaltar que ele não substitui a tarefa de orçamentação, pois nenhuma ferramenta tem o poder de fornecer uma estimativa completamente automática a partir do modelo.

Alguns softwares auxiliam a orçamentação além da extração de quantitativos. Na justificativa, foram citados diversos softwares para BIM que podem auxiliar o processo de orçamentação, cada um deles auxilia em níveis diferentes. Eastman et al., (2014, p.218) detalha 3 formas diferentes de participação de softwares para BIM no processo de orçamentação:

“As três opções principais são:

1. Exportar quantitativos de objetos da edificação para um software de orçamentação
2. Conectar a ferramenta BIM diretamente ao software de orçamentação
3. Usar uma ferramenta BIM de levantamento de quantitativos”

2.4 BIM 5D

Com a utilização da modelagem 3D e inclusão de informações e análises ao modelo, surgiu-se o conceito de dimensões do BIM, em que o acréscimo de uma

dimensão, representa mais um conjunto de informações associado ao modelo. Como descreve Addor et al.,(2010, p.110): “Se às três dimensões acrescentarmos o tempo, estaremos falando no que se convencionou chamar de 4D. Podemos ainda acrescentar o custo, tendo dessa forma o 5D, e assim por diante, numa realidade multidimensional”.

Campestrini et al., (2015, p.31) acrescenta:

“Quando se deseja obter informações sobre o uso da edificação, então programa-se um modelo a ser chamado de modelo BIM 6D. Esse recebe informações sobre a validade dos materiais, os ciclos de manutenção, o consumo de água e energia elétrica, entre outros. O modelo BIM 6D contendo essas informações poderá ser usado para extrair informações de custos de operação e manutenção da edificação”

Dessa forma, caracteriza-se 6 dimensões do BIM: 3D, 4D (acréscimo do tempo), 5D (acréscimo do custo) e 6D(acréscimo do custo de operação e manutenção ao longo da vida útil).

O BIM 5D é importante na medida em que permite ao construtor ou cliente visualizar os custos ao longo do desenvolvimento do projeto, impedindo que ocorra o inconveniente de identificar que o orçamento está muito maior do que se pode arcar, somente depois de dedicar bastante tempo e recursos. (MATTANA & LIBRELOTTO, 2018)

2.5 O modelo e o orçamento

Na orçamentação utilizando as ferramentas BIM, o modelo de construção está no centro da qualidade do orçamento final. Boon e Prigg (2012) apud Melhado & Pinto (2015), afirmam que o modelo pode reproduzir dados insuficientes para a utilização com o fim de produzir estimativas de custo.

É o caso de Natividade (2016), que realizou um estudo comparativo do impacto da extração de quantitativos no custo total de construção, através de CAD 2D e um modelo de construção BIM, o autor identificou um erro de modelagem na supraestrutura, que gerou uma diferença de 43m² no quantitativo de lajes pré moldadas de concreto armado.

Para evitar esses erros, é importante garantir a qualidade do modelo, atentando-se a dois pontos: compatibilização de projetos e nível de detalhamento dos projetos, além

dos erros humanos. Essa afirmação é sustentada por Mattana & Librelotto (2018) que realizaram um estudo sobre o uso de estratégias para ensino de orçamentação usando BIM na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), as autoras afirmam:

“Percebeu-se que em relação à extração de quantidades dos modelos BIM, a precisão da informação obtida depende diretamente da qualidade do modelo, do nível de detalhamento das informações e da checagem de conflitos, através da compatibilização de projetos.” (MATTANA & LIBRELOTTO, 2018, p.114)

E sobre erros humanos, as autoras destacaram que a capacidade dos alunos envolvidos no estudo foi um fator que influenciou nos resultados do orçamento.

2.5.1 Compatibilização de projetos

Rodríguez (2005, p.18) define a compatibilização de projetos como: “a análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação”.

Para evitar a ocorrência de erros de modelagem, como sobreposição de elementos duplicados, ou conflitos entre sistemas da edificação, a compatibilização de projetos é o procedimento indicado. (BRAGA, 2015)

Há diversos estudos de caso sobre compatibilização de projetos, através deles pode-se visualizar possíveis erros no levantamento de quantitativos, que poderiam prejudicar os resultados do orçamento.

Callegari (2007) realizou a compatibilização dos projetos de engenharia e arquitetura de 3 edificações de mesma arquitetura. A autora observou que o projeto hidrossanitário obteve maior quantidade de itens conflitantes, 67 conflitos em 387 itens verificados. Aproximadamente 56% desses itens foram prumadas pluvial desalinhadas com a parede.

Borges (2019) compatibilizou os projetos de arquitetura e engenharia de uma edificação de 539,93 metros quadrados, de dois pavimentos. A maior quantidade de conflitos concentrou-se entre o projeto estrutural e climatização e o projeto estrutural e o projeto de instalações hidrossanitárias, cada um com 25,6% e 32,4% respectivamente. Destacou-se também os conflitos entre tubulações, com 17,2% do total.

Teixeira (2016) detectou os conflitos entre os projetos estrutural, arquitetônico e de instalações hidrossanitárias de uma edificação de 180,31 metros quadrados, de 2 pavimentos. O conflito com maior frequência foi do tipo “vigas x tubulação”. Esse autor também detectou incompatibilizações na modelagem, como por exemplo a existência de sobreposição de sapatas.

Goes (2011) estudou a compatibilização do projeto de arquitetura, estrutural, hidrossanitário e climatização de um edifício de 22 pavimentos, com área de 727,90 metros quadrados. A autora destaca como problema recorrente o confronto de tubulações de água quente e água fria. Em um conflito entre as tubulações de água fria e uma prumada de esgoto, Goes (2011, p.123) ressalta que:

É possível desviar a tubulação para evitar a interferência, mas não há indicação de que isso ocorra em planta ou em vista. Esta solução acarretaria em maior quantidade em metragem linear de material e de peças tipo cotovelo.

Alegação que fortalece o discurso de que a falta de compatibilização contribui para redução da precisão do orçamento, pois, no caso apresentado pela autora, caso não houvesse a compatibilização, peças não consideradas no orçamento seriam utilizadas em obra, para evitar a colisão. Enquanto o caso de Teixeira (2016) demonstra que erros na modelagem também são verificados na compatibilização de projetos, e essa verificação pode aumentar a exatidão do orçamento, pois, a compatibilização evitou que sobreposição de sapatas ocorresse em projeto e, portanto, fossem contabilizadas no orçamento.

Os demais estudos apontam como vários conflitos podem ocorrer, e ilustram a quantidade de erros que podem ser inseridos nos quantitativos caso não ocorra a compatibilização.

2.5.2 Nível de desenvolvimento

O nível de desenvolvimento, do termo em inglês *Level of Development* (LOD) foi um conceito originado em 2008 pelo *American Institute of Architects* (AIA). (OLIVEIRA, 2016).

Segundo BIMForum (2015) apud Solihin & Eastman (2015), o LOD surgiu como uma especificação para articular com clareza o conteúdo e a confiabilidade do modelo de construção.

BIMForum (2020) realiza uma diferenciação entre os conceitos de LOD e de nível de detalhe ou *Level of Detail*. O nível de desenvolvimento é o grau que a geometria do elemento e as informações anexadas foram pensadas, o grau em que a equipe do projeto pode confiar nessas informações, enquanto o nível de detalhe refere-se à quantidade de detalhes inseridos no elemento. Pode-se entender o conceito de nível de detalhe como complementar ao conceito de nível de desenvolvimento, como sugere Oliveira (2016), na Figura 5:

Figura 5 – Relação entre nível de desenvolvimento e nível de detalhe



Fonte: Adaptado de Oliveira (2016, p.13)

Felisberto(2017, p.78) afirma: “Quanto maior o LOD de um elemento, maior será o nível de informações e de precisão esperado deste elemento.”

Atualmente existem 6 diferentes níveis de desenvolvimento, sendo que o último nível é a representação do pós obra. (BIMForum, 2020)

Felisberto (2017. p.78) caracteriza cada nível da seguinte forma:

- a) LOD 100 requer principalmente objetos em representação gráfica;
- b) LOD 200 adiciona quantidades aproximadas, forma, localização e orientação com informações não gráficas em anexo;
- c) LOD 300 requer sistemas mais específicos, objetos ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação com informações não gráficas em anexo;
- d) LOD 350 acrescenta requisitos em interfaces com outros sistemas de construção;
- e) LOD 400 contém informação mais detalhada necessária para a fabricação, montagem e instalação;
- f) LOD 500 é uma representação do realizado em campo.

BIMForum (2020) exemplifica vários elementos em cada nível de desenvolvimento, para melhor compreensão. A Tabela 8 apresenta a classificação de nível de desenvolvimento de uma coluna estrutural:

Tabela 8 – Exemplo de classificação LOD para coluna estrutural

LOD	Detalhe	Descrição
100	-	Nesse nível existem suposições para o enquadramento estrutural em outros elementos modelados, como por exemplo pisos.
200		Incluso: Geometria aproximada
300		Incluso: Tamanho e localização específicos dos principais membros estruturais, com a orientação correta.

350		Incluso: Chanfros, perfis, localização de fios, hastes.
400		Incluso: Toda a armadura, incluindo elementos de pós tensão detalhados e modelados, e todo o acabamento.

Fonte: BIMForum(2020)

Esse exemplo indica que quanto maior o nível de desenvolvimento do modelo, mais informação teremos nele. E que é necessário estabelecer um LOD mínimo para realizar o orçamento final, pois até o LOD 200, ainda temos a geometria aproximada, o que impede de realizar orçamentos precisos.

Eastman et al., (2014, p 217) expõe o seguinte exemplo relacionado ao nível de informação existente no modelo: “Os aplicativos BIM podem fornecer a metragem linear de sapatas de concreto, mas não a quantidade de armadura embutida no concreto; ou a área das paredes internas de gesso acartonado, mas não a quantidade de montantes nas paredes.”

E mais tarde, ao dar diretrizes para o levantamento de quantitativos usando o BIM, Eastman et al.,(2014) sugere:

“Estabeleça as expectativas. O nível de detalhe no levantamento via BIM é um reflexo do nível de detalhe do modelo da edificação como um todo. Se a armadura não está incluída no modelo, esses valores não serão autocalculados. O orçamentista precisa entender o escopo da informação contida no modelo e o que está representado ali.”

Ou seja, a precisão do levantamento, e em consequência do orçamento, é um reflexo do nível de informação do modelo.

Dessa forma, é importante observar pontos que afetam o nível de informação do modelo: erros humanos, a compatibilização do projeto, já citada nesse trabalho, e casos como o de Azevedo (2009), que identificou que o nível de desenvolvimento do modelo, pode ser afetado pela qualidade da interoperabilidade, durante um estudo em que comparou a interoperabilidade entre os softwares Revit Architecture 2008 e ArchiCAD 11, o autor concluiu que em todos processos de transferência de dados houveram perdas de informação.

2.6 Ferramentas do estudo

2.6.1 OrçaBIM

O OrçaBIM é um produto da empresa OrçaFascio. É um plugin de integração com o Autodesk Revit para produção de orçamentos. Através do plugin, é possível extrair automaticamente quantitativos do modelo de construção, por meio de critérios definidos pelo usuário, utilizando a classificação de elementos existente no Autodesk Revit, e vincula-los a composições unitárias já cadastradas no banco de dados da OrçaFascio.(FASCIO; 2019)

O plugin, permite: a auditoria de dados durante o levantamento, por meio do visualizador do Autodesk Revit, e a produção do orçamento analítico dentro do site da OrçaFascio, podendo ser extraído posteriormente. Permite também a extração de quantitativos através de formulas. (FASCIO;2019a)

Segundo a classificação de auxílio de softwares à orçamentação de Eastman et al., (2014) citado na seção “BIM e a orçamentação” desse trabalho, pode-se classificar o OrçaBIM dentro da classificação 2, como um software que permite a conexão do modelo diretamente a um software de orçamentação.

2.6.2 Autodesk NavisWorks

O Autodesk NavisWorks é um produto da Autodesk, que o denomina como um software de análise de projetos, que permite, segundo Autodesk (2021):

- Integrar dados de projeto e construção
- Identificar e resolver interferências
- Controlar cronogramas e custos usando simulações 4D e 5D, através de animações e interação com o modelo de construção e importação de cronogramas de softwares externos (interoperabilidade)
- Obter quantidades de materiais de projetos 2D e 3D e exportar para ferramentas externas.

Dentro dos critérios de auxílio de softwares à orçamentação propostos por Eastman et al.;(2014) o Autodesk Navisworks se enquadra melhor no 3: ferramenta para levantamento de quantitativos, apesar de que nesse estudo ele não será utilizado apenas para esse fim específico.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para este estudo foi a pesquisa pré-experimental, como conceitua Gil (2002,p.48), a pesquisa experimental consiste em:

“essencialmente em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Trata-se, portanto, de uma pesquisa em que o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo.”

Porém, Gil (2002) afirma que algumas pesquisas não podem, a rigor, ser consideradas totalmente experimentais, são os casos:

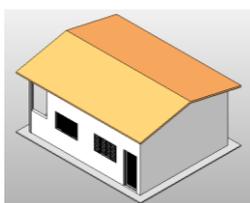
“É o caso dos estudos que envolvem um único caso, sem controle, ou que aplicam pré-teste e pós-teste a um único grupo.” (GIL, 2002, p.48) Portanto, como esse estudo envolve um único caso e um único grupo de estudo, classifica-se como pré-experimental.

Esse estudo efetuou a comparação dos softwares Autodesk NavisWorks e OrçaBIM com relação a orçamentação, segundo os critérios: precisão, produtividade e facilidade de uso, para isso foram convidados voluntários para produzir o orçamento de uma edificação usando as duas ferramentas.

3.1 Descrição do empreendimento

O empreendimento objeto da orçamentação, foi uma edificação unifamiliar térrea, adaptada de um imóvel sugerido pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) com 44,98m², para combate da Doença de Chagas. A mesma é dividida nos seguintes ambientes: 1 sala, 1 cozinha, 2 quartos, 1 banheiro e 1 área de serviço, conforme APÊNDICE 3 e APÊNDICE 4.(BRASIL, 2017). A Figura 6 apresenta a representação 3D.

Figura 6 – Representação 3D do empreendimento



Fonte: O Autor

3.2 Das etapas

Esse estudo foi realizado segundo três macro etapas, cada uma delas agrupando as atividades descritas no Quadro 1:

Quadro 1 – Divisão do estudo

1º etapa: preparo	2º etapa: experimento	3º etapa: comparação
Revisão bibliográfica	Treinamento dos voluntários – Autodesk NavisWorks	Apuração dos resultados por meio do Microsoft office Excel
Modelagem do empreendimento no Autodesk Revit	Produção de Orçamento Sintético pelos voluntários com uso de Autodesk Navisworks	Análise dos resultados
Compatibilização usando o Autodesk NavisWorks	Treinamento dos voluntários – OrçaBIM	Redação
Produção da Estrutura Analítica de Projeto	Produção de Orçamento Sintético pelos voluntários com uso do OrçaBIM	
Determinação das Composições Unitárias	Avaliação dos softwares pelos usuários	
Determinação do BDI		
Preparação dos treinamentos		

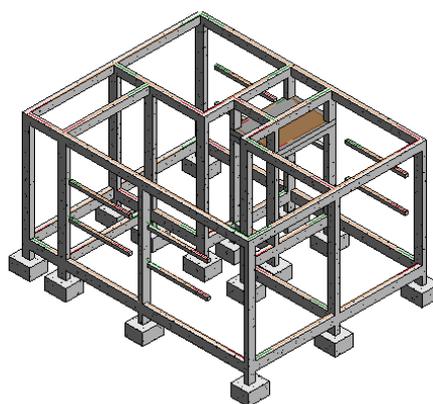
Fonte: O autor

3.2.1 1º Etapa: preparo.

A primeira etapa aconteceu preliminarmente aos testes, iniciando no projeto de pesquisa, pela revisão bibliográfica, com a obtenção de importantes conhecimentos a respeito do BIM e da orçamentação, necessários para que o autor obtivesse o embasamento teórico para produção dos experimentos e análise dos resultados.

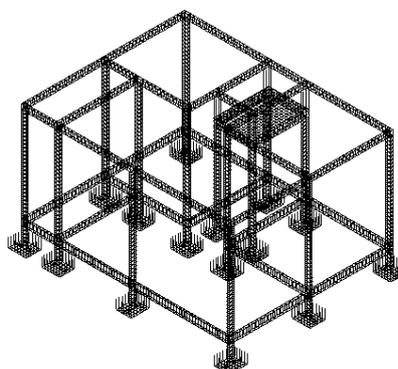
Em seguida, decorreu-se a modelagem do empreendimento objeto do estudo, utilizando o Autodesk Revit 2020 e compatibilização através do Autodesk NavisWorks 2020 . Foram modeladas a arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidrossanitárias da edificação, conforme figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Figura 7 – Modelo da estrutura.



