

RODOLFO PEREIRA DA SILVA

**Desafios no processo de classificação de elementos em um modelo BIM para obras públicas e um sistema de classificação de inconsistências para planilhas orçamentárias**

São Paulo

2023

RODOLFO PEREIRA DA SILVA

**Desafios no processo de classificação de elementos em um  
modelo BIM para obras públicas e um sistema de classificação  
de inconsistências para planilhas orçamentárias**

**VERSÃO CORRIGIDA**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo, como avaliação  
para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Inovação na Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira

São Paulo

2023

Nome: **Rodolfo Pereira da Silva**

Título: **Desafios no processo de classificação de elementos em um modelo BIM para obras públicas e um sistema de classificação de inconsistências para planilhas orçamentárias**

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_

Assinatura do orientador: \_\_\_\_\_

#### Catálogo-na-publicação

Silva, Rodolfo Pereira da

Desafios no processo de classificação de elementos em um modelo BIM para obras públicas e um sistema de classificação de inconsistências para planilhas orçamentárias / R. P. Silva -- versão corr. -- São Paulo, 2014.  
109 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.BIM 2.Orçamento 3.Critérios de Medição 4.Obras Públicas  
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Dedico este trabalho à toda minha família, por todo apoio incondicional e constante.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira, por todas contribuições e reuniões.

Teus conhecimentos tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos amigos que fiz no mestrado, em especial à Raísa, Sarah e ao Abash, que tornaram as aulas em momentos únicos de pura amizade.

A minha família, a minha mãe Rita, por toda preocupação e suporte. Ao meu pai Luiz (*In Memoriam*) pela inspiração pelo grande estudioso que foi. Aos meus irmãos Ricardo e Rafael pelo constante incentivo. A minha esposa Juliana pela paciência nesse período de aprofundamento e ao meu filho recém-nascido Murilo que nos trouxe luz e alegria.

## RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) tem sido estimulada pelo poder público no Brasil através de decretos governamentais, como o de nº 9.983/2019, pela criação de normas técnicas como a ABNT NBR 15.965 e também por diversos incentivos através de ações concretas do setor privado. Uma das características dos processos BIM que vem despertando maior interesse dentre os profissionais da indústria construção é a possibilidade da realização de uma construção virtual em consonância com um conjunto de informações parametrizadas (tempo, custo, especificações) para cada elemento modelado. Nesse sentido, uma das dificuldades mais comuns é a otimização em relação à extração automática de quantitativos, tendo em vista a realização de um orçamento em harmonia com a padronização dos serviços já existentes. Este trabalho detalha os desafios inerentes à modelagem voltada para a extração automática de quantitativos de uma obra pública no Brasil e demonstra as dificuldades em relacionar os objetos modelados aos critérios de medição do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e da CPOS (Companhia Paulista de Obras e Serviços). Objetiva também testar as possibilidades de adaptações no SINAPI para que seu uso em conjunto com ferramentas BIM seja mais efetivo. Para tal, utilizou-se como estudo de caso uma obra pública de uma penitenciária do Estado de São Paulo, com sua modelagem através do *software* Revit 2019. Para a extração de quantitativos avaliou-se a extração direta com o Revit e a classificação dos elementos pelo *plug-in* Classification Manager. A elaboração de um sistema de classificação de inconsistências de planilhas licitatórias que auxiliem no processo de verificação das propostas também é um objetivo, pois se entende que para o poder público este é um uso bastante necessário. Com a pesquisa, notou-se que o atendimento fiel à grande variabilidade de descrições do mesmo serviço, principalmente daqueles presentes no boletim SINAPI, demanda grande esforço de modelagem para que haja uma extração confiável de quantitativos. Percebeu-se então, a necessidade de simplificação ou aglutinação de serviços no SINAPI com vistas a um melhor desempenho no contexto do BIM. Outro ponto importante é que a identificação visando à extração automática deve levar em conta as divisões das edificações na planilha, para que não haja quantificações duplicadas. Verificou-se o potencial da aplicação do sistema de categorização de inconsistências de uma planilha licitatória, através de sua aplicação em 6 (seis) licitações, podendo até mesmo complementar a classificação atual do TCU (Tribunal de Contas da União) de irregularidades em obras públicas. Deste modo, a presente pesquisa contribui para a disseminação do conhecimento sobre BIM, no que se refere ao processo de classificação dos elementos e a sua modelagem otimizada para atender aos critérios de medição, em especial no que

se refere a obras públicas, beneficiando diretamente as construtoras, os gestores e os órgãos fiscalizadores. Viabiliza-se assim um efetivo ganho em precisão, velocidade e economia para todos os envolvidos e, principalmente, para o usuário final da edificação.

Palavras-chave: BIM; Orçamento; Critérios de Medição; Obras Públicas

## ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has been stimulated by the government in Brazil through Government decrees, such as n° 9.983/2019, by the creation of technical standards such as ABNT NBR 15.965 and there are also several incentives through concrete actions of the private sector. One of the characteristics of BIM processes that has been attracting greater interest among professionals in the construction industry is the possibility of carrying out a virtual construction in line with a set of parameterized information (time, cost, specifications) for each model-side element. In this sense, one of the most common difficulties is the optimization in relation to the automatic extraction of quantities, with a view to carrying out a budget in harmony with the standardization of the existing services. This work details the challenges inherent to modeling aimed at the automatic extraction of quantitatives from a public work in Brazil and demonstrates the difficulties in relating the modeled objects to the measurement criteria of the SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) and CPOS (Companhia Paulista de Obras e Serviços). It also aims to test the possibilities of adaptations in SINAPI so that its use in conjunction with BIM tools is more effective. To this end, a public work of a penitentiary in the State of São Paulo was used as a case study, with its modeling through the Revit 2019 software. For the extraction of quantitatives, the direct extraction with Revit and the classification of the elements by the Classification Manager plugin were evaluated. The development of a system for classifying inconsistencies in bidding spreadsheets to assist in the process of verifying proposals is also an objective, as it is understood that for the public authorities this is a very necessary use. With the research, it was noticed that the search for faithfully following the variability of descriptions of the same service, mainly present in the SINAPI bulletin, demands great effort of modeling so that there is a reliable extraction of quantitatives. It was then noticed the need for simplification or agglutination of services in SINAPI with a view to a better performance in the context of BIM. Another important point is that the identification aimed at automatic extraction must take into account the divisions of the buildings in the spreadsheet, so that there are no duplicate quantifications. The potential of the application of the system of categorization of inconsistencies of a bidding spreadsheet was verified, through its application in 6 (six) bids, being able to even complement the current classification of the TCU (Tribunal de Contas da União) of irregularities in public works. In this way, the present research contributes to the dissemination of knowledge about BIM, with regard to the element classification process and its optimized modeling to meet the measurement criteria, especially with regard to public works, directly benefiting, construction companies, managers and

supervisory entity. Thus, an effective gain in precision, speed and economy is made possible for all involved and, mainly, for the final user of the building.

**Keywords:** BIM; Budget; Measurement criteria; Public works

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do trabalho.....	6
Figura 2 – Intercâmbio entre programas BIM.....	9
Figura 3 – Graus de maturidade em modelos BIM .....	10
Figura 4 – LOMD no Reino Unido .....	11
Figura 5 – Exemplo de LoG .....	12
Figura 6 – Acrônimos do BIM em diversos países (parte 1).....	13
Figura 7 – Acrônimos do BIM em diversos países (parte 2).....	14
Figura 8 – Novos tetos de valores para os tipos de licitações conforme o Decreto n° 9.412 de 18 de junho de 2018.....	15
Figura 9 – Obras públicas em execução em setembro de 2022.....	18
Figura 10 – Boletins referenciais de custo.....	19
Figura 11 – Diferenças de remuneração de alvenaria do SINAPI e da TCPO.....	19
Figura 12 – Critério de remuneração do serviço chapisco da CPOS.....	20
Figura 13 – Composição do serviço chapisco da CPOS .....	20
Figura 14 – Histórico do SINAPI.....	22
Figura 15 – Árvore de processos com os 32 tipos de chapisco do SINAPI.....	23
Figura 16 – Composição de um dos tipos de chapisco do SINAPI.....	24
Figura 17 – Uso do comando <i>Find Items</i> , aplicando filtros para forro de 5 a 10m <sup>2</sup> .....	28
Figura 18 – Especificação dos revestimentos no elemento <i>Room</i> .....	32
Figura 19 – Fases dos projetos em BIM do Estado do Paraná .....	38
Figura 20 – Obra do Canal do Sertão Alagoano, classificada como IGP.....	41
Figura 21 – Ilustração do modelo no <i>Autodesk® Revit</i> de dois raios da penitenciária de Riversul .....	42
Figura 22 – Interface do <i>plug-in</i> para a classificação dos elementos .....	46
Figura 23 – Exemplo de item da Planilha matriz genérica do Classification Manager, preenchida para o SINAPI .....	47
Figura 24 – Inclusão dos parâmetros de projeto dos itens do Classification Manager .....	47
Figura 25 – Utilização do Trimble Connect para apontar uma classificação errônea.....	49
Figura 26 – Ferramentas para gestão BCF .....	49
Figura 27 – Interface do Gestor de Classificação do <i>ArchiCAD® 24</i> .....	50
Figura 28 – Classificação dos materiais de construção do <i>ArchiCAD® 24</i> .....	51
Figura 29 – Alguns sistemas de classificação disponíveis para o <i>ArchiCAD® 24</i> .....	52

Figura 30 – Árvores de serviços para o lastro de concreto magro do SINAPI.....	53
Figura 31 – Orçamento do lastro e lançamento na planilha licitatória.....	54
Figura 32 – Criação do parâmetro Armação (kg) e o cálculo de sua estimativa para blocos de fundação.....	58
Figura 33 – Aplicando o comando “Isolar Categoria” no <i>Revit</i> . ....	59
Figura 34 – Árvores de serviços para o piso cimentado do SINAPI.....	60
Figura 35 – Árvores de serviços para a fôrma de blocos do SINAPI.....	62
Figura 36 – Faces pintadas representando fôrmas e impermeabilização.....	64
Figura 37 – Árvores de serviços para o chapisco. ....	68
Figura 38 – Árvores de serviços para a massa única para pintura.....	70
Figura 39 – <i>Script</i> do Dynamo para selecionar os itens isolados classificados.....	71
Figura 40 – Composição CPU 009. ....	72
Figura 41 – Itens SINAPI 94099 e 940097. ....	72
Figura 42 – Planilha de licitação de Tapiraí-SP. ....	73
Figura 43 – Composição do serviço de colocação de placa do boletim CPOS <sup>1</sup> .....	74
Figura 44 – Erro tipo 7 em uma planilha orçamentária de Ribeirão Preto-SP .....	75
Figura 45 – Erro tipo 8 em uma concorrência, planilha orçamentária de São Paulo-SP.....	75
Figura 46 – Erro tipo 9 em uma concorrência, planilha orçamentária de São José do Rio Preto-SP.....	76

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Diferenças nos quantitativos Caixa e pesquisa.....	29
Tabela 2 – Comparativo entre duas obras, uma do edital em CAD e outra do edital em BIM.....	31
Tabela 3 – Proximidade dos CICS com um sistema de classificação ideal .....	36
Tabela 4 – Diferença de preço entre os lastros para radier.....	55
Tabela 5 – Extração de quantitativos de alvenaria .....	66

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Tipos de artefatos .....	5
Quadro 2 – Unidades de medição da CPOS .....	18
Quadro 3 – Ferramentas BIM para extração de quantitativos. ....	26
Quadro 4 – Exemplos de macro operações extraídas e o tipo de extração.....	30
Quadro 5 – Diferenças entre sistemas de classificação do Reino Unido e dos EUA. ....	34
Quadro 6 – Informações necessárias de alguns elementos dos projetos em BIM em Santa Catarina (destaque adaptado pelo autor) .....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CEE	Comissão de Estudos Especiais
CEF	Caixa Econômica Federal
CICS	<i>Construction Information Classification Systems</i>
CPOS	Companhia Paulista de Obras e Serviços
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina
DSR	Design Science Research
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization
LOD	Level of Development
LOG	Level of Geometry
LOI	Level of Information
LOMD	Level of Model Definition
ONG	Organização Não Governamental
PAC	Programa de Aceleração da Economia
POO	Programação Orientada a Objetos
SICONV	Sistema de Convênios
SINAENCO	Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consul- tiva
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
SINDUSCON	Sindicato da Construção Civil
TCU	Tribunal de Contas da União

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	2
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	3
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.4 METODOLOGIA .....	4
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	6
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>7</b>
2.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO .....	7
2.1.1 Programação Orientada a Objetos (POO) .....	7
2.1.2 Modelo parametrizado .....	8
2.1.3 Interoperabilidade e Industry Foundation Class (IFC) .....	8
2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM .....	9
2.2.1 Nível de Desenvolvimento dos objetos em BIM .....	10
2.3 BIM E ORÇAMENTOS EM OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL .....	14
2.4 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E REMUNERAÇÃO .....	17
2.4.1 CPOS – Companhia Paulista de Obras e Serviços .....	20
2.4.2 SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices .....	20
2.5 EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE UM MODELO BIM .....	26
2.6 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO .....	33
2.7 CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS PELOS CADERNOS DE CONTRATAÇÃO DE OBRAS EM BIM .....	35
2.7.1 Caderno de especificações de projetos em BIM do Estado de Santa Catarina (2º Edição) .....	36
2.7.2 Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM do Estado do Paraná .....	37
2.7.3 Caderno de projetos em BIM da Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo .....	38
2.7.4 Caderno de projetos e de Gestão de Edificações em BIM – MPDFT .....	39
2.8 CLASSIFICAÇÃO DE IRREGULARIDADES EM OBRAS PÚBLICAS .....	39

<b>3. JUSTIFICATIVA E MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>41</b>
3.1 DA ESCOLHA DO ESTUDO DE CASO .....	41
3.2 ITENS MODELADOS .....	43
<b>4. DISCUSSÃO E RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
4.1 DA PLANILHA LICITATÓRIA E DA CLASSIFICAÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS .....	43
4.1.1 Classificação dos elementos e das inconsistências .....	45
4.1.2 Lastro de concreto para os blocos de fundação .....	52
4.1.3 Concreto ciclópico.....	55
4.1.4 Regularização em concreto magro do concreto ciclópico. ....	55
4.1.5 Lona plástica sob o concreto.....	56
4.1.6 Concreto estrutural – Piso, blocos e vigas baldrame .....	57
4.1.7 Mobiliário.....	58
4.1.8 Argamassa polimérica para piso .....	59
4.1.9 Cimentado desempenado e alisado.....	60
4.1.10 Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície.....	61
4.1.11 Fôrmas para blocos de coroamento e vigas baldrame .....	61
4.1.12 Pré-moldado .....	64
4.1.13 Impermeabilização das lajes dos raios.....	64
4.1.14 Alvenaria .....	65
4.1.15 Chapisco .....	67
4.1.16 Emboço/Massa única.....	69
4.2 UTILIZAÇÃO DO DYNAMO .....	69
4.3 ANÁLISE DE OUTRAS PLANILHAS LICITATÓRIAS .....	71
4.3.1 Obra: Centro Dia do Idoso, Campinas-SP (2020) .....	71
4.3.2 Obra: Estruturação da Cachoeira do Chá, Tapiraí-SP (2020) .....	72
4.3.3 Obra: Construção da EMEF Raul Machado II, Ribeirão Preto-SP (2020).....	74
4.3.4 Obra: Obra de construção civil visando a modernização da pista de atletismo da escola de educação física da PMESP (2021).....	75
4.3.5 Obra: Reforma/readequação do terminal rodoviário do município de São José do Rio Preto/SP (2021) 75	
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na última década, a construção civil tem passado por uma transição de base tecnológica, especialmente relacionada à elaboração de projetos. Isto tem ocorrido em razão da crescente implantação dos processos e ferramentas BIM (Building Information Modeling) tanto na esfera privada quanto na pública.

Pode-se entender o conceito BIM como um conjunto de ferramentas e processos que resultam em modelos digitais de uma construção, permitindo um modo colaborativo de trabalho entre todos os participantes e durante todo o ciclo de vida da construção (BRASIL, 2018c).

Em termos gerais, também pode ser definido como um sistema baseado em informações, que promove a inovação, melhora os projetos e também todo o meio ambiente e a vida das pessoas (JERNIGAN, 2008).

Dentro desta lógica, uma boa modelagem BIM, é capaz de ajudar a gerar benefícios em todo ciclo de vida da edificação, englobando a concepção, viabilidade, resolução de conflitos entre as disciplinas nos projetos, visualização antecipada, geração de desenhos 2D auxiliares, ambiente colaborativo, estimativas de custo e tempo de execução, nos estudos de impacto energético e ambiental e no gerenciamento e operação (EASTMAN *et al.*, 2014).

Desde o início da década de 2010, o BIM já tem sido uma realidade muito presente nos países desenvolvidos, e obrigatório para projetos com recursos públicos no Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Finlândia e Noruega, por exemplo (BRASIL, 2018c). Isso demonstra a forte tendência de crescimento dessa abordagem tecnológica.

Para o Brasil, um dos instrumentos de impulsionamento para a adoção do BIM no setor público tem sido a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM do Governo Federal, inicialmente instituída pelo Decreto N° 9.377/2018 (BRASIL, 2018a), substituído pelo Decreto N° 9.983/2019 (BRASIL, 2019a). Este decreto institui o Grupo Técnico da Estratégia BIM BR, que propôs três fases de implantação do BIM, sendo a primeira a partir de janeiro de 2021, propondo que novos projetos de engenharia e arquitetura sejam realizados através do auxílio de ferramentas que incorporam o conceito BIM. A segunda fase, a partir de janeiro de 2024, prevê que sejam adotadas ferramentas BIM para orçamentação, planejamento, execução de obras e a confecção do *as built*. A terceira fase, a partir de janeiro de 2028, prevê a adoção do BIM também no que se refere à operação e gerenciamento da edificação (BRASIL, 2018c).

Em relação à normalização técnica brasileira, a Comissão de Estudos Especiais (CEE) - 134 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), estabelecida em 2009 por iniciativa do MDIC, realizou a tradução da norma ISO 12006-2 resultando na publicação da ABNT

NBR ISO 12006-2:2010 (Construção de Edificação - Organização de informação da construção). A CEE também realizou e colaborou em missões técnicas em outros países, e também organizou seminários, em parceria com o Sinduscon-SP (Sindicato da Construção Civil), auxiliou na confecção do Guia BIM I e II juntamente com a ASBEA (Associação Brasileira do Escritórios de Arquitetura) (ABNT, 2018). Também elaborou a ABNT ISO NBR 15965 – Sistema da Classificação da Informação da Construção – Partes 1 a 7. Foram publicados os seguintes textos: Parte 1 – Classificação e Terminologia, Parte 2 – Características dos Objetos da Construção, Parte 3 – Processos da Construção e Parte 7 – Informação da Construção (SINA-ENCO, 2018).

Recentemente (maio/2022) foram publicadas as partes 4 (Recursos da Construção), 5 (Resultados da Construção) e 6 (Unidades e Espaços da Construção), ficando assim à disposição do público a norma NBR 15965 completa (ABNT, 2022).

No que se refere às obras públicas no Brasil, é interessante citar o Caderno BIM do Estado de Santa Catarina, de 2014 (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO DE SANTA CATARINA, 2014), que aborda as diretrizes para contratação de obras com projetos em BIM, que teve sua segunda edição lançada em 2018 (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO DE SANTA CATARINA, 2018). Também há o Caderno do Estado do Paraná, para contratação de projetos em BIM, publicado em 2018 (SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARANÁ, 2018).

Dado o conjunto de ações e publicações, percebe-se claramente que a construção civil brasileira está passando por um período de transição para a tecnologia BIM e, assim sendo, muitos desafios estão postos para serem superados.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Um dos benefícios do uso das tecnologias BIM é a possibilidade de extração automática de quantitativos. Conforme o Guia 03 da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), a extração de quantitativos, tanto de elementos como de equipamentos, deve estar presente no Plano de Execução do Projeto BIM, prevendo em qual etapa a extração será realizada e com qual nível de detalhamento (ABDI, 2017). Uma extração de quantitativos confiável é a base para um orçamento preciso.

No entanto, quando se insere o BIM no contexto de obras no geral, e nas públicas principalmente, há um desafio ainda maior para otimizar a extração de quantitativos, que é relacionar os serviços com um critério de medição e remuneração específico, conforme o boletim de

serviços adotado em contrato. Desta maneira, independentemente da complexidade do modelo, é praticamente inevitável a confecção de um modelo exclusivo para a orçamentação, de forma que os itens modelados atendam às especificações dos critérios de medição.

Uma questão central é a tomada de decisão sobre qual especificação de determinado serviço adotar antes da modelagem, quando essa informação não estiver completa nos projetos ou memoriais. Caso contrário, modificações posteriores podem gerar erros de difícil rastreamento e assim o modelo para extração de quantitativos não ser mais confiável.

Desta maneira, é importante realizar estudos que explorem, entre outras, questões como: Quais os métodos existentes de extração de quantitativos? Quais os mais apropriados prevendo uma licitação de obra pública? Quais os desafios em se relacionar os itens modelados com os critérios de medição? Como classificar os elementos a partir de dois ou mais boletins de serviços?

## 1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a adoção dos processos e ferramentas BIM por parte dos órgãos públicos espera-se que as suas potencialidades sejam exploradas de modo a tirar o maior proveito em benefício da população que, em última instância, é o financiador primário e o usuário final. Dentre essas diversas potencialidades, a extração automática de quantitativos é um dos benefícios fundamentais derivados da aplicação do BIM, pois devido a sua precisão favorecem o desenvolvimento de planilhas orçamentárias mais certas, resultando em economia para os cofres públicos na medida em que diminui drasticamente a necessidade de termos aditivos e a possibilidade de medições incorretas por parte das construtoras.

Neste contexto, o conhecimento das diversas maneiras de extração de quantitativos e também do uso de diversas soluções disponíveis é imprescindível para o proveito integral do BIM.

## 1.3 OBJETIVOS

Nesta pesquisa, o objetivo principal é elencar as dificuldades no relacionamento do modelo BIM com critérios de medição, apontando caminhos para a sua solução conforme a categoria de dificuldades encontradas. O foco desse relacionamento será o uso dos quantitativos em uma planilha licitatória de obra pública, com base em pelo menos dois critérios distintos de medição.

Assim, como objetivos secundários, tem-se:

Verificar os desafios para a identificação dos serviços no modelo BIM de uma penitenciária, com os critérios de medição do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) e da CPOS<sup>1</sup> (Companhia Paulista de Obras e Serviços).

Verificar as dificuldades no processo de modelagem, no programa Autodesk® Revit 2019 com vistas à extração automática de quantitativos voltada para obras públicas

Comparar os itens modelados, com a planilha licitatória, para uma determinada fase, identificando serviços não modeláveis e modeláveis e como seria a extração de cada um deles (direta, indireta ou manual).

Analisar as possibilidades e impactos da eventual simplificação ou aglutinação de serviços no boletim SINAPI, visando um processo mais dinâmico.

Propor um sistema de identificação de tipos de inconsistências em uma planilha licitatória de um modelo em BIM.

#### 1.4 METODOLOGIA

A pesquisa prevê a geração de conhecimento aplicado à prática de engenharia. Nessa linha, apresenta um objetivo explicativo ao propor a elucidação da situação existente, como também um objetivo exploratório, na perspectiva de apresentar soluções para os problemas identificados. A abordagem apresenta também um caráter qualitativo, ao avaliar a aplicabilidade dos diversos métodos de extração, e quantitativo, pois os dados podem ser quantificados e sistematizados. Por último, a pesquisa tem uma natureza aplicada, pois preconiza o desenvolvimento de conhecimento aplicável na realidade (FANTINATO, 2015).

A metodologia Design Science Research (DSR), ou Pesquisa em Ciências do Projeto, se baseia na construção de um artefato, com a intenção de que este seja o solucionador de um determinado problema. Assim, esta metodologia tem um foco prescritivo e não puramente descritivo ou explicativo (LACERDA et al., 2013). A DSR busca a solução de problemas de ordem prática, portanto não intenciona questionar leis ou teorias que não sejam do âmbito das ciências do artificial (LIMA et al., 2014).

---

<sup>1</sup> Durante o desenvolvimento deste trabalho a CPOS passou por um processo de liquidação e extinção, iniciados pela Lei Estadual nº 17.056 de 05/06/2019. O Boletim Referencial da CPOS, discutido neste trabalho, passou a ser de responsabilidade do CDHU a partir de setembro de 2020 (CPOS, 2022). No entanto, em nada alterou seu conteúdo, sendo assim sem impacto para o presente trabalho.

Os artefatos podem ser descritos como sendo de quatro tipos: instanciações, constructos, modelos e métodos (MARCH E SMITH, 1995 *apud* LACERDA et al., 2013). O quadro 1 descreve os tipos de artefatos.

		Descrição
<b>Tipos de Artefato</b>	<b>Constructos</b>	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.
	<b>Modelos</b>	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de <i>design</i> , modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. Cientistas naturais muitas vezes usam o termo 'modelo' como sinônimo de 'teoria', ou 'modelos' como as teorias ainda incipientes. Na <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
	<b>Métodos</b>	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
	<b>Instanciações</b>	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Quadro 1 - Tipos de artefatos

Fonte: March e Smith 1995 *apud* Lacerda et al. 2013

A Design Science Research se mostrou como a opção de metodologia mais condizente, na medida que este estudo vislumbra contribuir para a resolução de problemas de ordem prática. O artefato, neste caso, é o apontamento de como deve ser a modelagem para atender a classificação do SINAPI de forma eficiente no contexto do BIM. Podendo, se for o caso, sugerir aglutinação de serviços, generalizações, especializações e remanejamentos para o SINAPI com vistas a uma maior harmonização do conjunto BIM-SINAPI/CPOS.

A figura 1 ilustra o fluxo das etapas adotadas para este trabalho.

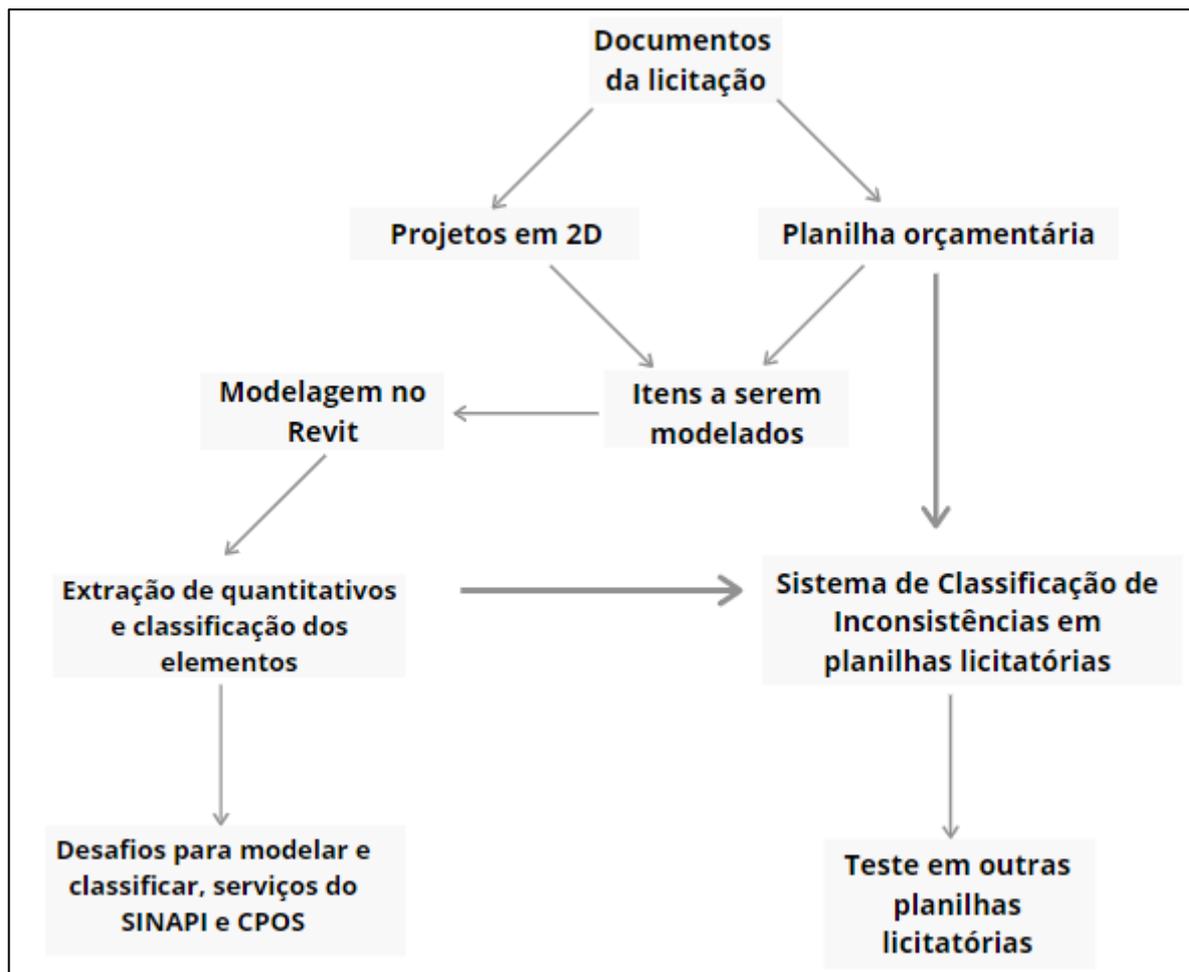


Figura 1 - Etapas do trabalho

Fonte: O autor

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente texto está estruturado em capítulos, conforme explicado a seguir.

No Capítulo 1 é realizada uma introdução ao tema, apresentando a problemática principal, a justificativa, os objetivos e a metodologia.

No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre os principais temas que embasam a dissertação.

No Capítulo 3 faz-se a análise do estudo de caso.

No Capítulo 4 são discutidos os resultados em torno do artefato proposto.

No Capítulo 5 fazem-se as conclusões pertinentes ao estudo.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesta seção, serão apresentados os principais conceitos que norteiam a presente pesquisa.

### **2.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**

O BIM (Building Information Modeling), em português Modelagem da Informação da Construção fundamenta-se na construção virtual a partir de objetos parametrizados (BRASIL, 2018c).

Os conceitos iniciais relacionados ao BIM remetem à década de 70, quando Charles M. Eastman publicou estudos sobre o BDS (Building Description System), citando os potenciais usos de programas computacionais para automatizar rotinas de dados para a obra e geração de documentação (EASTMAN, 1976).

O conceito de modelagem da edificação (Building Modeling), como se conhece hoje, foi utilizado em 1986 por Robert Aish, em um artigo no qual descreve as atividades de modelagem tridimensional, automatização na criação das plantas, objetos parametrizados e uso de banco de dados atrelados ao modelo (AISH, 1986). Em 1992, o termo BIM foi utilizado também por van Nederveen e F. Tolman (1992) (MENEZES, 2011). No entanto, foi depois dos anos 2000 que a tecnologia BIM se expandiu, com a popularização de programas computacionais e, especificamente, quando em 2005 publicou-se a ISO-PAS 16739-2005 (ISO, 2005), que estabeleceu condições de disseminação do BIM (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA, 2018).

A seguir são apresentados os principais conceitos que embasam a tecnologia BIM.

#### **2.1.1 Programação Orientada a Objetos (POO)**

Segundo Bezerra (2013), na programação orientada a objetos estes são também denominados entidades que, de maneira única, armazenam tanto seus dados como as funções (métodos, procedimentos, regras, etc.) que operam estes dados. Um conjunto de objetos com características compartilhadas formam uma classe de objetos, sendo que cada objeto incluído no modelo é uma instância dessa classe.

Os princípios nos quais que se baseiam a POO são: abstração, encapsulamento, classes de objetos (heranças) e polimorfismo. O encapsulamento é o princípio que preconiza que um objeto não precisa reconhecer toda a implementação de outro objeto para fazer uso deste.

Conforme Gasparoto (2014), a abstração do objeto é traduzida por três parâmetros, sendo eles: identidade, propriedades e métodos. A herança otimiza, essencialmente, a criação de novos objetos, pois permite a reutilização do código de outro objeto, direta ou indiretamente. Já o polimorfismo, consiste na mudança de um comportamento de um método que surgiu por herança.

### **2.1.2 Modelo parametrizado**

Um modelo parametrizado provém da capacidade de projetar/modelar através de objetos, implementados pela POO. Esses objetos contêm informações que definem o seu comportamento e as suas relações.