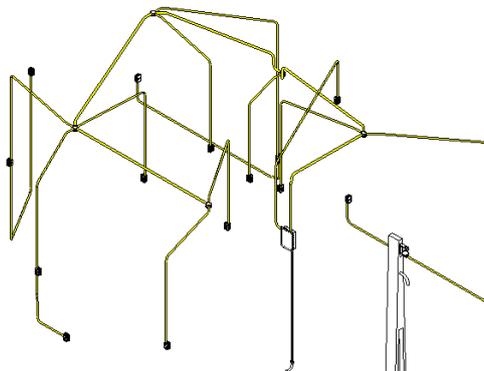
Fonte: O autor

Figura 8 – Modelo da armadura da estrutura.



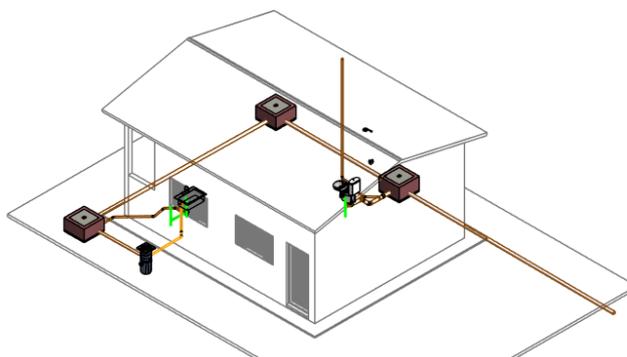
Fonte: O autor

Figura 9 – Modelo das instalações elétricas



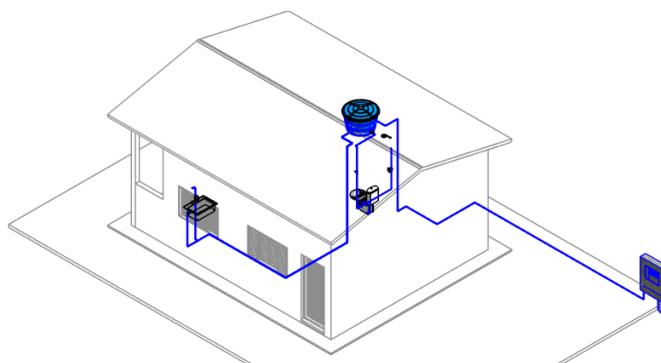
Fonte: O autor

Figura 10 – Modelo das instalações de esgoto sanitário.



Fonte: O autor

Figura 11 – Modelo das instalações de água fria.



Fonte: O autor

O modelo federado do empreendimento pode ser acessado pelo QR Code da figura 12, através do aplicativo Augin App, onde é possível filtrar cada um dos modelos e navegar por eles.

Figura 12 – Acesso ao modelo federado desenvolvido para os experimentos.



Fonte: O autor

Após a finalização da modelagem, o pesquisador produziu a estrutura analítica de projeto do empreendimento, e determinou as composições unitárias utilizadas na orçamentação, conforme APÊNDICE 1, valendo-se da base de dados do SINAPI. Adotou-se composições unitárias do tipo não-desoneradas, referentes ao estado do Tocantins e o mês de Junho de 2021.

O BDI aplicado nos experimentos, foi determinado nessa etapa, adotou-se a taxa da Tabela 8, para edificações de custo direto até R\$ 100.000,00 e regime de contratação por preço unitário, sugerida pela Qualiop (Programa de Qualidade das Obras Públicas da Bahia) *apud* Mattos (2006).

Tabela 8 – BDI por regime de contratação.

Regime de Contratação	Custos de Produção		
	Até R\$100.000,00	Entre R\$100.001,00 e R\$1.000.000,00	Acima de R\$1.000.001,00
Preço Unitário	31,74%	29,35%	27,06%
Preço Global	32,95%	30,54%	28,24%

Fonte: Qualiop *apud* Mattos (2006)

Concluindo a etapa de preparo, o pesquisador elaborou treinamentos dos softwares para os voluntários do estudo, Seguindo o sugerido por Tiwari et al.,(2009) *apud* Melhado & Pinto (2015, p.07):

“É essencial que os usuários tenham treinamento intensivo nos softwares e que façam projetos teste para ter certeza que as informações geradas pelos softwares têm o grau de precisão desejado e que sejam confiáveis.”

3.3 Experimento 1: Autodesk NavisWorks

A segunda etapa, agrupa os treinamentos e experimentos. Ela iniciou-se por um treinamento de Autodesk NavisWorks 2020, ministrado pelo pesquisador a todos os voluntários.

Todos os voluntários foram estudantes do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Tocantins (UFT), que cursaram a disciplina de Orçamento na construção civil ou Planejamento e controle das construções.

Após o treinamento foi executado o experimento 1, que consistiu na orçamentação, por cada voluntário, da edificação objeto de estudo, utilizando como ferramenta o Autodesk NavisWorks 2020. O experimento foi assistido pelo pesquisador através de uma sala criada com os voluntários, no google meet. Foi permitido que eles indagassem eventuais dúvidas ao pesquisador.

Cada orçamentista cronometrou a orçamentação dividindo-a em três fases, obtendo três medidas de tempo, que juntas formaram o tempo total de orçamentação, conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Fases da orçamentação no experimento 1.

Fase 1	Lançamento de composições	Tempo 1
Fase 2	Conexão das composições ao modelo	Tempo 2
Fase 3	Extração do Orçamento Finalização	Tempo 3
Tempo total de orçamentação		Soma Tempo 1, 2 e 3.

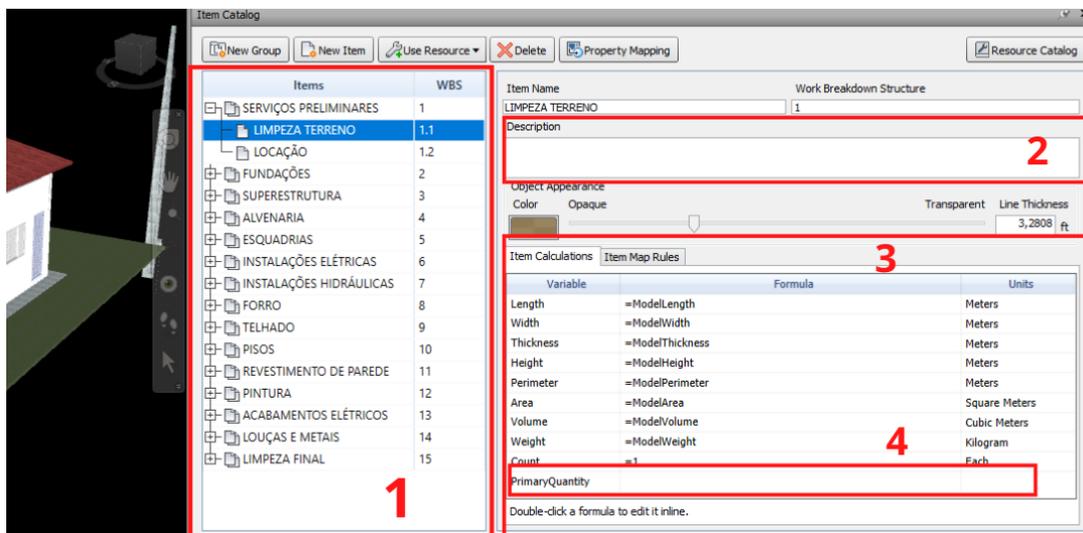
Fonte: O Autor

A fase 1 consistia nas seguintes ações:

- 1 – Inserir os modelos de todas as disciplinas no software.
- 2 – Inserir um template da EAP, criado anteriormente pelo pesquisador, no software.
- 3 – Iniciar o cronômetro.
- 4 – Lançar os dados das composições nos itens correspondentes da EAP, conforme figuras 13, 14 e 15. Primeiramente, o orçamentista devia selecionar na aba de itens (1) o serviço a lançar a composição, em seguida no campo *Description* (2) lançar a unidade, descrição da composição unitária e código SINAPI. Posteriormente na aba *Item Calculations* (3) inserir o custo unitário da composição no campo *Primary Quantity* (4), logo após, o orçamentista devia atribuir no campo *Count* (5) a equação de quantificação, conforme as equações padrão do software (6), depois alternar para a aba *Item map rules* e no campo correspondente a equação inserida em *Count* atribuir qual parâmetro do modelo a equação deve retirar o valor, a figura 16 apresenta um exemplo em que determinou-se que a equação *ModelArea* obtivesse o valor do parâmetro “Área”.
- 5 – Realizar o procedimento do item 4 para todas as composições unitárias.

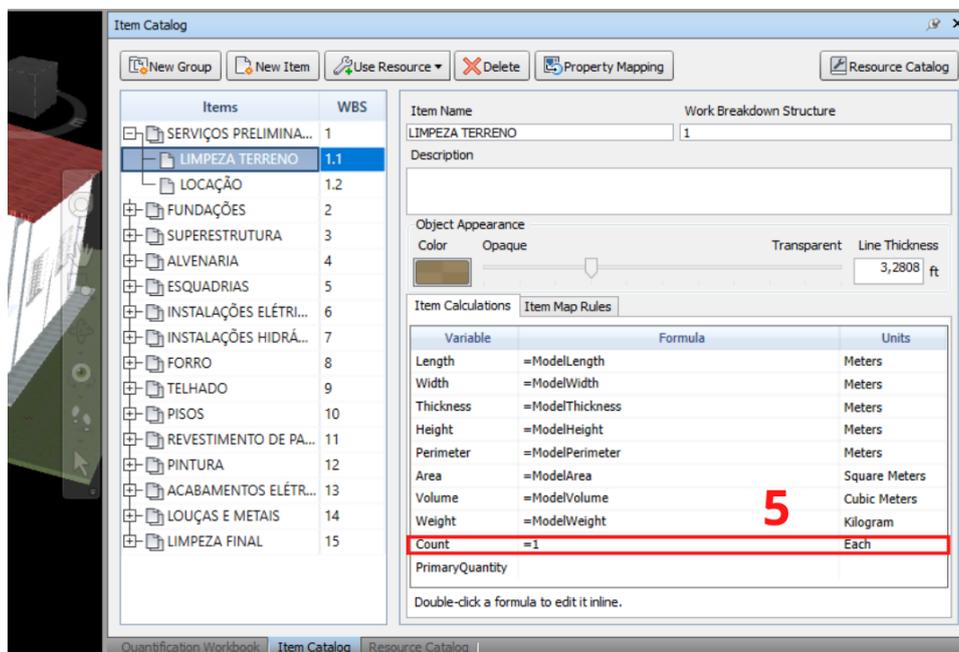
6 – Parar o cronômetro obtendo o tempo 1, e informa-lo ao pesquisador.

Figura 13 – Campos de lançamento de composição unitária no Autodesk NavisWorks 2020.



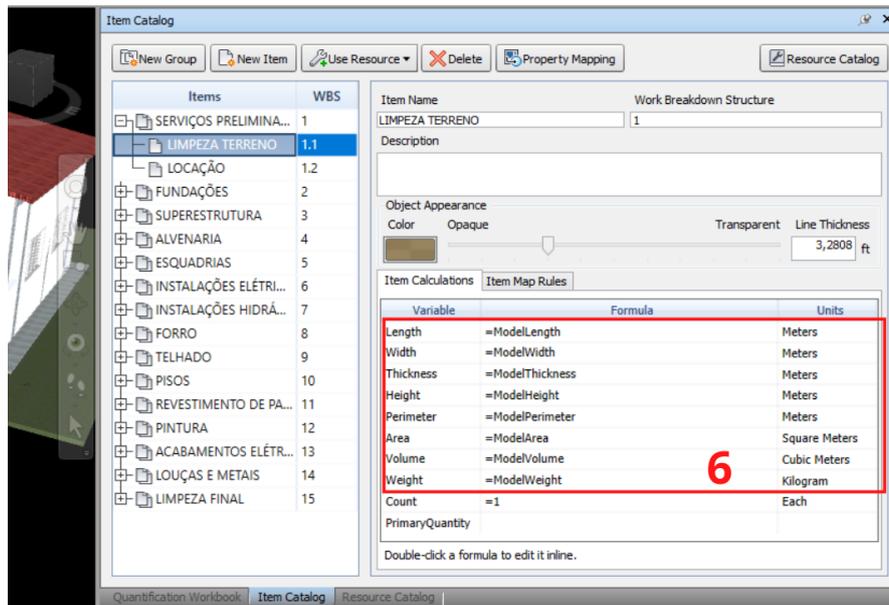
Fonte: O autor.

Figura 14 – Campo Count



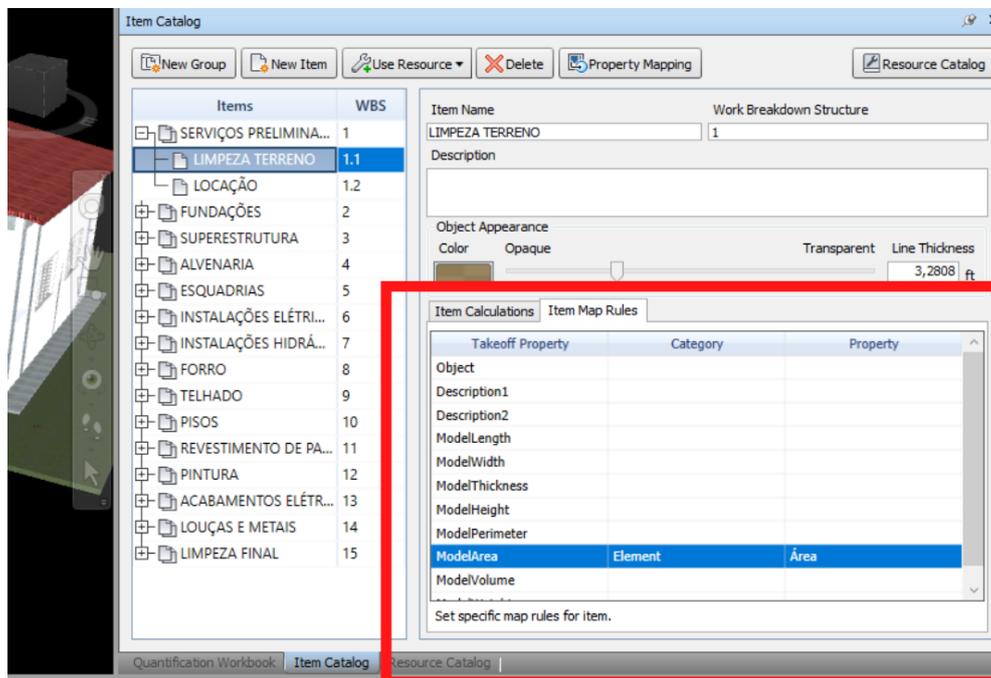
Fonte: O autor.

Figura 15 – Equações padrão do Autodesk NavisWorks 2020.



Fonte: O autor.

Figura 16 – Determinação do parâmetro associado a equação.



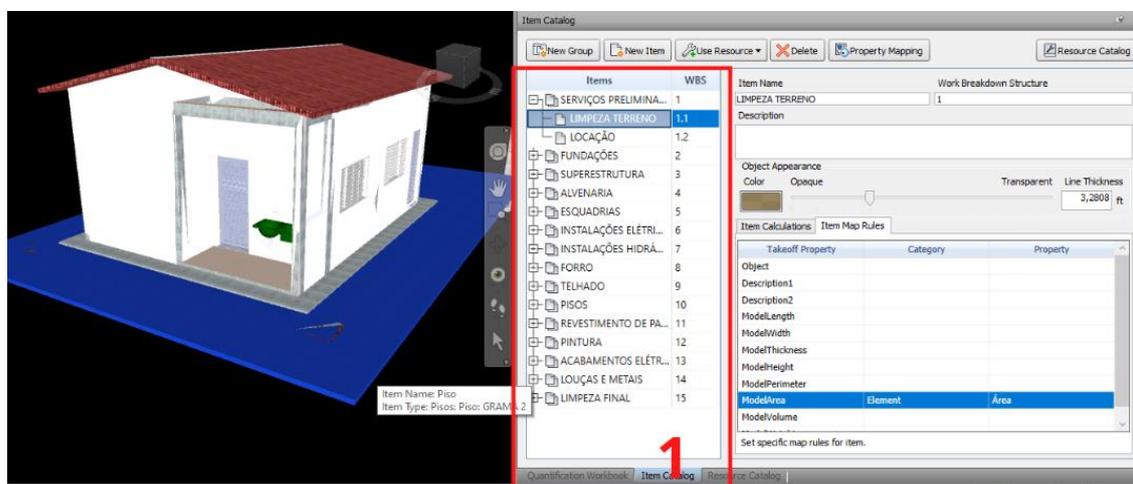
Fonte: O autor.

O template disponibilizado pelo pesquisador e inserido pelos orçamentistas no software, não trazia dados das composições como: descrição, preço unitário, unidade de medida, trazia apenas a estrutura em que deviam ser lançadas as composições.

A fase 2 consistiu nas seguintes ações:

- 1 – Iniciar o cronômetro.
- 2 – Selecionar o serviço a extrair o quantitativo (1), conforme figura 17.