Segundo Eastman *et al.* (2014), ferramentas BIM produzem e manipulam modelos parametrizados embasados por objetos, com um conjunto pré-determinado de famílias desses objetos. Deste modo, o crescimento na disponibilidade de famílias de objetos vai acontecendo ao passar do tempo (parede, viga, coluna, janela, telhado, etc.), mas ainda se constata uma insuficiência nos programas computacionais para representar todos os elementos de uma edificação. Muitas empresas que desenvolvem produtos para a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) oferecem bibliotecas de componentes (também conhecidas como famílias de objetos) para que sejam inseridas nos modelos BIM.

### **2.1.3 Interoperabilidade e Industry Foundation Class (IFC)**

A interoperabilidade entre os *softwares* BIM é um dos principais benefícios que se pode usufruir nesta tecnologia. O *Industry Foundation Class* (IFC), segundo Manzione (2013), é um modelo de dados que possibilita a troca de informações entre diferentes programas computacionais, e o seu desenvolvimento é feito pela organização sem fins lucrativos *buildingSMART* (BUILDING SMART, 2021), que antes de 2005 se chamava *International Alliance for Interoperability* (IAI).

Segundo Eastman *et al.* (2014), o IFC é o principal formato de dados que permite a interoperabilidade entre programas computacionais do setor AEC. Este formato foi desenvolvido para dar suporte a todo o ciclo de vida da edificação. Assim, o IFC representa um conjunto de objetos, e respectivas propriedades, capaz de representar uma edificação de modo bastante detalhado.

Conforme Ferreira (2005), o IFC é um modelo amplo de dados, com potencial uso em diversas aplicações na AEC. Por ser um modelo aberto, uma de suas grandes vantagens é sua constante evolução e adaptação.

A figura 2 ilustra as principais extensões de arquivo e a possibilidade de intercâmbio deles entre os programas.

		Formato de Entrada								
Software		Revit	Navis Works	Design Review	Tekla	ARCHICAD	Autocad	AECOSim	Solibri	
Formato de Saída	Revit		NWC	DWF	IFC	IFC	DWG	DWG	IFC	
	Navisworks			DWF					NWC	
	Design Review		DWF			DWF	DWF			
	Tekla	IFC	IFC			IFC	DWG			
	ARCHICAD	IFC	NWC	DWF	IFC		DWG	DWG	SMC	
	Autocad	DWG	DWG	DWF	DWG	DWG		DWG		
	AECOSim	RVT	IFC	DWF	IFC	IFC	DWG		IFC	
	Solibri					SMC				

Figura 2 – Intercâmbio entre programas BIM

Fonte: Guia As BEA – Fascículo II, 2015

## 2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Para Tobin (2008), a implantação do BIM se desenvolve em três estágios prioritários. O primeiro estágio é a fase inicial de transição do sistema CAD bidimensional para modelos BIM parametrizados, em que prevalecem os benefícios de modelagem e visualização. O segundo estágio, prevê a utilização do modelo de forma colaborativa, com interoperabilidade, entre os profissionais de diversas disciplinas e também a adição do tempo, dos custos e de outras análises, como desempenho energético ou de sistemas. No terceiro estágio, a meta é a utilização completa das funcionalidades que um modelo BIM pode alcançar, como adoção de protocolos de troca de informações entre todos os agentes envolvidos, criação do modelo em rede e a possibilidade de realizar as mais variadas simulações com o modelo virtual.

Em uma abordagem relativamente semelhante, Succar (2010), definiu os graus de maturidade BIM como estágio 0 (pré-BIM), estágio 1 (uso de programa computacional BIM), estágio 2 (colaboração e interoperabilidade entre as disciplinas) e estágio 3 (total integração, protocolos, trabalho em rede, BIM *Server*, para todo o ciclo de vida da construção). Também definiu 4 passos (A, B, C e D), desde o estágio 0 até o *Integrated Project Delivery* (IPD). Em

2016, a matriz foi republicada, conforme a figura 3, alterando-se apenas o objetivo final, ao invés de IPD, passou a ser o pós-BIM com o alcance do Projeto Virtualmente Integrado, Construção e Operação (ViDCO) (BIM EXCELLENCE, 2016).

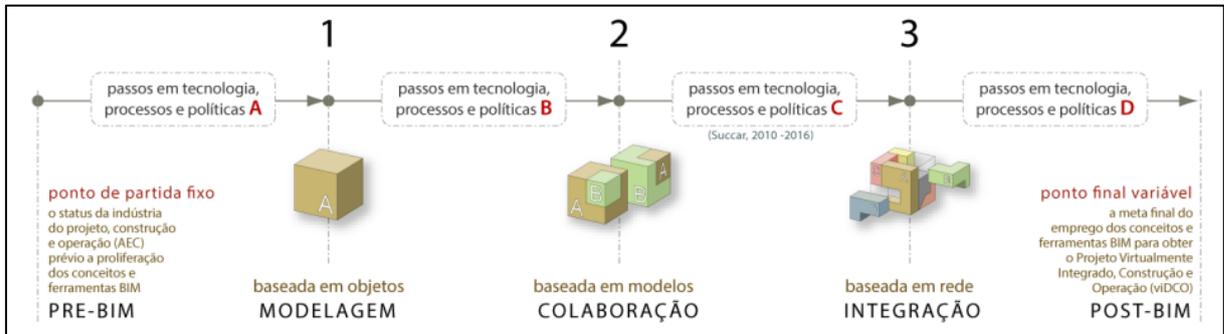


Figura 3 – Graus de maturidade em modelos BIM

Fonte: BIM Excellence, 2016

Também Clayton *et al.* (2008) *apud* Witicovski (2011), tem uma classificação parecida de níveis de implementação, sendo o primeiro estágio designado como BIM A, o de uso de programa computacional BIM como transição, o segundo estágio designado como BIM B, em que ocorrem trocas de informações, por meio de programas BIM entre os agentes envolvidos e exige um grau de relacionamento maior. E por fim o BIM I, seria a utilização plena da tecnologia BIM, com adoção de protocolos para a interoperabilidade e possibilidade de economia em diversas fases da construção.

Ainda, Gurevich e Sacks (2020) elaboraram uma nova versão do *BIM Adoption Impact Map* a partir de um estudo em que acompanharam por mais de três anos a adoção do BIM em três órgãos públicos (dois no Reino Unido e um em Israel), denominado BIM-AIM 2.0. Essa ferramenta, demonstrada apenas no primeiro nível no artigo, é um fluxograma, com entradas, saídas, agentes e os recursos para cada atividade, podendo ser uma base para o processo de adoção do BIM para órgãos públicos.

### 2.2.1 Nível de Desenvolvimento dos objetos em BIM

Outro ponto muito importante relacionado ao uso de modelos BIM, é o nível de desenvolvimento de cada objeto. Segundo o BIM Forum (2019) e o *American Institute of Architects* (2021), o *Level of Development* (LOD) Specification reflete o nível de desenvolvimento de detalhamento na geometria do objeto, para cada fase, divididos em cinco níveis (de 100 a 500).

De modo complementar, a Evolve Consultancy (2020) e o BIM Tool Box (2020), afirmam que o *Level of Information* (LOI) reflete a quantidade de informações não gráficas inseridas para descrever o objeto em uma determinada fase e o LOMD (*Level of Model Definition*) seria o resultado da fusão entre LOD e LOI ( $LOMD = LOD + LOI$ ), permitindo assim que haja níveis de informações gráficas e não gráficas independentes. Conforme a Evolve Consultancy (2020), a convenção no Reino Unido do LOMD pode ser ilustrada pela figura 4. Essa proposta também evita a confusão de LOD (*Level of Definition*) = LOD (*Level of Development*) + LOI. Resumidamente:

- No LOMD1 têm-se um estudo inicial de requisitos de desempenho e restrições do local.
- No LOMD2 têm-se um estudo de massa, com áreas básicas, volumes e orientação.
- No LOMD3 têm-se a concepção inicial dos sistemas, com quantidades aproximadas, tamanho, forma e localização.
- No LOMD4 os elementos modelados são precisos, aptos para constituírem uma estimativa de custo e verificação de conformidades. Também é um modelo adequado para a produção da documentação de obra.
- No LOMD5 seria um nível de fabricação e montagem, com especificações e requisitos dos componentes detalhadamente.
- No LOMD6 têm-se o projeto que mostra como o mesmo foi construído.

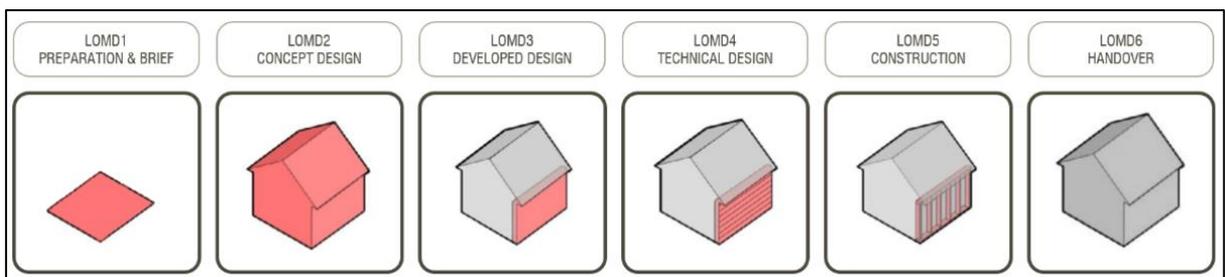


Figura 4 – LOMD no Reino Unido

Fonte: Evolve Consultancy (2020)

Tem-se também a definição de LoD (*Level of Development*) = LoG (*Level of Geometry*) + LoI (*Level of Information*), sendo o LOG representando o nível de desenvolvimento dos elementos gráficos (BALDWIN, 2019). A figura 5 ilustra o uso do conceito de LoG.

	Concept	DD	CD	Tender	Construction	Operation	
Geometrie	LoG 300	LoG 100	LoG 200	LoG 300	LoG 400	LoG 300	
	Lol	Lol	Lol	Lol	Lol	Lol	
	<b>Description</b>	external wall	external wall	external wall	external wall	external wall	external wall
	<b>Thickness</b>	–	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm
	<b>Length</b>	–	–	360 cm	360 cm	360 cm	360 cm
	<b>Height</b>	–	–	280 cm	280 cm	280 cm	280 cm
Information	<b>Material</b>	–	Brick with external insulation				
	<b>Manufacturer</b>	–	–	–	Swisspor	Swisspor	
	<b>Type</b>	–	–	–	–	LAMBDA Vento	
	<b>Cost / qm</b>	–	–	–	–	–	
		–	€ 80,00	€ 80,00	€ 85,50	€ 88,75	€ 88,75

Figura 5 – Exemplo de LoG

Fonte: Baldwin (2019)

Ainda Bolpagni (2016), apresenta um histórico da origem do acrônimo LOD, que surgiu em 2004 incorporado pelo software Vico junto com o conceito de *Model Progression Specification (MPS)*, para demonstrar a evolução das informações do modelo BIM e então baseou a criação do *Level of Development (LOD)*. As figuras 6 e 7 ilustram os acrônimos adotados em diversos países e os seus usos.

A norma ISO 19650-1, introduziu o conceito de LOIN (Level of Information Need), trazendo o conceito de que cada projeto definirá as informações necessárias, sendo assim, não definindo de forma absoluta as exigências de informações dos objetos (ACCA SOFTWARE, 2022).

O LOIN não é simplesmente o substituto do LOD, mas agora o foco está nas informações necessárias que o objeto deve conter para atender aos projetistas/clientes em determinada fase. É uma forma de reconhecer que os dados não estruturados, que não seguem uma exigência padrão, continuam sendo uma das saídas mais importantes dos projetos atualmente (BALDWIN, 2022).

A norma europeia EN17412-1 também definiu o LOIN, mas tanto esta norma com a ISO 19650-1, apresentam definições genéricas, sem o intuito de criar padrões nos níveis de detalhes aos objetos e por isto não são objetivamente aplicáveis na rotina da construção civil (SIBAI et al., 2022).

Source	LoX system	Whole Model	Model Element	Geometric data/info	Non-Geometric data/info
 BIPS 2007	Information Levels	x	x	x	x
 CRC 2009	Object Data Levels/Level of Detail		x	x	x
 Department of VA 2010	Level of Development (LoD/LOD)		x	x	x
 Vico Software 2011	Level of Detail (LOD)	x	x	x	x
 NATSPEC 2011	Level of Development (LOD)		x	x	x
 HKIBIM 2011	Level of Detail		x	x	x
 NYC DDC 2012	Model Level of Development/ Level of Development (LOD)	x	x	x	x
	Model Granularity		x	x	x
 PennState University (PSU) 2012	Level of Development (LOD)		x	x	x
 USC 2012	Level of Detail (LOD)		x	x	
 US Army Corps of Engineers (USACE) 2012	Level of Development (LOD)		x	x	x
	Element Grade/Grade		x	x	x
 AIA E203™ 2013	Level of Development (LOD)		x	x	x
 BCA 2013	Level of Detail		x	x	x
 PAS 1192-2 2013	Level of model Definition		x	x	x
	Level of model Detail (LOD)		x	x	
	Level of model Information (LOI)		x		x
 CIC BIM Protocol 2013	Level of Detail (LOD)	x		-	-
 BMVBS 2013	Level of Development		x	x	x
 BIM 2014	Information Level	x	x	x	x
 AEC (CAN) 2014	Level of Development	x	x		

Figura 6 – Acrônimos do BIM em diversos países (parte 1)

Fonte: Bolpagni (2016)

Por fim, a respeito das exigências de níveis de desenvolvimento para licitações no Brasil, tema que será abordado adiante, Carezzato (2018) apresentou 20 licitações com exigências do desenvolvimento do projeto em BIM, entre os anos de 2011 a 2016, constatando baixa exigência da definição da maturidade dos componentes (LoD) e nula exigência das informações nos objetos (LoI), pelos contratantes.

 Le Moniteur 2014	Level of Detail/ Level of Development (LOD)		x	x	x
 BCPP 2014	Level of Development (LOD)		x	x	x
	Level of detail (LOd)		x	x	
	Level of accuracy (LOa)		x	x	x
	Level of information (LOi)		x		x
	Level of coordination (LOc)	-	-	-	-
 CBC 2014	Level of Detail (LOD)	x	x	x	x
 BIM Taiwan 2014	Level of Development	x	x	x	x
	Level of Completeness	x	x	x	x
	Level of Detail	x	x	x	x
 ABEB-VBA 2015	Level of Development (LOD)		x	x	x
 D&R 2015	Level of Development (LOD)	x		x	
 BIMForum 2015	Level of Development		x	x	x
	Element Geometry		x	x	
	Associated Attribute Information		x		x
 NBS BIM Toolkit 2015	Level of Detail (LOD)		x	x	
	Level of Information (LOI)		x		x
 AEC (UK) 2015	Level of Definition		x	x	x
	Level of Information (LOI)		x		x
	Grade/Level of Detail (LOD)		x	x	
 SZGWS 2015	LOD	x		x	x
 USIBD 2016	Level of Development				
	Level of Accuracy	x	x	x	

Figura 7 – Acrônimos do BIM em diversos países (parte 2)

Fonte: Bolpagni (2016)

### 2.3 BIM E ORÇAMENTOS EM OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL

Conforme o TCU (2014), pode-se primeiramente realizar uma estimativa inicial do custo da obra, a partir do projeto básico, através, por exemplo, do CUB (Custo Unitário Básico). Sendo este cálculo uma previsão adequada do aporte necessário para a continuidade da obra até a sua finalização. Em sequência, para analisar a viabilidade financeira da licitação, deve-se realizar um orçamento de referência, do tipo **Preço Global** ou por **Preços Unitários**, em que é necessário descrever e quantificar todos os serviços necessários e, através de um **Boletim de Custo**, chegar ao valor total da obra. Deste modo, a **Planilha Licitatória** é a base para os concorrentes analisarem a viabilidade do futuro empreendimento e realizarem suas propostas atendo-se àquelas quantidades (TCU, 2014).

Durante a execução da obra, a **Planilha Licitatória** é a peça chave para o controle físico e financeiro das medições realizadas, dos reajustamentos e de aditivos ou “replanilhamentos”<sup>2</sup> (quando há modificação nas quantias iniciais previstas, através de inclusões e exclusões de quantitativos, mas mantendo o valor total do contrato).

O TCU (2014) aponta também os principais problemas que prejudicam a elaboração de orçamentos mais precisos, como falhas na formação dos preços, projetos defasados e, até mesmo, profissionais despreparados (que cometem erros elementares em levantamentos). Tais fatores acabam por gerar orçamentos inconsistentes.

Para as obras públicas, o valor do orçamento também define o modelo de licitação a ser utilizado. O Decreto 9.412/2018 (BRASIL, 2018b) alterou os valores para os tipos de licitações relativas a obras e serviços de engenharia da Lei 8.666/1993 (BRASIL, 1993). Os atuais valores estão apresentados na figura 8.

NOVOS VALORES LIMITE PARA AQUISIÇÕES PÚBLICAS POR MEIO DE LICITAÇÃO (alteração na Lei nº 8.666/1993)			
	CONVITE	TOMADA DE PREÇOS	CONCORRÊNCIA
OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA	ANTES: Até R\$ 150 mil	ANTES: Até R\$ 1,5 milhão	ANTES: Acima de R\$ 1,5 milhão
	↓ AGORA: Até R\$ 330 mil	↓ AGORA: Até R\$ 3,3 milhões	↓ AGORA: Acima de 3,3 milhões

Figura 8 – Novos tetos de valores para os tipos de licitações conforme o Decreto nº 9.412 de 18 de junho de 2018

Fonte: Adaptado do Decreto nº 9.412/2018

<sup>2</sup> O termo “replanilhamento” é inexistente na Língua Portuguesa, conforme busca nos dicionários formais. É um termo de uso comum para denotar que uma planilha orçamentária teve mudanças, adições ou supressões de quantitativos e serviços, gerando uma nova versão da planilha, ou seja, houve um (re)planilhamento. Exemplos de aplicação “(...) parecer jurídico de **replanilhamento** de contrato sem alteração de valor global.” em parecer da prefeitura de Horizonte/CE em 2018, disponível em: <<https://www.horizonte.ce.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/1%C2%BA-ADITIVO-DE-REPLANILHAMENTO-DE-%C3%8DTENS.pdf>>. Ou em “(...) processos para aditivo ou **replanilhamento** nos contratos de Obras (...)” em orientação técnica do município de Serra/ES em 2020, disponível em: <<http://www4.serra.es.gov.br/site/download/1594834591969-orientao-tcnica-cgm-02-2020-aditivo-de-obras.pdf>>.

Com a nova Lei de Licitações N° 14.133/2021, que orienta o poder público para novas contratações e licitações, as demais leis que se referem a licitações, principalmente a N° 8.666/1933 serão revogadas a partir de 01/04/2023. Entre as mudanças com a nova lei, está a inclusão do pregão como modalidade para contratação de serviços comuns de engenharia, que não se enquadram como serviços especiais de engenharia (obras com alta heterogeneidade ou complexidade). Não há mais valores limites por tipo de licitação, e a modalidade tomada de preços e a convite foram extintas. Também houve a adição da modalidade Diálogo Competitivo e, sempre que for cabível, adotar-se-á a Modelagem da Informação da Construção nas licitações de obras e serviços de engenharia. E prevê a dispensa de licitações de obras e serviços de engenharia que tenham valores abaixo de R\$ 100.000,00 (cem mil reais) (BRASIL, 2021)

Para a Lei N° 14.133/2021, os valores estimados para obras e serviços de engenharia devem se basear no Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), para serviços e obras de infraestrutura de transportes, e para os demais serviços e obras o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (SINAPI). Em caso de inexistência do item nesses boletins, pode-se usar um preço advindo de uma pesquisa de mercado, ou de outros boletins referenciais, ou de contratações similares de até um ano anterior ou até mesmo por pesquisa de notas eletrônicas na base nacional (BRASIL, 2021).

Caso a Administração Pública consiga definir com precisão o orçamento do objeto, ou seja, os quantitativos levantados forem exatos, pode-se decidir pela licitação por preço global no lugar da licitação por preço unitário. A diferença é que a planilha de serviços com os preços unitários não fará parte do processo de licitação, apenas o valor total balizará a contratação (CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO, 2017).

Além disso, segundo o TCU (2014), os autores dos orçamentos para obras públicas, devem se responsabilizar pelos mesmos, via ART (Anotação de Responsabilidade Técnica).

A importância do orçamento para as obras públicas no Brasil pode ser demonstrada pelo Painel de Obras do Ministério da Economia. A figura 09 apresenta, a partir de três fontes de dados, o status quo em termos de quantidades de obras e do valor investido. As fontes de dados são: o **Sistema de Convênios** (SICONV) e o **Avançar**, que passaram a se chamar **Plataforma + Brasil** e o **PAC** (Programa de Aceleração do Crescimento) do Governo Federal (BRASIL, 2022a).

No que se refere às licitações de obras públicas com projetos em BIM, convém citar a iniciativa do governo de Santa Catarina, que publicou o Caderno BIM (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO 2014), com as diretrizes para a contratação de projetos em BIM. Posteriormente, foi publicada uma nova versão, denominada 2.0 (SECRETARIA DE ES-

TADO DO PLANEJAMENTO, 2018). O governo do Estado do Paraná, em 2018, também publicou uma coletânea de cadernos para a contratação de projetos em BIM para licitações, contendo também uma série de vídeos explicando, por exemplo, como é a classificação dos elementos pelo Revit através da ferramenta Autodesk Classification Manager, usando para tal a tabela SINAPI (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA, 2018).

Matos (2016), expõe os benefícios do uso do BIM para a fiscalização de obras públicas. Conclui que o BIM ajuda a melhorar a gestão da informação, pois as centraliza no modelo, diminui erros de medição no projeto por possibilitar a extração automática de quantitativos, permite um melhor acompanhamento da obra pela visualização tridimensional e auxilia na análise da sequência construtiva.

## 2.4 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E REMUNERAÇÃO

Pela necessidade de facilitar, agilizar e ter mais precisão no processo orçamentário, surgiram os **Critérios de Medição** como forma de representar em um único serviço, todo o custo direto com mão de obra, material e equipamento necessários para sua execução. Para cada serviço, através de sua composição, é possível entender como ocorrerá a sua remuneração, pois compreende as quantidades necessárias de mão de obra, material e equipamento para a execução de uma unidade de determinado serviço. O quadro 02 ilustra algumas unidades de medição adotadas pela CPOS.

Os **Critérios de Medição**, deste modo, são usados como referência na elaboração de orçamentos e também como ferramenta de fiscalização da execução, pois os serviços executados devem atender integralmente à composição dos **Critérios de Medição** para serem remunerados.

A figura 10 ilustra a existência de alguns boletins referenciais de custo por estado da federação, nos quais se definem os **Critérios de Medição**.

Conforme Alves (2017), não há critérios melhores entre si, mas diferentes formas de se remunerar o mesmo serviço, conforme a composição proposta por cada **Critério de Medição**. Mattos (2017) exemplifica a diferença de remuneração de alvenaria do SINAPI, que desconta todos os vãos, com relação à do TCPO (TABELA DE COMPOSIÇÕES E PREÇOS PARA ORÇAMENTOS, 2021), conforme figura 11, que exige o desconto somente de vãos acima de 2m<sup>2</sup>. O SINAPI adota os índices de produtividade, conforme cada tipo de alvenaria e as suas peculiaridades na execução. Portanto, deve-se ter cautela na comparação de critérios de

medição, pois envolvem diferenças de mão de obra e também de materiais que compõem cada serviço, ou seja, é necessário verificar a composição de cada um deles para uma exata comparação.



Figura 9 – Obras públicas em execução em setembro de 2022

Fonte: Painel de Obras (BRASIL, 2022a)

ABREVIATURA	UNIDADE	DESCRIÇÃO
kg	QUILO	PESO, UTILIZADA PARA MEDIÇÃO E REMUNERAÇÃO DE SERVIÇOS COM QUANTIDADES EM PESO DE MATERIAL EMPREGADO NA SUPERFÍCIE, UTILIZADA PARA EXECUÇÃO
m <sup>2</sup>	METRO QUADRADO	MEDIÇÃO E REMUNERAÇÃO DE SERVIÇOS EXECUTADOS POR ÁREA
m <sup>3</sup>	METRO CÚBICO	VOLUMÉTRICA, UTILIZADA PARA MEDIÇÃO E REMUNERAÇÃO DE SERVIÇOS EXECUTADOS POR
un	UNIDADE	UNITÁRIA, UTILIZADA PARA A MEDIÇÃO DE SERVIÇOS REMUNERADOS EM QUANTIDADES INTEIRAS

Quadro 2 – Unidades de medição da CPOS

Fonte: Adaptado de CPOS (2019)

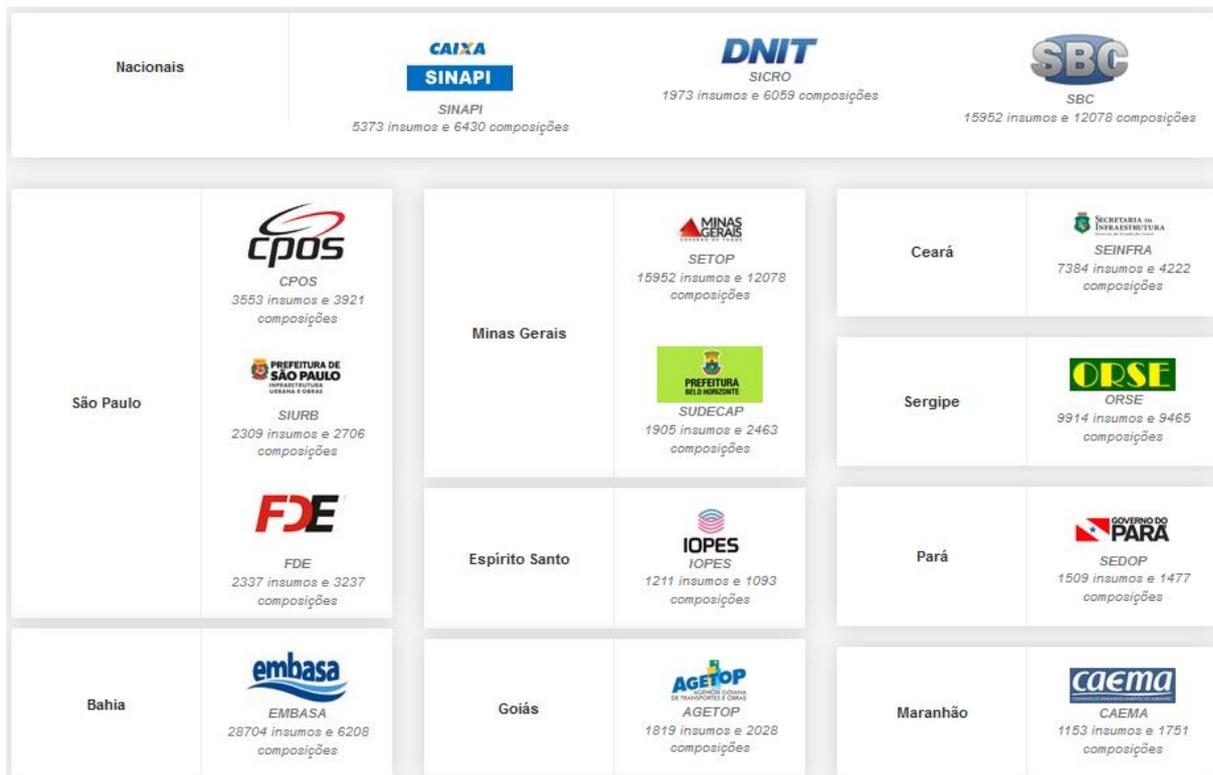


Figura 10 – Boletins referenciais de custo

Fonte: Site OrçaFascio (2020)

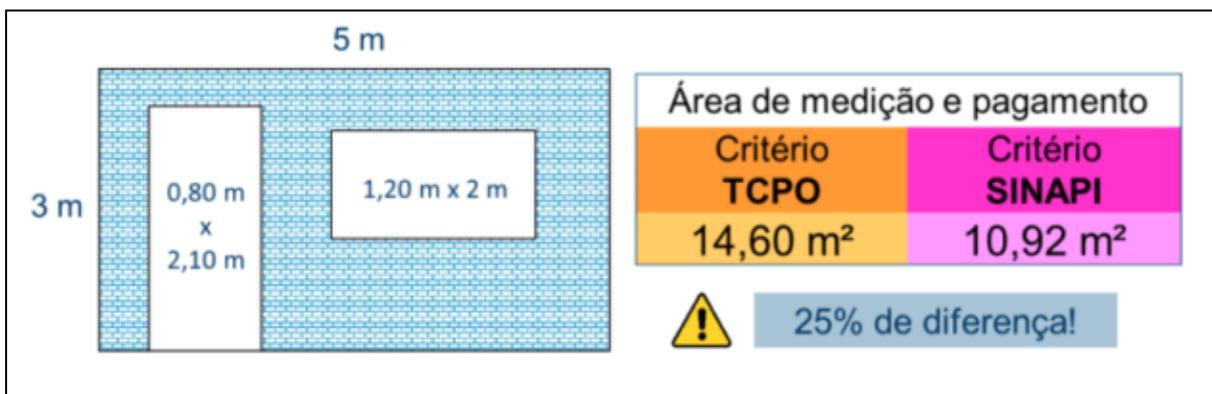


Figura 11 – Diferenças de remuneração de alvenaria do SINAPI e da TCPO

Fonte: Mattos (2017)

Para esta pesquisa, foram utilizados os boletins de serviços do SINAPI e CPOS, pois são estes os critérios de medição e boletins de serviços utilizados para a elaboração da planilha licitatória para o projeto escolhido como estudo de caso.

## 2.4.1 CPOS – Companhia Paulista de Obras e Serviços

A criação da CPOS foi fruto da transformação do Departamento de Edifícios e Obras Públicas (DOP) na empresa CPOS, conforme a Lei Estadual 7394/1991 (CPOS, 2020). A CPOS foi uma sociedade de economia mista, alocada na Secretaria de Governo. A CPOS lançou a primeira edição das especificações de serviços em 1995. Cada serviço de uma determinada fase de uma obra genérica contém a sua descrição, os critérios de execução e os critérios de recebimento (especificação de como o serviço final deve estar para que o fiscal possa aprovar o recebimento o que conduz a posterior pagamento). Contém também um código padronizado para a identificação.

As figuras 12 e 13 ilustram os critérios de remuneração e a composição do serviço chapisco como exemplo do boletim CPOS.

<b>17.02.020 Chapisco</b>
1) Será medido pela área revestida com chapisco, não se descontando vãos de até 2,00 m <sup>2</sup> e não se considerando espaletas. Os vãos acima de 2,00 m <sup>2</sup> deverão ser deduzidos na totalidade e as espaletas desenvolvidas (m <sup>2</sup> ).
2) O item remunera o fornecimento de cimento, areia e a mão-de-obra necessária para a execução do chapisco.

Figura 12 – Critério de remuneração do serviço chapisco da CPOS

Fonte: CPOS (2019)

17.02.02	Chapisco	m <sup>2</sup>	
010139	Pedreiro	h	0,1000
010146	Servente	h	0,1125
020503	Areia média lavada (a granel caçamba fechada)	m <sup>3</sup>	0,0052
020508	Cimento CPII-E-32 (sacos de 50 kg)	kg	2,2650
080125	Betoneira reversível com carregador, capac. 320 litros, acionamento do motor combustão interna (diesel e gasolina) ou motor elétrico Alfa 320	h	0,0022

Figura 13 – Composição do serviço chapisco da CPOS

Fonte: CPOS (2019)

## 2.4.2 SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices

O SINAPI, com o Decreto 7.983/2013 (BRASIL, 2013) e o Decreto 13.303/2016, Lei das Estatais (BRASIL, 2016), passou a ser o boletim referencial de preços para a orçamentação de todas as obras públicas com recursos da União e para contratos celebrados com empresas públicas ou de economia mista. A Caixa Econômica Federal é a responsável pela sistematização

dos dados e sua divulgação, e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é o responsável pelas pesquisas de preço (BRASIL, 2019b).

Desde 2013 até 2018 o SINAPI passou por um primeiro ciclo de aferição das composições de serviços e de 2018 a 2023 está acontecendo o segundo ciclo (ver histórico na figura 14). Essa aferição é feita através da FDTE (Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia), que implantou o sistema de árvore de processos, como forma de identificar a maioria dos tipos de serviço e a inclusão de fatores de produtividade, aumentando assim o número de composições (BRASIL, 2019b). Como exemplo, há atualmente trinta e dois tipos de chapisco, que variam pelo local de aplicação, ferramenta de aplicação, traço e equipamento de fabricação (figura 15). A figura 16 apresenta um exemplo de composição de um tipo de chapisco. Além disso, para cada serviço há informações adicionais pelos seguintes tópicos:

- a) Itens e suas características (especificações dos materiais que compõem o serviço);
- b) Equipamentos (especifica os equipamentos utilizados);
- c) Critérios para quantificação dos serviços (especifica o que deve ser levado em consideração para quantificar o serviço);
- d) Critérios de aferição (especifica os serviços complementares que foram considerados na composição);
- e) Execução (especifica como deve ser a execução do serviço);
- f) Informações complementares (demonstra explicações adicionais);
- g) Pendências (ocorre quando algum insumo da composição, que não teve o preço atual obtido é substituído por outro similar em funcionalidade e preço, mantendo-se assim a composição ativa).

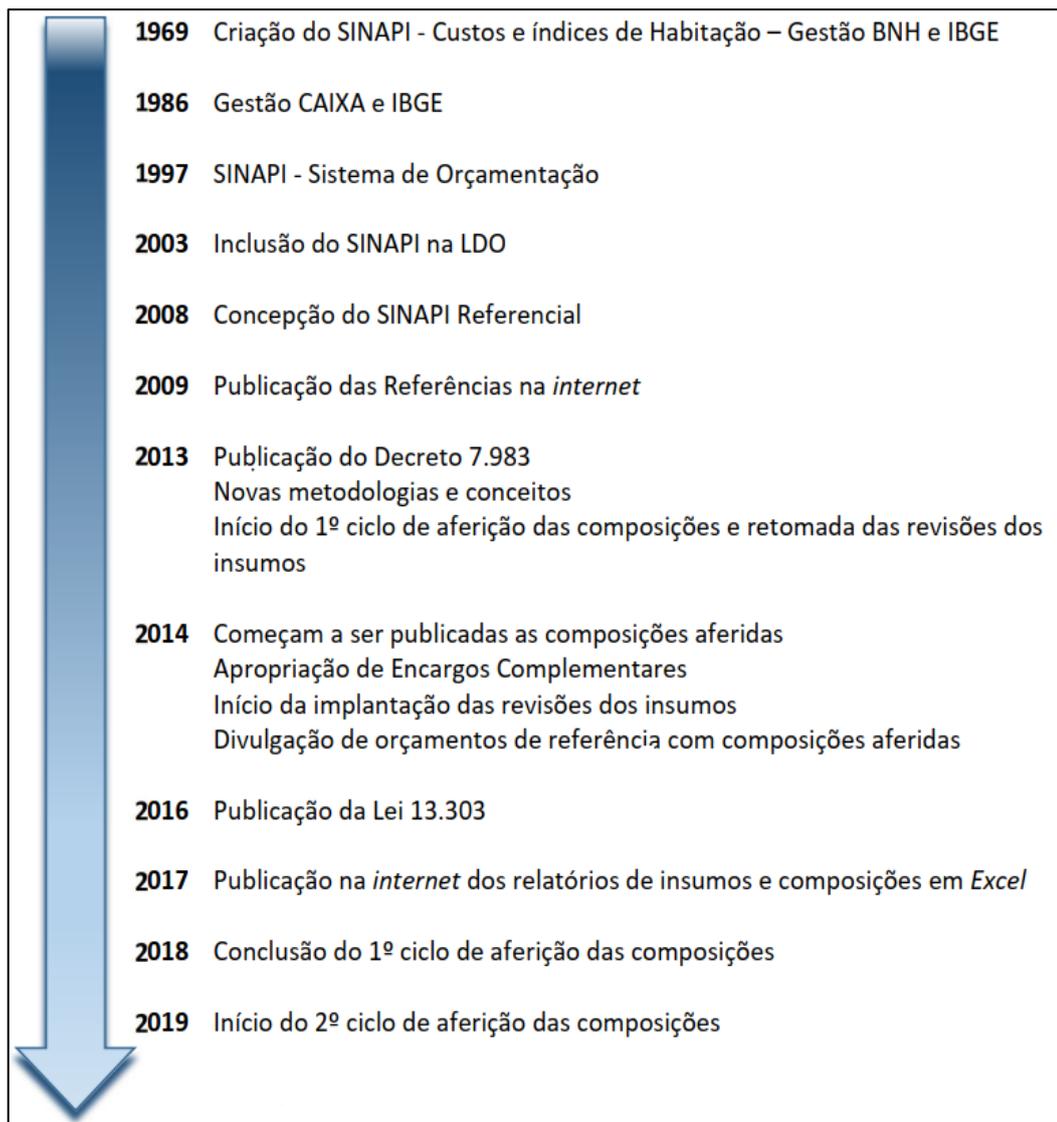


Figura 14 – Histórico do SINAPI.

Fonte: Brasil (2019b)

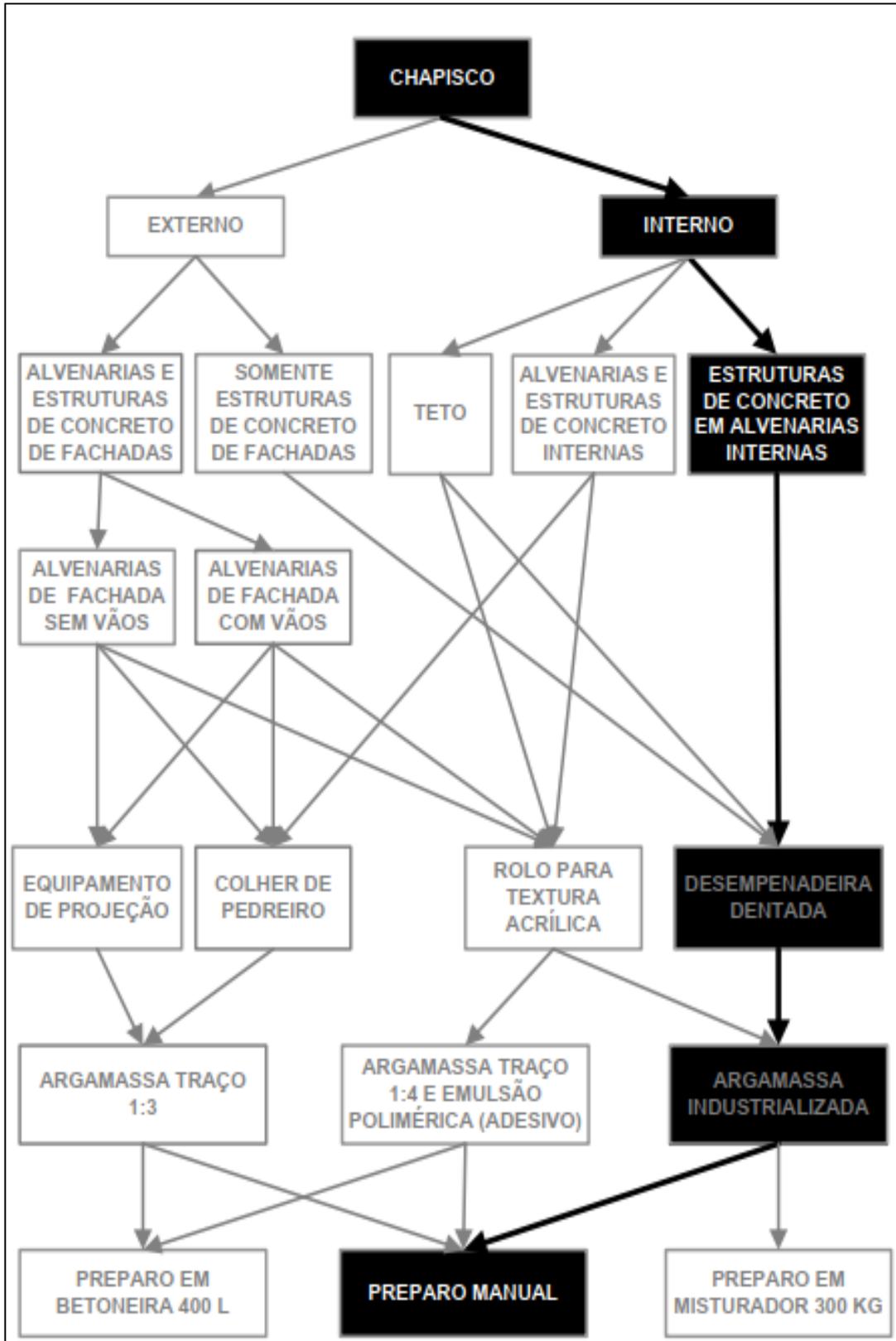


Figura 15 – Árvore de processos com os 32 tipos de chapisco do SINAPI.

Fonte: Brasil (2020b)

<b>Código / Seq.</b>	<b>Descrição da Composição</b>			<b>Unidade</b>
01.REVE.CHAP.012/02	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014			M <sup>2</sup>
<b>Código SIPCI</b>				
87905				
Vigência: 06/2014		Última atualização: 02/2016		
<b>COMPOSIÇÃO</b>				
<b>Item</b>	<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Coeficiente</b>
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1830
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0910
C	87313	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA GROSSA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M <sup>3</sup>	0,0042

Figura 16 – Composição de um dos tipos de chapisco do SINAPI

Fonte: Brasil (2020b)

Melo (2016) explica que a adoção dos fatores de produtividade pelo SINAPI criou um processo de orçamentação entre o convencional e o operacional, resultando em um número elevado de possibilidades para um mesmo serviço.

Sobre a utilização do SINAPI, Melo (2016) apresenta o desenvolvimento de uma metodologia para auxiliar no processo de escolha do serviço do SINAPI, denominada PAO (Processo de Apoio ao Orçamento). A autora demonstra as diferenças em termos quantitativos de dias de trabalho e consumo de materiais, a depender dos critérios de escolha dentre as possibilidades para alvenaria, chapisco, emboço, cerâmica, gesso e pintura, e da consideração ou não do transporte dos materiais. Tais serviços foram escolhidos por comporem a fase de maior peso financeiro num conjunto de obras (revestimento). Melo (2016) se baseou em cinco possíveis cenários de escolha dos fatores que compõe a composição para a orçamentação, sendo eles:

“Opção A – Devem ser selecionados os itens mais produtivos disponíveis na base de dados do SINAPI ignorando as especificações de projeto, local de execução e formas de levantamento de áreas.

Opção B – Devem ser selecionados os itens mais produtivos disponíveis na base de dados do SINAPI ignorando as especificações de projeto e levando em consideração o local de execução e o levantamento de áreas de acordo com o SINAPI.

Opção C – Devem ser selecionados os itens disponíveis na base de dados do SINAPI seguindo as especificações de projeto e local de execução, porém as formas de levantamento de áreas não devem ser realizadas de acordo indicadas pelo SINAPI.

Opção D – Devem ser selecionados os itens disponíveis na base de dados do SINAPI seguindo as especificações de projeto e local de execução e o levantamento de áreas foi feito de acordo com o SINAPI.

Opção E – Para os serviços que apresentam a opção de utilizar as Composições Representativas, devem ser utilizadas as composições que mais se aproximavam das descritas nas especificações de projeto.”

Cavalcante, Silva e Carvalho (2018) indicam uma possível tendência do SINAPI a induzir erros orçamentários. Exemplifica-se essa tendência com o caso da composição do concreto feito na obra (código SINAPI 94971), cuja composição indica a não inclusão do valor do transporte da areia e do transporte da pedra britada, nem está incluso o transporte interno na obra. Com uma pesquisa com 22 profissionais de orçamentação, 72,2% não sabiam que esses transportes não estavam inclusos. Dos profissionais que disseram conhecer (27,8%), 86,7% disseram não incluir tais custos no orçamento. A inclusão desses transportes causaria um aumento de 30,07% no preço final para o concreto, pelo caso estudado.

Em outro exemplo de possível indução ao erro pelo SINAPI, Cavalcante *et al.* (2019) abordam o serviço de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos 9x19x19cm (código SINAPI 87503), que na sua composição, além de não incluir o frete da areia, considera o índice de produtividade da argamassa de 0,098 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de alvenaria. No entanto, ao consultar o caderno técnico dessa composição, o mesmo esclarece que esse índice é para aplicação da argamassa com bisnaga ou palheta, e no campo de informações complementares, explica-se que para aplicações da argamassa com colher de pedreiro, esse índice deve ser multiplicado por 1,61. No exemplo, utiliza uma obra do estado do Alagoas, onde há predominância ainda no uso da colher para execução da argamassa de assentamento. Ao entrevistar 20 profissionais de orçamentação dessa região, 88,9% disseram desconhecer esse fator multiplicativo no índice quando se usa colher de pedreiro. E, dos que responderam conhecer, nenhum disse alterar o índice na composição.

## 2.5 EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE UM MODELO BIM

O número de trabalhos que abordam a temática da extração de quantitativos de modelos BIM tem crescido nos últimos anos, através de trabalhos de conclusão de curso, monografias de especializações e em dissertações de mestrado, entre outros.

Conforme Eastman *et al.* (2014) há pelo menos três formas de extração de quantitativos. A primeira seria a exportação de quantitativos do modelo para programas de orçamentação (ex.: extração de tabelas de quantitativos do Revit para orçamentação no Excel). A segunda seria a conexão de programas de orçamentação diretamente com o modelo (ex.: o *plug-in* OrçaFascio para Revit). Por último, o uso de ferramentas BIM próprias para a extração e importação de dados de quantitativos para fins orçamentários (ex.: uso do *software* Vico que se interliga ao modelo BIM). Fenato (2017) nomeou essas formas de extração como procedimentos 1, 2 e 3 respectivamente e sistematizou com alguns exemplos de ferramentas existentes para cada situação (quadro 03).

NOME DO SOFTWARE	EMPRESA	PROCEDIMENTO DE ATUAÇÃO PARA ORÇAMENTO
DPROFILER®	Beck-Technology	Modelador com foco em custo
REVIT®, ARCHCAD®, AECOSIM®, DDS® e outros		Procedimento 1
COSTOS®	Nomitech	Procedimento 2
ITALSOFT®	Italsoft	Procedimento 2
SAGE TIMBERLINE®	Innovaya	Procedimento 2
SUCCESS ESTIMATOR®	U.S.Cost	Procedimento 2
TOCOMAN ILINK® + EXPRESS®	Tocoman	Procedimento 2
VICO ESTIMATOR®	Vico	Procedimento 2
EXACTAL COST X®	Exactal	Procedimento 3
INNOVAYA®	Innovaya	Procedimento 3
ONCENTER®	OnCenter	Procedimento 3
QTO®	Autodesk	Procedimento 3
SMARTBIM QTO®	CmdGroup	Procedimento 3
TAKEOFF MANAGER®	Vico	Procedimento 3

Quadro 3 – Ferramentas BIM para extração de quantitativos.

Fonte: Fenato (2017)

Pode-se ainda acrescentar alguns outros meios de extração de quantitativos, como o *plug-in* OrçaBIM para o Revit, da empresa OrçaFascio (ORÇAFASCIO, 2020). A ferramenta

BIMSync® Manager para o BIMSync® também é outra opção para extração de quantitativos e geração de planilhas para uso posterior (BENOIT, 2019). Recentemente lançados ao mercado, também se tem o software QiVisus, da empresa AltoQi e a plataforma Rubk do grupo Senior, ambas nacionais, com soluções em BIM para planejamento e orçamentação de modelos em BIM. Segundo a ABDI (2017), a utilização do BIM para a quantificação, é uma das suas maiores utilizações, pois possibilita maior velocidade e exatidão na obtenção de quantitativos.

Conforme Kymmeel (2008), o modelo BIM permite a extração de quantitativos automáticos, pois a modelagem é parametrizada e cada elemento possui suas informações.

Para Santos, Antunes e Balbinot (2014), os quantitativos podem ser extraídos diretamente do modelo BIM, com melhor agilidade e exatidão, se comparado ao modo convencional, que é propício a erros humanos. Além disso, conforme ocorrem mudanças no projeto os quantitativos são alterados instantaneamente, fato muito vantajoso em relação ao modo convencional.

Nesse contexto, temos Monteiro e Poças Martins (2013) descrevendo a importância do levantamento de quantitativos, inicialmente para uma estimativa de custos, depois para o orçamento completo e, durante a obra, para o controle de custos. Mas, é importante frisar, conforme Forgues et al. (2012), que mesmo com a utilização de ferramentas e modelos BIM, a extração de quantitativos não estava suficientemente consolidada.

Badra (2018) sugere a inserção de parâmetros de qualidade, para que a extração de quantitativos siga uma padronização coerente para embasar o orçamento. Também alerta que um dos maiores problemas nas distorções de orçamento ocorre devido a erros na quantificação. Conforme Miranda e Matos (2015), das 668 auditorias do TCU entre 2011 e 2014, 63 apresentaram deficiências específicas referentes ao orçamento do contrato, aditivo incompleto ou inadequado. No entanto, em 253 casos foram identificados superfaturamento e sobrepreço, sendo que o superfaturamento tem relação direta com os quantitativos da planilha licitatória.

A partir de três estudos de caso, Sakamori (2015) evidenciou como ocorre a extração de quantitativos de modelos BIM diretamente da Autodesk® Revit e o levantamento de custo na fase inicial. Dois estudos de caso foram habitações de interesse social e um se tratava de uma habitação de dois pavimentos. Naquele que se refere à extração de quantitativos, para cada elemento ou material de um elemento composto durante a modelagem inseriu-se o respectivo código SINAPI no próprio nome. Este mesmo código também foi inserido no campo Keynote na descrição de cada objeto. Além disto, também criou o código EAP (Estrutura Analítica de Projeto) como sendo um material, para que no relatório da extração seja possível organizar em fases para o planejamento. A extração de quantitativos gerou um arquivo de texto que depois

foi importado para uma planilha para relacioná-los aos custos. Para cada estudo de caso, Sakamori (2015) gerou vinte e duas tabelas, cada uma agregando diversos serviços, para comporem o orçamento preliminar. Demonstrou assim os procedimentos necessários para alcançar um orçamento preliminar consistente através de um modelo BIM.

Felisberto (2017) estudou a simulação 5D<sup>3</sup> a partir dos critérios de medição do SINAPI. Para tal, realizou a modelagem de uma guarita, elaborando o orçamento através do Autodesk® Revit e, por vezes, complementando com o uso do Autodesk® Navisworks. Também, a partir de três projetos modelados em BIM (um edifício, um Centro de Referência de Assistência social e uma Creche) pela própria Caixa Econômica Federal (CEF), gerou orçamentos através do Autodesk® Navisworks. Inseriu um catálogo SINAPI no Autodesk® Navisworks, estruturando o orçamento de referência, com EAP, pelos módulos Quantification e Item Catalog. Alguns quantitativos de elementos não modelados foram obtidos através da inclusão de fórmulas dentro do programa como, por exemplo, os rodapés e as vergas. Outro ponto importante foi a possibilidade de localizar o serviço exato no Autodesk® Navisworks com base em filtros, para classificar os elementos. Por exemplo, para localizar paredes com mais de 6m<sup>2</sup> de área, atendendo assim ao serviço SINAPI correspondente, facilmente se aplicou o filtro – através do comando Find Items (figura 17) - preenchendo até quatro campos disponíveis.

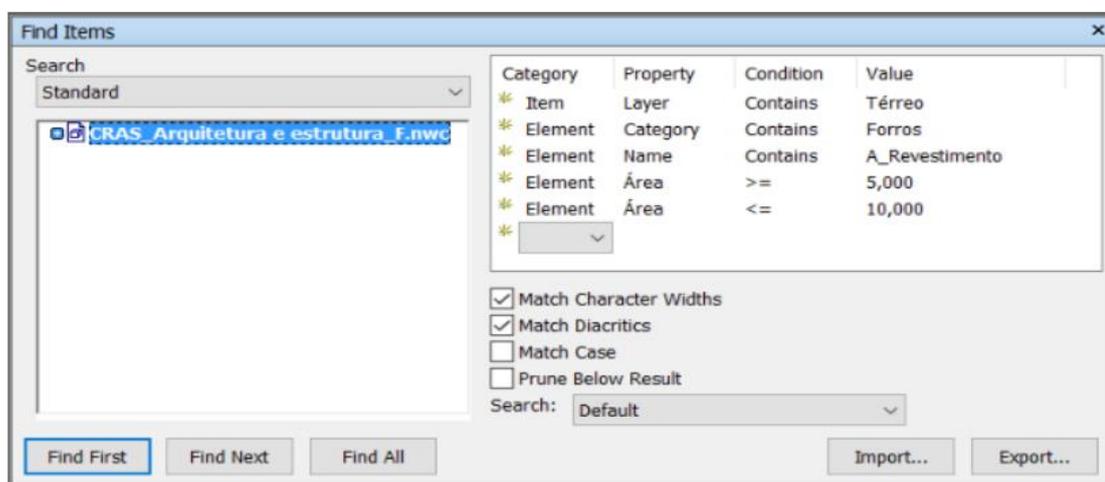


Figura 17 – Uso do comando *Find Items*, aplicando filtros para forro de 5 a 10m<sup>2</sup>

Fonte: Felisberto (2017)

---

<sup>3</sup> A simulação 5D de um modelo BIM, refere-se a inserção do orçamento ao modelo. Desta forma, é possível acompanhar a evolução do custo da obra, concomitantemente com a evolução física da obra.

Outro ponto importante em Felisberto (2017) é a atualização no modelo do Autodesk® Revit refletindo diretamente também no Autodesk® Navisworks. Para tal, os arquivos de extensão *rvt* e *nwf* devem estar em mesmo diretório raiz e deve ser aplicado o comando *Refresh*. Com mais alguns procedimentos consegue-se a atualização nos quantitativos. O autor somente não localizou uma forma de atualização de elementos novos ao modelo. O orçamento de referência final foi realizado via planilha eletrônica. Para atualizar de forma automática os valores unitários, o autor sugere elaboração de uma macro (rotina que executa tarefas na planilha eletrônica) que tenha essa função. Ao final, o autor demonstra a efetividade na solução como geradora de orçamento de referência.

Por fim, Felisberto (2017) compara a orçamentação gerada na pesquisa, com a orçamentação da própria CEF de três modelos, também da CEF, e consegue localizar alguns erros de classificação SINAPI nos elementos, cometidos pela própria CEF como, por exemplo, no projeto de um edifício multifamiliar. Em alguns subtotais de tipos de alvenaria aparecem erros sem, no entanto, apresentar grande diferença na quantia total de alvenarias. Já para o projeto da Creche FNDE Tipo C, além de diferenças nos subtotais dos tipos de alvenaria, houve uma diferença considerável no total final: 828,12 m<sup>2</sup> levantados pela CEF e 721,49 m<sup>2</sup> pela pesquisa, demonstrando um erro no processo de classificação. Deste modo, a pesquisa também demonstra a dificuldade na classificação correlacionado à modelagem, e como isso pode impactar na orçamentação final. Pela tabela 1 têm-se na extração da CEF um total de 5.674,67 m<sup>2</sup>, enquanto na pesquisa um total de 4.248,55 m<sup>2</sup>, tal diferença pode estar relacionado a considerações de alturas distintas de acabamento em parede.

SINAPI	Descrição	Local	CEF	PESQUISA
87266	Cerâmica Meia Altura < 5m <sup>2</sup>	Interno	192,58	516,01
87267	Cerâmica Meia Altura > 5m <sup>2</sup>	Interno	552,01	126,24
87527	Emboço p/ Cerâmica < 5m <sup>2</sup>	Interno	71,84	516,01
87529	Massa única para Pintura	Interno	974,50	436,09
87531	Emboço p/ Cerâmica 5 a 10m <sup>2</sup>	Interno	46,83	126,24
87536	Emboço p/ Cerâmica > 10m <sup>2</sup>	Interno	442,13	-
87878	Chapisco	Interno	1.110,70	1.078,34
87779	Emboço ou Massa única Com Vãos	Externo	244,83	422,49
87797	Emboço ou Massa única Sem Vãos	Externo	684,92	302,32
87894	Chapisco Sem Vão	Externo	1.017,98	302,32
87905	Chapisco Com Vão	Externo	336,35	422,49

Tabela 1 – Diferenças nos quantitativos Caixa e pesquisa.

Fonte: Felisberto (2017)

Fenato (2017) demonstra como pode ser realizado um orçamento operacional, a partir de um modelo BIM com o uso do Autodesk Revit. Ele realizou dois estudos empíricos, para demonstrar a extração de quantitativos das macros operações e para verificar as possibilidades de extração de forma separada, embasando assim um orçamento operacional (ver Quadro 4).

Monteiro e Martins (2013) demonstraram que para ter uma extração automática das formas seria necessário um modelo próprio. Isso se daria por causa do seu uso temporário e das especificidades na sua aplicação. Pode-se concluir que o mesmo valeria para outros serviços temporários, como o de escoramento, por exemplo.

Nº	MACRO OPERAÇÕES	TIPO DE EXTRAÇÃO	TABELA DE CLASSE DE OBJETO QUE CONTÉM OS DADOS PARA EXTRAÇÃO
1	Execução de prumo da fachada	-	-
2	Instalação de esquadria alumínio	Objeto	Janela
3	Execução requadros em torno das esquadrias (material)	Parâmetro calculado	Janela
4	Execução requadros em torno das esquadrias (mão de obra)	Parâmetro calculado	Janela
5	Assentamento de pingadeira (material)	Parâmetro calculado	Janela
6	Assentamento de pingadeira (mão de obra)	Parâmetro calculado	Janela
7	Proteção de pingadeira	Parâmetro calculado	Janela
8	Impermeabilização de contramarco	Parâmetro calculado	Janela
9	Fabricação de vergas e contra-vergas	Parâmetro calculado	Janela
10	Instalação de vergas e contra vergas	Parâmetro calculado	Janela
11	Pintura de requadros da esquadria	Parâmetro tipo texto	Janela
12	Instalação de contramarco	Direto na planilha de apoio	Janela
13	Elevação de alvenaria	Objeto	Parede
14	Fixação de tela de entre estrutura e alvenaria	Objeto	Parede
15	Emboço externo com uso de balancim	Objeto	Parede
16	Instalação de rede de proteção de fachada	Objeto	Parede
17	Textura com uso de balancim	Objeto	Parede
18	Fixação de alvenaria	Parâmetro tipo texto	Parede
19	Chapisco de fachada	Direto na planilha de apoio	Parede
20	Marcação de alvenaria	Direto na planilha de apoio	Parede
21	Chapisco rolado entre estrutura e alvenaria	Objeto	Requadro
22	Execução de requadros (mão de obra)	Objeto	Requadro
23	Execução de requadros (Materiais)	Objeto	Requadro
24	Execução de friso no emboço	Objeto	Requadro
25	Execução de junta de dilatação	Objeto	Requadro
26	Pintura de frisos	Direto na planilha de apoio	Requadro

Quadro 4 – Exemplos de macro operações extraídas e o tipo de extração

Fonte: Fenato (2017)

Stradiotto (2018) estudou as melhorias surgidas com a adoção do BIM a partir de estudos de caso de dois diferentes editais para obras do CRAS-SC. Um edital de 2013

confeccionado pelo sistema convencional CAD e o outro edital de 2017 realizado por meio de licitação em BIM. A comparação entre os editais sobre o quesito documentação demonstrou maior qualidade com os projetos e fluxo de informação em BIM. Isso foi constatado também por meio de entrevista com os agentes envolvidos. Outro importante resultado da comparação foi que em ambos editais havia obras com custos originais próximos, mas poucas obras tiveram aditivos de custo ou de prazo para o edital em BIM, demonstrando economia para a administração (ver Tabela 2) por conta da maior precisão na elaboração contratual e maior agilidade na execução. Um ponto negativo, no entanto, foi a falta de treinamento dos fiscais para o uso de plataformas BIM.

Contrato	Projeto	Área	% Execução	Custo Inicial	Custo Final	Prazo Inicial	Prazo Final
Blumenau	CAD	169,06m <sup>2</sup>	100%	R\$378.148,93	R\$425.996,82	120	827
Sombrio	BIM	171,66m <sup>2</sup>	100%	R\$375.212,57	R\$375.212,57	180	180
Fonte de dados: Relatórios SPG, Painel SC e SICOP (2018).							

Tabela 2 – Comparativo entre duas obras, uma do edital em CAD e outra do edital em BIM.

Fonte: Stradiotto (2017)

Lima (2019) em um dos estudos de caso para a adoção BIM por uma construtora, discute que, em sua matriz alemã, a estratégia está em modelar os itens essenciais de cada disciplina e que o processo de quantificação e orçamentação ocorrem pelo programa iTWO. Como exemplo, os revestimentos, o rodapé e a soleira de um quarto, não são modelados, mas suas especificações estão contidas no modelo e sua quantificação ocorre pelo programa externo ao modelo.

Trindade (2019) demonstra o processo de modelagem no *software* Autodesk Revit 2018 para um orçamento evolutivo, embasando-se nas quatro principais etapas, que são: a parametrização (M1), orçamento produto (M2), orçamento pré-venda (M3) e o orçamento executivo (M4). Para a modelagem dos revestimentos de parede na etapa M2 apresenta três estratégias de modelagem, sendo a primeira modelando-se cada elemento do revestimento, a segunda, modelando-se o revestimento como uma camada única e especificando suas informações dentro do elemento *Room* (especificador de ambientes, ver figura 18) e a terceira não se modelando nenhum revestimento, estando toda sua especificação inclusa no elemento *Room*. Demonstra-se que a terceira estratégia, tem mais benefícios, como ganho de tempo e a possibilidade de alterar

especificações dos revestimentos com mais facilidade pelo elemento *Room* do que se tivessem sido modelados.

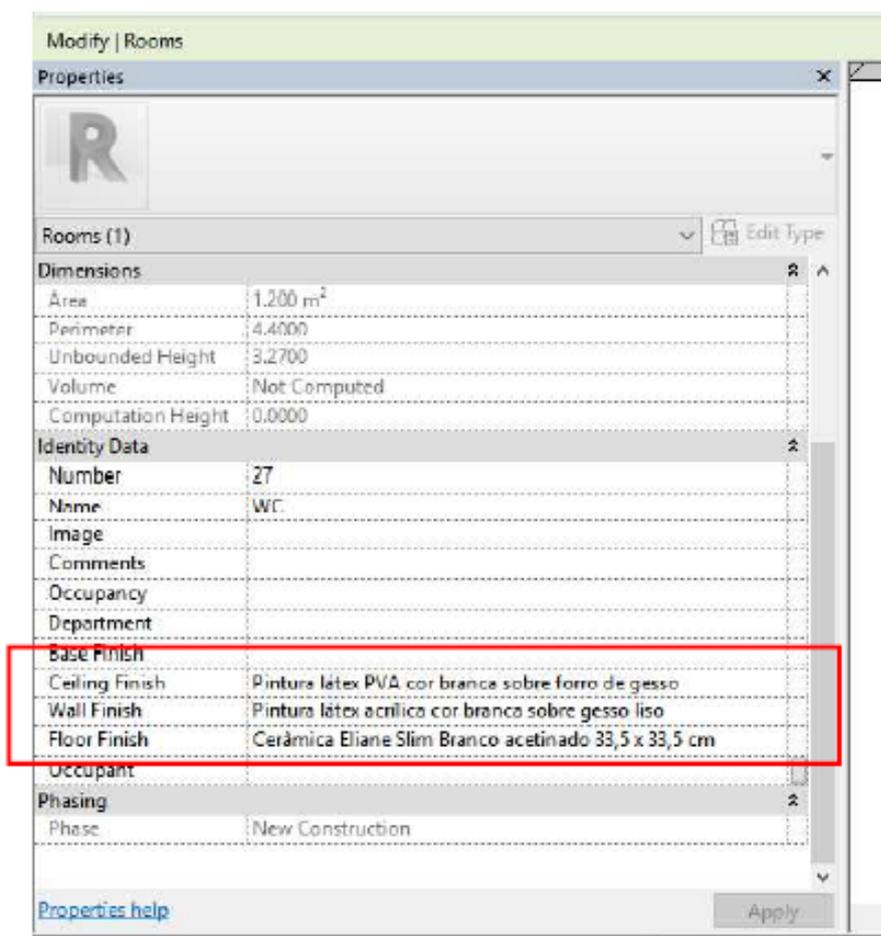


Figura 18 – Especificação dos revestimentos no elemento *Room*.

Fonte: Trindade (2019)

Assim, para se chegar à totalidade dos serviços a serem levantados, deve-se mesclar o que se é extraído de forma automática, semiautomática e manual. Esses itens serão discutidos a seguir.

A extração automática é entendida como o levantamento que ocorre quando os quantitativos são extraídos do modelo BIM em sua totalidade e já classificados conforme o critério de medição respectivo, prontos para alimentar uma Planilha Licitatória, conforme o código EAP (Estrutura Analítica de Projeto).

A extração semiautomática, ocorre quando o quantitativo de determinado serviço é obtido a partir do quantitativo automático de outro serviço, sem necessariamente ter sido

modelado. Por exemplo, a partir do serviço cimentado em piso, pode-se obter o quantitativo da pintura de piso ou de rodapé.