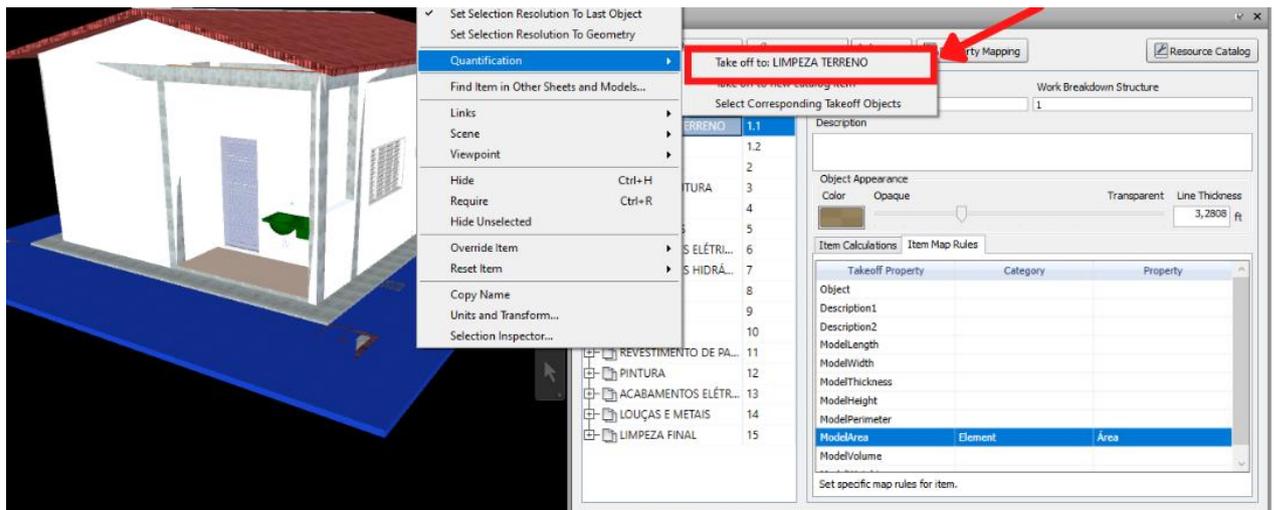
Figura 17 – Seleção do serviço para extração do quantitativo.



Fonte: O autor.

3 – Selecionar no modelo, ou na aba *selection tree* o(s) elemento(s) correspondente(s) a composição selecionada e acionar o comando *Take of to* para informar ao software que deve associar aquele(s) elemento(s) a composição selecionada, conforme figura 18.

Figura 18 – Seleção do elemento e acionamento do comando *Take off to*.



Fonte: O autor.

5 – Executar essa ação para todas as composições.

6 – Encerrar o cronômetro, obtendo tempo 2, e informá-lo ao pesquisador.

Após executar essas ações o software entende que deve extrair o quantitativo do elemento selecionado. O quantitativo extraído é igual o valor do parâmetro selecionado na fase 1.

A última fase, consistiu nas seguintes ações:

1 – Extrair o relatório de quantitativos do Autodesk NavisWorks 2020 para o Microsoft Office Excel. A figura 19 apresenta parte da planilha gerada após a extração.

2 – Iniciar o cronômetro.

3 – Formatar a planilha como a o modelo de orçamento sintético do TCU, apresentado na figura 1, obtendo o preço de venda.

4 – Encerrar o cronômetro, obtendo o tempo 3, e informá-lo ao pesquisador.

5 – Enviar a planilha final e o arquivo do Autodesk NavisWorks ao pesquisador.

Figura 19 – Planilha gerada após extração de quantitativos no Autodesk NavisWorks 2020.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	WBS/RBS	Description	Comments	Group1	Group2	Item	Resource	Object
1								
2	1			SERVIÇOS PRELIMINARES				
3								
4	1.1	M²; LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM		SERVIÇOS PRELIMINARES		LIMPEZA TERRENO		
5	1.2	M; LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTI		SERVIÇOS PRELIMINARES		LOCAÇÃO		
6	2			FUNDAÇÕES				
7	2.1	M³;ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE		FUNDAÇÕES		ESCAVAÇÃO		
8	2.1.1			FUNDAÇÕES		ESCAVAÇÃO		M_Sapata-Retangular
9	2.2	m²;FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONT.		FUNDAÇÕES		FORMA		
10	2.2.1			FUNDAÇÕES		FORMA		M_Sapata-Retangular
11	2.3	kg;ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME		FUNDAÇÕES		ARMAÇÃO		
12	2.3.1			FUNDAÇÕES		ARMAÇÃO		Barra do vergalhão
13	2.4	m³;CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 M		FUNDAÇÕES		CONCRETO		
14	2.4.1			FUNDAÇÕES		CONCRETO		M_Sapata-Retangular
15	3			SUPERESTRUTURA				
16	3.1.1	m³;ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA V		SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	ESCAVAÇÃO		
17	3.1.1.1			SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	ESCAVAÇÃO		Concreto-Viga Retangular
18	3.1.2	m²;FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONT.		SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	FORMA		
19	3.1.2.1			SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	FORMA		Concreto-Viga Retangular
20	3.1.3	m³;CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROA		SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	CONCRETO		
21	3.1.3.1			SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	CONCRETO		Concreto-Viga Retangular
22	3.1.4	m²;IMPERMEABILIZAÇÃO DE FLOREIRA O		SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	IMPERMEABILIZAÇÃO		
23	3.1.4.1			SUPERESTRUTURA	VIGA BALDRAME	IMPERMEABILIZAÇÃO		Concreto-Viga Retangular
24	3.2.1	M²;MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔR		SUPERESTRUTURA	PILARES	FORMA		
25	3.2.1.1			SUPERESTRUTURA	PILARES	FORMA		Concreto-Retangular-Coluna
26	3.2.2	m³;CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25		SUPERESTRUTURA	PILARES	CONCRETAGEM		
27	3.2.2.1			SUPERESTRUTURA	PILARES	CONCRETAGEM		Concreto-Retangular-Coluna
28	3.3.1	m²;MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔR		SUPERESTRUTURA	VIGAS	FORMA		
29	3.3.1.1			SUPERESTRUTURA	VIGAS	FORMA		Concreto-Viga Retangular
30	3.3.2	m³;CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK		SUPERESTRUTURA	VIGAS	CONCRETAGEM		
31	3.3.2.1			SUPERESTRUTURA	VIGAS	CONCRETAGEM		Concreto-Viga Retangular

Fonte: O autor.

3.4 Experimento 2: OrçaBIM

Antes da realização do experimento 2, também foi realizado um treinamento da ferramenta, com todos os voluntários, ministrado pelo pesquisador.

Após o treinamento, foi o executado o experimento, os voluntários realizaram a orçamentação da edificação objeto do estudo através do OrçaBIM, enquanto o pesquisador os acompanhava em uma sala do google meet e respondia eventuais indagações.

Como no experimento 1, cada orçamentista cronometrou a orçamentação dividindo-a em três fases, obtendo três medidas de tempo, que juntas formaram o tempo total de orçamentação, conforme Tabela 9.

A fase 1 consistiu nas seguintes ações:

1 – No ambiente do Autodesk Revit 2020, vincular o projeto aberto a um orçamento no OrçaBIM.

2 – Vincular o modelo a um orçamento criado previamente pelo pesquisador, esse orçamento continha a estrutura de macroserviços da EAP criada, conforme figuras 20 e 21.

Figura 20 – Orçamentos criados

00000004	Experimento - Voluntario 2	06/09/2021 18:28
00000002	Experimento - Voluntario 1	06/09/2021 18:28
00000003	Experimento - Voluntario 3	06/09/2021 18:28

Fonte: O autor.

Figura 21 – EAP presente nos orçamentos.

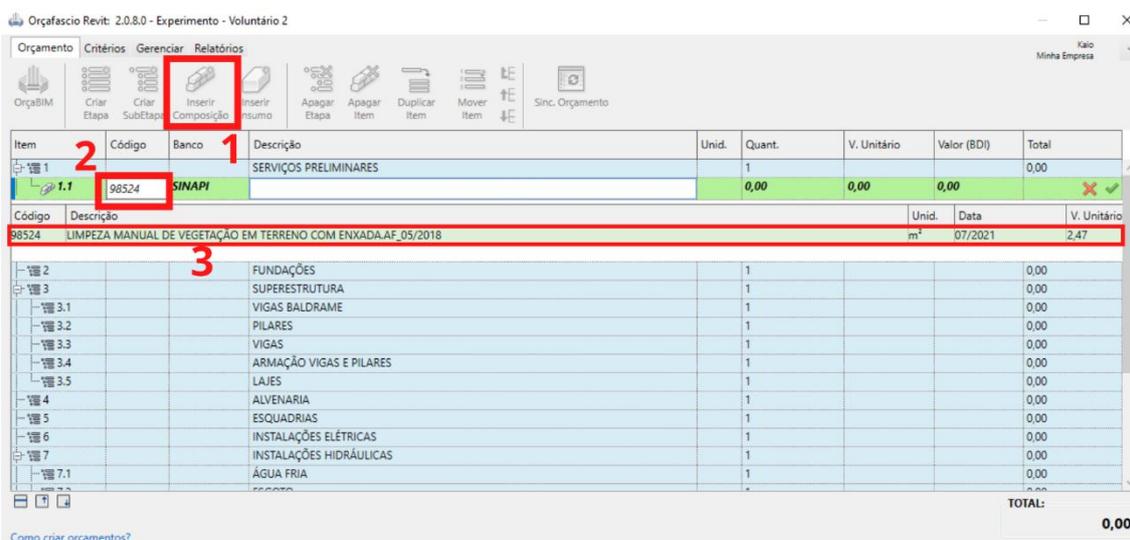
▶	ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND	C
▶	1			SERVIÇOS PRELIMINARES		
▶	2			FUNDAÇÕES		
▶	3			SUPERESTRUTURA		
▶	4			ALVENARIA		
▶	5			ESQUADRIAS		
▶	6			INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		
▶	7			INSTALAÇÕES HIDRAULICAS		
▶	8			FORRO		
▶	9			TELHADO		
▶	10			PISOS		
▶	11			REVESTIMENTO DE PAREDE		
▶	12			PINTURA		
▶	13			ACABAMENTOS ELÉTRICOS		
▶	14			LOUÇAS E METAIS		
▶	15			LIMPEZA FINAL		

Fonte: O autor.

3 – Iniciar o cronômetro.

4 – Inserir as composições unitárias na EAP, conforme figura 22, primeiro: selecionar um serviço, em seguida, acionar o comando “Inserir composição” (1), logo após, pesquisar uma composição por código (2) e finalmente, selecionar a composição a inserir (3).

Figura 22 – Inserção de composição de custos unitários no OrçaBIM.



Fonte: O autor.

5 – Realizar o procedimento do item 4 para todos os serviços.

6 – Encerrar o cronômetro, obtendo o tempo 1 e informá-lo ao pesquisador.

A fase 2 consistiu nas seguintes ações:

1 – Selecionar um serviço a vincular um quantitativo (1), em seguida, acionar o comando “edição de critério” (2), conforme figura 23.

2 – Selecionar um tipo de subcritério (3), em seguida, selecionar uma categoria (4) e o parâmetro do qual deseja extrair informação (5), conforme figura 24.

Figura 23 – Vinculação de quantitativo do modelo ao orçamento.

Orçafascio Revit: 2.0.8.0 - Treinamento 12/09 - Kaio

Orçamento Critérios Gerenciar Relatórios

OrçaBIM Criar Etapa Criar SubEtapa Inserir Composição Inserir Insumo Apagar Etapa Apagar Item Duplicar Item Mover Item Sinc. Orçamento

Item	Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	V. Unitário	Valor (BDI)	Total
1			SERVIÇOS PRELIMINARES		1			3.477,00
2			FUNDAÇÕES		1			7.440,59
3			SUPERESTRUTURA		1			25.571,06
4			ALVENARIA		1			0,00
4.1	87508	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE... m²		0,00	7,42	104,62	0,00
5			ESQUADRIAS		1			
6			INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		1			
7			INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS		1			
8			FORRO		1			
9			TELHADO		1			
10			PISOS		1			
11			REVESTIMENTO DE PAREDE		1			
12			PINTURA		1			
13			ACABAMENTOS ELÉTRICOS		1			669,56
14			LOUÇAS E METAIS		1			3.933,72
15			LIMPEZA FINAL		1			77,01

Regras:
Nenhum Critério definido para este item
Quantidade de Elementos: 0
Total do Critério: 0,00
Adicionar a: 0
Total Geral: 0,00

Fonte: O autor.

Figura 24 – Seleção de informação a vincular a composição unitária.

Editor de Critério Editor de Subcritérios

ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS...
Tipo de Unidade: Área
Unidade: m²

Subcritérios

Nome	Elementos	Total

3

Tot Adicionar Subcritério de Categoria

Quantidade de Elementos: 0
Total do Critério: 0,00

Adicionar a: 0

Total Geral: 0,00 m²

Como configurar os critérios?

<< Visualizar Trocar Fechar

Subcritério Filtros (0)

Paredes (Área)

Tipo do Subcritério: Categorias

Regras de Critério

Tipo de Unidade: Área
Unidade: m² 4

Somente utilizados

Categoria: Paredes

Parâmetro	Tipo de Parâmetro
Área	Instância
Rendimento Lata 18L	Instância
Rendimento Lata 3600ml	Instância

5

Quantidade de Elementos: 21
Total de Subcritério: 138,97

Como configurar Subcritérios?

OK Cancelar

Fonte: O autor.

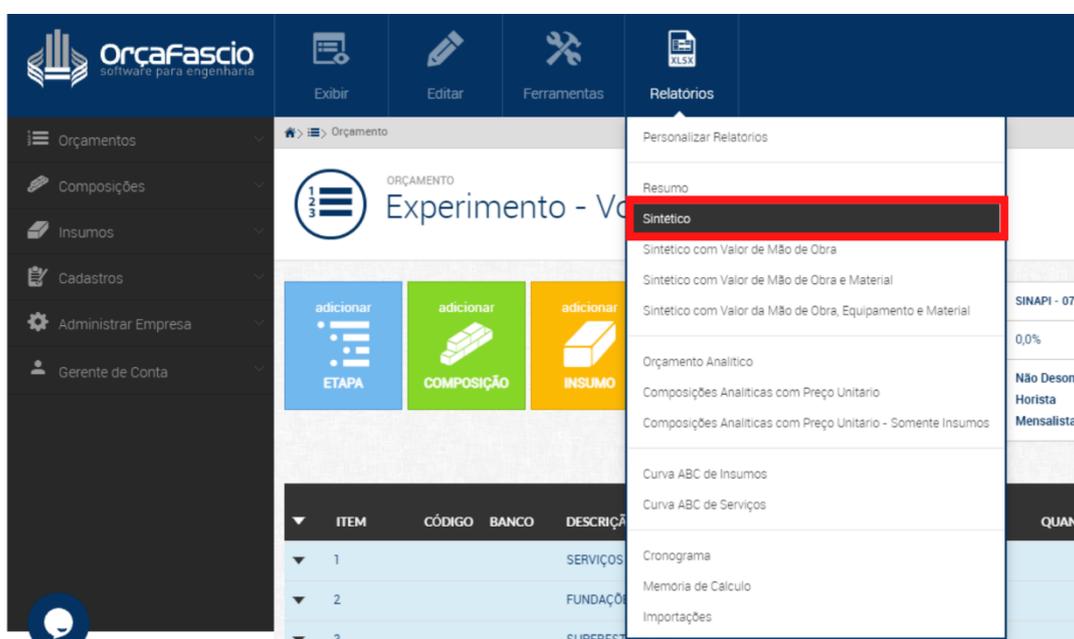
3 – Realizar o procedimento do item 2 para todas as composições.

4 – Encerrar o cronômetro, obtendo o tempo 2, e informa-lo ao pesquisador.

A 3ª e última fase consistiu nas seguintes ações:

- 1 – Acessar a conta do OrçaFascio e acessar o orçamento criado.
- 2 – Iniciar o cronômetro
- 3 – Extrair o orçamento, como na figura 25.
- 4 – Encerrar o cronômetro, obtendo o tempo 3, e informa-lo ao pesquisador.
- 5 – Enviar o orçamento e arquivos base da orçamentação para o pesquisador.

Figura 25 – Extração de Orçamento Sintético no OrçaFascio.



Fonte: O autor.

3.5 Avaliação da facilidade de uso do software

Após a realização dos experimentos, os voluntários foram convidados a responder um questionário (APÊNDICE 2) sobre cada software, por meio do Google Forms, avaliando sua experiência com o uso do software para orçamentação.

O objetivo desse formulário foi avaliar se o software forneceu o suporte necessário para que o usuário obtivesse o orçamento com facilidade, ou seja, sem que fosse

necessário um grau elevado de conhecimento sobre a ferramenta, sem a ocorrência de erros durante a orçamentação e com a possibilidade de auditar os dados gerados.

As primeira questão foi inspirada em um estudo de Chacon et al.,(2008)

A segunda e a terceira questão foram desenvolvidas a partir da afirmação de Alder(2006, p.22) que reitera que devido à complexidade do levantamento de quantitativos, é importante que o usuário possa visualizar os itens que está quantificando.

A quarta e quinta pergunta foram influenciadas pelo estudo de Melhado & Pinto (2015) que identificaram que o software Vico Office apresentou erros de leitura em componentes modelados pela função “railings” do Autodesk Revit.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do experimento 1 e 2 obteve-se dois grupos de dados: o tempo de orçamentação e os preços de venda. E a partir do formulário do APÊNDICE 2, obteve-se a avaliação dos softwares pelos orçamentistas.