A extração manual ou convencional, é a retirada de dados do modelo com a interferência contínua de um operador humano e o auxílio de planilhas.

Ressalta-se que para os contratos de obras públicas com preços unitários o pagamento ocorre pelos serviços executados. Esse processo se dá pela apresentação das memórias de cálculo de cada serviço rastreado pelo código EAP pela fiscalização da obra. Nessa memória de cálculo se expõe o método utilizado para se chegar naquele quantitativo que a construtora pleiteia remuneração de forma detalhada e a mais clara possível, acompanhado de croqui, indicação do nome do projeto e as informações que a fiscalização julgar necessárias. Portanto, por mais que seja possível a extração automática, isso não elimina a necessidade das construtoras de demonstrar o levantamento detalhado de quantitativos para medições em obras públicas.

Para que seja possível trabalhar no modelo com dois critérios de medição, CPOS e SINAPI, seria necessário realizar um cadastramento de cada um deles na planilha matriz como, por exemplo, a disponível na ferramenta Autodesk® Classification Manager ou também cadastrando-os no Autodesk® Navisworks, pela solução de Felisberto (2017), ou ainda classificar diretamente no software modelador como Autodesk® Revit como apontado por Sakamori (2015).

## 2.6 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Conforme Eastman e Afsari (2016), os sistemas de classificação da informação da construção (*Construction Information Classification Systems, CICS*) são uma forma de estabelecer um padrão de terminologia para o setor, facilitando a organização da informação, a estrutura da documentação, sua importação e o cálculo de custos. Diversos países e instituições têm evoluído na estruturação de seus processos de classificação. Podem ser citados o UniClass (Unified Classification for the Construction Industry) do Reino Unido, O OCCS (OmniClass Construction Classification System dos Estados Unidos e Canadá, o CoClass (Suécia) e o CCS (Cuneco Classification System) da Dinamarca (LNEC, 2021).

O quadro 05, mostra algumas diferenças entre os sistemas de classificação do Reino Unido e dos Estados Unidos citadas por Eastman e Afsari (2016).

<b>Sistema de Classificação</b>	OmniClass	MasterFormat	UniFormat	Uniclass
<b>Local de origem</b>	América do Norte	América do Norte	América do Norte	Reino Unido
<b>Produzido por</b>	CSI e CSC	CSI e CSC	CSI e CSC	CPIc e NBS
<b>Idioma</b>	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês
<b>Finalidade e propriedades</b>	Organização, classificação e recuperação de informações do produto para todos os objetos no ambiente construído no ciclo de vida do projeto.	Uma lista mestra para organizar resultados de obras, requisitos, produtos e atividades. Usado principalmente em licitações e especificações.	Para organizar informações de construção, organizadas em torno das partes físicas de uma instalação conhecido como funcional elementos usados principalmente para estimativas de custos.	Para todos os aspectos do processo de projeto e construção. Para organizar os materiais da biblioteca e estruturar a literatura do produto e informações do projeto
<b>Estrutura</b>	ISO 12006-2, ISO 12006-3, MasterFormat, UniFormat, EPIC	Prática da indústria e desenvolvimento gradual	ISO 12006-2, Julgamento profissional	ISO 12006-2, SfB, CAWS, EPIC, CESMM
<b>Princípio de agrupamento</b>	Facetado	Hierárquico	Hierárquico	Facetado
<b>Organização e taxonomias</b>	15 inter-relacionadas tabelas categorizadas por número e nome. Uma combinação da Tabela 21, Tabela 22 e Tabela 23 permite classificar um produto precisamente.	Uma tabela com uma série de seis números e nome: Nível um com 50 divisões (versão de 2004) cada um é composto de números e títulos de nível dois, nível três e, às vezes, quatro para áreas mais detalhadas de resultados de trabalho.	Uma tabela com designações alfanuméricas e títulos em cinco níveis: o nível um está em nove categorias separadas por sua função especial. O nível 2 os separa em partes constituintes, o nível 3, 4 e 5 os subdividem ainda mais.	A divisão entre as facetas é baseada no alfabeto em 11 tabelas e dentro de cada faceta por escala decimal de até 6 dígitos. Tabelas G, J, K e L podem ser usadas para classificar modelos de produtos.

Quadro 5 – Diferenças entre sistemas de classificação do Reino Unido e dos EUA.

Fonte: Adaptado de Eastman e Afsari (2016)

Segundo Nunes (2016), o sistema de classificação Uniclass do Reino Unido surgiu em 1997. Suas principais vantagens são: a proposta de um sistema de classificação unificado, um sistema hierárquico de classificação com alta abrangência, e flexível no que diz respeito à numeração para a adoção de novos itens. Atualmente a Uniclass compreende 12 tabelas, que tiveram a última atualização em julho de 2022 (NBS ENTREPRISE LTD, 2022).

O sistema Omniclass, dos Estados Unidos, abrange também outras três classificações: a MasterFormat, Uniformat e a Eletronic Product Information Cooperation (EPIC). Compreende quinze tabelas para a classificação. Tem a participação de diversos setores da indústria e possui assim grande abrangência (CSI, 2022).

Outro sistema de classificação é o eCl@ss, com abrangência internacional, é desenvolvido pela instituição sem fins lucrativos alemã The eCl@ss. As principais vantagens deste sistema é a padronização dos produtos por uma codificação única, facilitando a sua pesquisa e estruturação padrão da documentação (NUNES, 2016). O eCL@ss não é um sistema específico para a construção civil, suas principais aplicações são nos setores de Compras, Engenharia & Automação, Indústria 4.0, Processos Internos, Vendas e Distribuição, e Estratégia e Controle, e sua versão atual é a 12.0 (ECLASS, 2022).

No Brasil existe a NBR 15965, que consiste em uma tradução das 15 tabelas que compõem a Omniclass, adaptando-as para serem utilizadas conforme a construção civil no Brasil (SEIL, 2018).

Lima et al. (2022) estabeleceram critérios para o que seria um CICS ideal, incluindo a utilização com processos BIM. Feito isso, compararam os principais CICS existentes e avaliaram o nível de proximidade para com o modelo idealizado. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos, classificados em ordem do mais próximo ao mais distante do modelo ideal.

## 2.7 CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS PELOS CADERNOS DE CONTRATAÇÃO DE OBRAS EM BIM

Alguns cadernos já foram citados anteriormente, mas o foco seguinte será o que eles especificam sobre a classificação dos elementos. Têm-se notado um aumento nas publicações de cadernos para contratação em projetos em BIM de obras públicas e é interessante verificar mais detidamente o conteúdo de alguns mais representativos.

	Intervalo	Média	Ordem Classificação
CoClass	80 – 90%	84,85%	1
CCS	66 – 82%	74,08%	2
UniClass2015	67 – 77%	72,01%	3
TFM a NS6451	59 – 70%	64,30%	4
CI/SfB	52 – 75%	63,49%	5
KKS	48 – 74%	61,24%	6
TALO 2000	53 – 69%	60,90%	7
OmniClass	53 – 68%	60,49%	8
Natspec Worksection	47 – 57%	52,05%	9
Uniformat / Master Format	42 – 62%	52,00%	10
SKP	39 – 56%	47,65%	11
SNIM	44 – 51%	47,43%	12
TSKP	45 – 49%	46,99%	13
ASA QS Elemental Class	37 – 54%	45,28%	14
RTS BIM	30 – 57%	43,69%	15
CZ-CC	32 – 53%	42,75%	16
BIM7AA	34 – 48%	41,12%	17
KSO (JKSO)	24%	23,83%	18

Tabela 3 – Proximidade dos CICS com um sistema de classificação ideal

Fonte: Lima *et al.* (2022)

### 2.7.1 Caderno de especificações de projetos em BIM do Estado de Santa Catarina (2ª Edição)

O caderno, não se refere de forma específica a um determinado *software*, mas aborda de maneira genérica o processo de classificação. É citado que a inclusão do código de classificação deve ocorrer criando-se parâmetros nos dados de identidade dos objetos. Explica também que todos os objetos devem estar vinculados a um sistema de classificação, sendo eles a ABNT NBR 15965, SINAPI ou DEINFRA e deve-se usar a sigla NC (Não Classificado) quando não for possível classificar.

Conforme apresentado no Apêndice 01, há diversas etapas na evolução do projeto em BIM. O orçamento está presente no Projeto Básico (PB) e no Projeto Executivo (PE). No entanto, a classificação dos elementos só é necessária na fase do PE (ver quadro 6) e posteriormente atualizada com o *As Built*.

Paredes						
Informações	EP	AP	PL	PB	PE	As Built
Afastamento da Origem (cm)					x	x
Altura (cm)					x	x
Classificação DEINFRA					x	x
Classificação SINAPI					x	x
Classificação ABNT NBR 15965					x	x
Composição da Parede (Materiais – inserir os atributos inerentes a estes)					x	x
Data da execução						x
Eficiência Acústica					x	x
Elemento de Projeto					x	x
Espessura da Parede (cm)					x	x
Função Estrutural					x	x
Número de Janelas					x	x
Número de Pilares					x	x
Número de Portas					x	x
Piso (pavimento) de origem (nome)					x	x
Posição (Interna ou externa)					x	x

Quadro 6 – Informações necessárias de alguns elementos dos projetos em BIM em Santa Catarina (destaque adaptado pelo autor)

Fonte: (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO DE SANTA CATARINA, 2018)

### 2.7.2 Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM do Estado do Paraná

Este caderno explica que a NBR 15965 é o sistema de classificação da informação que consiste em uma tradução não literal das tabelas que compõem o sistema *Omniclass*. Através de um exemplo prático, explica o processo de classificação proposto pela NBR 15965. Resumidamente, demonstra, por exemplo, que um painel de vidro temperado, isoladamente, seria classificado pela tabela 2C – Componentes. Já um conjunto de 5 painéis, exercendo uma função de vedação ou ventilação, seria classificado com a tabela 3E – Elementos. E, por fim, para um guarda corpo com a estrutura metálica contendo os mesmos painéis de vidro e outros materiais constituintes, a classificação se daria pela tabela 3R – Resultados da Construção.

O caderno expõe que todos os elementos devem ser identificados com os códigos de serviços e da Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Como não prioriza nenhum *software*, não há maiores detalhes de como deve ocorrer tal inserção dos códigos. Cita alguns programas computacionais que extraem o quantitativo de maneira direta do modelo, como Revit, Archicad, Bentley e Vectorworks. Também cita a possibilidade de uso de alguns aplicativos, como QTO, ROOMBOOK e BIM to Excel.

De cada elemento, conforme o caderno, é exigido um Nível de Detalhe - ND (visual) de 1 a 6, sendo 6 o *As Built*, e um Nível de Informação – NI de 1 a 5. A codificação com o código BIM é exigida no NI 3, e para cada etapa na evolução do projeto (figura 19) há a exigência de maiores ND e NI (Apêndice 02).



Figura 19 – Fases dos projetos em BIM do Estado do Paraná

Fonte: (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARANÁ, 2018)

### 2.7.3 Caderno de projetos em BIM da Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo

Este caderno foi lançado em junho de 2020 (SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO, 2020) e contém as diretrizes para a contratação de projetos em BIM para Habitação de Interesse Social (HIS) para o município de São Paulo – SP.

Primeiramente, sobre os sistemas de classificação dos elementos, ressalta a importância destes para o fluxo de trabalho em BIM, no que concerne às Interações entre Humanos e Humanos (HHI), às Interações entre Computador e Computador (CCI) e na interoperabilidade entre os programas computacionais.

O caderno preconiza que o sistema de classificação a ser adotado deve ser o da Norma NBR 15965, e também o que for acordado com a contratante no Plano Executivo BIM (PEB). Também explica que todos espaços e itens modelados devem conter a classificação IFC adequada, para tal deve-se seguir a ISO 16739-1 de 2018.

Sobre a modelagem em si, uma informação curiosa é a não necessidade, a princípio, de modelar itens com dimensão menores que 50mm. Desta informação, pode-se observar que diversos itens medidos separadamente, da miscelânea de arquitetura, hidráulica e elétrica, não estarão no modelo, portanto não constarão na extração automática de quantitativos para compor uma planilha licitatória.

Conforme o manual, a evolução do projeto segue um fluxo com marcos de entrega e aprovações, nomeados como pacotes (de zero a sete). Desde a entrega do Pacote 2 da arquitetura no fluxo de desenvolvimento do projeto, já é obrigatória a classificação IFC, da NBR 15965 e

do critério de medição adotado de cada elemento. O Fluxograma até o Pacote 2 está no Apêndice 03.

#### **2.7.4 Caderno de projetos e de Gestão de Edificações em BIM – MPDFT**

Este caderno foi lançado em dezembro de 2020 e, mais do que conter as diretrizes para a contratação de projetos em BIM, apresenta todo o histórico da evolução que o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) teve para a adoção da metodologia BIM.

É um dos cadernos mais completos já publicados, pois, além de uma revisão de todos os conceitos que circundam a metodologia BIM, apresenta detalhes de como foi a sua implementação em diversos exemplos práticos.

No que concerne a orçamentação (5D), explica que a extração dos quantitativos, tanto do Revit como do ARCHICAD, pode ocorrer por *softwares* específicos, através ou não de *plug-ins*, exemplificados por OrçaBIM, QTO e BIM to Excel (MPDFT, 2020).

Para a elaboração do orçamento em si, exemplifica que podem ser usados programas próprios para isso, como OrçaFascio e Arquimedes, e que podem ser usados os boletins de serviços do SINAPI e do próprio MPDFT. Também indica que toda a orçamentação ocorra por um *template* preparado para essa finalidade e a classificação dos elementos ocorra pelo *plug-in* Classification Manager pelo Revit (MPDFT, 2020).

### **2.8 CLASSIFICAÇÃO DE IRREGULARIDADES EM OBRAS PÚBLICAS**

Para que as ferramentas BIM se tornem instrumentos para auxiliar na análise de licitações e no controle da execução das obras, faz-se necessário verificar a sua harmonização com o único sistema de classificação de irregularidades de obras públicas (TCU, 2019) que o autor encontrou. Ao longo do trabalho, será proposto um sistema de classificação de inconsistência de planilha orçamentária, que pode ser usado em projetos BIM, em complemento ao sistema atual do TCU.

As dificuldades e inconsistências de orçamentação em um projeto em 2D ocasionam um excesso de aditivos de contrato. Além disso, promovem erros de levantamentos que, por vezes, são usados por executantes desonestos para realizar medições ilegais. Nesse cenário, têm-se a presença do Tribunal de Contas da União que, para determinadas obras públicas, fiscaliza questões financeiras que, muitas vezes, surgem devido às fragilidades da planilha licitatória

Anualmente, o TCU publica um relatório denominado Fiscobras, no qual, para determinadas fiscalizações realizadas e conforme critérios próprios, define três tipos de irregularidades, conforme a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) (TCU, 2019).

Conforme a LDO de 2020, no seu artigo 118, são definidos três tipos de irregularidades explicadas a seguir (TCU, 2020).

O primeiro tipo é de irregularidades com recomendação de paralisação (IGP). Nestes casos, conforme o indício de desvio ou de prática fraudulenta de considerável valor diante do montante contratual, há indicação da paralisação da obra ou cancelamento de licitação ou contrato.

O segundo tipo é de irregularidades com recomendação parcial de valores (IGR). Isso ocorre quando se pode reverter a situação de prejuízo à administração, mediante estorno financeiro ou retenção de valores sem, no entanto, paralisar a obra.

O terceiro tipo é de irregularidades que não prejudicam a continuidade da obra (IGC). Nestas situações, o responsável deverá apresentar explicações sobre os fatos constatados, podendo também ser multado, mas a paralisação da obra não ocorre.

Portanto, nota-se que o sistema do TCU, através do Fiscobras, aborda a fiscalização de obras em andamento, não tendo um sistema para classificar inconsistências na planilha licitatória.

A figura 20 ilustra uma classificação de irregularidade de uma obra pública pelo TCU. Além desta classificação do TCU, este mesmo órgão também analisa inconsistências durante todo o processo licitatório, como questões de documentação dos concorrentes, vícios de licitação (jogo de planilha<sup>4</sup> e/ou jogo do cronograma), sobrepreços e quantitativos errôneos.

Para esta temática específica, que não é foco deste trabalho, sugere-se a leitura da documentação produzida pela atuação em obras públicas da ONG (Organização Não Governamental) Transparência Brasil, em específico o seu projeto Obra Transparente (BRASIL, 2020a).

---

<sup>4</sup> Conforme TCU (2014), o “jogo de planilha” se caracteriza pelas alterações nos quantitativos, de modo a lesionar a Administração, possibilitando medições incorretas a favor do executante. Define também o “jogo do cronograma”, como sendo a prática do executante vencedor ter dado descontos baixos nos serviços iniciais da obra e descontos altos nos serviços finais, deste modo, após o início da obra e depois das medições com os melhores preços dos serviços iniciais, o executante busca, ao decorrer da obra, equilibrar o preço baixo dos serviços finais, com propostas de aditivos e outros meios.



Figura 20 – Obra do Canal do Sertão Alagoano, classificada como IGP.

Fonte: TCU, Fiscobras (2019)

### 3. JUSTIFICATIVA E MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO

#### 3.1 DA ESCOLHA DO ESTUDO DE CASO

O modelo desenvolvido para o estudo de caso foi uma parte do projeto da penitenciária de Riversul-SP. A escolha deste tipo de obra se remete ao histórico profissional do autor, que já atuou nas obras de três penitenciárias do estado de São Paulo, sendo elas: Penitenciárias Masculinas I e II de Capela do Alto-SP, Penitenciária Feminina de Votorantim-SP e Centro de Detenção Provisória de Registro-SP. Percebendo as deficiências das planilhas licitatórias, o aparente excesso de termos aditivos e as carências no processo de confecção das memórias de cálculo e de sua correção pela fiscalização, decidiu-se escolher como exemplo para a pesquisa a licitação mais recente de uma penitenciária do estado de São Paulo. Também pelo fato deste tipo de obra demonstrar uma intensa padronização, podendo assim o trabalho ser mais comparável e apto a análises.

Arelado a isso, o cenário de anseio por colher os benefícios do BIM para obras públicas, também foi motivador para o trabalho. Entende-se que a pesquisa pode, através do modelo

escolhido, abarcar situações de uso do BIM muito comuns a uma gama grande de obras públicas, ou seja, para todas licitações por custo unitário.

Este novo empreendimento, de Riversul-SP, foi enviado para licitação no primeiro semestre de 2019. Os projetos foram obtidos por meio dos documentos da licitação. No entanto, os mesmos estavam em 2D, em formato pdf. Sendo assim, os mesmos foram convertidos para formato dwg e modelados parcialmente no *software* Revit 2019 (figura 24). A modelagem foi de dois raios espelhados (cada raio compreende 8 celas que são interligadas com outro raio por um corredor técnico). Ao todo uma penitenciária desse modelo contém 8 raios.

A planilha licitatória também foi obtida junto ao material licitatório do empreendimento e serviu como base para as análises dos estudos. Essa licitação se baseou na utilização do boletim 174 da CPOS, de novembro de 2018, e nos lotes de serviços do SINAPI até o final de 2018, com preço de referência de outubro de 2018 (valor desonerado). Vale lembrar que o SINAPI tem um processo de aferição contínuo, o que pode ocasionar algum impacto nas análises, mas isso será convenientemente explicitado adiante, conforme a necessidade.

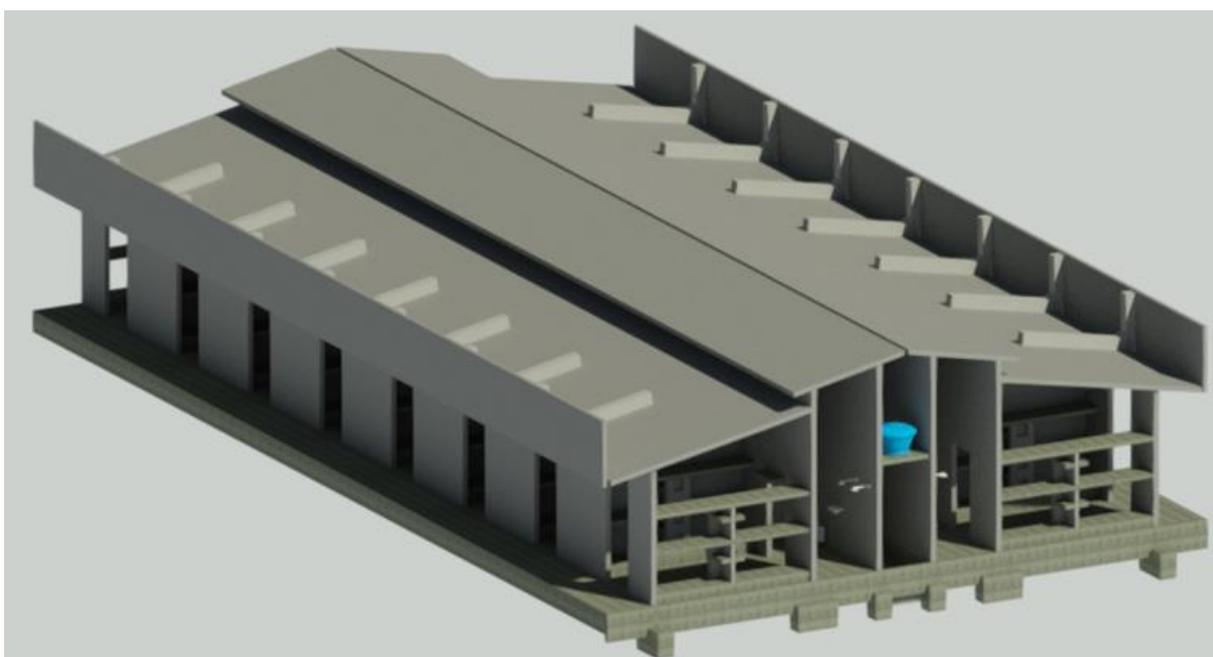


Figura 21 – Ilustração do modelo no Autodesk®Revit de dois raios da penitenciária de Riversul

Fonte: O autor.

O Apêndice 04, mostra o núcleo principal da penitenciária, constituído por 8 raios com 4 corredores técnicos.

## 3.2 ITENS MODELADOS

Os itens modelados foram os correspondentes à fase de mesoestrutura (blocos de coroamento de estacas) até a estrutura final (lajes). A fundação profunda (estacas), por sua variabilidade, não foi incluída, e também pela falta de uma ferramenta específica para a sua modelagem, apesar da possibilidade de adicionar uma família do tipo estaca para representá-la. Os projetos complementares também não foram modelados. O que norteou a modelagem foram itens que envolvem camadas e cálculos de área, pois apresentam um desafio maior, tanto em termos de modelagem como o de classificação, quando comparado a itens unitários, como esquadrias ou peças sanitárias.

Entendeu-se que o modelo BIM deve conter a quantia de elementos suficientes para a sua caracterização e execução, e que também permita a realização de simulações, conforme a necessidade. Uma importante limitação corresponde às ferramentas disponíveis em cada programa modelador. Para o Revit, por exemplo, pode-se usar a ferramenta parede, para se modelar diversos itens que estejam na vertical, como fôrmas ou camadas de revestimento, ou a ferramenta laje para representar prateleiras ou outros elementos maciços na horizontal.

A seguir será discutido o processo de classificação (um exemplo de como aplicar um código de um boletim de custo a um elemento do modelo), cada item modelado (a ferramenta utilizada para a modelagem), a sua referência aos critérios de medição (para entender qual seria o melhor código no boletim de custo que representa determinado objeto), como está na planilha licitatória (compreender o motivo do orçamentista ter escolhido determinado código do boletim de referência) e se apresenta alguma inconsistência ou não na classificação (testar a aplicabilidade do sistema de inconsistências orçamentárias proposto).

## 4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

### 4.1 DA PLANILHA LICITATÓRIA E DA CLASSIFICAÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS

A planilha licitatória foi utilizada para representar alguns erros comuns na orçamentação a partir do processo convencional com a qual foi confeccionada. A partir disso, foram levantadas melhorias possíveis com a adoção da tecnologia BIM.

Um desafio inerente à classificação dos serviços é a sua separação por locais da obra, principalmente para ambientes que são de transição de um ao outro, pois pode gerar duplicidade no levantamento e posteriormente compor a planilha licitatória vigente. Cada modelo deve

elaborar a melhor estratégia de classificação, visando a estruturação dos quantitativos a serem extraídos.

Para este trabalho, conforme as inconsistências na classificação foram aparecendo, foi possível elaborar uma categorização das mesmas. A análise foi integralmente realizada pelo estudo da planilha financeira final. Vislumbra-se que esse processo possa ser usado em revisões de classificações dos modelos e da planilha licitatória, antecedendo a sua publicação para a posterior contratação. Pode ser usado como forma de embasar pedidos de impugnação de editais durante a fase licitatória, objetivando menos prejuízo a Administração posteriormente. Também poderia ser usado durante a execução da obra em si, como complementação à classificação adotada pelo TCU. O conhecimento e a correção dessas inconsistências são de suma importância para que haja maior efetividade na classificação dos elementos e, para que no decorrer da execução da obra, menos correções da planilha sejam necessárias. Conseqüentemente, haverá menos termos aditivos ou “replanilhamentos”<sup>2</sup>.

Conforme o estudo avançou, as inconsistências que surgiram a partir da planilha licitatória da pesquisa, e de outras planilhas, foram categorizadas em tipos 01 a 09 e terão suas exemplificações práticas ao decorrer do trabalho.

Tal tipologia de inconsistências, pode colaborar diretamente para sistematizar erros de classificação em um modelo BIM e também os relacionados com questões de modelagem dos objetos. Cria-se assim um histórico tipificado de inconsistências que pode embasar a prevenção de erros de futuros modelos.

Os tipos de inconsistências foram, então, categorizados em:

- Tipo 1: ocorre por equívocos na classificação dos elementos, pelo orçamentista, e isso impacta diretamente na extração de quantitativos, ou seja, gera quantitativos errôneos para a planilha licitatória, culminando na inclusão de serviços com quantitativos superiores/inferiores aos necessários ou serviços que nem serão executados;
- Tipo 2: se observa pela falta de correta interpretação, do orçamentista, do serviço ou de uma análise mais apurada na composição da remuneração daquele serviço, gerando a necessidade de inclusão de serviços adicionais e que podem ou não ocasionar a duplicidade de remuneração ou resultando em quantitativos errôneos;
- Tipo 3: ocorre pela inter-relação entre partes da planilha confeccionada pelo orçamentista, ou seja, individualmente a classificação está correta, mas conforme ocorre a interação com outras classificações, gera-se a necessidade de um processo de execução não cabível, o que, conseqüentemente, leva à necessidade de correção da

planilha. Pode-se afirmar que esta inconsistência é mais sutil, pois é necessário o conhecimento das composições e suas inter-relações no processo executivo global da obra;

- Tipo 4: se baseia na falta de maiores informações presentes nos critérios de medição dos serviços incluindo as suas composições. Portanto, ao orçamentista utilizar mais de um critério de medição, este opta pelo serviço de menor custo, sem saber exatamente as diferenças nas remunerações de serviços similares e critérios distintos, por falta de informações em alguma de suas composições;
- Tipo 5: ocorre quando o orçamentista, por motivos de não concordância com algum critério/composição, ou na busca por uma simplificação não adequada, pois afeta a correta remuneração do executante, cria uma nova composição para um determinado serviço que já tem uma correspondência através de duas ou mais composições;
- Tipo 6: ocorre quando há omissão de algum serviço na planilha e que, claramente, consta nos projetos ou memórias descritivos, ou que são de fácil reconhecimento de sua necessidade para a execução do projeto. Ou seja, uma falha do orçamentista que causará um aditivo;
- Tipo 7: acontece quando consta na planilha orçamentária um serviço em repetição dentro da mesma fase, com quantias diferentes ou não, ou até mesmo quando estão em locais distintos da planilha, mas se referem ao mesmo serviço, gerando a possibilidade de medição em duplicidade. Por erros diversos, também ocorre que a descrição de um serviço esteja incorreta, conforme o seu código, ou vice-versa, gerando também a possibilidade de medições inconformes.
- Tipo 8: ocorre quando há na mesma planilha orçamentária serviços iguais, mas com valores unitários diferentes.
- Tipo 9: é um erro que se refere a falta de compatibilização nos preços dos mesmos insumos ou mão de obra, mas de diferentes boletins de medição que compõem um orçamento. Por exemplo, o insumo “Cimento CP II” deve ser apresentado na proposta do licitante com o mesmo preço unitário tanto nas composições SINAPI como nas CPOS, por mais que na planilha original da Administração não tenha essa compatibilização. Pode haver diferença também entre mesma mão de obra, por exemplo “Pedreiro”, assim cabe aos licitantes igualar os preços unitários dos insumos idênticos (material ou mão de obra), mesmo que de boletins diferentes.

#### **4.1.1 Classificação dos elementos e das inconsistências**

#### 4.1.1.1 Classificação dos elementos no Classification Manager Autodesk® Revit 2019

A utilização do Classification Manager (figura 22), acompanhou as orientações expostas pelo LaBIM do Estado do Paraná, nos vídeos anexos ao Caderno BIM do Paraná (SEIL, 2018) e também a série de vídeos explicativos da própria Autodesk® (AUTODESK, 2020).

Ao realizar a instalação do Classification Manager no Revit 2019, além das planilhas com os sistemas de classificação públicos (Uniformat, OmniClass, Uniclass, IFC), é disponibilizada uma planilha genérica (ver figura 23) para se preencher com um sistema próprio de classificação. Nota-se que esta planilha permite o cadastramento do código do serviço, da sua descrição, seu nível hierárquico e do código do elemento do Revit.

Sendo assim, é possível criar abas na planilha que representarão, por sua vez, novas abas no Classification Manager. Portanto, é possível cadastrar cada boletim CPOS ou SINAPI em abas distintas e assim ter os dois critérios de medição disponíveis para a classificação dos elementos. Da mesma maneira, seria possível criar uma aba com a planilha de tipos de inconsistências elaboradas neste estudo, no entanto, como uma inconsistência orçamentária é algo que deve ser resolvido antes do início da execução, será mostrado como isso pode ser feito via BCF (BIM Collaboration Format) no próximo item.

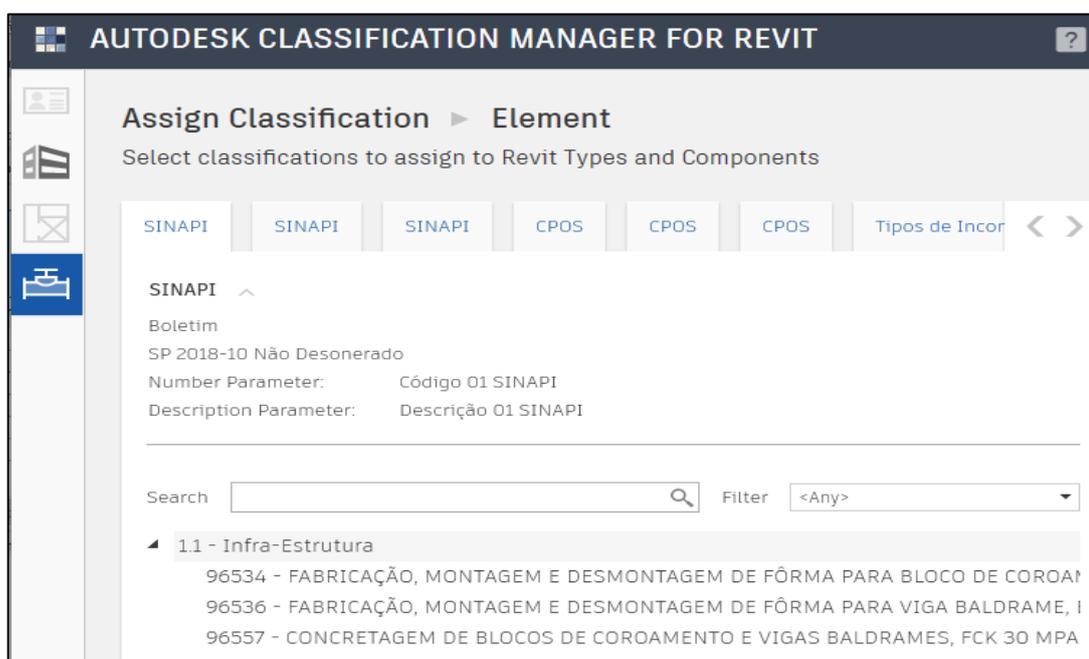


Figura 22 – Interface do *plug-in* para a classificação dos elementos

Fonte: O autor

TITLE	SINAPI		
DESCRIPTION	Boletim		
VERSION	SP 2018-10 Não Desonerado		
FUNCTION	Element		
NUMBER PARAMETER	Código 01 SINAPI		
DESCRIPTION PARAMETER	Descrição 01 SINAPI		
NUMBER	DESCRIPTION	LEVEL	REVIT CATEGORY
SINAPI	Boletim (SP 2018-10 Não Desonerado)	1	
1.1	Infra-Estrutura	2	
96534	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	3	
96536	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	3	
96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	3	
		3	

Figura 23 – Exemplo de item da Planilha matriz genérica do Classification Manager, preenchida para o SINAPI

Fonte: Adaptado de Autodesk (2020).