4.1 Quanto a produtividade

A Tabela 10 apresenta a média de tempo de orçamentação para os dois softwares estudados.

Tabela 10 – Tempo de orçamentação em cada software.

Fases	Autodesk NavisWorks (T_1)	OrçaBIM (T_2)	Relação (T_1/T_2)
Lançamento de Composições	01:16:55	00:28:28	2,70
Conexão das Composições ao modelo	00:59:13	01:37:16	0,61
Extração do Orçamento e finalização	00:26:45	00:00:40	40,4
Total	02:42:54	02:06:24	1,29

Fonte: O autor.

Observa-se que o OrçaBIM obteve maior produtividade já que o orçamento foi produzido 1,29 vezes mais rápido do que através do Autodesk NavisWorks, diferença oriunda das fases 1 e 3.

Analisando cada fase separadamente em cada software, constata-se:

- a) Em ambas as fases, é necessário realizar muito mais ações manuais no Autodesk NavisWorks.

Na fase de lançamento de composições, no Autodesk NavisWorks, o usuário necessita: selecionar o serviço na EAP, lançar o código, descrição e unidade da composição, preencher o custo unitário, determinar a equação de cálculo do quantitativo,

e mapear o parâmetro do qual a equação retirará informação do modelo, ao todo são sete ações manuais. Enquanto no OrçaBIM, para lançar a composição o usuário necessita: acionar o comando “inserir composição”, escolher o banco de composições, inserir o código da composição na barra de pesquisa e selecionar a composição, apenas quatro ações manuais, sendo três delas apenas cliques, ao passo que no Autodesk NavisWorks, cinco das sete ações necessitam que o usuário digite um texto.

A 3º fase: extração do orçamento e finalização, concentrou a maior disparidade, o OrçaBIM foi 40 vezes mais rápido. No OrçaBIM essa fase foi executada em média de 40 segundos, enquanto, através do Autodesk NavisWorks foi executada em 26 minutos e 45 segundos. Disparidade decorrente da necessidade de realizar diversas alterações na planilha extraída do NavisWorks, devido ao relatório gerado possuir milhares de linhas, em função da repetição de objetos, como evidenciado por Felisberto (2017, p.193):

“(...) resulta em um relatório com milhares de linhas, devido à repetição dos objetos, as quais devem ser excluídas ou ocultadas, exceto se forem utilizadas como memórias de cálculo.”

Carreiró (2017) observou que a janela *Quantification Workbook* exibe as propriedades de cada elemento vinculado ao serviço selecionado, um por linha, além de reportar uma linha com o quantitativo total de cada propriedade como demonstrado na Figura 26:

Figura 26 – Janela *Quantification Workbook*

Status	WBS/RBS	Name	Perimeter	Area	Volume
	A.10.10.2	Sapatas corridas	0,000 m	98,362 m ²	14,679 m ³

Status	WBS	Object	ModelArea	ModelVolume	ModelW
	A.10.10.2.1	Concrete-Rectangular Beam	3,479 m ²	0,516 m ³	
	A.10.10.2.2	Concrete-Rectangular Beam	4,862 m ²	0,727 m ³	
	A.10.10.2.3	Concrete-Rectangular Beam	3,479 m ²	0,516 m ³	
	A.10.10.2.4	Concrete-Rectangular Beam	4,862 m ²	0,727 m ³	
	A.10.10.2.5	Concrete-Rectangular Beam	4,862 m ²	0,727 m ³	

Fonte: Carreiró (2017)

E são essas linhas que são extraídas para o relatório. A Figura 27 apresenta, na janela *Quantification Workbook* as propriedades de 54 vergalhões estruturais, vinculados ao serviço 3.4.1 da EAP e a Figura 28 demonstra que foi criado no relatório uma linha para cada vergalhão, gerando 54 linhas de quantitativo.

Figura 27 – Quantitativos de vergalhão na janela *Quantification Workbook*.

Status	WBS/RBS	Name	Description	Comments	Length	Width	Thickness
3.4.1	S CA 60		KG;ARMAÇÃO DE PILAR OU...		795,520 m	0,000 m	0,000 m

Status	WBS	Object	Viewpoint	Comments	ModelLength	ModelWidth	ModelThickness	ModelH
3.4.1.45		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.46		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.47		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.48		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.49		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.50		Barra do vergalhão			19,430 m			
3.4.1.51		Barra do vergalhão			19,430 m			
3.4.1.52		Barra do vergalhão			19,430 m			
3.4.1.53		Barra do vergalhão			24,790 m			
3.4.1.54		Barra do vergalhão			24,790 m			

Fonte: O Autor.

Figura 28 – Relatório de quantitativos de vergalhões

Group1	Group2	Item	Resource	Object	Description1	Description2	ModelLength	ModelWidth	ModelThickness
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (37)			9,360 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (38)			7,020 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (39)			7,020 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (40)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (41)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (42)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (43)			19,430 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (44)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (45)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (46)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (47)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (48)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (49)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (50)			19,430 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (51)			19,430 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (52)			19,430 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (53)			24,790 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 5 CA 60			Barra do vergalhão (54)			24,790 m		
IA DE UMA EST SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão			5,900 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (2)			6,000 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (3)			6,000 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (4)			6,000 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (5)			6,000 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (5)			11,800 m		
SUPERESTRUTURA	ARMAÇÃO VIGAS E PILAI 8 CA 50			Barra do vergalhão (7)			11,800 m		

Fonte: O Autor.

Essa individualização de elementos, para cada serviço, é o que ocasiona as milhares de linhas citadas, ademais provoca uma alteração do custo unitário das

composições. A Figura 29 apresenta a linha de quantitativos totais do relatório, para o serviço 3.4.1.

Figura 29 – Linha de quantitativos totais do relatório do Autodesk NavisWorks.

Group2	Item	Object	Count	PrimaryQuantity
ARMAÇÃO VIGAS E PILARES				
ARMAÇÃO VIGAS E P 5 CA 60			127,283	980,100
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão	2,464	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (2)	2,341	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (3)	1,478	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (4)	1,971	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (5)	2,464	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (6)	2,144	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (7)	0,739	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (8)	0,986	18,150
ARMAÇÃO VIGAS E PIL 5 CA 60		Barra do vergalhão (9)	2,464	18,150

Fonte: O Autor.

Nota-se na coluna *PrimaryQuantity* o custo unitário calculado incorretamente como R\$980,10, invés de R\$18,15. Esse erro acontece em virtude do software somar o preço unitário 54 vezes a quantidade correspondente de elementos vinculados nesse serviço.

Outra dificuldade identificada no relatório é a quantidade excessiva de colunas, como dito anteriormente, o software reporta as propriedades de cada elemento na janela *Quantification Workbook*, um por linha. Ele também apresenta uma coluna para cada propriedade, são elas: área, comprimento, volume, espessura, largura, altura, perímetro, e peso, além de uma coluna para a unidade de cada uma dessas propriedades, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Parte das colunas do relatório orçamentário do Autodesk NavisWorks.

AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
Width Units	Thickness	Thickness Units	Height	Height Units	Perimeter	Perimeter Units	Area	ea Un	Volume	me U	Weight
m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	150,000	m ²	15,000	m ³	0,000
m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	150,000	m ²	15,000	m ³	0,000
m	0,000	m	0,000	m	50,000	m	0,000	m ²	15,000	m ³	0,000
m	0,000	m	0,000	m	50,000	m	0,000	m ²	15,000	m ³	0,000

Fonte: O Autor.

Essas colunas tornam-se inutilizadas à medida que a informação pertinente a orçamentação já está inserida na coluna *Count*, pois o orçamentista já determinou nesse campo, durante a orçamentação, qual das propriedades desejava obter informação, ao inserir uma das equações padrão e apontar qual parâmetro essa equação deveria obter seu dado, conforme figura 14.

Felisberto (2017, p.198) com relação a excessiva quantidade de colunas sugere o desenvolvimento de um plugin para:

“que o orçamento possa ser estruturado na própria ferramenta, com possibilidade de exportação, considerando apenas as colunas default do Navisworks WBS (Numeração do orçamento), Name (SINAPI), Description (Descrição do SINAPI, idêntica ou editada), Comments (Comentários, de forma opcional), Primary Quantity (Quantidade primária e respectiva unidade), acrescido das colunas de Custo Unitário Sem e Com BDI, BDI e Total. “

Diante dos problemas expostos, os voluntários realizaram diversas correções no relatório, como: exclusão de linhas e colunas, correção de custos unitários, adição de cálculo de subtotais, mudança de nomenclaturas, adição de BDI, cálculo de preços unitários e preço de venda, etc. Atividades que demandaram muito mais tempo que simplesmente adicionar o BDI e extrair o relatório, como é feito no OrçaBIM, explicando a disparidade de tempo da fase 3.

Quanto a fase 2 observa-se uma modificação no padrão, através do Autodesk NavisWorks essa fase foi mais veloz, em virtude da menor quantidade de ações, haja vista que os parâmetros e regras de cálculo já estavam mapeados, nessa fase restava apenas a seleção e vinculação dos objetos do modelo ao orçamento. Enquanto no OrçaBIM, nessa fase realizou-se o mapeamento dos parâmetros, que exige mais ações, os parâmetros não foram mapeados na primeira etapa, assim como no Autodesk NavisWorks, pois no OrçaBIM, o mapeamento do parâmetro ocorre ao mesmo tempo que a conexão dos objetos do modelo ao orçamento.

4.2 Quanto a precisão

A Tabela 11 exibe o preço de venda médio e o desvio padrão do preço de venda, obtidos através dos resultados dos voluntários, para cada ferramenta.

Tabela 11 – Média e desvio padrão do preço de venda por software.

Software	Preço de Venda	
	Média	Desvio Padrão
Autodesk NavisWorks	R\$ 129.612,90	R\$ 28.822,46
OrçaBIM	R\$ 118.389,54	R\$ 1.925,95

Fonte: O Autor.

Nota-se um alto desvio padrão nos resultados para o Autodesk NavisWorks. Esse resultado pode ter ocorrido devido a maior quantidade de ação humana, como exposto na metodologia e no item 4.1 desse trabalho. Diante disso elaborou-se a Tabela 12, com os preços de venda de cada etapa, para identificar os principais pontos de desvio.

Tabela 12 – Preços de Venda por serviço obtidos através do Autodesk NavisWorks.

Código	Serviço	Preço de Venda		
		Voluntário 1	Voluntário 2	Voluntário 3
1	Serviços preliminares	R\$ 3.431,17	R\$ 9.317,31	R\$ 9.317,31
2	Fundações	R\$ 4.786,79	R\$ 2.528,83	R\$ 7.510,98
3	Superestrutura	R\$ 28.932,75	R\$ 3859,56	R\$ 54.646,43
4	Alvenaria	R\$ 14.539,75	R\$ 14.539,75	R\$ 14.539,75
5	Esquadrias	R\$ 20.653,35	R\$ 20.653,35	R\$ 20.653,35
6	Instalações elétricas	R\$ 3.002,79	R\$ 3.321,82	R\$ 3.474,50
7	Instalações hidráulicas	R\$ 8.537,99	R\$ 8.457,04	R\$ 8.404,29
8	Forro	R\$ 1.439,10	R\$ 1.439,10	R\$ 1.439,10
9	Telhado	R\$ 6.039,43	R\$ 2.621,04	R\$ 3.370,71
10	Pisos	R\$ 8.276,35	R\$ 7.973,21	R\$ 7.973,21
11	Revestimento de parede	R\$ 13.945,29	R\$ 13.576,27	R\$ 14.056,86
12	Pintura	R\$ 10.208,21	R\$ 9.840,52	R\$ 10.208,21
13	Acabamentos elétricos	R\$ 1.241,95	R\$ 1.241,95	R\$ 1.241,95
14	Louças e metais	R\$ 2.478,90	R\$ 2.478,90	R\$ 2.478,90
15	Limpeza final	R\$ 77,40	R\$ 5,85	R\$ 77,40
Preço de Venda		R\$ 127.591,23	R\$ 101.854,50	R\$ 159.392,97

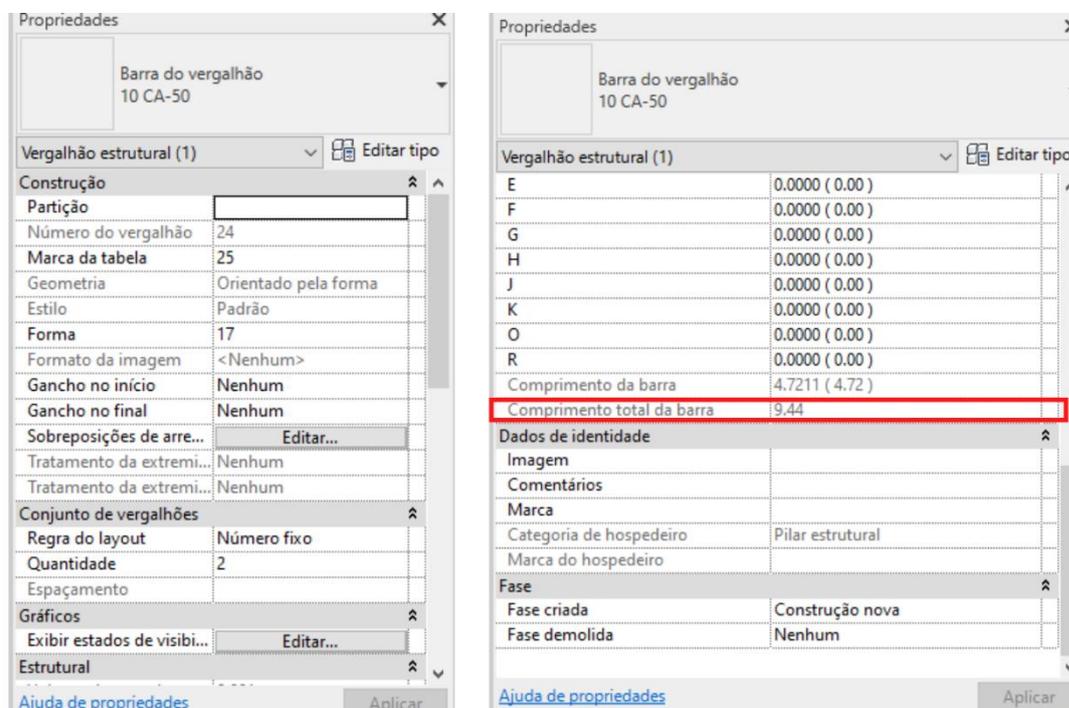
Fonte: O autor

Como pode ser notado, ocorreram diferenças no preço de venda de todos os serviços, exceto: alvenaria, esquadrias, forro, acabamentos elétricos e louças e metais. Após análise dos orçamentos gerados nessa ferramenta observou-se os seguintes padrões de erro:

- Mapeamento incorreto de parâmetros.
- Inserção incorreta de fatores de cálculo.
- Seleção incorreta de elementos
- Não inserção ou inserção incorreta de custo unitário.

Sobre o mapeamento incorreto de parâmetros, durante a orçamentação com o Autodesk NavisWorks, o orçamentista deve selecionar qual o parâmetro a retirar informação, conforme explicitado anteriormente (figura 16). Os parâmetros visíveis para seleção não são nativos do Autodesk NavisWorks, eles são criados durante a modelagem no Autodesk Revit. A Figura 31 ilustra os parâmetros de instância associados a categoria: vergalhão estrutural, família: barra do vergalhão e o tipo: 10 CA-50, no Autodesk Revit.

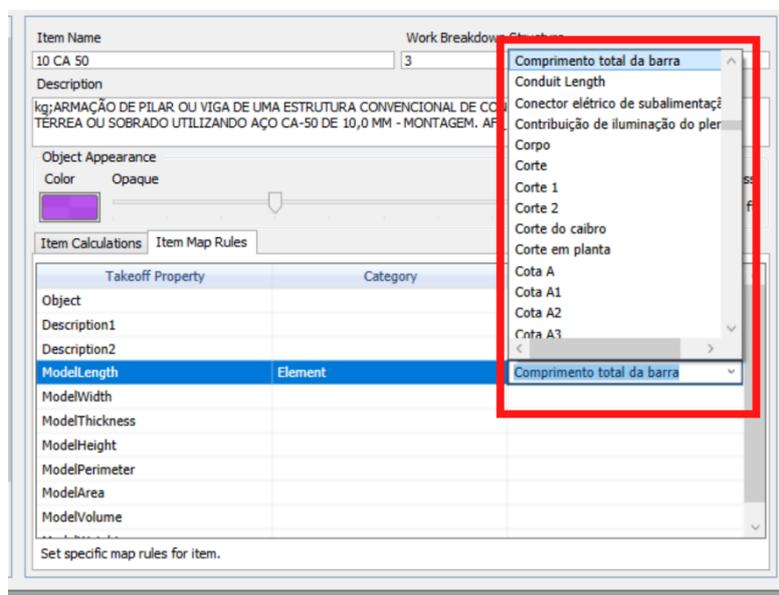
Figura 31 – Parâmetros de instância do tipo 10 CA 50.



Fonte: O Autor.