A figura 24 ilustra a inclusão dos parâmetros de projeto na interface do Revit, com os nomes idênticos aos que foram colocados na planilha matriz para o Classification Manager. Assim, também seria possível criar os parâmetros que indiquem os tipos de inconsistências encontrados (conforme os 9 tipos sistematizados neste estudo).

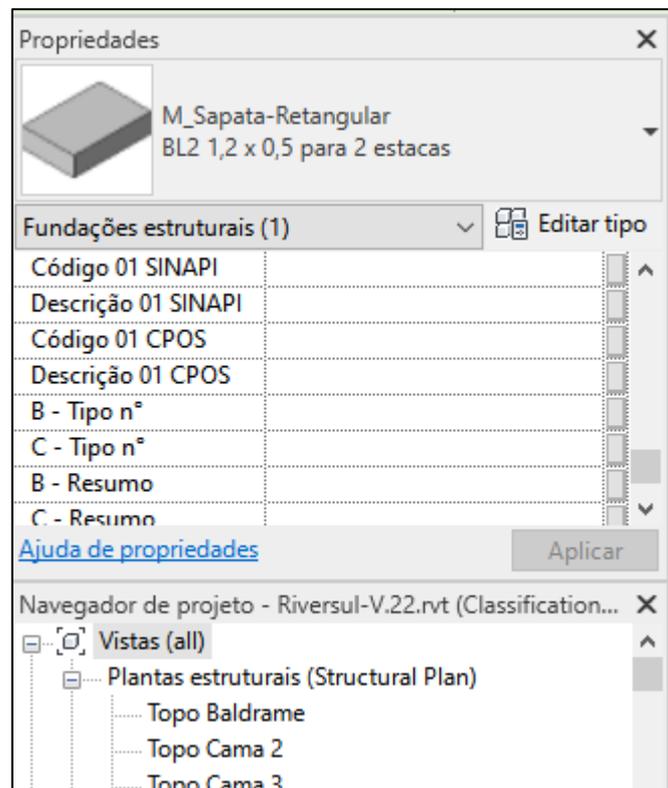


Figura 24 – Inclusão dos parâmetros de projeto dos itens do Classification Manager

Fonte: O autor.

No *Classification Manager*, verificou-se que é possível realizar a classificação direta para elementos isolados, pois ficam preenchidos os parâmetros criados, conforme ocorre a seleção dos objetos. No entanto, para elementos compostos o mesmo não ocorre, pois não é possível selecionar cada camada separadamente. Deste modo, a classificação ocorre nas propriedades (identidade) de cada material que compõe as camadas. Verifica-se assim, uma limitação ao uso do *Classification Manager*.

Ao selecionar os elementos, pode-se optar pelo uso da ferramenta filtro, mas caso sejam selecionados tanto elementos isolados como compostos, a classificação valerá para o elemento composto como um todo e não para alguma de suas camadas. Isso pode ser uma fonte de erros no processo de extração de quantitativo, portanto, não devem ser selecionados elementos compostos para realizar a classificação via *Classification Manager*.

#### 4.1.1.2 Classificação das inconsistências via BCF

Conforme a Building Smart (2021), o BCF (*BIM Collaboration Format*), permite a comunicação entre diversos programas de modelagem, via IFC ou extensão apropriada, para a resolução de problemas vinculados ao modelo BIM, para todas as fases, seja de projeto, orçamentação (licitação), construção e de operação.

O BCF é um formato de arquivo próprio, que auxilia a análise de conflitos ou outras questões no modelo BIM através de relatórios, podendo incluir imagens nos mesmos. Os programas de modelagem que não contém a funcionalidade de gerar relatórios tipo BCF, podem ter essa ferramenta através de *plug-ins*, como o BIMcollab e o BCFfier por exemplo, ou através de programas próprios, como o Trimble Connect (figura 25) (MPDFT, 2020).

A gestão de relatórios BCF ocorre de maneira contínua, ou seja, pode ser utilizada tanto na fase de projetos como também na de execução. Conforme o manual de projetos BIM da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG, 2020), a executante deverá providenciar o acesso e treinamento ao fiscal do projeto na plataforma BCF em uso, para que o mesmo relate e registre problemas da execução. Cita a possibilidade de uso do BIMSync.

O site SPBIM apresenta diversos conteúdos explicativos sobre as principais ferramentas para gestão por BCF (Figura 26) como o Solibri Model Checker, BIM Track e o BIM360 (SPBIM, 2021). Além disso, no próprio site da Building Smart há uma lista de *softwares* que tem o suporte para gestão BCF.

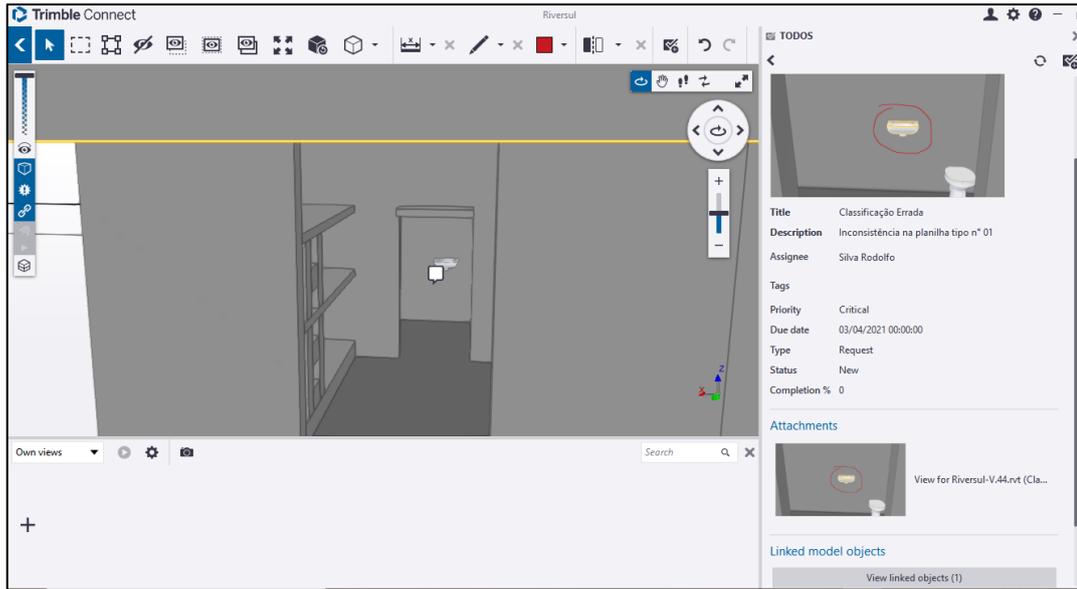


Figura 25 – Utilização do Trimble Connect para apontar uma classificação errônea

Fonte: O autor.

	<p>O que é o <b>BIM TRACK?</b></p>		<p>O que é <b>SOLIBRI</b> A NEMETSCHKE COMPANY</p>
<p><b>O que é o BIMSinc?</b></p> <p>Com a 4 revolução industrial ocorrendo em diversos setores, a</p> <p>SAIBA MAIS &gt;</p>	<p><b>O que é o BIM Track?</b></p> <p>Sabemos que no BIM existem diversas ferramentas, a integração e</p> <p>SAIBA MAIS &gt;</p>	<p><b>O que é o Trimble Connect?</b></p> <p>O Trimble connect é um serviço que possui o suporte</p> <p>SAIBA MAIS &gt;</p>	<p><b>O que é o Solibri?</b></p> <p>No universo Bim a amplitude de softwares Bim tem especificados</p> <p>SAIBA MAIS &gt;</p>

Figura 26 – Ferramentas para gestão BCF

Fonte: SPBIM (2021)

#### 4.1.1.3 Classificação dos elementos no ArchiCAD 24

O ArchiCAD, da Graphisoft (grupo Nemetschek) é um dos programas computacionais mais utilizados para a modelagem BIM.

No ArchiCAD (versão 24), não é necessária a instalação de um plug-in adicional para a classificação. No programa há o ‘Gestor de Classificação’ que pode ser configurado tanto para

a criação de um sistema de classificação próprio ou para a importação de um arquivo com um sistema pronto.

Para criar um novo sistema é necessário apenas montar uma árvore de itens, conforme a estrutura adotada. Para demonstrar, cadastrou-se o próprio sistema de classificação das inconsistências, elaborado neste trabalho, ilustrado na figura 27.

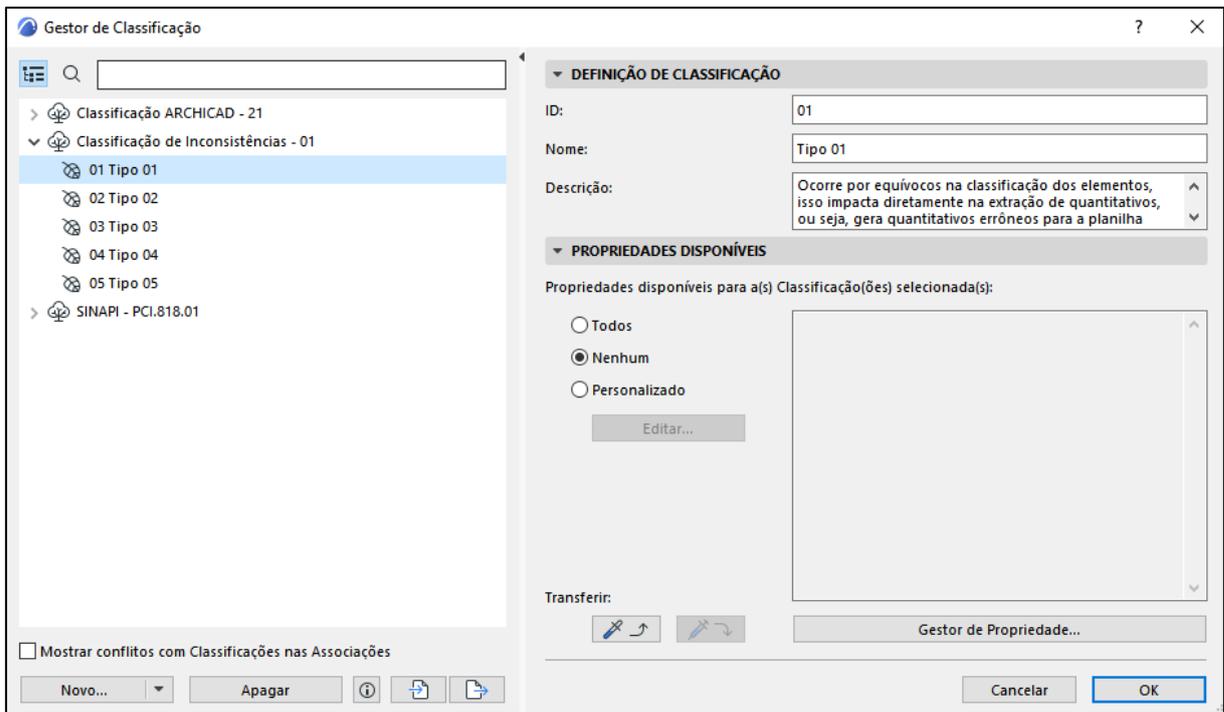


Figura 27 – Interface do Gestor de Classificação do *ArchiCAD*® 24

Fonte: O autor.

Para a classificação dos elementos, ocorre a mesma limitação do Revit, ou seja, em elementos compostos, só é possível aplicar uma vez a classificação. Sendo assim, deve-se aplicar a classificação diretamente nas propriedades de cada material, conforme mostra a figura 28. Nota-se que ao se escolher o SINAPI, o usuário deve escolher o código do serviço para o material de construção desejado. No entanto, é mostrado apenas o código e não a descrição. Sendo assim, é imprescindível estar com a planilha do SINAPI para consulta, fato que já não ocorre no Classification Manager, que inclui a descrição do serviço para realizar a classificação dos elementos.

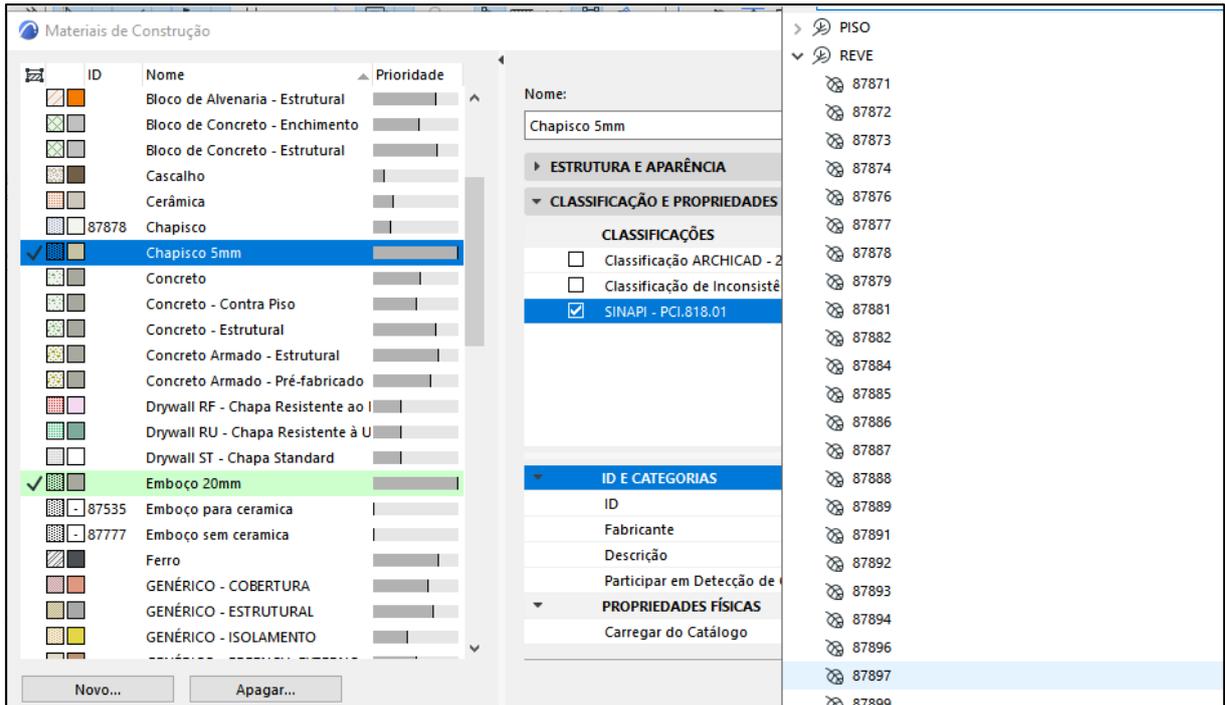


Figura 28 – Classificação dos materiais de construção do ArchiCAD® 24

Fonte: O autor.

Ao escolher a importação, o programa já está habilitado para o acesso aos principais sistemas de classificação de diversos países, através de uma página da web disponibilizada (GRAPHISOFT, 2020), com um trecho apresentado na figura 29. Atualmente, a planilha do SINAPI disponível está desatualizada, datada de 29/06/2017.

Para a importação de planilhas, o programa aceita arquivos de dois tipos:

- Criar – Classificações e Propriedade do ARCHICAD (\*.xml);
- Arquivos de Projeto do ARCHICAD (\*.tpl; \*.pln; \*.pla);

As planilhas disponíveis, dos diversos sistemas de classificação, já estão configuradas para exportação para o padrão do programa.

<a href="#">BIMTypeCode</a>	XML	1.0	<a href="#">Read more</a>	 Swedish	19.10.18
<a href="#">NS 3451 – Beygningsdelstabel</a>	XML	2009	<a href="#">Read more</a>	 Norwegian	28.07.17
<a href="#">TALO 2000 Hankenimikkeistö</a>	XML	2006	<a href="#">Read more</a>	 Finnish	22.09.17
<a href="#">TALO 2000 Building Component Classification</a>	XML	2006	<a href="#">Read more</a>	 English	22.09.17
<a href="#">SINAPI</a>	XML	PCI.818.01	<a href="#">Read more</a>	 Portuguese	29.06.17
<a href="#">NL/SfB (4 digits)</a>	XML	2005	<a href="#">Read more</a>	 Dutch	22.09.17
<a href="#">EcoQuestor</a>	XML	2014	<a href="#">Read more</a>	 Dutch	22.09.17
<a href="#">STABU-Element (6 digits)</a>	XML	1991	<a href="#">Read more</a>	 Dutch	28.06.18
<a href="#">BB/SfB (3/4 digits)</a>	XML	1990	<a href="#">Read more</a>	 Dutch	22.09.17

Figura 29 – Alguns sistemas de classificação disponíveis para o *ArchiCAD*® 24

Fonte: Graphisoft (2020)

A seguir será apresentado os itens modelados, bem como discutido a relação de cada um com a planilha licitatória. O Apêndice 05 contém a planilha original filtrada apenas com os itens modelados e acrescido do referido código (na primeira coluna) condizente ao subtítulo que segue neste trabalho.

#### 4.1.2 Lastro de concreto para os blocos de fundação

O primeiro item a ser modelado na mesoestrutura foi a base em lastro de concreto para os blocos de fundação. Para se modelar este item no Revit usou-se a ferramenta *piso* e configurou-se como lastro de concreto de 5 cm, conforme espessura dada em projeto.

Para a classificação desse elemento, o SINAPI dispõe de três alternativas no Caderno de Lastro – Lote 01, conforme a figura 30.

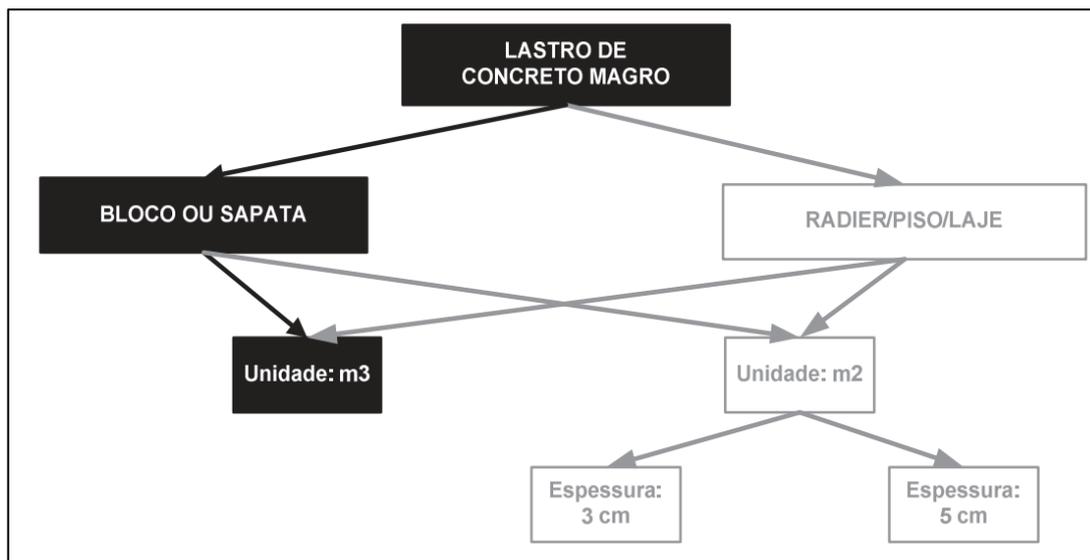


Figura 30 – Árvores de serviços para o lastro de concreto magro do SINAPI.

Fonte: SINAPI (2019)

O que se pode notar, também através das composições que são idênticas, é que o mesmo serviço foi desdobrado em três, simplesmente para criar serviços com unidade de medição diferente, de  $m^3$  e  $m^2$  e, neste último, com duas possibilidades de espessuras já determinadas. Como, além do concreto magro a ser utilizado na composição também há mão de obra, entende-se que essa remuneração se deva ao serviço de lançamento do mesmo.

Considerando a CPOS, existem seis alternativas, sendo três para o concreto usinado não estrutural e três para o concreto não estrutural executado no local. Ainda seria necessário acrescentar o serviço de lançamento para os seis casos de concreto não estrutural.

No projeto, apenas consta lastro de concreto magro com 5cm de espessura. Para a planilha licitatória escolheu-se o serviço do “SINAPI 96616 - LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS. AF\_08/2017”. Usa-se um serviço da CPOS para a remuneração do lançamento (figura 31), sendo “CPOS 11.16.020 - Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento”. Aparece então um erro, pois o serviço SINAPI 96616 de lastro de concreto magro se diferencia do serviço SINAPI 94968 de concreto magro justamente por remunerar a sua execução. Portanto, a remuneração à parte do serviço de lançamento pelo código CPOS 11.16.020 para a execução do lastro é indevida. Nota-se, assim, a necessidade de adequada compreensão, dos orçamentistas, não apenas dos serviços, mas das suas composições, para que a planilha licitatória seja confeccionada da forma mais correta possível. Ocorrendo a remuneração do lançamento do lastro, isso poderia se chamar de superfaturamento invisível,

pois nenhuma das partes (orçamentista, fiscalização e construtora) tomou ciência disso. Desta maneira, também se sugere a inclusão no título do serviço do lastro “inclusive lançamento”, facilitando assim o entendimento sobre a remuneração.

Assim, pode-se classificar como uma inconsistência do tipo 2, pois houve um desconhecimento do orçamentista, por falta de uma informação explícita de que o serviço lastro já remunera o serviço de lançamento.

 CLIENTE: SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO PENITENCIÁRIA <b>OBRA: CONSTRUÇÃO DA UNIDADE PRISIONAL DE RIVERSUL</b> LOCAL: RIVERSUL - SP						
PLANILHA DETALHADA - POR FASE						
CÓDIGO		DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	UNIT.	TOTAL
96616	sinapi	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS	M3	5,33	424,56	2.262,90
94968	sinapi	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIME	M3	10,29	231,23	2.379,36
11.16.020	cpos	Lançamento, espalhamento e adensamento de concreto ou massa em lastro e/ou enchimento	m²	15,62	54,78	855,66

Figura 31 – Orçamento do lastro e lançamento na planilha licitatória.

Fonte: SAP – Secretaria da Administração Penitenciária (2018)

Não é possível incluir a composição de cada serviço através da ferramenta Classification Manager do Autodesk® Revit, para que haja um maior suporte na decisão do orçamentista.

Destarte, pode-se concluir que os serviços do SINAPI poderiam ser reduzidos a apenas um critério de medição, preferencialmente com unidade de medida em m<sup>3</sup>, pois oferece maior flexibilidade na fiscalização da obra, uma vez que remunera o que de fato for executado, até o limite da espessura de projeto. Ainda que haja diferenças na produtividade, conforme a espessura, através de um trabalho estatístico seria possível essa simplificação, sem prejudicar o executante ou o contratante. Desta maneira, seria possível, por exemplo, punir a construtora, desde que o serviço não tenha que ser refeito por questões técnicas. Infelizmente, sabe-se que os serviços de lastro costumam ser desprezados por algumas construtoras, ou executados em espessuras menores, fazendo destes uma oportunidade para o superfaturamento.

Nas diferenças das composições para o lastro de blocos (por m<sup>3</sup> ou por m<sup>2</sup> de 5cm ou 3cm), além da quantidade de material a ser utilizado, consta também a adoção de índices de produtividade da mão de obra. No entanto, pela tabela 4, considerando o valor sem desoneração do boletim SINAPI de 05/2020 para São Paulo, e tendo como referência a execução de 1m<sup>3</sup>, nota-se uma ínfima diferença de remuneração entre os três tipos possíveis.

<b>Serviço</b>	<b>Preço por m³</b>	
LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS. AF_08/2017	R\$	442,97
LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3 CM. AF_08/2017	R\$	442,29
LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_08/2017	R\$	442,60

Tabela 4 – Diferença de preço entre os lastros para radier.

Fonte: O autor.

No que se refere ao quantitativo, o valor extraído automaticamente foi de 5,36 m³ e na planilha original licitatória consta 5,33 m³, o que foi verificado manualmente também, demonstrando assim a precisão da modelagem.

#### **4.1.3 Concreto ciclópico**

O piso foi modelado como um elemento único, subdividido em três camadas, sendo 30 cm de concreto ciclópico, 3cm de regularização e 20 cm de concreto estrutural. O concreto ciclópico é utilizado como base para o piso do setor dos raios e do corredor técnico. Há um serviço no critério da CPOS e um no SINAPI que se diferenciam basicamente no FCK sendo o primeiro de 15 MPa e o segundo de 10 MPa. No projeto não consta o FCK a ser adotado, apenas sua espessura. Na planilha licitatória consta o serviço da CPOS 11.05.060 - Concreto ciclópico - fornecimento e aplicação (com 30 % de pedra rachão), concreto FCK 15,0 MPa. Conforme o decreto nº 7.983/2013, o SINAPI é referência de custo, e como o serviço do SINAPI apresenta menor preço unitário, este é o que deveria ter sido adotado, salvo alguma especificação técnica não encontrada pelo autor.

Sobre os quantitativos, pela extração automática, o valor foi de 650,96 m³ e na planilha original consta 632,00 m³. A diferença, conferida também manualmente, de menos de 5 % demonstra que seria necessário um aditivo contratual desse item.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.4 Regularização em concreto magro do concreto ciclópico.**

Conforme o projeto, esta camada de 3 cm separa o concreto ciclópico do piso a ser executado. Na prática do autor, as construtoras executam o concreto estrutural da camada final (piso) diretamente sobre o concreto ciclópico, pela praticidade e não uniformidade das pedras, mas, costumeiramente, medem os dois serviços: a regularização e o concreto estrutural.

Neste caso, o orçamentista também tem como opção os seis tipos de concreto não estrutural da CPOS e o acréscimo do lançamento da CPOS. Pelo SINAPI, poderia ser escolhido o serviço de lastro de concreto magro para piso, código 96620, medido em m<sup>3</sup> ou o código 95240, medido em m<sup>2</sup> com espessura de 3 cm. Outra opção seria escolher do SINAPI o serviço de concreto magro para lastro, com três alternativas que se diferenciam pelo modo de preparo (em betoneira de 400 l, de 600 l ou manual). A escolha do orçamentista foi o de concreto magro em betoneira de 600 l (código 94968 SINAPI), com o acréscimo do serviço de lançamento de lastro da CPOS. O autor não encontrou especificação relativa à exigência de betoneira de 600l, portanto, provavelmente, foi uma escolha arbitrária do orçamentista.

Como há pouca diferença (R\$ 0,53 por m<sup>3</sup>), entre os valores unitários dos serviços em betoneira, as opções poderiam ser reduzidas para duas opções: uma de preparo em betoneira e outro manual. Isso traria flexibilidade quanto ao uso do tipo de betoneira em obra, haja vista que na mesma planilha constam outros tipos de concreto produzidos em betoneira de 400l, tornando pouco razoável ao executante ter à disposição dois tipos de betoneira somente para seguir à risca cada critério de medição e ter a remuneração correspondente.

Desta maneira, verifica-se a ocorrência da inconsistência tipo 3, pois é pouco provável, que o executante siga à risca a fabricação de concreto magro em betoneira de 600l e em outro local próximo, a execução de concreto ser em betoneira 400l, apenas para que a remuneração seja a mais fiel possível. Portanto, fica claro que a melhor solução é a uniformização do tipo de betoneira.

O quantitativo extraído automaticamente foi de 65,08 m<sup>3</sup>, quantia muito superior ao previsto em contrato, que é de 10,29 m<sup>3</sup>. Verifica-se a correta quantia no modelo BIM, pois a espessura desse lastro é de 10% do concreto ciclópico (3cm de lastro e 20cm de concreto ciclópico) e a sua quantidade, conseqüentemente, também o será.

#### **4.1.5 Lona plástica sob o concreto**

A lona plástica foi modelada como uma camada sem espessura do piso. Apresenta na CPOS apenas uma opção de serviço e no SINAPI apenas uma opção também. Como o autor não encontrou maiores especificações, a escolha pelo serviço da CPOS de menor custo pareceu melhor. Vale lembrar que essa planilha licitatória foi elaborada pela própria CPOS. Nota-se que esse serviço se encontra na planilha apenas na área do *pátio de sol dos raios*, portanto, para a área interna dos *raios e celas* ele teria que ser acrescentado na planilha como forma de aditivo.

Portanto, a modelagem e a classificação desse elemento no modelo evitariam o seu aditivo, pois estaria presente no rol de itens extraídos que formariam a planilha licitatória original. O quantitativo extraído automaticamente foi de 2.168,00 m<sup>2</sup> e, de forma não usual, consta na parte de *Mobiliário dos Raios* na planilha uma quantia de 2.138,21 m<sup>2</sup> de lona plástica, que deve ser para o piso, pela proximidade dos quantitativos, mas apenas em local errado da planilha.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.6 Concreto estrutural – Piso, blocos e vigas baldrame**

A camada de concreto estrutural de FCK = 40 MPa, tem 20 cm de espessura no projeto e foi modelada como sendo a primeira camada do piso todo. Como este serviço é correntemente executado por bombeamento, só há uma opção na CPOS que foi a escolhida na planilha licitatória. Na SINAPI não há este tipo de concreto para bombeamento.

No entanto, o lançamento tem sua remuneração separada. Na CPOS, apesar de constar o serviço de lançamento por bombeamento separado, o orçamentista indicou o serviço de lançamento por bombeamento do SINAPI, pela considerável diferença para menos do preço unitário (R\$ 98,03 por m<sup>3</sup>). Ao verificar a composição desse serviço na CPOS, o mesmo não se encontra em forma detalhada, impossibilitando assim uma análise comparativa imediata dos critérios de medição. O mesmo concreto é o utilizado para os blocos, que foram modelados como ferramenta *sapata* e as vigas baldrame, modeladas como *vigas*.

Desta maneira, verifica-se a inconsistência do tipo 4 na classificação, pois falta informação na composição da CPOS para elucidar as diferenças da remuneração.

A extração de quantitativos ocorreu de maneira separada. Primeiramente extraiu-se a quantia de concreto para as vigas baldrame, no total de 125,40 m<sup>3</sup>. Para os blocos de fundação a quantia foi de 64,84 m<sup>3</sup> e para o piso foi de 433,96 m<sup>3</sup>. Totalizando 624,20 m<sup>3</sup>, o que é, consideravelmente superior a quantia na planilha original que é de 568,38 m<sup>3</sup>. A diferença, pode ser explicada caso o orçamentista tenha considerado a área do corredor técnico fazendo parte de outra divisão da planilha, como *Galeria* e não *Raios*, mas tal verificação só seria possível com um levantamento global para estabelecer um comparativo.

Em complemento, caso não haja o projeto de armadura das fundações, a quantidade de armadura para os blocos de fundação poderia ser estimada. Nesse caso, seria possível criar um novo parâmetro *Armação* (kg), que é resultado da multiplicação do volume do bloco por 100

kg/m<sup>3</sup>. Para que não haja erro de inconsistência de unidades, a fórmula é descrita como mostra a figura 32.