A Figura 32 mostra o parâmetro “comprimento total da barra”, destacado na Figura 31, presente entre os parâmetros possíveis de seleção no Autodesk NavisWorks:

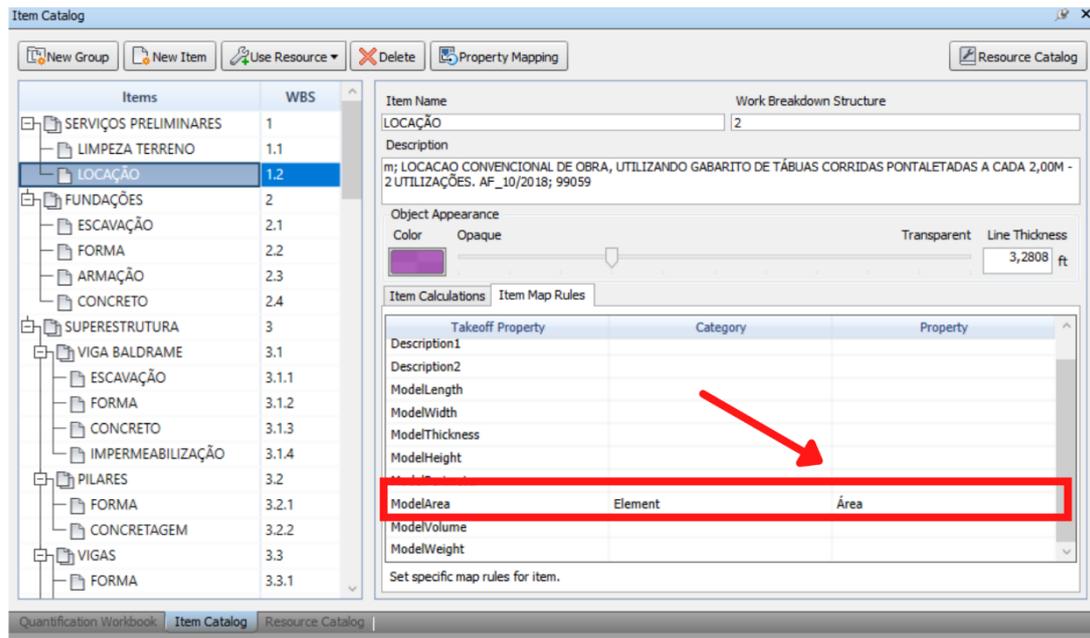
Figura 32 – Seleção de parâmetro no Autodesk NavisWorks



Fonte: O Autor.

Esse parâmetro era o correto a selecionar para extrair o comprimento de qualquer vergalhão no modelo já que a seleção de outro parâmetro implicaria em erro nos quantitativos. O mesmo se aplica a todos os outros serviços, caso o parâmetro correto a inserir fosse “área” e o voluntário tivesse inserido “comprimento”, haveria um erro no quantitativo. Ou seja, por exemplo, nos serviços preliminares, os voluntários 2 e 3 selecionaram o parâmetro “área” invés de “perímetro”, para o serviço de locação de obra, como mostra a Figura 33.

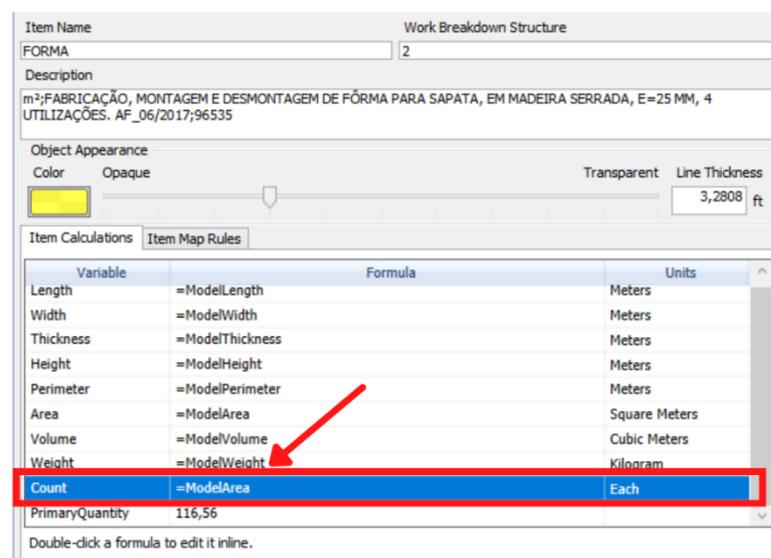
Figura 33 – Parâmetro selecionado para o serviço de locação.



Fonte: O Autor.

Outra possível ocorrência, quanto a mapeamento incorreto de parâmetros, é a troca de equação, como no caso do voluntário 1, para o serviço de montagem de forma de sapata, ele selecionou o parâmetro correto, porém adicionou na equação errada, conforme Figuras 34 e 35.

Figura 34 – Determinação de equação no campo *Count*



Fonte: O Autor.

A figura 34 demonstra que o voluntário insere a equação “=ModelArea” no campo *Count*, porém, mapeia o parâmetro equivocadamente na equação ModelVolume, como exibido na figura 35.

Figura 35 – Mapeamento do parâmetro da equação

The screenshot shows a software interface for a Work Breakdown Structure (WBS) item. The item name is 'FORMA' and the quantity is '2'. The description is 'm²:FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017;96535'. The object appearance is set to 'Opaque' with a yellow color and a line thickness of 3,2808 ft. The 'Item Map Rules' tab is active, showing a table with columns 'Takeoff Property', 'Category', and 'Property'. The table contains several rows, with 'ModelArea' highlighted by a red arrow and 'ModelVolume' highlighted by a red box.

Takeoff Property	Category	Property
Description1		
Description2		
ModelLength		
ModelWidth		
ModelThickness		
ModelHeight		
ModelPerimeter		
ModelArea		
ModelVolume	Element	Área forma sapata
ModelWeight		

Fonte: O Autor.

A consequência mais comum no mapeamento incorreto de parâmetros foi tornar os quantitativos iguais a zero.

O voluntário 2 cometeu esse tipo de erro, com frequência, principalmente em serviços de armação estrutural e de forma. Em todos os serviços de armação estrutural, para quantificar os vergalhões, ele selecionou o parâmetro “comprimento” invés de “comprimento total da barra”, enquanto em todos os serviços de forma, ele selecionou o parâmetro “área”, em oposição aos parâmetros corretos, apresentados na tabela 13, essas desconformidades nos parâmetros tornaram os quantitativos de todos os serviços de forma e armação iguais a zero, em virtude disso, esse voluntário apresentou o menor preço de venda.

Tabela 13 – Parâmetros de forma para elementos estruturais.

Elemento estrutural	Parâmetro correto
Sapatas	Área forma sapata
Pilares	Área de forma
Vigas	Área forma viga

Fonte: O Autor.

Sobre a inserção incorreta de fatores de cálculo. Nas composições de armação estrutural e telhado, era necessário inserir um fator de cálculo, seja para transformar o comprimento de um vergalhão em peso, seja para corrigir a área do telhado, porém houveram diversas composições em que esse fator de cálculo não foi lançado, como mostra a figura 36.

Figura 36 – Ausência de fator de cálculo de peso de barras

The screenshot shows a software interface for 'Work Breakdown Structure' with the following details:

- Item Name:** ARMAÇÃO
- Work Breakdown Structure:** 3
- Description:** kg;ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017;96546
- Object Appearance:** Color (blue), Opaque, Transparent, Line Thickness (3,2808 ft)
- Item Calculations:**

Variable	Formula	Units
Length	=ModelLength	Meters
Width	=ModelWidth	Meters
Thickness	=ModelThickness	Meters
Height	=ModelHeight	Meters
Perimeter	=ModelPerimeter	Meters
Area	=ModelArea	Square Meters
Volume	=ModelVolume	Cubic Meters
Weight	=ModelWeight	Kilogram
Count	=ModelLength	Each
PrimaryQuantity	13,73	

Fonte: O Autor.

O correto seria multiplicar a equação “ModelLength” pelo fator 0,63, para barras de aço de 10mm, conforme figura 37.

Figura 37 – Peso de barras de aço por metro.

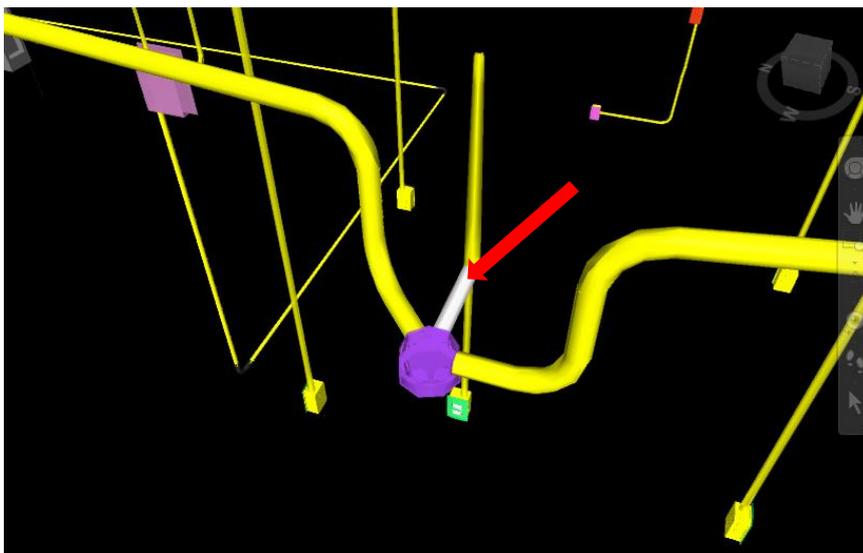
Diâmetro		kg/m
mm	polegada	
5,0	3/16"	0,16
6,3	¼"	0,25
8,0	5/16"	0,40
10,0	3/8"	0,63
12,5	½"	1,00
16,0	5/8"	1,60
20,0	¾"	2,50
22,3	7/8"	3,00
25,0	1"	4,00
32,0	1 ¼"	6,30

Fonte: Mattos (2006)

O voluntário 3 repetiu esse erro com frequência, cometeu em todos os serviços de armação estrutural, em virtude disso, ele apresenta o maior preço de venda.

Sobre a inserção incorreta de itens, durante a fase 2 da orçamentação, o voluntário precisa selecionar os elementos a conectar a uma determinada composição, como por exemplo, todas as vigas baldrame devem ser conectadas a composição de concretagem de viga baldrame, porém, houveram casos de algum elemento ou parte de um elemento não ser selecionado, e dessa forma ficar ausente do quantitativo total, como mostra a figura 38.

Figura 38 – Seleção incorreta de eletroduto



Fonte: O Autor.

Sobre a não inserção ou inserção incorreta de custo unitário. Durante a fase 1 da orçamentação no Autodesk NavisWorks, os voluntários inseriram o custo unitário da composição no campo *Primary Quantity*, porém houve uma composição em que não foi inserido custo unitário, como mostra a figura 39.

Figura 39 – Custo unitário igual a zero

Composição	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Preço Unitário	Preço Total
91929	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO	141,061	M	7	9,22	1300,83
101876	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIAS	1,000	UN	53,77	70,84	70,84
91867	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL	12,900	M	7,97	10,43	134,60
91835	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO	16,767	M	0	0,000	0,00
91837	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO	11,432	M	12,27	10,10	115,12
91854	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO	31,040	M	7,81	10,29	319,37

Fonte: O Autor.

A presença de cada tipo de erro, por macro serviço e por voluntário é apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 – Presença de cada tipo de erro por macro serviço.

Serviço	No de Voluntários		
	Voluntário 1	Voluntário 2	Voluntário 3
Serviços preliminares		a	a
Fundações	a	a	a,b
Superestrutura		a	a,b
Alvenaria			
Esquadrias	a	a	a
Instalações elétricas	c,d	d	a,c
Instalações hidráulicas		c	c
Forro			
Telhado		a	a,b
Pisos		a	c
Revestimento de parede	c	c	c
Pintura	c		c
Acabamentos elétricos			
Louças e metais			
Limpeza final		a	

a) Mapeamento incorreto de parâmetros
b) Inserção incorreta de fator de cálculo
c) Seleção incorreta de elementos
d) Não inserção ou inserção incorreta de custos unitários.

Fonte: O Autor.

A alta frequência do erro “a”: mapeamento incorreto de parâmetros, explica-se pela ausência de um processo BIM definido, isto é, não foi entregue ou informado uma padronização de nomenclaturas aos voluntários, eles selecionaram todos os parâmetros a partir da memória, e considerando que os viram apenas no treinamento, é plausível a seleção incorreta.

Oliveira et al (2021) sugerem a padronização como um dos requisitos da modelagem para fins de orçamento, devendo a padronização de nomenclaturas estender-se desde as nomenclaturas de projeto a famílias e parâmetros, contribuindo para a otimização da orçamentação. Os autores aconselham a normalização por meio de documentos técnicos que registrem, dentre outros itens, a padronização das nomenclaturas.

A existência de um documento semelhante para os modelos deste estudo, permitiria aos voluntários a consulta, reduzindo as ocorrências de mapeamento incorreto de parâmetros e seleção incorreta de elementos. Esse documento poderia ser desenvolvido

através da interação projetista-orçamentista, em que o projetista indicaria os parâmetros presentes em cada família, e o orçamentista sugeriria a criação, modificação e ou exclusão de algum parâmetro ou elemento do modelo, atitude que contribuiria inclusive para redução do esforço de modelagem, em futuros projetos. (FELISBERTO, 2017)

Voltando a análise da tabela 11, observa-se que os preços de venda obtidos por meio do OrçaBIM apresentaram um desvio padrão bem mais baixo do que os obtidos por meio do Autodesk NavisWorks, elaborou-se a tabela 15 para uma análise mais profunda dos erros que afetaram a precisão do software.

Tabela 15 – Preços de Venda por serviço, obtidos no OrçaBIM.

Código	Serviço	Preço de Venda		
		Voluntário 1	Voluntário 2	Voluntário 3
1	Serviços preliminares	R\$ 3.430,50	R\$ 3.430,50	R\$ 3.430,50
2	Fundações	R\$ 7.180,91	R\$ 7.180,91	R\$ 7.382,50
3	Superestrutura	R\$ 28.929,00	R\$ 29.088,12	R\$ 27.914,29
4	Alvenaria	R\$ 13.491,79	R\$ 14.539,04	R\$ 14.539,04
5	Esquadrias	R\$ 10.965,65	R\$ 11.271,87	R\$ 11.860,11
6	Instalações elétricas	R\$ 3.358,91	R\$ 3.401,68	R\$ 1.702,85
7	Instalações hidráulicas	R\$ 8.537,34	R\$ 8.537,34	R\$ 9.040,40
8	Forro	R\$ 1.438,65	R\$ 1.438,65	R\$ 1.438,65
9	Telhado	R\$ 5.864,42	R\$ 6.039,00	R\$ 6.039,00
10	Pisos	R\$ 8.275,17	R\$ 8.275,17	R\$ 6.673,68
11	Revestimento de parede	R\$ 13.556,22	R\$ 14.054,94	R\$ 13.075,74
12	Pintura	R\$ 9.819,17	R\$ 9.819,17	R\$ 9.453,91
13	Acabamentos elétricos	R\$ 1.241,84	R\$ 542,43	R\$ 1.241,84
14	Louças e metais	R\$ 2.478,90	R\$ 2.478,90	R\$ 2.478,90
15	Limpeza final	R\$ 77,01	R\$ 77,01	R\$ 77,01
Preço de venda		R\$ 118.645,48	R\$ 120.174,73	R\$ 116.348,42

Fonte: O Autor.

Apenas os serviços: serviços preliminares, forro, louças e metais e limpeza final não apresentaram variação entre os voluntários. A tabela 16 apresenta a distribuição de erros, por tipo e por macro serviço.

Tabela 16 – Presença de cada tipo de erro por macro serviço.

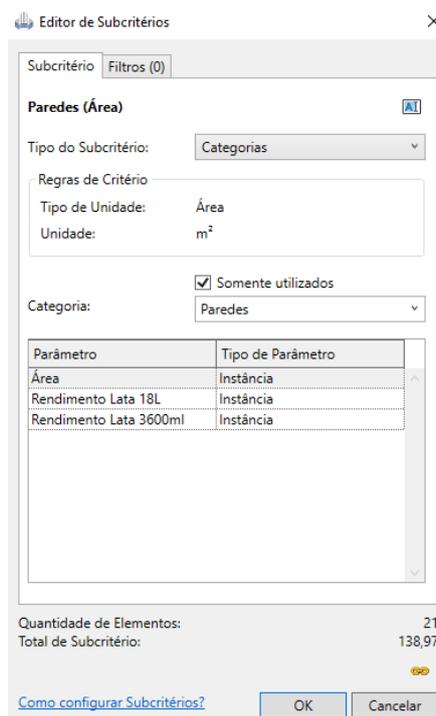
Serviço	No. de voluntários		
	Voluntário 1	Voluntário 2	Voluntário 3
Serviços preliminares			
Fundações			c
Superestrutura	c	c	c
Alvenaria	c		
Esquadrias		a,c	c
Instalações elétricas	a		a
Instalações hidráulicas			c
Forro			
Telhado	b		
Pisos			a,c
Revestimento de parede	c		c
Pintura	c	c	c
Acabamentos elétricos		a	
Louças e metais			
Limpeza final			

- a) Mapeamento incorreto de parâmetros
- b) Inserção incorreta de fator de cálculo
- c) Seleção incorreta de elementos
- d) Não inserção ou inserção incorreta de custos unitários.