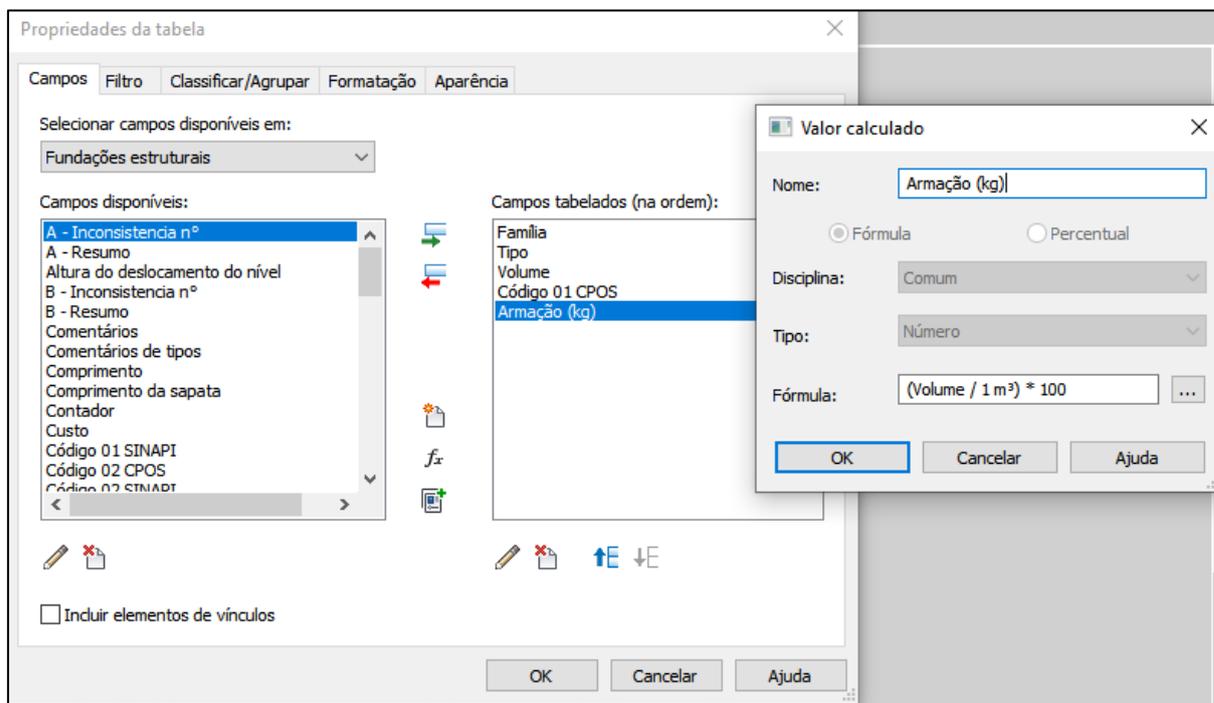


Figura 32 – Criação do parâmetro Armação (kg) e o cálculo de sua estimativa para blocos de fundação.

Fonte: O autor.

#### 4.1.7 Mobiliário

O mobiliário no modelo consta de camas inferiores, intermediárias e superiores, prateleiras de TV, escadas das treliças e prateleiras das treliças. Ao modelar, individualmente as prateleiras das treliças, a sua seleção para a classificação deve ser também individual. No entanto, se a modelagem for realizada copiando um elemento já existente, ao selecionar uma única peça, todas as outras também serão selecionadas, e isso facilita no processo de classificação.

Caso, seja necessário isolar um tipo de item, pode-se selecioná-lo e clicar em *isolar categoria* e depois selecionar todos dessa categoria para realizar a classificação. Como mostra a figura 33.

Uma parte do mobiliário foi modelada como *laje* e outra parte como *parede*, assim a seleção deve ocorrer para cada tipo, por mais que sejam classificados com o mesmo código.

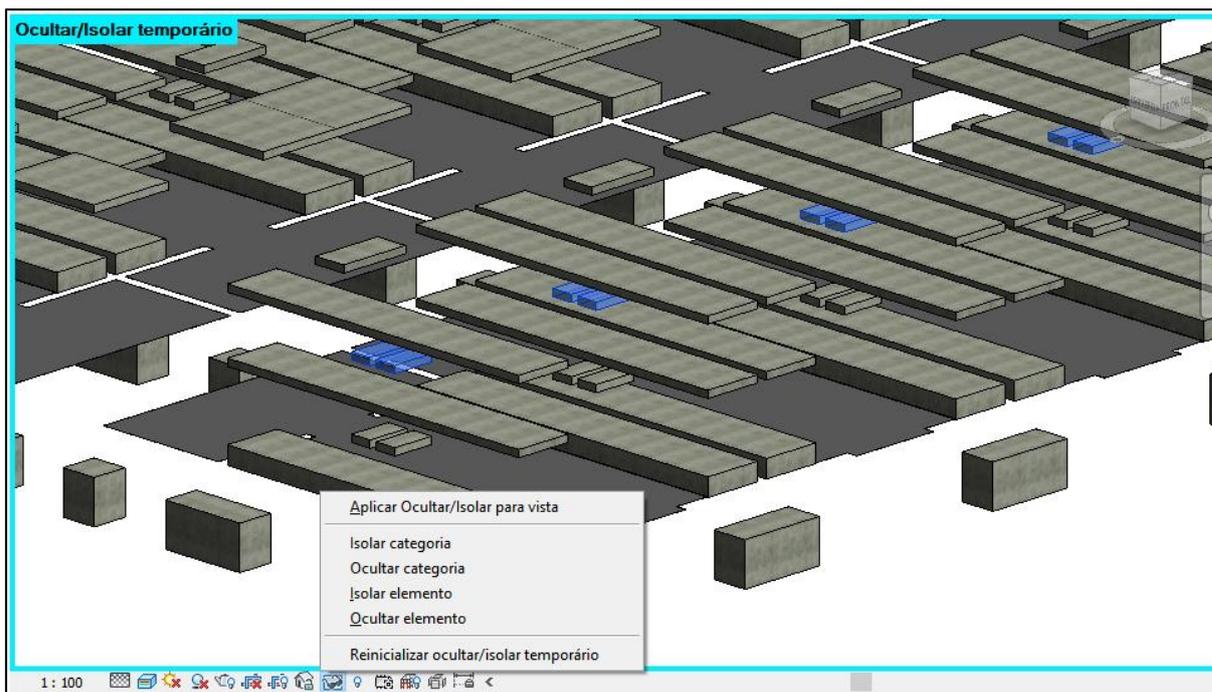


Figura 33 – Aplicando o comando “Isolar Categoria” no *Revit*.

Fonte: O autor.

Para a execução das camadas inferiores (moldadas *in-loco*), o quantitativo extraído foi de 120,32 m<sup>3</sup> e na planilha consta 68,75 m<sup>3</sup>, do item CPOS – “11.01.350 – Concreto usinado, fck = 40 MPa – para bombeamento”. Isso representa uma alta variação na quantidade, o que pode ser explicado, baseado na experiência do autor, pela variação que ocorre na altura das camadas inferiores, que muitas vezes depende da definição dos órgãos fiscalizadores.

Para o restante do mobiliário, que é pré-moldado, foi extraída a quantia de 51,76 m<sup>3</sup> para o que foi modelado como *parede* e de 106,84 m<sup>3</sup> para o que foi modelado como *laje* (camas e prateleiras). Assim, o total extraído foi de 158,60 m<sup>3</sup>. Na planilha consta 194,28 m<sup>3</sup>, portanto há uma sobra excessiva prevista em contrato. Especificamente, pela experiência do autor neste tipo de obra, há projetos que contemplam um mobiliário adicional na cama superior, o que pode justificar a previsão de quantidade maior, mas que acabam sendo excluídos do escopo, por segurança, pois podem ser removidos em rebeliões.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### 4.1.8 Argamassa polimérica para piso

Este serviço foi modelado como uma camada do piso dos banheiros. Na CPOS há apenas um serviço, que foi o escolhido pelo orçamentista, por conta do menor preço unitário em

comparação aos dois serviços similares do SINAPI. Neste caso também se nota que o preço unitário no SINAPI é maior, e pela comparação entre as composições, verifica-se que isso ocorre pela diferença nos índices de produtividade adotados, bem como na especialização da mão de obra e também na quantia de materiais. Além disso, no serviço do SINAPI especificam-se três demãos, enquanto no da CPOS não há essa especificação. Portanto, a escolha pelo serviço da CPOS se apresenta bastante razoável, uma vez que atende as especificações, mas seria necessário apresentar uma justificativa para o não uso do SINAPI, já que este é o preço de referência conforme o art. 3º do Decreto Federal nº 7983/2013.

Em relação à quantidade, do modelo foi extraído um total de 455,84 m², considerado sua aplicação no piso dos sanitários das celas. Na planilha licitatória consta a quantia de 6.077,95 m², valor muito alto e sem aparente justificativa para tal.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### 4.1.9 Cimentado desempenado e alisado

Este serviço, a ser executado no piso de todas as celas, foi modelado como sendo uma camada separada do piso, com a ferramenta *laje*, pela necessidade de fazer alguns contornos.

O orçamentista escolheu o serviço da CPOS 17.03.040 – Cimentado desempenado e alisado (queimado). No entanto, no SINAPI há dois serviços que também poderiam ser utilizados (figura 34).



Figura 34 – Árvores de serviços para o piso cimentado do SINAPI

Fonte: SINAPI (2019)

Para o serviço da CPOS, a unidade de medição é o m<sup>2</sup>, mas não há especificação da espessura. O projeto também não especifica qual espessura deve ser adotada. No entanto, para o SINAPI há dois serviços, também medidos por m<sup>2</sup>, um para a espessura de 2 cm e outro para 3 cm. O SINAPI também poderia adotar apenas um tipo de serviço, sendo o mesmo medido em m<sup>3</sup>. Isso pode ser feito ponderando-se com os índices de produtividade considerados, para permitir uma aferição exata em obra, com o teto sendo a espessura de projeto. Facilita-se assim o processo de classificação, caso haja a necessidade de cimentado com espessuras diferentes para o mesmo empreendimento.

O quantitativo extraído do modelo foi de 1.153,52 m<sup>2</sup>, enquanto que na planilha licitatória consta 4.667,28 m<sup>2</sup>. Novamente a planilha indica um valor muito superior ao levantado sem aparente justificativa, pela análise do autor.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.10 Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície**

Este serviço, consta apenas no boletim CPOS. No SINAPI. Nota-se uma duplicidade de serviços para o acabamento do piso pois, uma vez que há o nivelamento do piso com acabadora de superfície, é desnecessária a execução do cimentado desempenado e alisado. Esta duplicidade pode gerar medições indevidas. Nesse aspecto, o modelo BIM se demonstrou bastante efetivo, pois facilmente se reconhece desnecessária a inclusão da etapa nivelamento quando já existe acamada de cimentado no piso, ou vice-versa.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.11 Fôrmas para blocos de coroamento e vigas baldrame**

Como citado anteriormente, para que se tenha uma extração automática do quantitativo de fôrmas, seria necessário um modelo à parte, devido ao seu uso temporário e, por vezes, uma geometria complexa envolvida. No caso de blocos de coroamento e vigas baldrame, ocorre as intersecções ou ligamentos entre essas vigas e blocos, portanto, cria-se espaços e detalhes que há presença de fôrma, mas que somente com um detalhamento em um modelo separado facilitaria tanto a extração do quantitativo, mas como também o processo executivo em si.

Primeiramente, para as fôrmas dos blocos de coroamento das estacas, há no SINAPI as possibilidades de serviços apresentadas na figura 35.

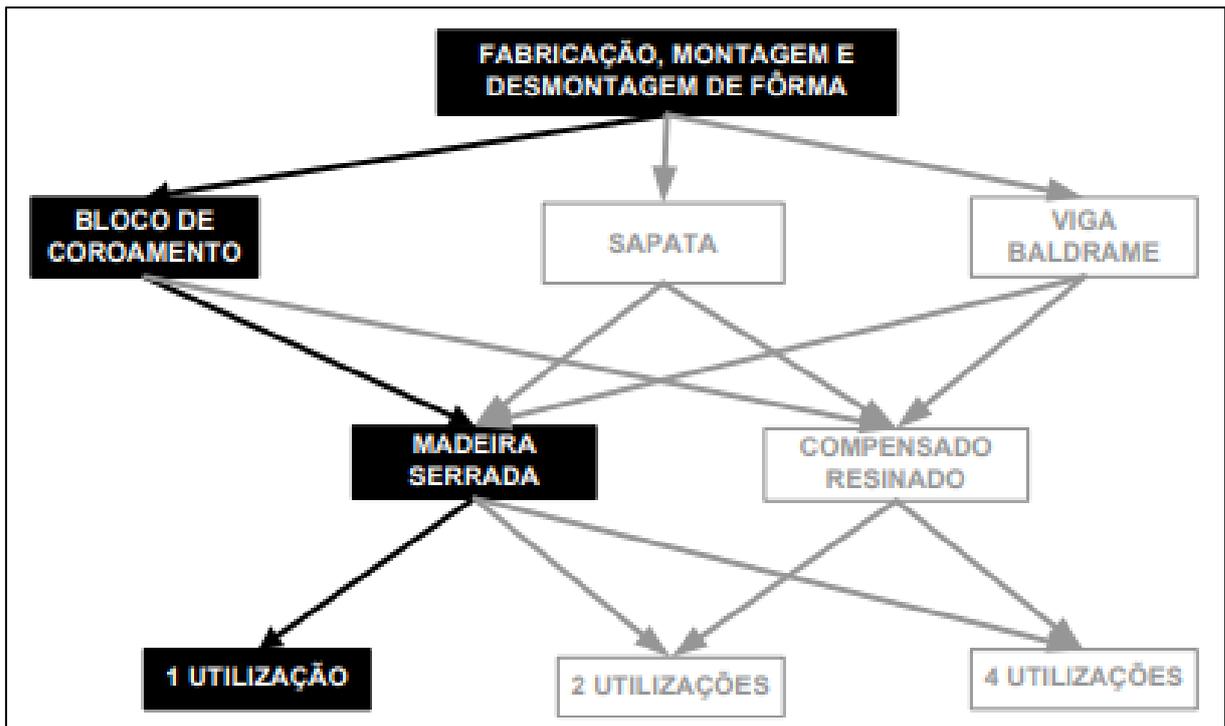


Figura 35 – Árvores de serviços para a fôrma de blocos do SINAPI

Fonte: SINAPI (2019)

Caso haja um modelo BIM próprio para fôrmas dos blocos de coroamento, há a necessidade de explicitar se será feita de madeira serrada ou compensada e a quantia de reutilizações. Nos projetos e documentos disponíveis, o autor não encontrou especificações exigidas para as formas dos blocos. Como o SINAPI abrange diversos tipos de obras, é natural que haja a diferenciação nos serviços também pela quantidade de reutilizações. Neste caso, o orçamentista escolheu a forma para blocos com madeira serrada para até quatro reutilizações. Pela experiência do autor, a fiscalização comumente não tem condições de controlar a quantidade de reutilizações das fôrmas e diversos outros serviços. Nesse sentido, reflete-se sobre a importância de ter serviços que se adequem a uma verificação compatível com a realidade da obra. Um norte para a tomada de decisão sobre a quantia de reutilizações a ser escolhida poderia ser o cronograma executivo da obra, por exemplo, se estiver previsto a execução dos blocos de coroamento em mais de uma etapa, isso implica que a forma será utilizada mais de uma vez.

A mesma discussão está presente para o caso das vigas baldrame.

Na CPOS só há o serviço de fôrma para madeira comum de fundação ou para estrutura, não abordando a questão das reutilizações, remunerando assim todas as utilizações em obra. Este fato pode dar lugar a medições indevidas, pois, costumeiramente, as formas são

reaproveitadas em obra. Portanto, a escolha do serviço do SINAPI, para até quatro utilizações se apresenta adequada.

Para levantar o quantitativo no modelo BIM, foi utilizada a ferramenta *pintura*, nas laterais dos blocos. Mesmo com a interferência e sobreposição de outros elementos, como vigas saindo dos blocos, a pintura das laterais considera o lado todo, não desconta a interferência, o que implica numa extração acima do real aplicado, haja vista que o critério de medição exige que seja medida apenas a área de fôrma em contato com o concreto. O quantitativo extraído foi de 387,84 m<sup>2</sup> e o que consta na planilha é de 387,81 m<sup>2</sup>. No entanto, a forma é para quatro reutilizações. Sendo assim, o quantitativo que deveria estar na planilha é 96,96 m<sup>2</sup> (387,81 m<sup>2</sup> total dividido por quatro). Assim, constata-se uma inconsistência do tipo 2, que acontece por falta de maior interpretação do critério de medição.

Para as vigas baldrame aconteceu o mesmo dos blocos. A fôrma total extraída foi 1.669,16 m<sup>2</sup> e na planilha consta o valor de 1.493,33 m<sup>2</sup>. No entanto, devem-se considerar as quatro reutilizações. Portanto, o valor correto seria de 417,29 m<sup>2</sup>. Novamente, constata-se uma inconsistência do tipo 2, por erro de interpretação da remuneração do serviço.

Em complemento, uma limitação ao uso da ferramenta *pintura* como representação da fôrma é que a ferramenta só permite o seu uso para um elemento único (não composto de camadas), sendo a pintura da face feita apenas uma vez, ou seja, para o bloco de fundação não é possível usar uma vez a pintura para representar a fôrma e uma segunda pintura representando a impermeabilização com pintura asfáltica, por exemplo. Desse modo, é necessário ter um cuidado especial na gestão da informação sobre as faces que representam vários serviços e aquelas que representam apenas um serviço, como no topo do bloco, em que a pintura representaria apenas a impermeabilização e não a fôrma.

A figura 36 ilustra a pintura para representar a fôrma dos blocos e baldrames, e na laje para a impermeabilização.



Figura 36 – Faces pintadas representando fôrmas e impermeabilização.

Fonte: O autor

#### 4.1.12 Pré-moldado

Toda a estrutura (pilares, vigas, lajes, mobiliário) dos raios (cada raio é composto por 8 celas, um pátio de sol e uma área para visitantes), é constituída de peças pré-moldadas. Esse serviço aparece apenas no boletim CPOS, não tendo correspondência no SINAPI.

A viga da platibanda foi modelada como um elemento genérico, as placas pré-moldadas como paredes, as lajes inclinadas como telhado e as lajes das caixas d'água como lajes.

Na extração de quantitativo, as vigas contabilizaram 23,64 m<sup>3</sup>, as lajes inclinadas 297,8 m<sup>3</sup>, as lajes das caixas d'água 13,04 m<sup>3</sup> e as placas 792,52 m<sup>3</sup>. Totalizando 1.127,00 m<sup>3</sup>. Na planilha consta 1.504,80 m<sup>3</sup>. Pela prática do autor, é de costume ter uma quantidade superior nesse quesito, possivelmente para que haja sobra de contrato de maneira que possam ser realizados “replanilhamentos”<sup>2</sup>. Isso é reflexo da baixa precisão em levantamentos de projetos convencionais, ou seja, que não são modelados (BIM).

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### 4.1.13 Impermeabilização das lajes dos raios

Um dos vídeos do Laboratório BIM do governo do Paraná sobre modos de classificar e extrair quantitativos de elementos indica que a impermeabilização pode ser modelada como uma pintura de face onde será executada, e assim poder realizar a extração deste quantitativo.

O autor não encontrou especificação no projeto ou no memorial descritivo específico. No entanto, a escolha do orçamentista foi pelo serviço SINAPI 98546 (impermeabilização de

superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive aplicação de primer asfáltico, e = 3mm. Af\_06/2018). No boletim CPOS há o serviço 32.15.030 (Impermeabilização em manta asfáltica com armadura, tipo III-B, espessura de 3 mm) que é similar e com um preço mais baixo. Percebe-se também a necessidade de comparar as composições de serviços, para que a escolha não seja apenas por preço, mas também pelo que está de acordo com o especificado em projeto. Além disto, consta na planilha o serviço SINAPI 98555 (Impermeabilização de superfície com impermeabilizante semi-flexível (mai), 3 demãos. af\_06/2018) que, pela análise do autor, não seria necessária pois não consta em projeto e não teria local de aplicação.

Na modelagem, usou-se a ferramenta *pintura* para a laje. A viga inclinada que suporta a platibanda foi modelada como elemento genérico, onde é possível entrar no modo edição e aplicar a pintura. Assim, a impermeabilização também cobre essa viga e está contemplado na extração automática. Não foi considerada a parte de cima da viga, pois na pintura da laje a parte que a viga encosta na laje não é descontada (ver figura 36).

Na extração automática obteve-se 2.594,16 m<sup>2</sup> de impermeabilização nas lajes, ao passo que na planilha consta 3.297,09 m<sup>2</sup>. O valor mais alto na planilha, pode ser explicado pela aplicação nas lajes dos sanitários dos visitantes, local entre a *Galeria* e os *Raios*, mas novamente precisaria do levantamento total para um comparativo mais apurado, como em outros casos semelhantes.

Em complemento, deveria ser acrescido o serviço de papel Kraft. Assim, a modelagem desse serviço, como adicional na pintura, evitaria mais este aditivo na planilha licitatória. Caso houvesse alguma parte vertical, haveria a necessidade de criar a pintura horizontal (representando a manta asfáltica e o papel Kraft) e a pintura vertical (representando a manta asfáltica e a tela galvanizada usada nessas situações). Pelo quantitativo de manta, é possível obter o total de argamassa a ser aplicada. Considerando uma espessura de 3cm, o total obtido é de 77,82 m<sup>3</sup> de argamassa. No entanto, na planilha consta um total de 187,50 m<sup>3</sup>, um valor muito acima do extraído do modelo.

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.14 Alvenaria**

Ao lado dos raios fica o setor de múltiplo uso, que contém banheiros para o uso de visitantes divididos por alvenaria. Para esta modelagem, com a ferramenta *parede*, escolheu-se a modelagem de parede composta, ou seja, já composta pelos devidos revestimentos. O autor não localizou maiores especificações sobre esta alvenaria, possivelmente uma deficiência no

projeto e memoriais. Na planilha de orçamento consta o código “CPOS 14.10.101 – Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm – classe C”. Pela composição deste serviço, não é possível saber sobre a forma de preparo da argamassa considerada, e se é produzida de maneira manual ou por betoneira, as duas maneiras se bem planejadas atenderiam o serviço a ser executado.

Para o SINAPI, há diversos serviços com o uso dessa alvenaria, sendo necessário saber também qual é a área líquida a ser aplicada (maior ou menor que 6 m<sup>2</sup>), se possui vãos ou não e, por último, qual a forma de preparo da argamassa de assentamento (manual ou com betoneira). Neste caso, não há diferenciação no tipo de betoneira, se é de 400 l ou 600 l, como ocorre para os serviços de produção de concreto.

Desta maneira, para classificar pelo SINAPI, faz-se necessário verificar qual a área líquida de cada alvenaria. Pela tabela 5, apenas uma alvenaria tem área líquida maior que 6m<sup>2</sup>. Nenhuma das alvenarias extraídas tem vãos. Consultando a tabela de preços unitários SINAPI 10/2018, verificam-se duas possibilidades de escolha de serviços de alvenaria para atender a essas condições, que se distinguem apenas pelo tipo de preparo de argamassa, com uma diferença de R\$ 0,83 no valor unitário.

<Chapisco - Emboço - Alvenaria 9 x 19 x 39>	
A	B
Material: Nome	Material: Área
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	8.39 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	2.65 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	2.65 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.63 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.81 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.73 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.65 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.81 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.75 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	5.06 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.35 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.35 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.35 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.35 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm	0.35 m <sup>2</sup>
Alvenaria 9 x 19 x 39 cm: 15	24.88 m <sup>2</sup>

Tabela 5 – Extração de quantitativos de alvenaria

Fonte: O autor.

Também seria uma arbitrariedade pressupor qual seria um teto de diferença no preço unitário de composições de serviços para que pudesse haver uma diminuição nas possibilidades de escolha, apesar de como já esclarecido a equipe de aferição do SINAPI tem realizado esse trabalho. Uma opção seria montar uma composição representativa, prática já realizada pelo SINAPI, que consiste na fusão de algumas composições similares a fim de facilitar o processo de classificação. Ocorre, neste caso, que excluir a necessidade de definir o modo de preparo da argamassa de assentamento já diminuiria o número de alternativas e daria maior flexibilidade ao executante, não o amarrando em detalhes do processo de fabricação para que se tenha uma remuneração correta. Neste caso, cabe o orçamentista definir as melhores técnicas de execução, conforme a realidade da região que se encontra.

Atualmente, o SINAPI tem elaborado as composições paramétricas que se baseiam na agregação de composições unitárias.

Para a alvenaria, o total extraído foi de 99,52 m<sup>2</sup> (4 x 24,88 m<sup>2</sup>), na planilha consta 107,92 m<sup>2</sup> (resultado da soma 17,52 + 50,40 + 37,40 + 1,18 + 1,40), próximo ao valor extraído automaticamente. No entanto, na planilha constam outros elementos de alvenaria que não foram localizados em projeto, o que parecem ser itens para serem excluídos do contrato ou serão sobras de contrato (quantitativos de alguns serviços que permanecem no contrato após a conclusão do mesmo, sem serem utilizados).

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.15 Chapisco**

Na planilha orçamentária consta o código “CPOS 17.02.020 – Chapisco”, e na sua composição também consta o uso de betoneira para sua fabricação. Na CPOS ainda há outras quatro possibilidades de chapisco que se diferenciam pela adição de material ou tipo de areia, mas o projeto e o memorial descritivo não forneceram detalhes suficientes para que fosse possível escolher algum dos outros quatro tipos.

Para o SINAPI, constam 22 alternativas de chapisco sobre alvenaria (figura 37). A diferenciação ocorre devido à presença de vãos ou não, ao meio de aplicação do chapisco, ao tipo de argamassa e à forma de produção de argamassa. Nota-se certa complexidade na sua escolha, pois o orçamentista deve definir uma série de itens que muitas vezes não estão especificados em projetos ou memoriais, mas que poderiam estar. Isso também reflete na planilha orçamentária que, por vezes, apresenta de forma aleatória (não se identificou a razão) variedades de tipos de chapisco, sendo que o que se pratica comumente é que se escolhe somente um método de

execução. Um caminho para o orçamentista, na falta de maiores especificações e detalhamento, é definir alguns itens em conjunto com o futuro gestor público daquela obra, conforme a realidade local, isso pode reduzir aditivos contratuais.

Para o uso do Classification Manager, verificou-se também a possibilidade de incluir mais de um serviço no mesmo elemento. No entanto, como são serviços com área de medições diferentes (chapisco = 2 x alvenaria), é necessário preparar essa multiplicação.

A quantia extraída do modelo foi de 178,76 m<sup>2</sup>, enquanto que na planilha consta 362,66 m<sup>2</sup>, quantia tal sem justificativa.

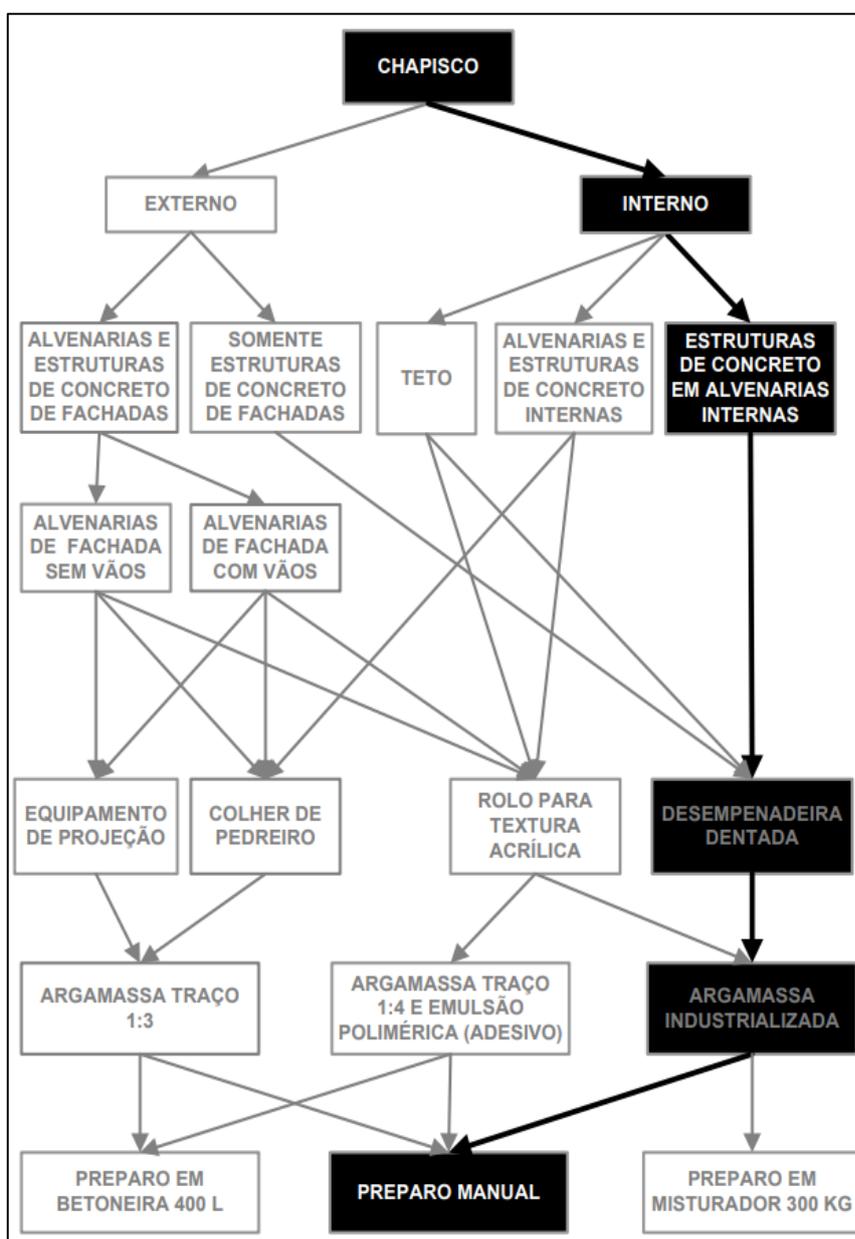


Figura 37 – Árvores de serviços para o chapisco.

Fonte: SINAPI (2019)

Neste item não houve classificação de nenhum tipo de inconsistência orçamentária.

#### **4.1.16 Emboço/Massa única**

A modelagem do emboço também foi considerada como sendo uma camada da parede composta. Para a planilha licitatória escolheu-se o código “CPOS 17.02.140 – Emboço desempenado com espuma de poliéster”. Na CPOS há mais duas opções de emboço, uma de argamassa industrializada e a de emboço comum.

No SINAPI, primeiramente, o emboço se divide em dois grupos, para alvenarias internas e para externas. Já nesta divisão fica uma dúvida sobre o que se deve considerar como sendo uma parede externa. Seria uma face que é exposta ao sol e intempéries a maior parte do dia? Nota-se a divisão do emboço pensada, principalmente, para prédios de apartamentos com grupos voltados para o emboço de sacadas (interno e externo), panos de fachadas e alvenarias internas.

Como as alvenarias estão em local coberto, sujeitas às intempéries e exposição ao sol de forma parcial devido o pé direito alto (5 metros), para uma classificação SINAPI seriam todas consideradas como sendo internas. Como não há aplicação de cerâmica, os serviços de massa única para pintura são os mais apropriados. Para se definir qual serviço exato para a classificação, é necessário definir o tipo de argamassa, o modo do seu preparo e sua forma de aplicação, bem como a espessura da camada final (figura 38).

Nota-se assim a inconsistência do tipo 4, pois na composição da CPOS não há especificação da espessura a ser aplicada, dificultando assim uma comparação. Como o serviço da CPOS é o mais barato, possivelmente este foi o motivo da escolha.

A quantia extraída do modelo foi de 178,76 m<sup>2</sup>, enquanto que na planilha consta 362,66 m<sup>2</sup>, valor muito superior sem aparente justificativa.

#### **4.2 UTILIZAÇÃO DO DYNAMO**

O Dynamo é uma versátil ferramenta de programação visual que permite, através de *scripts*, a elaboração de geometrias complexas, a realização de gerenciamento da informação e a checagem de regras em um modelo BIM do REVIT. Também pode ser usado para outros *softwares* sejam da Autodesk ou não. A partir da versão 2020 do REVIT o Dynamo já vem instalado (AUTODESK, 2021).