Fonte: O Autor.

Estranha-se a redução da frequência do erro “a”, em comparação com o Autodesk NavisWorks, considerando que no experimento 2 os voluntários também não receberam um documento de padronização. Após análise, identificou-se que essa redução deve-se a forma de seleção de parâmetros do OrçaBIM, o usuário primeiro deve selecionar a categoria que deseja vincular a uma composição, e só assim, poderá selecionar um parâmetro, serão visíveis apenas os parâmetros relacionados a unidade da composição e a categoria selecionada. Como mostra a figura 40: após a seleção da categoria “paredes” o plugin apresenta apenas três parâmetros, estes são os parâmetros dessa categoria que possuem tipo de unidade “área”.

Figura 40 – Seleção de parâmetros no OrçaBIM.



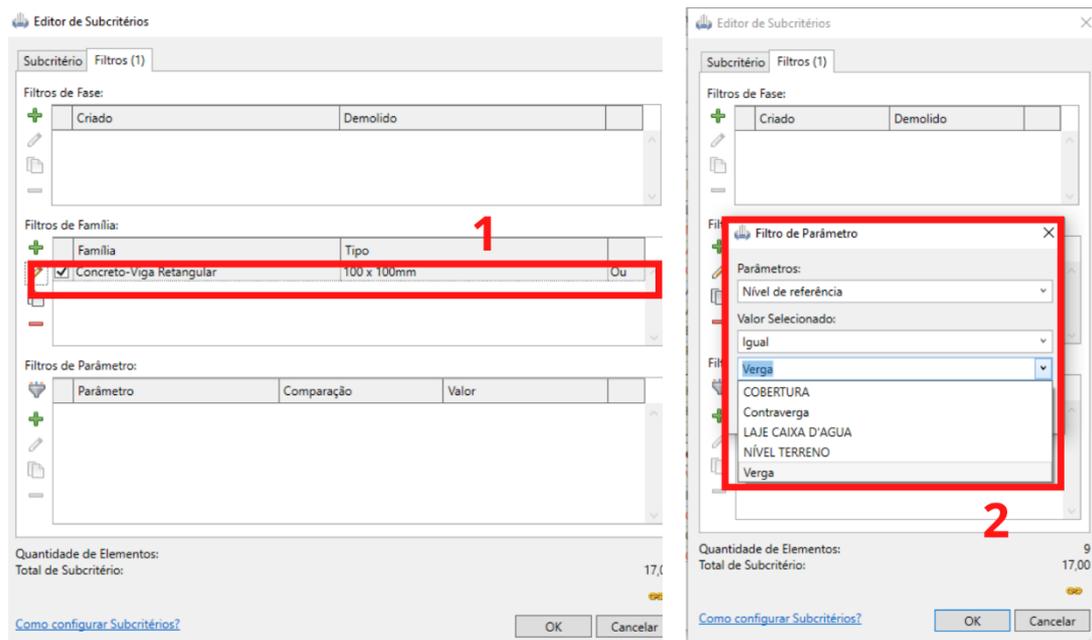
Fonte: O Autor.

A redução de parâmetros visíveis, em comparação com o Autodesk NavisWorks, facilita a escolha do correto, reduzindo a frequência do erro “a”.

Em contrapartida a redução do erro “a”, há um aumento da frequência do erro “c”: seleção incorreta de elementos. A inexistência de um processo BIM definido também pode explicar a alta frequência dessa inconformidade, visto que a seleção de elementos no OrçaBIM baseia-se principalmente no filtro de famílias, tipos e parâmetros, dessa forma o orçamentista precisa entender quais filtros aplicar para selecionar determinado elemento, ou seja, precisa entender de que forma estão estruturados os elementos modelados.

Por exemplo, o voluntário 3, selecionou incorretamente os elementos para quantificação do serviço de verga pré-moldada (item 5.6 da EAP), ele realizou o filtro correto da família e tipo (1), como mostra a figura 41, porém, esse filtro selecionava todas as “vigas” do tipo 100x100mm, incluindo as contravergas. A estrutura de filtros correta deveria incluir um filtro do parâmetro “nível de referência” igual a “verga”(2), conforme figura 41.

Figura 41 – Estrutura de filtros para os elementos de verga.



Fonte: O Autor.

Em um fluxo BIM, esse erro é menos provável de ocorrer, pois o orçamentista poderia ter acesso a, por exemplo, uma “planilha de famílias”, tabela contendo a estrutura de todas as famílias e tipos do modelo, com sua descrição, como sugerido por Oliveira et al (2021) ou a um quadro de associação de composições ao modelo, como o exposto na figura 42, sugerido por Caetano (2021).

Figura 42 - Associação de elementos a composições

Composição	Categoria do Elemento	Código de busca	Método de extração	Parâmetros
CONTRAMARCO DE AÇO, FIXAÇÃO COM PARAFUSO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	Janelas/ Windows	JAN_ALU	Perímetro da esquadria - Length	Não se aplica
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	Perfis/ Wall Sweeps	ROD_POR01	Comprimento do rodapé - Length	Não se aplica
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014	Paredes/ Walls	AZJ01	Área da parede - Area	Área > 5m²

Fonte: Caetano (2021)

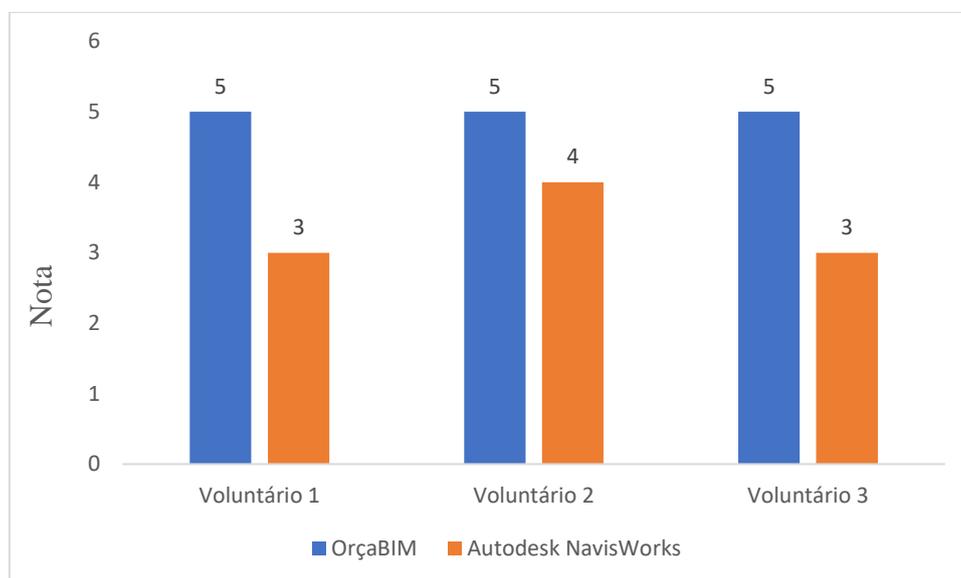
Quadro que é produto de um processo BIM, em que foi gerado outros produtos como: códigos de classificação de elementos, frutos da padronização de nomenclatura de elementos, expostos na coluna: “Código de busca” e parâmetros personalizados segundo as composições, como exposto na coluna “parâmetros”.

A definição de códigos de busca ou até um documento padronizando a estrutura de filtros para cada composição teria impedido a seleção incorreta de diversos itens por parte dos orçamentistas.

4.3 Quanto a facilidade de uso

O gráfico 1 apresenta as notas atribuídas pelos voluntários, a cada software, da pergunta 1 do formulário do apêndice 2, que se refere a avaliação dos voluntários quanto a interface e navegação dos softwares.

Gráfico 1 – Frequência de notas por software para avaliação da navegação e interface



Fonte: O Autor.

O OrçaBIM obteve nota máxima de todos os voluntários, enquanto o NavisWorks ficou abaixo do esperado. Em contato com os voluntários, constatou-se que essa avaliação se deu por o OrçaBIM apresentar uma interface agradável, com todos os comandos

resumidos em uma única janela, com a necessidade de utilização de poucos comandos para orçamentação, como mostra a Figura 43.

Figura 43 – Interface do OrçaBIM

Item	Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	V. Unitário	Valor (BDI)	Total
1			SERVIÇOS PRELIMINARES		1			3.430,50
1.1	98524	SINAPI	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA.AF.05/2018	m²	150,00	2,47	3,25	487,50
1.2	99059	SINAPI	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS P...	m	50,00	44,68	58,86	2.943,00
2			FUNDAÇÕES		1			0,00
3			SUPERESTRUTURA		1			0,00
4			ALVENARIA		1			14.539,04
5			ESQUADRIAS		1			10.072,22
6			INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		1			0,00
7			INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS		1			0,00
8			FORRO		1			1.438,65
9			TELHADO		1			6.039,00
10			PISOS		1			6.673,68
11			REVESTIMENTO DE PAREDE		1			13.075,74
12			PINTURA		1			9.453,91
13			ACABAMENTOS ELÉTRICOS		1			0,00
14			LOUÇAS E METAIS		1			2.478,90
15			LIMPEZA FINAL		1			77,01
TOTAL:								67.278,65

Fonte: O Autor.

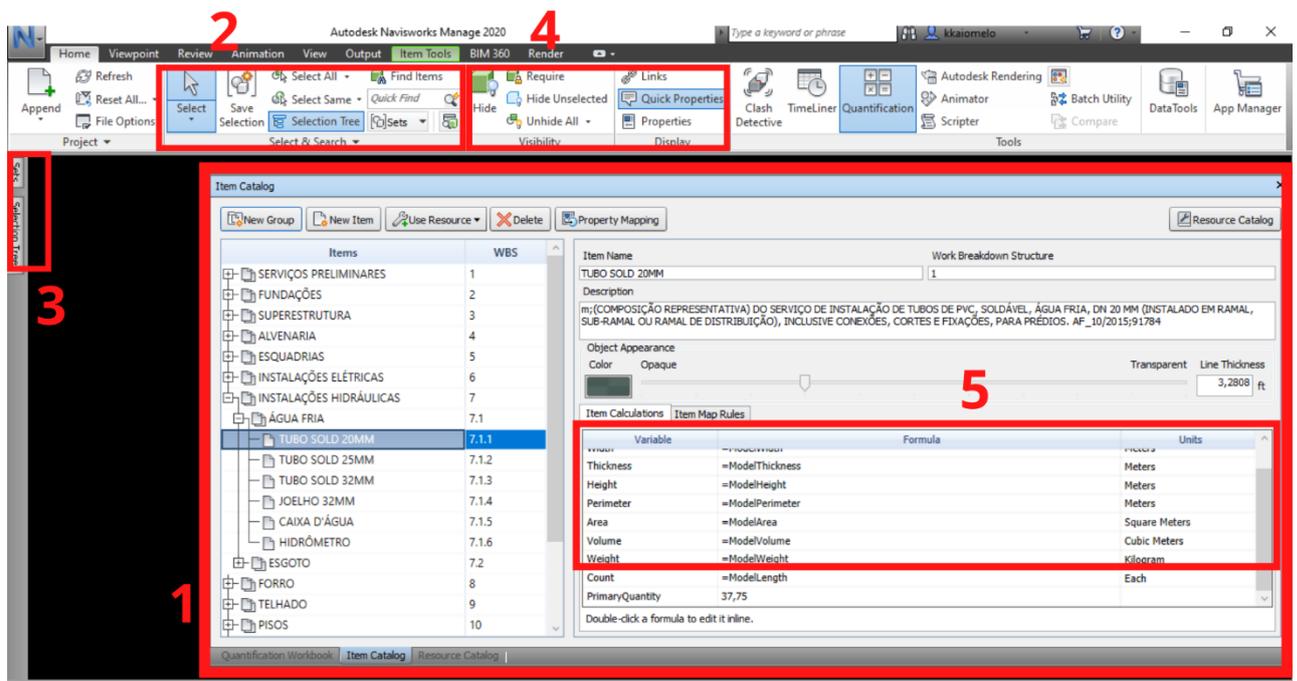
A maior parte dos comandos necessários a orçamentação está concentrada na região 1, nas abas “orçamento” e “critérios”, exceto o editor de critérios que pode ser acessado para cada composição, ao passar o mouse sob um quantitativo e clicar nos três pontos, que apesar de ser pequeno, não causou dificuldades a nenhum voluntário.

Enquanto o Autodesk NavisWorks apresenta uma interface de itens de orçamentação, menos concentrada, dificultando a navegação, como mostra a figura 44, a janela apresentada é acionada por meio do comando *quantification*, e se sobrepõe a visualização do modelo. Os comandos necessários a orçamentação espalham-se na tela, sendo necessário navegar entre as abas *Quantification Workbook* e *item catalog* da região 1, funções de seleção na região 2, sets de seleção e comando *selection tree* na região 3, comandos de visibilidade e comandos de propriedades na região 4.

Além do mais, uma grande região da aba *item catalog* (5) é mal dimensionada, ela ocupa grande parte da tela, mas, tem função apenas de exposição das equações padrão de quantificação, área que poderia ficar oculta e disponível para consulta em outra região.

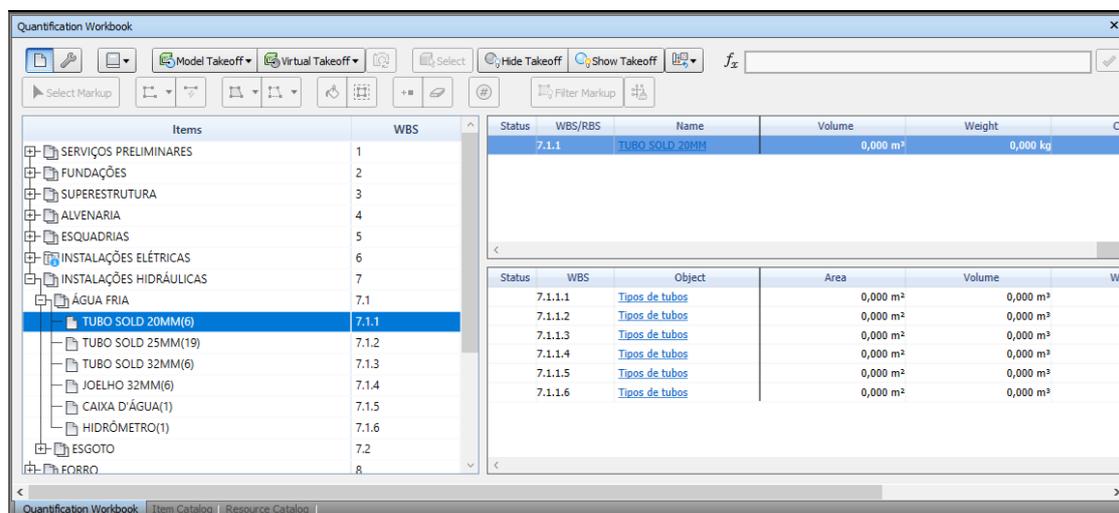
A aba *Quantification Workbook* traz dificuldades de navegação, devido a alta quantidade de colunas de propriedades sem utilidade, como já descrito no item 4.1 dessa pesquisa, necessitando que o usuário oculte colunas em todas as composições, além disso, essa janela é dividida em 3 partes, criando 4 barras de rolagem, como mostra a figura 45.

Figura 44 -Interface de orçamentação do Autodesk NavisWorks



Fonte: O Autor.

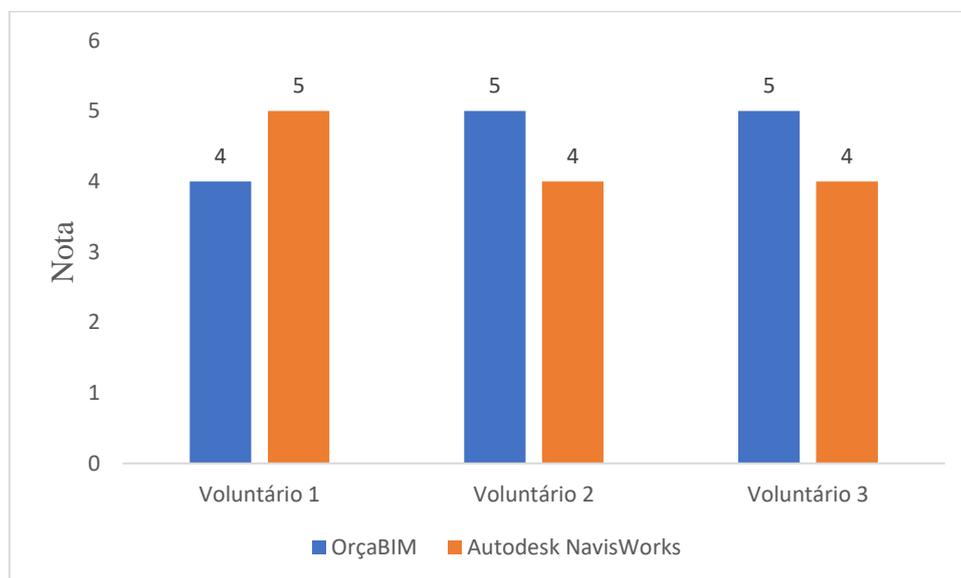
Figura 45 – Interface da aba *Quantification Workbook*



Fonte: O Autor.

O gráfico 2 apresenta as notas atribuídas para avaliação quanto a auditoria do levantamento de quantitativos dos softwares, pergunta 3 do APÊNDICE 2.

Gráfico 2 – Avaliação quanto a auditoria do levantamento

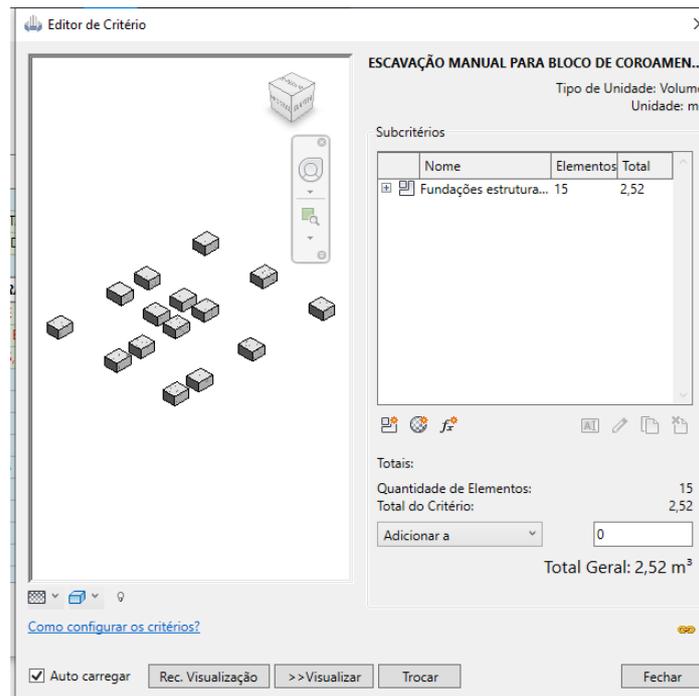


Fonte: O Autor.

Essa avaliação foi mais dividida, porém, mais uma vez o OrçaBIM ficou à frente do Autodesk NavisWorks, obtendo duas notas máximas, apesar da ferramenta da Autodesk possuir mais opções com relação a auditoria dos levantamentos. Os usuários informaram que o comando de auditoria da ferramenta da OrçaFascio é mais simples de utilizar, e já apresenta os elementos isolados dos demais, enquanto no Autodesk NavisWorks é necessário ocultar os demais para que os elementos selecionados fiquem visíveis sem perturbações.

Como mostra a figura 46, para realizar a auditoria dos elementos vinculados a uma composição no OrçaBIM, basta clicar na opção “visualização” após a finalização da edição de subcritérios.

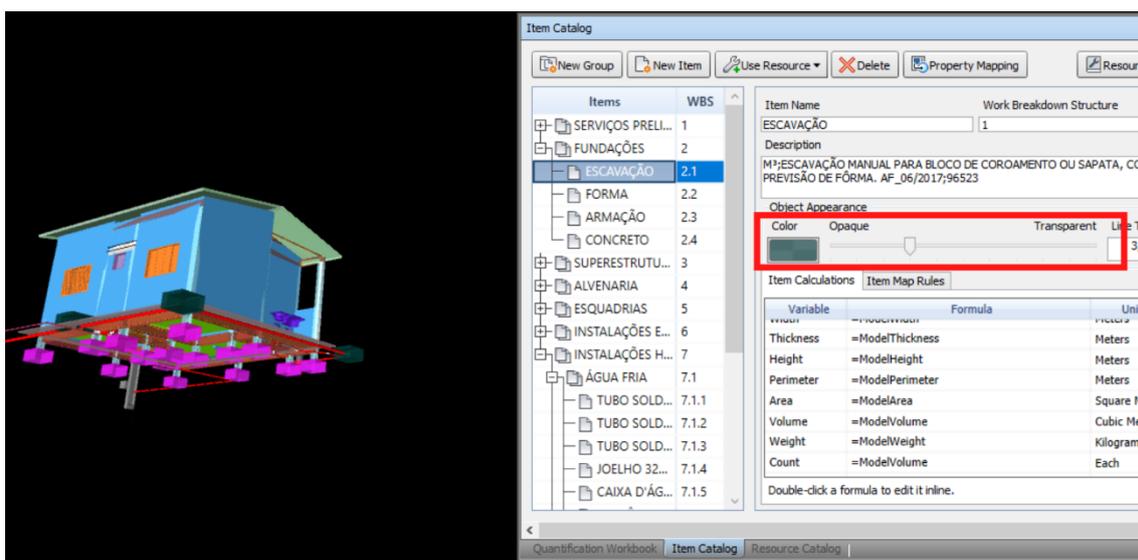
Figura 46 – Auditoria do levantamento de sapatas no OrçaBIM.



Fonte: O Autor.

Enquanto no Autodesk NavisWorks o usuário precisa selecionar uma cor e uma transparência para os elementos vinculados na composição, na região destacada na figura 47.

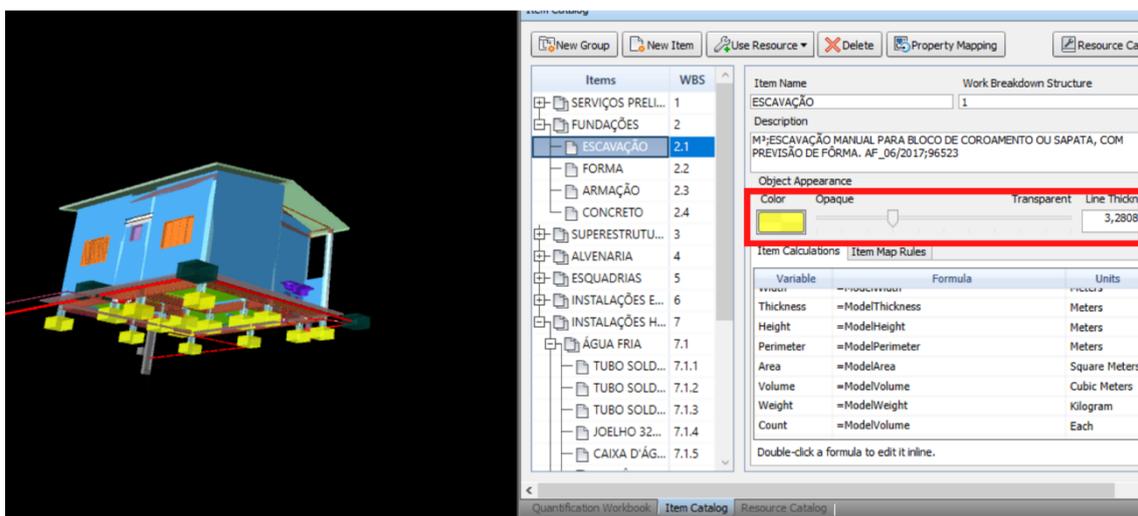
Figura 47 – Auditoria de levantamento no NavisWorks



Fonte: O Autor.

A cor escolhida é aplicada aos elementos vinculados a composição selecionada, conforme figura 48.

Figura 48 – Mudança de cor após seleção.



Fonte: O Autor.

O fato de o OrçaBIM ser fruto de uma empresa brasileira, também contribuiu para os resultados, pois a ferramenta já é construída para o mercado interno, considerando as metodologias utilizadas no Brasil. Além disso, a ligação com a interface do Autodesk Revit contribuiu para a satisfação dos usuários, pois ele é uma ferramenta mais disseminada no país, e portanto, muitos voluntários provavelmente o conheciam.

Quanto a pergunta 4, sobre a ocorrência de erro do software durante a orçamentação, 100% dos voluntários relataram não ter ocorrido nenhuma falha.

5 CONCLUSÃO

O OrçaBIM ficou em vantagem em relação ao Autodesk NavisWorks nos critérios de produtividade, precisão e facilidade de uso.

Nos resultados quanto a produtividade identificou-se que quanto maior a necessidade de intervenção dos orçamentistas, maior foi o tempo necessário para orçamentação, em virtude disso o Autodesk NavisWorks apresentou um tempo 29% mais alto que o OrçaBIM, considerando o somatório das três fases: lançamento de composições, conexão das composições ao modelo, e extração do orçamento e finalização. Considerando cada fase, o Autodesk NavisWorks foi superior apenas na etapa de conexões das composições ao modelo, aproximadamente 64% mais rápido, na etapa de lançamento de composições ele foi cerca de 2,70 vezes mais lento, e na fase 3: extração de orçamento e finalização, 40 vezes mais lento.

Nos resultados quanto a precisão, o OrçaBIM apresentou um menor desvio padrão nos preços de venda, apesar de em diversas composições ocorrerem desvios do tipo: seleção incorreta de elementos, enquanto no Autodesk NavisWorks ocorreu com frequência o mapeamento incorreto de parâmetros. Ainda que o OrçaBIM tenha ostentado um menor desvio padrão, as duas ferramentas sofreram com imprecisão, isso vai de encontro ao pensamento de que ferramentas BIM são precisas apenas por serem “consideradas” BIM, mesmo com esse status elas ainda estão sujeitas a erros humanos e os resultados demonstraram que quanto mais ações humanas, maior a ocorrência de erros. Além disso, vale ressaltar que utilizar uma ferramenta BIM não implica em utilizar a metodologia, são necessários outros fatores, a mera utilização da ferramenta BIM, não contribui para uma orçamentação eficiente, é necessário implementar o software em todo um processo, que inclua uma desde uma modelagem direcionada a orçamentação a padronização de nomenclaturas de elementos e parâmetros.

Os resultados quanto a facilidade de uso demonstraram uma satisfação maior dos voluntários com o OrçaBIM, principalmente pela sua interface agradável e resumida em contraponto a interface mal dimensionada do Autodesk NavisWorks.

REFERÊNCIAS

ADDOR, M. R. A. et al. Colocando o "i" no BIM. **ARQ.URB**. São Paulo: USJT: 104-115 p. 2010.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Modelagem BIM é alternativa para reverter cenário atual da construção civil**. 2018. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/modelagem-bim-e-alternativa-para-reverter-cenario-atual-da-construcao-civil>. Acesso em: 28 maio 2021

ALDER, M. A. Comparing time and accuracy of building information modeling to onscreen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University, 2006.

Andrade, M. L., & Ruschel, R. C. BIM: Conceitos, Cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SBQP - Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2009, São Carlos. **Anais...**, 2009. p. 602-613.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 4, n. 2, p.76-111. 2009. Disponível em <<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50960>>. Acesso em 24 maio 2021

AUTODESK. **O que é o Navisworks?**. 2021. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>. Acesso em: 28 maio 2021

AZEVEDO, O. Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras. Braga: Universidade do Minho, 2009.

BIMFORUM. **Level of Development Specification**. 2020. Disponível em: <https://bimforum.org/lod/>. Acesso em: 28 maio 2021.

BORGES, Evair da Silva. **Compatibilização De Projetos: Um Estudo De Caso Utilizando Ferramentas De Modelagem 3d**. 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/6886>. Acesso em: 28 maio 2021

BRAGA, Paula Rodrigues. **Levantamento De Quantitativos Com Uso Da Tecnologia Bim**. 2015. 131 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%20quantitativos%20Edf.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

BRASIL. Lei nº 12546, de 14 de dezembro de 2011. Institui o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (Reintegra); dispõe sobre a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) à indústria automotiva; altera a incidência das contribuições previdenciárias devidas pelas empresas que menciona e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112546.htm. Acesso em: 28 maio 2021.

_____.Ministério da Saúde. MHCDCh - Modelo de Projeto Básico - Habitação de 2 Quartos. 2017. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/modelo-de-projeto-basico-habitacao-de-2-quartos>. Acesso em: 28 maio 2021.

_____.Decreto nº 10306, de 2 de abril de 2021. 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- EstratégiaBIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.. . 65. ed. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 28 maio 2021.

_____.Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15. Acesso em: 10 junho 2021.

_____.Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm. Acesso em: 10 junho 2021.

_____.Decreto nº 14.473, de 05 de Junho de 2017. Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htm. Acesso em: 10 junho 2021.

_____.Lei nº 14020, de 6 de julho de 2020. Institui o Programa Emergencial de Manutenção do Emprego e da Renda; dispõe sobre medidas complementares para enfrentamento do estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020, e da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus, de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020; altera as Leis nos 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.101, de 19 de dezembro de 2000, 12.546, de 14 de dezembro de 2011, 10.865, de 30 de abril de 2004, e 8.177, de 1º de março de 1991; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14020.htm. Acesso em: 28 maio 2021.

Caixa Econômica Federal – CEF. **SINAPI**: cálculos e parâmetros. Cálculos e parâmetros. 2020. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro2_SINAPI_Calculos_e_Parametros_2_Edicao_Digital.pdf. Acesso em: 28 maio 2021

_____.**SINAPI**: composição de encargos sociais. Composição de Encargos Sociais. 2020a. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-sem-desoneracao/ENCARGOS_SOCIAIS_JANEIRO_2020_A_SETEMBRO_2020.pdf. Acesso em: 28 maio 2021.

_____.**SINAPI**: Metodologias e Conceitos. 2020b. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_8_Edicao.pdf. Acesso em: 28 maio 2021

CALLEGARI, Simara. **Análise Da Compatibilização De Projetos Em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Sistemas e Processos Construtivos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89863>. Acesso em: 28 maio 2021.

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

CAETANO, Fellipe Serafim. **PROPOSTA E APLICAÇÃO DE FLUXO DE TRABALHO PARA USO DA METODOLOGIA BIM NO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO (BIM 5D)**. 2021. 136 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CARREIRÓ, D. C. et al., “Aplicação da metodologia BIM a um caso de estudo através do software Autodesk Navisworks”, 2017.

Chacon E. P., Borges M. N., Silva C. R. C., Clua E. W. G. 2012. **Check-List: um formulário para avaliação de softwares educativos**. In III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente (ENECIÊNCIAS), 16 a 19 de Maio, 2012, Niterói - RJ. Disponível em: http://ww2.ic.uff.br/~ccaetano/artigos/Artigo_T-210_ENECIENCIAS.pdf. Acesso em 28 maio 2021.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento De Obras Na Construção Civil**. São Luís: Edição do Autor, 2015. 354 p.

COSTA, Amanda Alencar da *et al.* Avaliação Dos Impactos Da Tecnologia Bim No Levantamento De Quantitativos Em Contraste À Metodologia Convencional. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 49-51, 30 jun. 2019.

COSTA, G.C.L.R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.e.C.. Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 11-18, 3 dez. 2015. Revista de Ensino de Engenharia.

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

FASCIO, Antonio. **Conheça o OrçaBIM e faça orçamentos em BIM muito mais rápido**. 2019. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/orcabim/>. Acesso em: 10 maio 2021.

_____. **ORÇABIM – QUANTITATIVOS – CRITÉRIOS COM FÓRMULAS**. 2019a. Disponível em:

<https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/orcabim-quantitativos-criterios-com-formulas/>. Acesso em: 10 maio 2021.

FELISBERTO, Alexandre David. **Contribuições Para Elaboração De Orçamento De Referência De Obra Pública Observando a Nova Árvore De Fatores Do Sinapi**

Com Bim 5D-Lod 300. 2017. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4^a. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOES, Renata Heloisa de Tonissi e Buschinelli de. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Habitação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

HAYNE, Luiz Augusto; WYSE, Angela Terezinha de Souza. Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino da ciência e tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 37-64, dez. 2018.

HUBAIDE, Eduardo Jorge. **Estudo Do Bdi Sobre O Preço De Obras Empreitadas.** 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

IAMARINO, Atila. **Uma questão de fé | Nerdologia.** 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r7h7lMJhpLI&t=330s>. Acesso em: 28 maio 2021.

KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sérgio R. L. de. BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015. Disponível em: <https://research.tees.ac.uk/en/publications/bim-building-information-modeling-no-brasil-e-na-união-europeia>. Acesso em: 25 maio 2021

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação, e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: Jc, 1996. 235 p.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v.13, n.3, p.97-118, dez. 2018.

MATTOS, A. D. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso e exemplos. São Paulo: Pini, 2006.

MELHADO, S.; PINTO, A. C. **Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos**. In: SIBRAGEC ELAGEC, São Carlos, 2015. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Silvio-Melhado/publication/282012359_BENEFICIOS_E_DESAFIOS_DA_UTILIZACAO_DO_BIM_PARA_EXTRACAO_DE_QUANTITATIVOS/links/5601604908aec948c4faacee/BENEFICIOS-E-DESAFIOS-DA-UTILIZACAO-DO-BIM-PARA-EXTRACAO-DE-QUANTITATIVOS.pdf> Acesso em: 10 maio 2021

MENDONÇA, Kelly Roberta Moura; SOUSA, Pablo Gleydson de; GUEDES, Emiliana de Souza Rezende. Orçamentação de obra: Análise comparativa entre metodologia tradicional e BIM. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 93096-93119, nov. 2020.