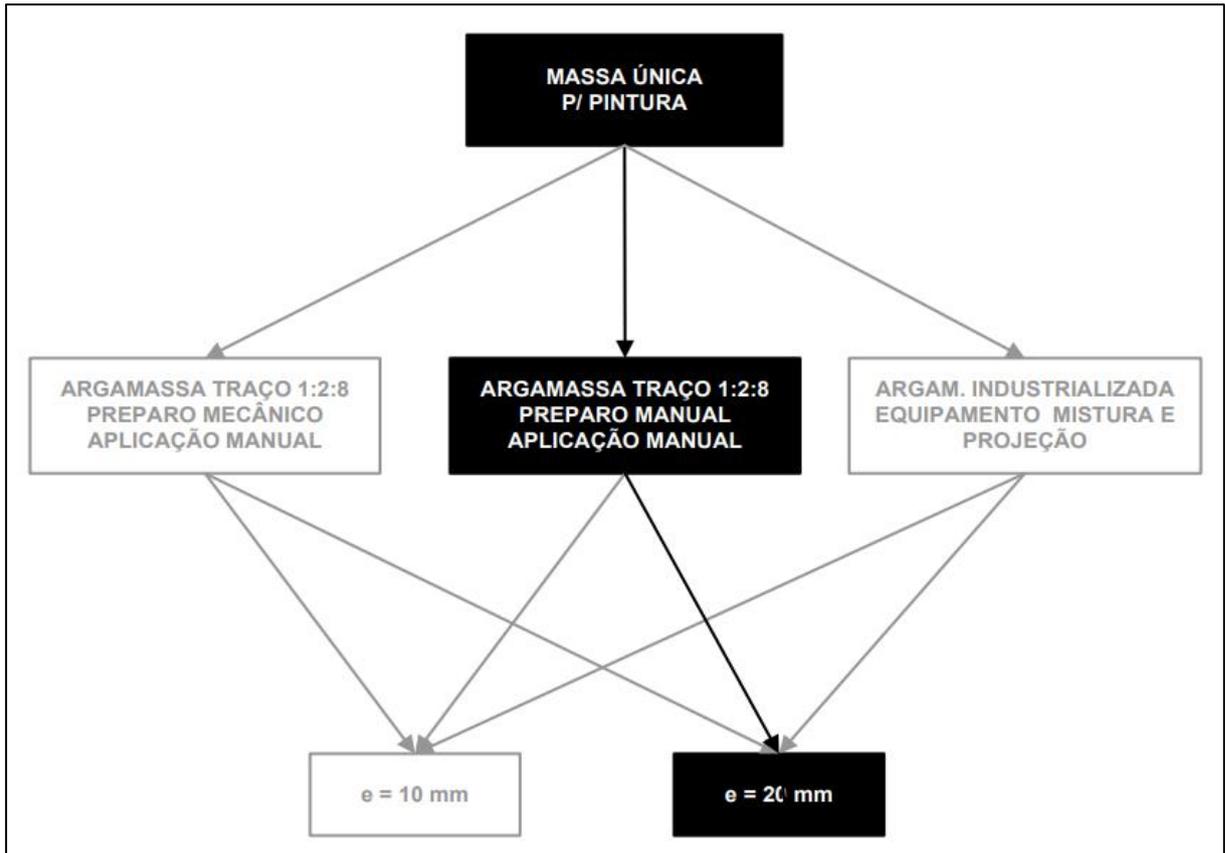


Figura 38 – Árvores de serviços para a massa única para pintura.

Fonte: SINAPI (2019)

Resumidamente, o Dynamo é uma plataforma de código aberto, portanto o usuário também pode estender as suas funcionalidades. Ao usar o Dynamo pelo REVIT, o ambiente de programação automaticamente estará conectado com o projeto/modelo aberto no REVIT. Deste modo, através de uma série de funções, representadas por vértices (chamados ‘nós’) e interligadas por linhas, é possível desenvolver *scripts* conforme a necessidade do usuário (AUTODESK, 2021).

Para este trabalho, realizou-se um *script* (Figura 39) que possibilita verificar quais elementos estão com uma classificação SINAPI ou CPOS e quais elementos não estão classificados. Esse *script* considera as propriedades SINAPI e CPOS que foram criadas para realizar a classificação dos elementos isolados, portanto tem a limitação de não considerar os elementos compostos classificados pelas propriedades de cada material que os compõem.

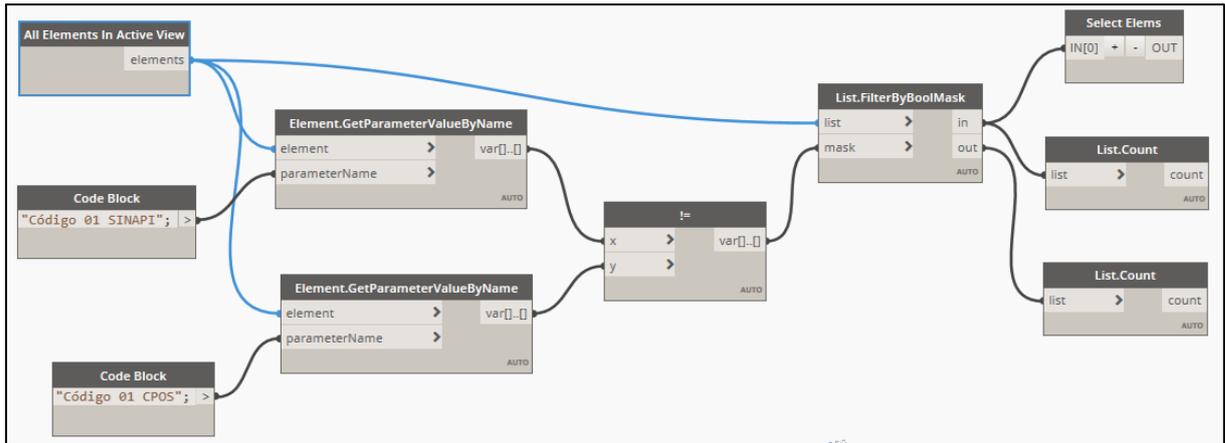


Figura 39 – Script do Dynamo para selecionar os itens isolados classificados

Fonte: O autor.

### 4.3 ANÁLISE DE OUTRAS PLANILHAS LICITATÓRIAS

Nesta seção, apresenta-se a análise de outras planilhas licitatórias, feita com a finalidade de aplicar e testar a proposta de tipologia de inconsistências (tipos 1 a 9) e, eventualmente, identificar a necessidade de novos tipos. É importante dizer que a análise das inconsistências não é sugerida apenas para planilhas com modelos em BIM, mas convém ser aplicada para licitações convencionais, com projetos em 2D.

#### 4.3.1 Obra: Centro Dia do Idoso, Campinas-SP (2020)

Nesta licitação, do município de Campinas-SP, os projetos estão em CAD (2D) e a Administração utilizou como base principal de preços o SINAPI (dezembro de 2019, sem desoneração), e também utiliza o boletim de serviços da CPOS, da SIURB (Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras, do município de São Paulo) e composição de preço unitário (CPU), que são novas composições, e que muitas vezes utilizam os serviços que une outras composições existentes, mas com ajustes conforme a realidade e necessidade da obra.

Neste exemplo, foi localizada a inconsistência denominada como tipo 5 e já descrita anteriormente.

Neste caso, a CPU 9 (preparo de fundo de vala, em local com nível baixo de interferência) com preço unitário de R\$ 2,93, é composta unicamente pelo serviço SINAPI 94099 (preparo de fundo de vala com largura maior ou igual a 1,5 m e menor que 2,5 m, em local com nível baixo de interferência. AF\_06/2016), com preço unitário igual de R\$ 2,93. No entanto, como se trata da execução da escavação para blocos de fundação, ao verificar o projeto de

fundação disponível, dos 41 blocos de fundação, somente 8 precisariam de escavação maior que 1,50 m, pois os outros blocos são de no máximo 70 cm de lado. Considerando uma escavação adicional de 20 cm de cada lado, padrão adotado para montagem de formas, totalizaria 1,10 m. Assim, para 33 blocos de fundação o correto seria a utilização do SINAPI 94097 (preparo de fundo de vala com largura menor que 1,50 m, em local com nível baixo de interferência. AF\_06/2016) com valor unitário de R\$ 5,84.

Portanto, dos 41 blocos, 33 deveriam ter remuneração para a sua escavação pelo SINAPI 94097 e 8 blocos pelo SINAPI 94099, e não os 41 blocos pelo CPU 9, que é composto unicamente pelo SINAPI 94099, com o mesmo valor de remuneração, mas com um título que não engloba a medida da largura. A figura 40 mostra o CPU 9 e a figura 41 as composições SINAPI disponíveis.

 PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA							
OBJETO: CENTRO DIA DO IDOSO							
LOCAL: RUA PROFª RUTH OLIVEIRA SILVEIRA BELO, S/N - JARDIM DO LAGO CONTINUAÇÃO - CAMPINAS/SP						BDI: 20,35%	
DATA BASE FONTE PRINCIPAL: SINAPI: Dezembro/2019							
LEIS SOCIAIS BÁSICAS: (sem desoneração): 114,93% horistas e 71,80% mensalistas. (Nota: Leis Sociais referentes à Lei Social base do SINAPI - Os preços unitários desta planilha orçamentária contêm a previsão das leis complementares do SINAPI, disponível no sítio eletrônico da Caixa Econômica Federal - CEF)							
COMPOSIÇÕES DE PREÇOS UNITÁRIOS - CPU's ATUALIZADAS							
	SINAPI 94099	CPU 009	PREPARO DE FUNDO DE VALA, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA	M2			R\$ 2,93
Mão de Obra							
Total de Mão de Obra com Encargos Complementares							R\$ -
Materiais							
SERVIÇO	SINAPI	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_08/2016	M2	1,00000	R\$ 2,93	R\$ 2,93
Total de Materiais							R\$ 2,93
Equipamentos							
Total de Equipamentos							R\$ -
Total Geral							R\$ 2,93

Figura 40 – Composição CPU 009.

Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas (2020)

94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	MOVT	m²	12/2019	2,93
94097	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	MOVT	m²	12/2019	5,84

Figura 41 – Itens SINAPI 94099 e 940097.

Fonte: Orçafascio (2020)

### 4.3.2 Obra: Estruturação da Cachoeira do Chá, Tapiraí-SP (2020)

Nesta licitação, do município de Tapiraí-SP, o projeto se restringe a uma única folha, tipo croqui, com poucos detalhamentos e a planilha de licitação (figura 42) é constituída de apenas 7 serviços.

No item 4 – Placas da planilha, nota-se a inconsistência do tipo 2, pois tanto pela possível deficiência na interpretação dos critérios de medição quanto pela não observância de suas composições, o orçamento contempla o serviço de aquisição da placa e o de colocação da placa em suporte, mas não está se remunerando o suporte em si, de madeira ou metálico. No boletim CPOS há os dois tipos, e o projeto não detalha qual o tipo de suporte. Observa-se também que na composição do serviço de colocação de placa, não há discriminação do que se está sendo remunerado, como mostra a figura 43.



**MUNICÍPIO DE TAPIRAÍ**  
ESTADO DE SÃO PAULO  
R. Augusto Moritz, 305 • CEP 13180-000 • (15) 3277-4800  
www.tapirai.sp.gov.br • CNPJ 46.624.665/0001-03

Folha nº  

---

DCL

**B - PLANILHA DE PREÇOS E SERVIÇOS**

CPOS - BOLETIM REFERENCIAL DE CUSTOS - TABELA DE SERVIÇOS		VERSÃO 177		Vigência: a partir 01/11/2019			
TABELA SINAPI 12/10/2019							
FORTE	CÓDIGO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	TOTAL SEM BDI
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 2.931,18
CPOS	02.08.020	1.1	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO PARA OBRA	m²	6,00	R\$ 488,53	R\$ 2.931,18
		2	ESTRUTURAS EM MADEIRA				R\$ 44.731,21
		2.1	CORRIMÃO				R\$ 25.635,25
CPOS	15.20.020	2.1.1	Fornecimento de peças diversas para estrutura em madeira	m²	8,35	R\$ 3.070,09	R\$ 25.635,25
		2.2	PONTE				R\$ 8.841,86
CPOS	15.20.020	2.2.1	Fornecimento de peças diversas para estrutura em madeira	m²	2,88	R\$ 3.070,09	R\$ 8.841,86
		2.3	ESCADAS				R\$ 10.254,10
CPOS	15.20.020	2.3.1	Fornecimento de peças diversas para estrutura em madeira	m²	3,34	R\$ 3.070,09	R\$ 10.254,10
		3	PROTEÇÃO DE ENCOSTAS				R\$ 7.786,48
CPOS	08.10.060	3.1	Enrocamento com pedra assentada	m²	2,56	R\$ 344,68	R\$ 882,38
CPOS	08.10.109	3.2	GABIÃO TIPO CAIXA EM TELA METÁLICA, ALTURA DE 1M, COM REVESTIMENTO LIGA ZINCO/ALUMÍNIO, MALHA HEXAGONAL 8/10 CM, FIO DIÂMETRO 2,7 MM, INDEPENDENTE DO FORMATO OU UTILIZAÇÃO	m²	14,00	R\$ 493,15	R\$ 6.904,10
		4	PLACAS				R\$ 11.213,83
CPOS	97.05.100	4.1	Sinalização vertical em placa de aço galvanizada com pintura em esmalte sintético	m²	15,30	R\$ 690,80	R\$ 10.569,24
CPOS	97.05.130	4.2	Colocação de placa em suporte de madeira / metálico - solo	m²	15,30	R\$ 42,19	R\$ 644,59
<b>TOTAL</b>							R\$ 66.662,70
<b>BDI</b>							26,49%
<b>TOTAL GERAL</b>							R\$ 84.321,65

Figura 42 – Planilha de licitação de Tapiraí-SP.

Fonte: Município de Tapiraí (2020)

97.05.130	Colocação de placa em suporte de madeira / metálico - solo	m <sup>2</sup>	
S.01.000.091713	Colocação de placa em suporte de madeira / metálico - solo	m <sup>2</sup>	1,0000

Figura 43 – Composição do serviço de colocação de placa do boletim CPOS<sup>1</sup>

Fonte: Prefeitura Municipal de Tapiraí (2020)

Na lista de serviços do croqui, há o serviço de substituição de madeiramento do portal de entrada da cachoeira. Nota-se, pela planilha, que nem existe esse tópico em específico ou o orçamentista optou para que este serviço seja medido dentro de alguns outros itens como o serviço 15.20.020 – Fornecimento de peças diversas para estrutura em madeira. Mesmo assim, há a inconsistência do tipo 2, pois a composição deste serviço não contempla a retirada da madeira já existente, serviço este que existe no boletim CPOS. Portanto, pode-se indicar a presença da inconsistência do tipo 6 também, pela omissão do serviço de retirada.

De modo geral, evidencia-se a simplicidade desta planilha orçamentária e a observação de mais inconsistências do tipo 6, como a omissão de serviços de locação e dos relacionados a trabalhos manuais com terra, para a realização do projeto proposto.

#### 4.3.3 Obra: Construção da EMEF Raul Machado II, Ribeirão Preto-SP (2020)

Nesta planilha licitatória, utilizaram-se os critérios de medição do SINAPI, CPOS e também do FDE. Exemplifica-se o tipo 7 de inconsistência, para a fase de ‘Serviços Preliminares’, pois contém um código com uma descrição incorreta (ver Figura 44). No caso, o serviço de código 01.01.025 (Corte, recorte e remoção de árvores, inclusive raízes diam. > 100 cm) está na planilha com a mesma descrição para o serviço 01.01.024 (Corte, recorte e remoção de árvores, inclusive raízes 60 cm < diam < 100 cm). Como se trata de um serviço que não será modelado, não é uma classificação direta no modelo, mesmo assim, trata-se de um erro advindo da não utilização de um software específico de elaboração de orçamentos, mas somente de planilhas eletrônicas.

1.0			SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$	293.377,75
1.1	74209/1	SINAPI	Placa de obra em chapa zincada, conforme modelo do Governo Federal (2,00 X 2,00)	m²	4,00	517,77		2.071,08
1.2	41598U	SINAPI	Entrada de energia elétrica aérea trifásica 40A com poste ; inclusive cabeamento, caixa de proteção para medidor e aterramento	un	1,00	1.925,79		1.925,79
1.3	97741U	SINAPI	Instalação provisória de água 3/4	un	1,00	164,51		164,51
1.4	73658U	SINAPI	Instalações provisórias de esgoto	un	1,00	777,36		777,36
1.5	02.01.171	CPOS	Execução de sanitário e vestiário em canteiro de obra, inclusive instalação e aparelhos	m²	5,04	779,49		3.928,63
1.6	02.02.140	CPOS	Locação de container 2,30 X 6,00 m, ALT. 2,50 m, com 1 sanitário, para escritório, completo, sem divisórias internas.	MÊS	12,00	1.002,21		12.026,52
1.7	02.02.150	CPOS	Barracão provisório para depósito- área mínima de 27,60 m²	MÊS	12,00	1.319,25		15.831,00
1.8	01.01.001	FDE	Retirando a vegetação, troncos ate 5cm de diâmetro e raspagem.	m²	11.402,97	4,39		50.059,04
1.9	01.10.001	FDE	GABARITO DE MADEIRA ESQUADRADO E NIVELADO PARA LOCAÇÃO DE OBRA	M	187,20	42,94		8.038,37
1.10	01.01.024	FDE	Corte, recorte e remoção de árvores inclusive raízes, diâmetro até 60cm	unid.	10,00	5.937,94		59.379,40
1.11	01.01.025	FDE	Corte, recorte e remoção de árvores inclusive raízes, diâmetro até 60cm	unid.	3,00	8.060,86		24.182,58

Figura 44 – Erro tipo 7 em uma planilha orçamentária de Ribeirão Preto-SP

Fonte: Município de Ribeirão Preto (2020) (adaptado)

#### 4.3.4 Obra: Obra de construção civil visando a modernização da pista de atletismo da escola de educação física da PMESP (2021)

Nesta planilha licitatória, utilizaram-se os critérios de medição do SINAPI setembro 2021, CDHU 182 (antigo CPOS). A inconsistência 8 é encontrada, pois para o mesmo serviço, de mesmo código, apresenta três preços unitários distintos (figura 45). Mesmo o erro não sendo corrigido antes da licitação na qual o autor pôde participar, o mesmo deverá ser corrigido através de termos aditivos ao longo da execução da obra.

PLANILHA DE ORÇAMENTO		Obra: PISTA DE ATLETISMO 8 RAIAS - BASE ASFALTICA	Cliente: POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO			
		Local: SÃO PAULO - SP	Data: 25/10/2019			
		End.: AV. CRUZEIRO DO SUL, 548 - PARI SÃO PAULO - SP				
BASE SINAPI - SP SET. 2021 / CDHU 182						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO UNIT.	TOTAL
03.01.03	72887	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO BASCU LANTE 6 M3, RODOVIA PAVIM ENTADA - BOTA FORA DMT 20 KM	M3XKM	51.060,00	1,30	66.378,00
03.02.02	72887	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA - BOTA FORA DMT 20 KM	M3XKM	121.421,21	3,90	473.542,72
05.01.03	72887	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA - BOTA FORA DMT 20 KM	M3XKM	9.390,40	0,95	8.920,88

Figura 45 – Erro tipo 8 em uma concorrência, planilha orçamentária de São Paulo-SP

Fonte: Imprensa Oficial (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022)

#### 4.3.5 Obra: Reforma/readequação do terminal rodoviário do município de São José do Rio Preto/SP (2021)

Nesta concorrência, baseada em SINAPI 08/2021, CPOS 08/2021 e FDE 07/2021, foi identificado a inconsistência do tipo 9. Tal inconsistência, provavelmente, deve-se estar em toda e qualquer licitação que utiliza mais de um critério de medição. Neste caso, porém, a contratante foi explícita nas respostas aos questionamentos, que a não compatibilização dos preços

unitários dos insumos (material ou mão de obra) poderia acarretar na impugnação da proponente. Como já na planilha original não há compatibilização, entende-se que a empresa que não propuser desconto algum, estaria automaticamente desclassificada, pela falta de compatibilização da própria contratante, ou seja, uma situação até paradoxal.

No exemplo, verifica-se que o insumo de material “Cimento Branco”, apresenta preço unitário de R\$ 1,82/kg para o SINAPI e R\$ 1,97/kg pelo FDE (figura 46), portanto a proponente deve apresentar valores unitários iguais, já que se trata de matérias idênticos.

Obra		Bancos		B.D.I.	Encargos Sociais		
REFORMA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA - FASE 01		SINAPI - 08/2021 - São Paulo CPOS - 08/2021 - São Paulo FDE - 07/2021 - São Paulo		29,07%	Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.		
Planilha Orçamentária Analítica							
3.17.6.6	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Insumo	00001380 SINAPI	CIMENTO BRANCO	Material	KG	0,0442735	1,82	0,08
Insumo	2.05.09 FDE	CIMENTO BRANCO	Material	KG	0,2000000	1,97	0,08

Figura 46 – Erro tipo 9 em uma concorrência, planilha orçamentária de São José do Rio Preto-SP

Fonte: (PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, 2022)

## 5. CONCLUSÕES

No estudo de caso principal, foram modelados ao menos 18 serviços de uma obra pública, desde a fundação até a superestrutura, com a utilização do *software* Revit 2019. A ferramenta *piso* do programa se mostrou eficaz para modelar diversos itens, como lastros, radier, argamassas e também como forma de agregar itens para obter a extração de quantitativo de maneira indireta, como lona plástica, nivelamento, cimentado e afins, itens estes que não necessariamente seriam modelados de forma isolada. Portanto a flexibilidade que as ferramentas trazem deve ser usufruída com cautela para não dificultar a extração de quantitativos de cada serviço.

A modelagem do mobiliário pré-moldado foi realizada com as ferramentas *parede* e *laje*, e da estrutura pré-moldada (lajes, pilares, vigas e paredes maciças) com as ferramentas *parede*, *lajes*, *telhado* e *pilar*. Notou-se que com a modelagem foi possível rastrear os quantitativos extraídos e entender a maioria dos quantitativos colocados na planilha licitatória. Ponto este muito importante, pois nos projetos realizados em 2D, sem processos BIM, não há possibilidade de rastreamento dos quantitativos.

Elementos temporários, como formas e escoramentos, exigem uma modelagem separada para obter o quantitativo exato, mas é possível aproximações para se chegar no total de

formas através de relações no quantitativo de concreto e suas dimensões, para embasar as planilhas licitatórias. Atualmente, algumas licitações, prevendo o uso de processos BIM, tem realizado primeiro a licitação para contratação de projetos em BIM e posteriormente a licitação da obra em si, desta maneira os órgãos públicos podem ter acesso aos quantitativos mais exatos, inclusive de itens temporários, como formas e escoramentos. Neste trabalho utilizou-se a ferramenta *pintura* para obter os quantitativos de formas, através da correta nomenclatura e aplicação da pintura nas faces dos elementos que receberiam as formas. Também se aplicou o mesmo método para quantificar a impermeabilização das lajes de cobertura.

As alvenarias, bem como os revestimentos (chapisco e emboço), foram modeladas como parede composta. Notou-se que a variabilidade de possibilidades do SINAPI exige um esforço adicional na modelagem e que mesmo que se siga a risca, para que a planilha licitatória tenha exatidão, na prática do autor, a execução desses itens, que muitas vezes é realizado por subempreiteiros, a remuneração para estes é simplificada.

Em suma, a confecção de planilhas orçamentárias de preços unitários é um desafio para obras dos mais diversos portes e naturezas. A partir de diversos exemplos este trabalho demonstrou que é possível sistematizar as diversas inconsistências orçamentárias, produzindo assim uma referência, até então inexistente, sobre os tipos mais comuns de inconsistências orçamentárias.

O sistema de classificação de inconsistências para planilhas orçamentárias elaborado, com a sugestão de 9 (nove) tipos, demonstrou efetividade, sendo possível assim sistematizar dados sobre as inconsistências encontradas conforme o seu uso for se expandindo. Colabora-se assim, para a disseminação de boas práticas orçamentárias e, ao mesmo tempo, incentiva-se a adoção de melhorias contínuas aos critérios de medição.

Também foram analisadas outras 5 planilhas licitatórias, podendo encontrar em todas elas algum tipo de inconsistência. Isso demonstra que muitas vezes as licitações são realizadas, mesmo contendo alguns erros, pois durante a execução da obra é possível realizar as correções, com aditivos e supressões. No entanto, os orçamentistas não contam com uma base de dados referencial dos tipos de inconsistências orçamentárias, ou de um histórico, seja ele a nível municipal, estadual ou nacional, que o alerte dos erros mais presentes nas licitações públicas.

O desenvolvimento deste trabalho, possibilitou reconhecer os principais desafios para a tomada de decisão do orçamentista, quanto à classificação dos elementos de um modelo em BIM, considerando dois ou mais critérios de medição. A escolha dos serviços modelados foi direcionada ao objetivo de ser o suficiente para abarcar desde fases iniciais até as finais da obra, utilizando as diversas ferramentas para a modelagem. Desta forma, ao modelar e classificar, foi

possível inferir aglutinações e pontos de melhoria nos critérios de medição usados (SINAPI e CPOS).

Por mais que o SINAPI, por meio da elaboração das composições representativas, demonstre um esforço de aglutinação, verificaram-se outras possibilidades que se traduziriam em maior flexibilidade ao executante, e em melhoria para o fiscal da obra, no que concerne a uma redução do número de variações nas verificações em campo. Em alguns casos, como para os serviços medidos pela área (cimentado, lastro), a adoção pelo volume poderia fornecer uma maneira de apenas medir o real executado, quando houver distorções na execução que não prejudiquem a qualidade da obra.

Também cabe ressaltar a precariedade da fiscalização em obras públicas. Pela experiência do autor em três obras públicas com valores aproximados de 50 milhões, com duração de 2 a 3 anos, somente um fiscal era alocado para conferir a qualidade da execução, o andamento da obra, corrigir as memórias de cálculo para a medição mensal e aprovar os termos aditivos ao decorrer da obra, para ajuste dos cronogramas físico e financeiro. Este cenário reforça a importância da simplificação, no sentido de facilitar a fiscalização do executado com os critérios de medição e este como sendo uma diretriz coerente com a realidade. Além disto, outro cenário a ser considerado é que em muitas cidades somente um engenheiro é alocado para a confecção das planilhas de licitação, acompanhamento das obras e liberação das medições.

Notou-se a facilidade do uso do plug-in Classification Manager, do Revit 2019 para a classificação dos elementos. No entanto, a planilha dos critérios de medição deve ser adequada à formatação da planilha padrão para o plug-in. Como há liberdade em criar novos parâmetros de projetos e destes serem vinculados ao plug-in, o mesmo também se demonstrou efetivo para ser usado com a classificação das inconsistências por parte da equipe de orçamentação e não da fiscalização, pois esta não teria acesso aos arquivos dos modelos nativos para a orçamentação. No teste de classificação com o *ArchiCad 24*®, identificou-se que não é necessária a instalação de um plug-in. Mas, para se usar um sistema de classificação é necessário cadastrar todos os itens no próprio programa (tarefa aparentemente inviável dada a quantidade de serviços disponíveis nos critérios SINAPI e CPOS) ou fazer o cadastramento por meio de planilha, que deve estar no padrão exigido. Também se notou que para a classificação só é apresentado o código para escolher o serviço, sendo necessário sempre ter os critérios de fácil acesso para consulta.

A utilização das plataformas BCF para a indicação das inconsistências em classificação são práticas e efetivas pois a fiscalização, em qualquer etapa, seja de projeto, orçamentação (ou licitação), execução ou operação, pode facilmente realizar tais apontamentos. Deste modo a fiscalização teria acesso aos projetos para fins de visualização e não de edição. Mesmo para

itens não modelados, mas que apresentam alguns dos tipos de inconsistências sugeridas, a gestão via BCF poderá ser feita para registrar tal ocorrência.

Para trabalhos futuros indica-se o desenvolvimento de estudos para automatizar o reconhecimento de inconsistências em planilhas, por meio de palavras-chaves e suas interações. Sugerem-se pesquisas em campo, com entrevistas aos usuários sobre os critérios de medição e suas aplicações. Também se sugerem estudos sobre os impactos no fluxo de trabalho se adotadas as aglutinações propostas, além de outras que possam ser vislumbradas posteriormente. Por fim, indica-se também a realização de um estudo que abranja os critérios de medição de outros países que costumam colaborar com o Brasil de modo a elaborar um cenário internacional dos desafios de orçamentação para a construção civil e da diversidade de entendimento sobre a remuneração dos serviços.

Também seriam úteis estudos no acompanhamento da inserção do BIM nos órgãos públicos, dado o seu crescente incentivo e o início de sua obrigatoriedade em alguns tipos de projeto, conforme o RoadMap da estratégia BIM BR (BRASIL, 2019). Para tal, parece ser interessante o uso da ferramenta BIM-AIM 2.0 de Gurevich e Sacks (2020).

## REFERÊNCIAS

ACCA SOFTWARE. LOD e LOIN no BIM: o que são e para que servem. 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 25 set. 2022.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Guia 3 -BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção**. Brasília, DF: [s. n.], 2017.

AISH, R. **Building Modelling: The Key to Integrated Construction CAD**. CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering related to Building, 7-9 July. 1986.

ALVES, Nadine. **Quais são os critérios de medição de serviços na construção civil?** 2017. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/criterios-de-medicao-de-servicos-construcao-civil/>. Acesso em: 16 jan. 2020.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **American Institute of Architects**. Disponível em: <https://www.aia.org/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. CEE-134 – Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (BIM). Ata da 9º Reunião 2018 Disponível em: [https://transparencia.caubr.gov.br/arquivos/MINUTA\\_ATA\\_CEE-134\\_-\\_9a\\_-\\_2018\\_09\\_27.pdf](https://transparencia.caubr.gov.br/arquivos/MINUTA_ATA_CEE-134_-_9a_-_2018_09_27.pdf). Acesso em: 24 de setembro 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 2022. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/>. Acesso em: 21 ago. 2022.

AUTODESK. **BIM Interoperability Tools**. 2020. Disponível em: <https://www.biminteroperabilitytools.com>. Acesso em: 12 maio 2020.

AUTODESK. **Dynamo**. O Dynamo Primer. Disponível em: [https://primer.dynamo-bim.org/pt-br/01\\_Introduction/1-2\\_what\\_is\\_dynamo.html](https://primer.dynamo-bim.org/pt-br/01_Introduction/1-2_what_is_dynamo.html). Acesso em: 20 mar. 2021.

BADRA, Pedro. **Orçamento de Obras em Tempos de BIM Building Information Modeling (e-book)**. São Paulo: Buc Serviços de Conteúdo S.A., 2018. 100 p. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/category/ebooks/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

BALDWIN, Mark. From LOD to LOIN. 2022. Plan.One GmbH. Disponível em: <https://en.plan.one/blog-en/from-lod-to-loin/>. Acesso em: 25 set. 2022.

BALDWIN, Mark. **The BIM Manager: Practical guidance for BIM project management**. [s. L]: Beuth Verlag, 2019. 283 p.

BENOIT, Julien. **Levantamento de quantidades com o Bimsync**. 2019. Disponível em: <https://www.makebim.com/2019/01/28/levantamento-de-quantidades-com-o-bimsync/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

BEZERRA Junior, Elias Vidal. Análise da prática docente no processo de ensino de objeto mediado por meio de rede social educativa. Dissertação (Mestrado). Ciência da Computação . Universidade Federal de Pernambuco. 138f. 2013. Disponível em: < <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11958/1/Dissertacao%20Elias%20Bezerra%20Jr.pdf>>.

Acesso em: 24 set. 2022.

BIM EXCELLENCE. **301in BIM Maturity Matrix**. 2016. Disponível em: <https://bimexcellence.org/files/301in-BIM-Maturity-Matrix.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

BIMFORUM. **LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY - 2019**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://bimforum.org/lof/>. Acesso em: 28 jan. 2019.

BIM TOOL BOX. **Model Detail**. Disponível em: <<http://bimtoolbox.org/model-requirements/model-detail/>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

BOLPAGNI, Marzia. **THE MANY FACES OF ‘LOD’**. 2016. Disponível em: <<https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

BRASIL. Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013. **Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências**. Diário Oficial, Brasília, DF, 8 de abril de 2013.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. **Institui a Estratégia Nacional de Disseminação de *Building Information Modelling***. Diário Oficial, Brasília, DF, 18 de maio de 2018. Seção 1, p. 3. (2018a).

\_\_\_\_\_. Decreto nº 9.412, de 18 de junho de 2018. **Atualiza os valores das modalidades de licitação de que trata o art. 23 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Diário Oficial, Brasília, DF, 18 de junho de 2018. Seção 1, p. 3. (2018b).

\_\_\_\_\_. 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***. Diário Oficial, Brasília, DF, 23 de agosto de 2019. Seção 1, nº 163, p. 2. (2019a).

\_\_\_\_\_. Lei Nº 13.303, de 30 de junho de 2016. **Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios**. Diário Oficial, Brasília, DF, 30 de junho de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta O Art. 37, Inciso XXI, da Constituição Federal, Institui Normas Para Licitações e Contratos da Administração Pública e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm)>. Acesso em: 16 jan. 2020.

\_\_\_\_\_. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos da Administrativos**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm)>. Acesso em: 27 set. 2022.

\_\_\_\_\_. MDIC. **BIM BR – Estratégia Nacional de Disseminação do BIM**. 2018c. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **PAINEL DE OBRAS**. 2022a. Ministério da Economia. Disponível em: <<http://transferenciasabertas.planejamento.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=painelcidadeo.qvw&lang=en-US&host=QVS%40srvbsaiasprd01&anonymous=true>>. Acesso em: 28 set. 2022.

\_\_\_\_\_. Transparência (org.). **Obra Transparente**. 2020a. Disponível em: <https://www.transparencia.org.br/projetos/obratransparente>. Acesso em: 22 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas** / Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília: TCU, 2014. 145 p.

\_\_\_\_\_. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **CADERNOS TÉCNICOS DE COMPOSIÇÕES DE SERVIÇO**. [S. l.: s. n.], 2020b. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-sumario-composicoesaferidas/SUMARIO\\_DE\\_PUBLI-CACOES\\_E\\_DOCUMENTACAO\\_DO\\_SINAPI.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-sumario-composicoesaferidas/SUMARIO_DE_PUBLI-CACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf)> Acesso em: 05 jan. 2020c.

\_\_\_\_\_. **Seminário técnico revisão SINAPI**. Brasília-DF: Caixa, 2019b. 27 slides. Disponível em: <<https://cbic.org.br/infraestrutura/wp-content/uploads/sites/26/2019/04/SINAPI-Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Mauro-Fernando.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

BUILDING SMART. **Building Smart**. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CAREZZATO, G. G. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21092018-144640/publico/GustavoCarezzatoGoncalvesCorr18.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAVALCANTE, Jesimiel Pinheiro; SILVA, Mallena Soares da; CARVALHO, Eliedson Rafael de. **ERROS EM ORÇAMENTOS DE OBRAS PÚBLICAS INDUZIDOS PELA BASE REFERENCIAL SINAPI**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. Anais do Contecc 2018, ISSN 2358117-4, Ano 5, volume 1. Disponível em: [https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/109\\_eodopipbrs.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/109_eodopipbrs.pdf). Acesso em: 10 maio 2021.

CAVALCANTE, Jesimiel Pinheiro *et al.* **FALHAS POTENCIAIS EM ORÇAMENTOS DE OBRAS PÚBLICAS: O CASO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO APRESENTADO NO SINAPI**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 76., 2019, Palmas. Anais do Contecc 2019: ISSN 2358117-4, Ano 6, Volume 1. Palmas: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2019. v. 1, p. 1-4. Disponível em: [82](https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-</a></p></div><div data-bbox=)

imce/Contecc2019/Experi%C3%A7%C3%A3o%20Profissional/FALHAS%20POTEN-  
CIAIS%20EM%20OR%C3%87AMENTOS%20DE%20OBRAS%20PUBLI-  
CAS%20O%20CASO%20DA%20ALVENA-  
RIA%20DE%20VEDA%C3%87%C3%83O%20APRESENTADO%20NO%20SINAPI.pdf.  
Acesso em: 10 maio 2021.

CLAYTON, M. J., JOHNSON, R. E., VANEGAS, J., NOME, C. A., ÖZENER, O. O., &  
CULP, C. E. **Downstream of Design: Lifespan Costs and Benefits of Building Information  
Modeling**. College Station: Texas A&M University. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Regime de execução (empreitada  
por preço global ou unitário)**. 2017. Disponível em: <[https://www.cnmp.mp.br/portal/institu-  
cional/comissoes/comissao-de-controle-administrativo-e-financeiro/atuacao/manual-do-orde-  
nador-de-despesas/obras/regime-de-execucao-empreitada-por-preco-global-ou-unitario](https://www.cnmp.mp.br/portal/institucional/comissoes/comissao-de-controle-administrativo-e-financeiro/atuacao/manual-do-ordenador-de-despesas/obras/regime-de-execucao-empreitada-por-preco-global-ou-unitario)>.  
Acesso em: 16 jan. 2020.

CPOS (Companhia Paulista de Obras e Serviços). **Sobre a empresa**. 2019. Disponível em: <  
<http://www.cpos.sp.gov.br/sobre-a-empresa>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

CPOS (Companhia Paulista de Obras e Serviços). **Relatório da Administração 2020**. Dispo-  
nível em: < [https://www.jusbrasil.com.br/diarios/1117299759/dosp-empresarial-17-03-2021-  
pg-124](https://www.jusbrasil.com.br/diarios/1117299759/dosp-empresarial-17-03-2021-pg-124) >. Acesso em: 29 jan. 2022.

CSI (Estados Unidos). **Construction Specifications Institute**. ABOUT OMNICLASS™.  
2022. Disponível em: <https://www.csiresources.org/home>. Acesso em: 01 out. 2022.

EASTMAN, Charles M.; AFSARI, Kereshmeh. **A Comparison of Construction Classifica-  
tion Systems Used for Classifying Building Product Models**. 2016. Disponível em:  
<<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2016/paper/CPRT198002016.pdf>>. Acesso em: 21 jan.  
2020.

EASTMAN, Charles M. General purpose building description systems. **Computer-aided De-  
sign**, [s.l.], v. 08, n. 01, p.17-26, jan. 1976. Disponível em: <[https://www.sciencedirect.com/sci-  
ence/article/pii/0010448576900051](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0010448576900051)>. Acesso em: 21 jan. 2020.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM - Um guia de  
modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, constru-  
tores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014.

ECLASS (Alemanha). **ECLASS 12.0**. 2022. Disponível em: <https://eclass.eu/en>. Acesso em:  
01 out. 2022.

EVOLVE CONSULTANCY. **LOD = LOD + LOI**. Disponível em: <[https://evolve-consult-  
ancy.com/lod-lod-loi/#](https://evolve-consultancy.com/lod-lod-loi/#)>. Acesso em: 16 jan. 2020.

FANTINATO, Marcelo. **Métodos de pesquisa**. São Paulo: PPgSI - EACH - USP, 2015. 50  
slides, P&B. Disponível em: <[https://atualiza.aciaraxa.com.br/ADMArquivo/arquivos/ar-  
quivo/M%C3%A9todos-de-Pesquisa.pdf](https://atualiza.aciaraxa.com.br/ADMArquivo/arquivos/arquivo/M%C3%A9todos-de-Pesquisa.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2020.

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. 231 p.

FENATO, Thalmus Magnoni. **Método de modelagem BIM com o emprego de REVIT para a extração de quantitativos para orçamentos com abordagem operacional** / Thalmus Magnoni Fenato - Londrina, 2017. 207 f.: il.

FERREIRA, Sérgio Leal. **Proposta de ampliação do modelo IFC com a contribuição do IES LM-63: a luminária no ciclo de vida da edificação**. 2005. 185 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Belo Horizonte-MG). **MANUAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EM BIM**. 2020. Disponível em: <[https://www7.fiemg.com.br/Cms\\_Data/Contents/central/Media/CI/Manual-BIM-FIEMG\\_FINAL\\_0106\\_WEB.pdf](https://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/CI/Manual-BIM-FIEMG_FINAL_0106_WEB.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2021.

FORGUES, Daniel *et al.* Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: a Case Study. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS 2012 % ASCE 2012, 1., 2012, Indiana - Eua. **Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World**. [S.L.]: Asce, 2012. v. 01, p. 778-786. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784412329>. Acesso em: 10 out. 2022.

GASPAROTTO, Henrique Machado. **Os 4 pilares da Programação Orientada a Objetos**. 2014. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/os-4-pilares-da-programacao-orientada-a-objetos/9264>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

GOVERNO ESTADO DE SÃO PAULO. **E-NEGÓCIOS PÚBLICOS**. SÃO PAULO: DIÁRIO OFICIAL - PRODESP, 2021. Disponível em: [https://www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/HomeNPNaoLogado\\_3\\_0.aspx#29/01/2022](https://www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/HomeNPNaoLogado_3_0.aspx#29/01/2022). Acesso em: 29 jan. 2022.

GRAPHISOFT. BIM Content packages. BIM data. 2020. Disponível em:< [https://graphisoft.com/downloads/archicad/BIM\\_Data?>](https://graphisoft.com/downloads/archicad/BIM_Data?>). Acesso em: 24 ago. 2020.

GUIA ASBEA: **Boas práticas em BIM**. [s.l]: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, n. 02, 2015. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GUREVICH, Ury; SACKS, Rafael. **Longitudinal Study of BIM Adoption by Public Construction Clients**. Journal Of Management In Engineering, S.L., v. 36, p. 1-14, jul. 2020. Bimestral. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000797](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000797). Acesso em: 04 set. 2020.

ISO. ISO/PAS 16739:2005: **Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform)**. 2005. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/38056.html>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

JERNIGAN, Finith. **BIG BIM little bim - the practical approach to building information modeling - Integrated practice done the right way!** (p. 22). 4Site Press. Edição do Kindle. 2008.

KYMMELL, W. **Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. New York: Mc Graw Hill, 2008.

LACERDA, Daniel Pacheco et al. **Desing Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, out. 2013.

LIMA, Sérgio. H. O. et al. **Design Science: Perspectivas paradigmáticas e comparações com estudo de caso e pesquisa-ação**. VII ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS DA ANPAD. Gramado, RS: ANPAD, 2014.

LIMA, Fabiana Karenina de. **Implantação do processo BIM no apoio à execução dentro de uma construtora**. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-17072019-090056/publico/FabianaKareninadeLimaCorr19.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2020.

LIMA, Rodrigo *et al.* Sistemas de classificação de informação da construção adaptados à sustentabilidade: Experiência internacional relevante. In: 4º CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 4., 2022, Braga. **COLEÇÃO ATAS**. [S.L.]: Uminho Editora, 2022. v. 02, p. 642-653. Disponível em: <https://ebooks.uminho.pt/index.php/uminho/catalog/view/32/132/1667-1>. Acesso em: 03 out. 2022.

LNEC (LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL). Portugal (org.). **SECCLASS - Sustainability Enhanced Construction Classification System**: análise de conceitos, normas e sistemas de classificação da informação da construção. Relatório Técnico. Lisboa: LNEC, 2021. 72 p. Disponível em: [https://secclass.pt/wp-content/uploads/2021/05/Relatorio\\_Abril\\_SECClass.pdf](https://secclass.pt/wp-content/uploads/2021/05/Relatorio_Abril_SECClass.pdf). Acesso em: 12 out. 2022.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 325 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TESE\\_LEONARDO\\_MANZIONE.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TESE_LEONARDO_MANZIONE.pdf). Acesso em: 16 jan. 2020.

MATOS, C. R. (2016). **O Uso do BIM na Fiscalização de Obras Públicas**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-06A/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, xv, 140p. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M16-06A-Cleiton-de-Matos.pdf>. Acesso em 09 out. 2022

MATTOS, Aldo Dórea. **ERRO 2 NOS ORÇAMENTOS DE OBRA – DESCONHECER OS CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**. 2017. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/erro-2-nos-orcamentos-de-obra-desconhecer-os-criterios-de-medicao/>. Acesso em: 16 jan. 2020.

MELO, MICHELLE KEMPER CAMPOS. **Discussões sobre impactos em produtividade e consumo de materiais a partir do processo de aferição do SINAPI**. 2016. 187f. ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Disponível em: <

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/23136#:~:text=MELO%2C%20Michelle%20Kemper%20Campos%20de.,processo%20de%20aferi%C3%A7%C3%A3o%20do%20SINAPI.&text=No%20decorrer%20do%20estudo%20foi,composi%C3%A7%C3%A3o%20oferecidos%20na%20base%20SINAPI.>. Acesso em: 05 de maio de 2021.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Natal, v. 18, n. 22, p. 152-171, jul. 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/264992377\\_Breve\\_historico\\_de\\_implantacao\\_da\\_plataforma\\_BIM](https://www.researchgate.net/publication/264992377_Breve_historico_de_implantacao_da_plataforma_BIM). Acesso em: 13 abr. 2020.

MIRANDA, Antonio Carlos de Oliveira; MATOS, Cleiton Rocha de. **Potencial uso do BIM na fiscalização de obras públicas**. Revista do TCU, Brasília, v. 01, n. 133, p. 22-31, maio 2015. Disponível em: <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1302>. Acesso em: 10 out. 2022.

MONTEIRO, André; MARTINS, João Poças. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff oriented BIM-based design**. Automation in Construction, [S.l.], v. 35, p. 238-253, nov. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580513000721>. Acesso em: 28 nov. 2018.

MPDFT. MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS. **Caderno de projetos e de Gestão de Edificações em BIM**. 2020. Disponível em: [https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro\\_2021/Caderno\\_BIM\\_MPDFT\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_1\\_2020\\_dezembro.pdf](https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro_2021/Caderno_BIM_MPDFT_Edi%C3%A7%C3%A3o_1_2020_dezembro.pdf). Acesso em: 20 mar. 2021.

NBS ENTERPRISES LTD (Reino Unido). **UNICLASS: unified construction classification**. Unified construction classification. 2022. Disponível em: <https://uniclass.thenbs.com/>. Acesso em: 01 out. 2022.

NUNES, Henrique Martins. **Sistemas de Classificação de Informação da Construção: Proposta de metodologia orientada para objetos BIM**. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/20165/1/Nunes\\_2016.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/20165/1/Nunes_2016.pdf). Acesso em: 21 jan. 2020.

ORÇAFASCIO. **Orçamentos de obra da construção civil**. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

Prefeitura Municipal de Campinas. **Prefeitura Municipal de Campinas**. Disponível em: <http://licitacoes.campinas.sp.gov.br/>. Acesso em: 03 ago. 2020.

Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. **Prefeitura Municipal de RIBEIRÃO PRETO**. Disponível em: <https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/portal/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **PREFEITURA. SÃO JOSÉ DO RIO PRETO: MUNICIPIO DE SAO JOSE DO RIO PRETO**, 2021. Disponível em: <https://www.riopreto.sp.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2022.

Prefeitura Municipal de Tapiraí. **Prefeitura Municipal de Tapiraí**. Disponível em: <https://www.tapirai.sp.gov.br/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

SAKAMORI, Marcelo Mino. **Modelagem 5D (BIM): processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil/** Marcelo Mino Sakamori. – Curitiba, 2015. 178 f.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. **LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS DE OBRAS: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E EXPERIMENTOS EM TECNOLOGIA BIM. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 06, n. 12, p. 134-155, jul. 2014. Disponível em: [https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/3473/pdf\\_57](https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/3473/pdf_57). Acesso em: 10 out. 2022.

SAP - Secretaria da Administração Penitenciária. Governo do Estado de São Paulo. **Licitações a realizar**. 2022. Disponível em: <http://www.sap.sp.gov.br/licitacoes.html>. Acesso em: 12 out. 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO - SEP (Santa Catarina) (Org.). **Caderno BIM: Apresentação de Projetos de Edificações em BIM**. 2014. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: 15 fev. 2020

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO - SEP (Santa Catarina) (Org.). **Caderno BIM: Apresentação de Projetos de Edificações em BIM**. 2018. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1230--436/file>>. Acesso em: 15 fev. 2020

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA - SEIL (Paraná) (Org.). **CADERNO BIM: Coletânea de cadernos orientadores: caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações**. 2018. Disponível em: <[http://www.bim.pr.gov.br/arquivos/File/Caderno\\_BIM/Caderno\\_BIM\\_2018\\_v4.pdf](http://www.bim.pr.gov.br/arquivos/File/Caderno_BIM/Caderno_BIM_2018_v4.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO - SEHAB (Org.). **Caderno de projetos em BIM**. São Paulo: KPMO Cultura e Arte, 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/manuais-bim/>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

SIBAIL, Mohamad El *et al.* Rumo à definição de ‘Product Data Templates’ nacionais para aplicação generalizada em contexto BIM: Esforços da CT197. In: 4º CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 4., 2022, Braga. **COLEÇÃO ATAS**. [S.L.]: Uminho Editora, 2022. v. 02, p. 245-256. Disponível em: [https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/25777/1/conferenceobject\\_89538.pdf](https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/25777/1/conferenceobject_89538.pdf). Acesso em: 27 set. 2022.

SINAENCO (Brasil). **Normas técnicas e BIM serão tema de encontro sobre a modelagem da informação da construção**. 2018. Disponível em: <<http://sinaenco.com.br/noticias/normas-tecnicas-bim/>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SPBIM (São Paulo). **SPBIM Arquitetura Digital**. 2021. Disponível em: <<https://spbim.com.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

STRADIOTTO, Júlia. **Processo BIM em projetos de licitações de obras públicas em obras do CRAS/SC**. Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em engenharia Civil. 2018. 157f.: il ; 30 cm.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Maturity Matrix**. 2010. IN UNDERWOOD, J. & ISIKDAG, U. (Eds.) Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. Information Science Reference, IGI Publishing. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/building-information-modelling-maturity-matrix/39468>>, acesso em 15 fev. 2020.

TCPO - TABELA DE COMPOSIÇÕES E PREÇOS PARA ORÇAMENTOS. **TCPO - Tabela de Composições e Preços para Orçamentos**. Disponível em: <<https://tcpo-web.pini.com.br/home/home.aspx>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

TCU. Tribunal de contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas**. 2014. 145 p. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/orientacoes-para-elaboracao-de-planilhas-orcamentarias-de-obras-publicas.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

TCU. Tribunal de contas da União. **Fiscobras 2019**. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/fiscobras-2019.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

TCU. Tribunal de contas da União. **Fiscobras 2020**. Disponível em: <[https://portal.tcu.gov.br/data/files/36/C4/34/E6/90C457100EE63057E18818A8/Fiscobras\\_2020.pdf](https://portal.tcu.gov.br/data/files/36/C4/34/E6/90C457100EE63057E18818A8/Fiscobras_2020.pdf)>. Acesso em 04 out. 2022.

TOBIN, John. **Proto-Building: To BIM is to Build**. AECbytes. Maio, 2008. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/5af254d97e3c3aa74fe65385/t/5b3cb1458a922db5a5332cf7/1530704197850/Proto-Building+-+To+BIM+is+to+Build.pdf>> . Acesso em: 09 out. 2022.

TRINDADE, Ligia Durante. **Modelagem da Informação da Construção (BIM) e orçamento evolutivo: contribuições para a automatização do levantamento de quantitativos em projeto**. 2019. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Inovação da Construção Civil., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23102019-122745/publico/LigiaDuranteTrindadeCorr19.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.

VAN NEDERVEEN, G. & TOLMAN, F. (1992). **Modelling Multiple Views on Buildings**. Automation in Construction. 1 (3). pp. 215–224.

WITICOVSKI, Lilian Cristine. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM)** / Lilian Cristine Witicovski. – Curitiba, 2011. 199 f.

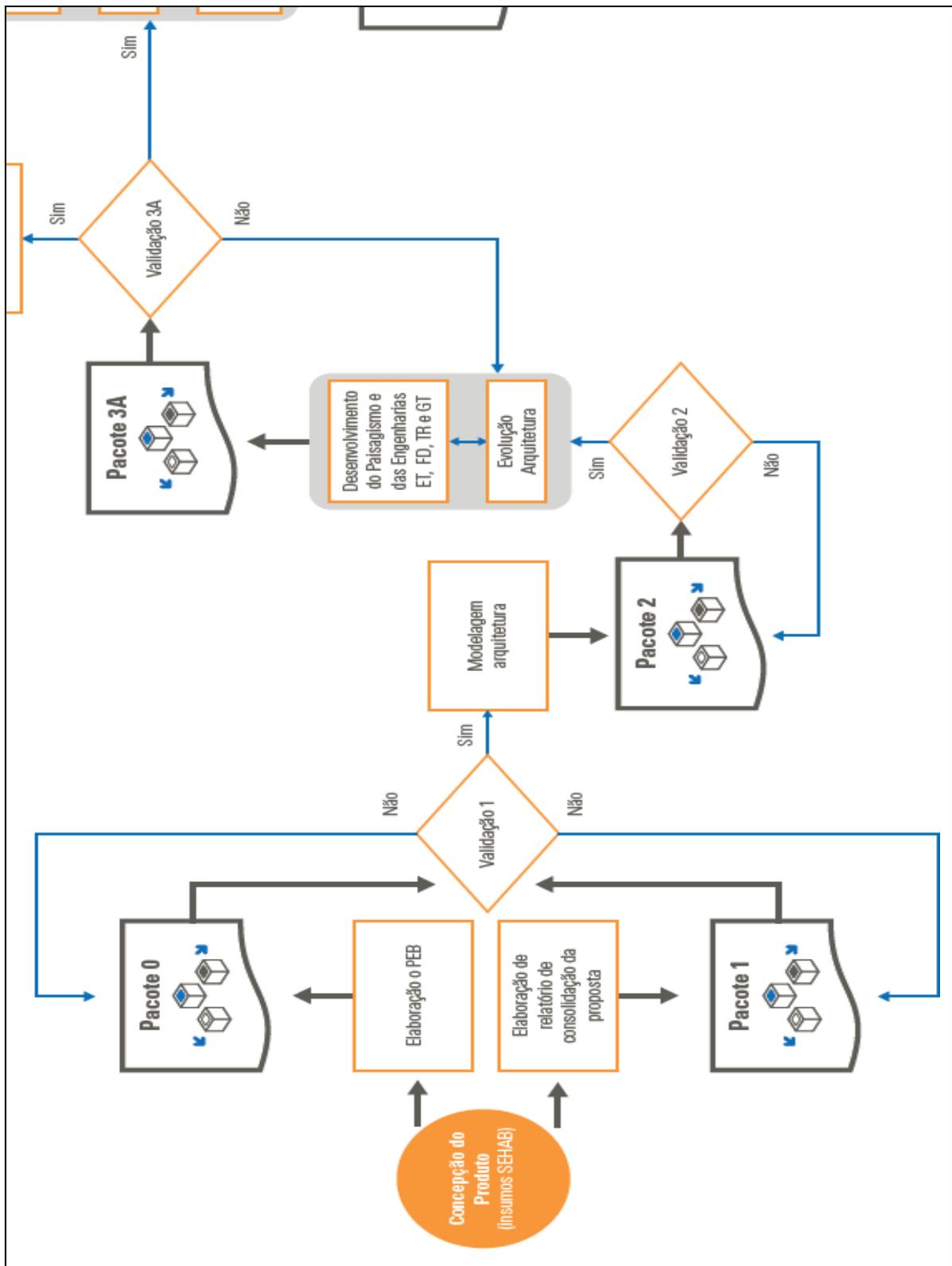


Apêndice 2 – ND e NI conforme as etapas de projeto para alguns elementos.

SUBDISCIPLINA		PROJETO ARQUITETÔNICO											
		Elemento / Componente	Nível de Detalhe	Nível de Informação	ETAPAS DE PROJETO						PE		
					EP	AP		PB		PE			
ND	NI	ND	NI	ND	NI	ND	NI	ND	NI	ND	NI		
ARQUITETURA	<u>Espaço</u>	Definição espacial dos ambientes	ND 3	NI 1	2	1	3	1					
		Espaços técnicos	ND 3	NI 1	2	1	3	1					
		Alvenarias Convencionais	ND 3	NI 3	2	1	3	2	3	3			
	<u>Parede</u>	Outros Fechamentos Verticais (Parede Cortina, OSB, Cobogó)	ND 5	NI 5	2	1	3	2	4	3	5	4 e 5	
		Pisos (Lajes pré-fabricadas moldadas in loco, entre outros)	ND 3	NI 3	NA	2	1	3	2	3	2	3	3
	<u>Pisos e Forros</u>	Forros	ND 5	NI 5	NA	2	1	3	2	4 e 5	3, 4 e 5		
		Modelos padronizados de fábrica	ND 3	NI 5	2	1	3	2	3	3	3	4 e 5	
	<u>Janelas, Portas e outros</u>	Modelos sob medida	ND 5	NI 5	2	1	3	2	4	3	5	4 e 5	
		Alçapão, Visores Fixos e outros	ND 3	NI 5	2	1	3	2	3	3	3	4 e 5	
	<u>Cobertura</u>	Clarabóia, Shed, Dómus entre outros	ND 5	NI 3	2	1	3	2	4	3	5	3	
		Escada	ND 5	NI 3	2	1	3	2	4	3	5	3	
	<u>Rampa</u>	Elevadores e plataformas elevatórias	ND 2	NI 1	NA	2	1						
		Escada rolante	ND 2	NI 1	NA	2	1						
	<u>Transporit e vertical</u>	Monta carga	ND 2	NI 1	NA	2	1						
		Pilares e Vigas	ND 2	NI 1	NA	2	1						
INTERIORES	Equipamentos (acompanham a obra)	ND 3	NI 5	NA	2	1	3	2	3	2	3	3 e 5	
	Equipamentos, metais e acessórios hidrossanitários	ND 3	NI 5	NA	2	1	3	2	3	2	3	3 e 5	
	Mobiliário	ND 2	NI 3	NA	2	1	2	2	2	2	2	3	

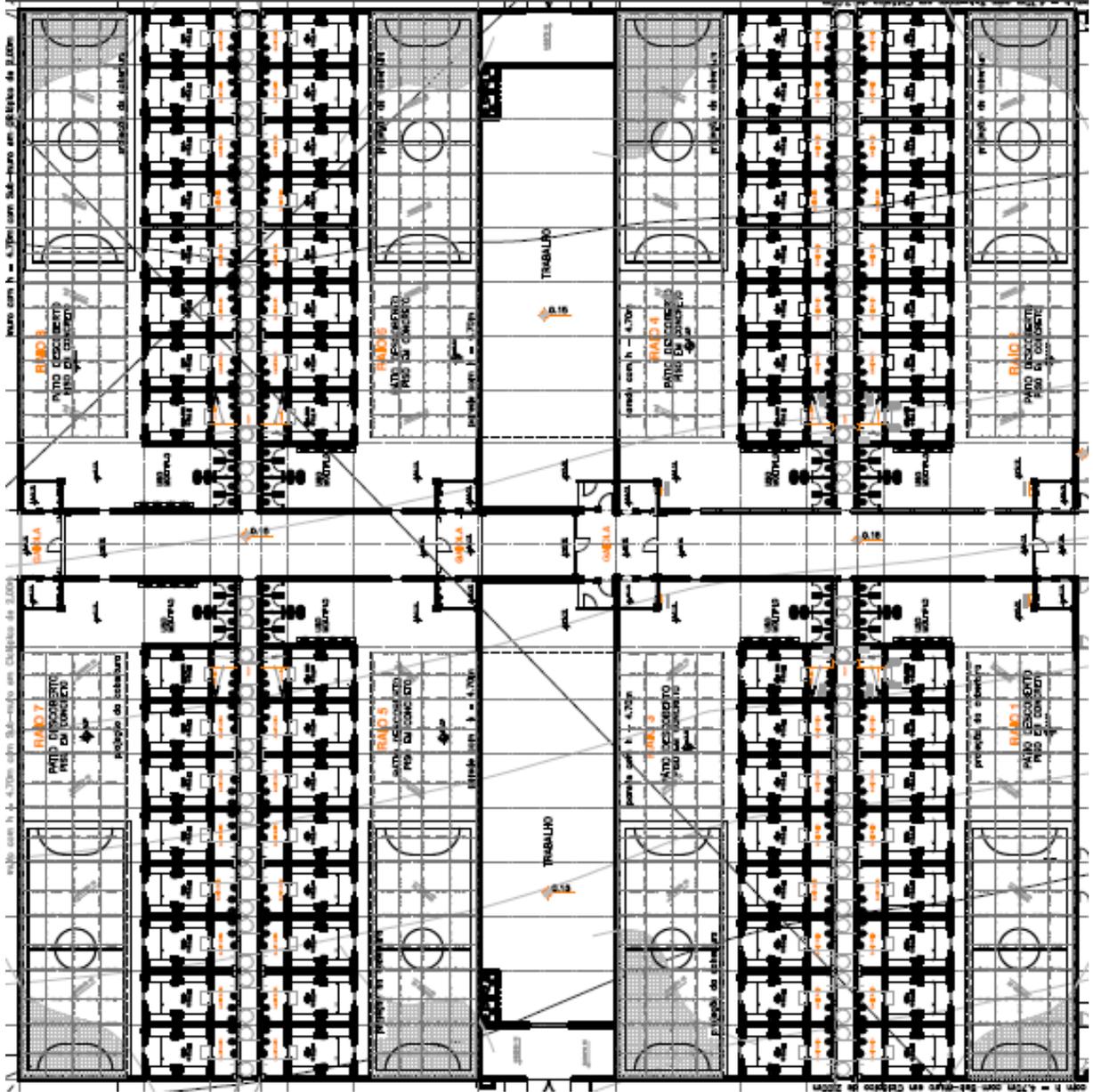
Fonte: (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARANÁ, 2018)

Apêndice 3 – Fluxograma parcial dos entregáveis para HIS no município de São Paulo – SP



Fonte: (SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO, 2020)

Apêndice 4 – Planta baixa do núcleo (8 raios, 4 corredores técnicos e a galeria) do complexo penitenciário de Riversul-SP.



Fonte: (SAP, 2022)

**Apêndice 5 – Planilha original da licitação de Riversul, em destaque os itens modelados com o código correspondente nesta dissertação.**

-	<div style="text-align: center;"> <span>▾</span> <span>▾</span> <span>▾</span> <span>▾</span> <span>▾</span> </div> <p>CLIENTE: SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO PENITENCIÁRIA  <b>OBRA: CONSTRUÇÃO DA UNIDADE PRISIONAL DE RIVERSUL</b>  LOCAL: RIVERSUL - SP</p>				
-	<b>PLANILHA DE PREENCHIMENTO - POR FASE</b>				
<b>Código Adicional</b>	<b>CÓDIGO</b>		<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QUANT.</b>
-	<b>I</b>		<b>IMPLANTAÇÃO UNIDADE I ( A CONSTRUIR )</b>		
-	<b>I.9</b>		<b>FUNDAÇÕES</b>		
-	<b>I.9.3</b>		<b>INFRAESTRUTURA</b>		
-	<b>I.9.3.F</b>		<b>GALERIA/GAIOLAS/SALAS DE CONTROLE</b>		
<b>3.1.6</b>	11.01.350	cpos	Concreto usinado, fck = 40,0 MPa - para bombeamento	m <sup>3</sup>	267,05
<b>3.1.6</b>	92874	sinapi	LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	M3	267,05
-	<b>I.9.3.G</b>		<b>CONJUNTO DE RAIOS (8 UNIDADES)</b>		
<b>3.1.2</b>	96616	sinapi	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS. AF_08/2017	M3	5,33
<b>3.1.4</b>	94968	sinapi	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	M3	10,29
<b>3.1.11</b>	96534	sinapi	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	387,81
<b>3.1.11</b>	96536	sinapi	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	1.493,33
<b>3.1.6</b>	11.01.350	cpos	Concreto usinado, fck = 40,0 MPa - para bombeamento	m <sup>3</sup>	568,38
<b>3.1.6</b>	92874	sinapi	LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	M3	568,38
<b>3.1.3</b>	11.05.060	cpos	Concreto ciclópico - fornecimento e aplicação (com 30% de pedra rachão), concreto fck 15,0 Mpa	m <sup>3</sup>	632,00
-	<b>I.9.3.H</b>		<b>PÁTIOS DE SOL DOS RAIOS</b>		
<b>3.1.5</b>	11.18.060	cpos	Lona plástica	m <sup>2</sup>	288,00

-	III	UNIDADE PRISIONAL				
-	III.5	CONJUNTO DE RAIOS (8 UNIDADES)				
-	III.5.1	SUPERESTRUTURA				
3.1.12	15.05.290	cpos	Placas, vigas e pilares em concreto armado pré-moldado - fck= 40 MPa	m²	1.504,80	
-	III.5.2	ALVENARIAS				
3.1.14	14.10.101	cpos	Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm - classe C	m²	17,52	
3.1.14	14.10.101	cpos	Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm - classe C	m²	50,40	
3.1.14	14.10.101	cpos	Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm - classe C	m²	37,40	
3.1.14	14.10.101	cpos	Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm - classe C	m²	1,18	
3.1.14	14.10.101	cpos	Alvenaria de bloco de concreto de vedação de 9 x 19 x 39 cm - classe C	m²	1,40	
3.1.15	17.02.020	cpos	Chapisco	m²	362,66	
3.1.16	17.02.140	cpos	Emboço desempenado com espuma de poliéster	m²	362,66	
-	III.5.4	REVESTIMENTO DE PISO				
3.1.9	17.03.040	cpos	Cimentado desempenado e alisado (queimado)	m²	4.667,28	
3.1.0	11.16.220	cpos	Nivelamento de piso em concreto com acabadora de superfície	m²	4.667,28	
3.1.13	17.01.120	cpos	Argamassa de cimento e areia traço 1:3, com adesivo acrílico	m²	187,50	
3.1.8	32.17.030	cpos	Impermeabilização em argamassa polimérica para umidade e água de percolação	m²	6.077,95	
3.1.13	98546	sinapi	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	M2	3.297,09	
3.1.13	98555	sinapi	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM IMPERMEABILIZANTE SEMI-FLEXÍVEL (MAI), 3 DEMÃOS. AF_06/2018	M2	3.297,09	
-	III.5.13	MOBILIÁRIO				
3.1.7	11.01.350	cpos	Concreto usinado, fck = 40,0 MPa - para bombeamento	m³	68,75	
3.1.7	92874	sinapi	LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	M3	72,19	
3.1.7	15.05.300	cpos	Mobiliário em concreto armado pré-moldado - fck= 40 MPa	m³	194,28	
3.1.5	11.18.060	cpos	Lona plástica	m²	2.138,21	

Fonte: Adaptado de SAP (2022)