NATIVIDADE, Leonardo Richter da. **Comparativo De Custo De Obra: Método Convencional e BIM**. 2016. 81 f. Monografia - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

OLIVEIRA, J.P.C. Normatização BIM. Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos. 2016. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal, 2016

OLIVEIRA, R. B. de; ARAÚJO, L. G. .; CARVALHO, M. T. M. .; BLUMENSCHNEIN, R. N. Critérios básicos de modelagem para orçamentação em BIM de um projeto arquitetônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-9. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/612>. Acesso em: 7 out. 2021.

PALMAS. Lei complementar n. 205, de 22 de março de 2010. Autoriza a permuta e desafetação das áreas que especifica e dá outras providências. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em 20 maio 2021

PARGA, Pedro. **Cálculo do preço construção civil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Pini, 2003. 158 p.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação Técnica De Projetos: Caracterização E Subsídios Para Sua Aplicação Na Gestão Do Processo De Projeto De Edificações**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SANTOS, A. P. L.; ANTUNES C. E.; BALBINOT G. B. **Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brazil, v. 6, n. 12, p. 134 - 155, 2014. Disponível em: <http://stat.entrever.incubadora.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2525> > Acesso em: 10 maio 2021

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda *et al.* A Utilização Do Bim Em Projetos De Construção Civil. **Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009.

SOLIHIN, W.; EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. *Automation in Construction*, v. 53, p. 69–82, 2015.

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Coordenação-geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas. Brasília, 2014. 145 p

TCPO: Tabela De Composições De Preços Para Orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010. 565 p.

TEIXEIRA, Juliano Domingos. **Compatibilização De Projetos Através Da Modelagem 3D Com Uso De Software Em Plataforma Bim**. 2016. 104 f. Monografia - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

TISAKA, Maçahico. **Metodologia De Calculo Da Taxa Do Bdi E Custos Diretos Para A Elaboração Do Orçamento Na Construção Civil**. 2009. Disponível em: <https://teste.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot9705.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

WINTER, L. M. **Método para o planejamento da modelagem bim para fins de elaboração do orçamento analítico**. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

APÊNDICE 1

CÓDIGO	SERVIÇO	COMPOSIÇÃO
1	Serviços Preliminares	
1.1	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA.AF_05/2018	98524
1.2	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	99059
2	Fundações	
2.1	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA, COM PREVISÃO DE FÔRMA. AF_06/2017	96523
2.2	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	96535
2.3	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	96546
2.4	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA ▯ LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_11/2016	96558
3	Superestrutura	
3.1	Vigas Baldrame	
3.1.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME, COM PREVISÃO DE FÔRMA. AF_06/2017	96527
3.1.2	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	96536
3.1.3	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA ▯ LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	96557
3.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO DE FLOREIRA OU VIGA BALDRAME COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2 CM. AF_06/2018	98562
3.2	Pilares	
3.2.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	92415
3.2.2	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	92720
3.3	Vigas	
3.3.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	92455
3.3.2	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	92725

3.4	Armação Vigas e Pilares	
3.4.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92775
3.4.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92777
3.4.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92778
3.5	Lajes	
3.5.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	92518
3.5.2	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92785
3.5.3	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	92725
4	Alvenaria	
4.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	87508

5	Esquadrias	
5.1	PORTA EM ALUMÍNIO DE ABRIR TIPO VENEZIANA COM GUARNIÇÃO, FIXAÇÃO COM PARAFUSOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	91341
5.2	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 6 FOLHAS (2 VENEZIANAS FIXAS, 2 VENEZIANAS DE CORRER E 2 PARA VIDRO), COM VIDROS, BATENTE, ACABAMENTO COM ACETATO OU BRILHANTE E FERRAGENS. EXCLUSIVE ALIZAR E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	94580
5.3	KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 60X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	100687
5.4	KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	100689
5.5	JANELA FIXA DE ALUMÍNIO PARA VIDRO, COM VIDRO, BATENTE E FERRAGENS. EXCLUSIVE ACABAMENTO, ALIZAR E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	100674
5.6	CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	93194
5.7	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	93182

6	Instalações Elétricas	
6.1	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91927
6.2	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91931
6.3	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91929
6.4	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM PVC, DE EMBUTIR, SEM BARRAMENTO, PARA 6 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	101876
6.5	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91867
6.6	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91835
6.7	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 32 MM (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91837
6.8	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91854
6.9	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91940
6.10	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" ALTA (2,00 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91939
6.11	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" BAIXA (0,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91941
6.12	CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91936

7	Instalações Hidráulicas	
7.1	Água Fria	
7.1.1	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL OU RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	91784
7.1.2	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL, RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO OU PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	91785
7.1.3	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	89357
7.1.4	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	89367
7.1.5	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS (INCLUSOS TUBOS, CONEXÕES E TORNEIRA DE BÓIA) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	102622
7.1.6	HIDRÔMETRO DN 25 ($\frac{3}{4}$), 5,0 M ³ /H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2016	95675
7.2	Esgoto	
7.2.1	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INST. TUBO PVC, SÉRIE N, ESGOTO PREDIAL, 100 MM (INST. RAMAL DESCARGA, RAMAL DE ESG. SANIT., PRUMADA ESG. SANIT., VENTILAÇÃO OU SUB-COLETOR AÉREO), INCL. CONEXÕES E CORTES, FIXAÇÕES, P/ PRÉDIOS. AF_10/2015	91795
7.2.2	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	91792
7.2.3	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF_10/2015	91793
7.2.4	CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INTERNO= 0,3 M. AF_12/2020	98110
7.2.5	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,6X0,6X0,6 M PARA REDE DE ESGOTO. AF_12/2020	97902
7.2.6	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INST. TUBO PVC, SÉRIE N, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, (INST. EM RAMAL DE DESCARGA, RAMAL DE ESG. SANITÁRIO, PRUMADA DE ESG. SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO), INCL. CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, P/ PRÉDIOS. AF_10/2015	91794
7.2.7	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	89707

8	Forro	
8.1	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_05/2017_P	96109
9	Telhado	
9.1	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS E PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_12/2015	92565
9.2	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO PLAN, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	94445
9.3	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	94221
10	Pisos	
10.1	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIM E AREIA), EM BETONEIRA 400 L, ESPESSURA 3 CM ÁREAS SECAS E 3 CM ÁREAS MOLHADAS, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASA) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_11/2014	94438
10.2	IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 2CM. AF_06/2018	98560
10.3	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	93391
10.4	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_06/2014	88648
10.5	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 10 CM, ARMADO. AF_07/2016	94996
10.6	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2. AF_06/2014	87247

11	Revestimento de Parede	
11.1	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS, MEIA PAREDE, OU PAREDE INTEIRA, PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÕES PÚBLICAS PADRÃO. AF_11/2014	89170
11.2	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES INTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	89173
11.3	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	87904
12	Pintura	
12.1	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	88497
12.2	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	88485
12.3	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	88489
13	Acabamentos Elétricos	
13.1	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	92000
13.2	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91996
13.3	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	92029
13.4	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	92023
13.5	INTERRUPTOR BIPOLAR (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2017	91981
13.6	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO MEIA LUA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	97606
13.7	LUMINÁRIA TIPO PLAFON REDONDO COM VIDRO FOSCO, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	97590
13.8	SUPORTE PARAFUSADO COM PLACA DE ENCAIXE 4" X 2" ALTO (2,00 M DO PISO) PARA PONTO ELÉTRICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	91945

14	Louças e Metais	
14.1	BANCADA GRANITO CINZA 150 X 60 CM, COM CUBA DE EMBUTIR DE AÇO, VÁLVULA AMERICANA EM METAL, SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, ENGATE FLEXÍVEL 30 CM, TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", P/ COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNEC. E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	93441
14.2	TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	86923
14.3	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 29,5 X 39CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E TORNEIRA CROMADA DE MESA, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	86943
14.4	VASO SANITARIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA, INCLUSO CONJUNTO DE LIGAÇÃO PARA BACIA SANITÁRIA AJUSTÁVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2016	95470
14.5	CHUVEIRO ELÉTRICO COMUM CORPO PLÁSTICO, TIPO DUCHA " FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	100860
15	LIMPEZA FINAL	
15.1	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO COM PANO ÚMIDO. AF_04/2019	99803

APÊNDICE 2

Nome: *

Texto de resposta curta

Quanto a organização da interface do Software e navegação, avalie de 1 a 5, sendo 5 uma interface organizada, com comandos fáceis de encontrar e ícones fáceis de entender e visualizar e 1 uma interface desorganizada com ícones difíceis de entender e ou visualizar. *

- 1 2 3 4 5
-

O software permite verificar quais materiais/objetos estão sendo adicionadas ao orçamento durante o levantamento? *

- Sim
- Não

Se o software permite visualizar esses elementos, avalie de 1 a 5 a qualidade da visualização gerada por ele, sendo 1 uma visualização ruim, que gera dúvidas sobre quais elementos estão sendo adicionados no orçamento e 5 uma visualização ótima, que permite ter certeza dos itens levantados.

- 1 2 3 4 5
-

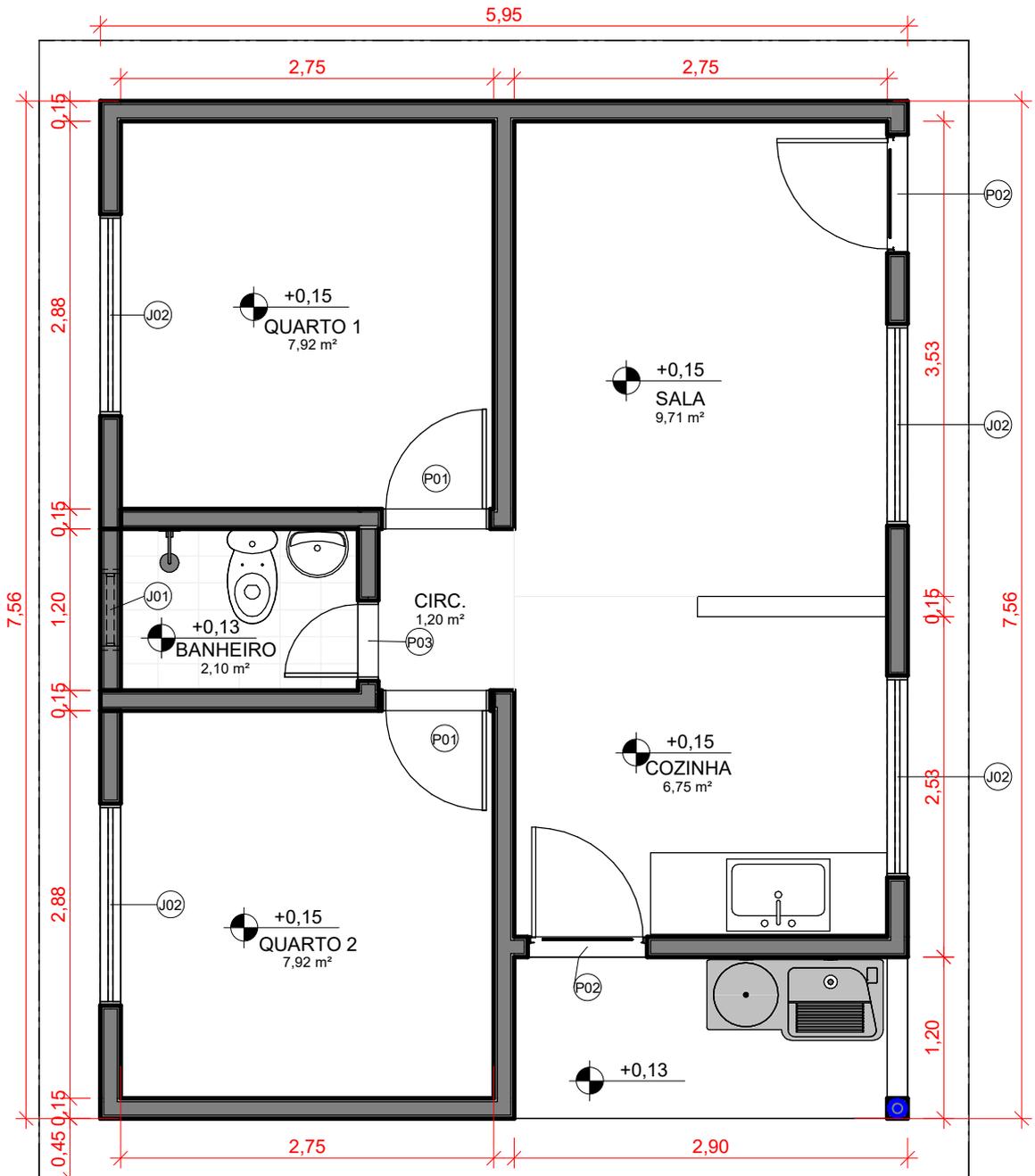
O software apresentou algum erro durante o levantamento ou extração do orçamento? *

Sim

Não

Se sim, qual?

Texto de resposta curta



CALÇADA - 45cm

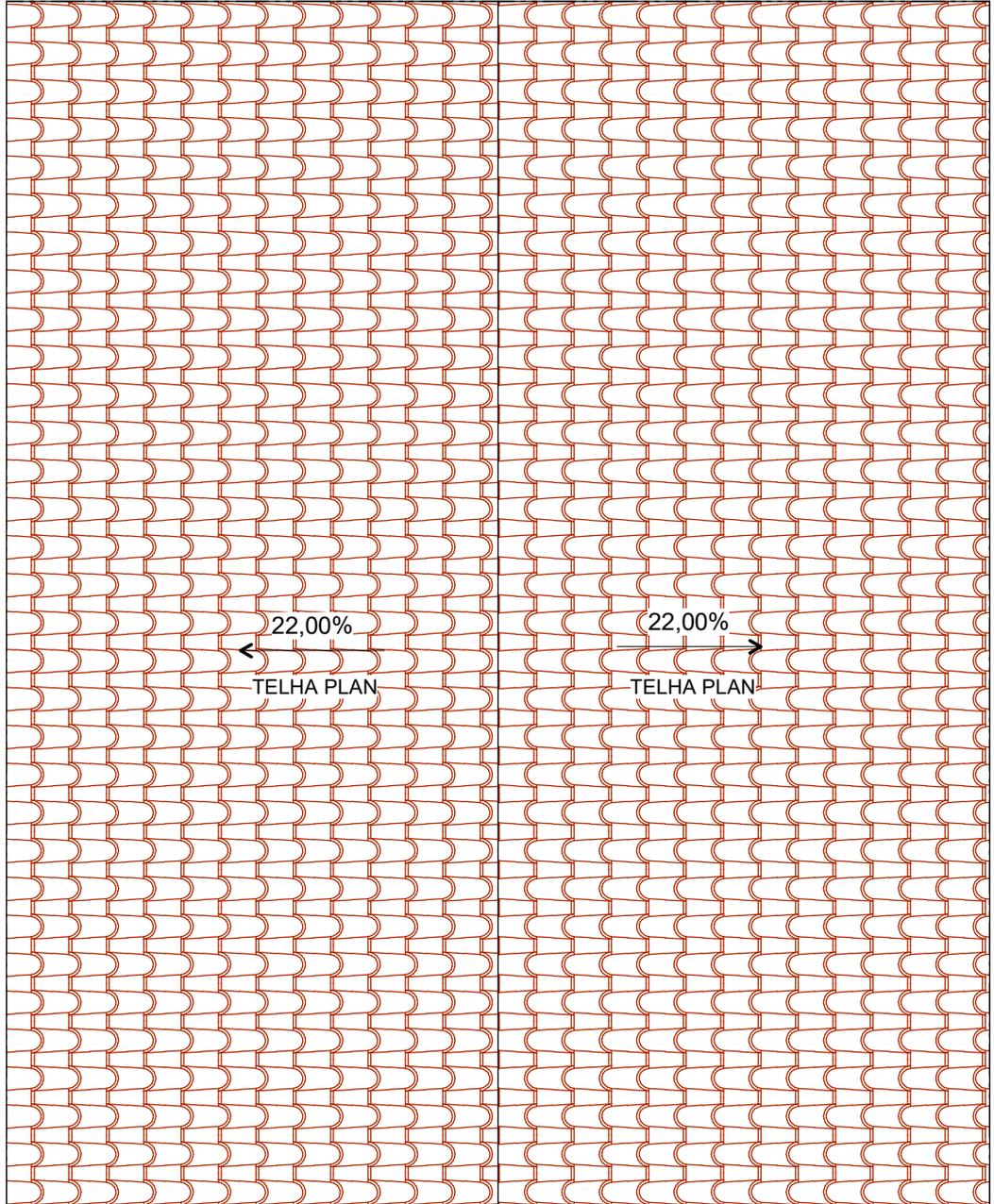
PROJ. TELHADO - 45cm

1 PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1 : 50

QUANTITATIVO DE PORTAS E GRADIS				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
P01	2	0,80	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira
P02	2	0,88	2,16	Porta metalica veneziana
P03	1	0,60	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira

QUANTITATIVO DE JANELAS				
CÓD	QT	COMPRIMENT O	ALTURA	DESCRIÇÃO
J01	1	0,60	0,60	Janela simples de alumínio e vidro
J02	4	1,50	1,00	Janela Veneziana

8,46



6,85

1

COBERTURA
ESCALA 1 : 50