



UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,
INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)**

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE OBRAS UTILIZANDO A
TECNOLOGIA BIM**

RICARDO LUBERISSE

Foz do Iguaçu

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,
INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE OBRAS UTILIZANDO A
TECNOLOGIA BIM**

RICARDO LUBERISSE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura.

Orientador: Prof. Dr. César Winter de Mello

Foz do Iguaçu

2022

RICARDO LUBERISSE

**ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE OBRAS UTILIZANDO A
TECNOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Tecnologia,
Infraestrutura e Território da
Universidade Federal da Integração
Latino-Americana, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil de Infraestrutura.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. César Winter de Mello
UNILA

Prof. Dra. Ana Carolina Parapinski Dos Santos
UNILA

Prof. Dr. Noe Villegas Flores
UNILA

Foz do Iguaçu, _____ de _____ de _____.

TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): Ricardo Luberisse

Curso: Engenharia Civil de Infraestrutura

		Tipo de Documento
<input checked="" type="checkbox"/> (X.) graduação	<input type="checkbox"/> (.....) artigo	
<input type="checkbox"/> (.....) especialização	<input checked="" type="checkbox"/> (X) trabalho de conclusão de curso	
<input type="checkbox"/> (.....) mestrado	<input type="checkbox"/> (.....) monografia	
<input type="checkbox"/> (.....) doutorado	<input type="checkbox"/> (.....) dissertação	
	<input type="checkbox"/> (.....) tese	
	<input type="checkbox"/> (.....) CD/DVD – obras audiovisuais	
	<input type="checkbox"/> (.....) _____	

Título do trabalho acadêmico): ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE OBRAS UTILIZANDO A TECNOLOGIA BIM

Nome do orientador: Prof. Dr. César Winter de Mello

Data da Defesa: ____/____/____

Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública [Creative Commons Licença 3.0 Unported](#).

Foz do Iguaçu, ____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais Islande Desinor e Roger Luberisse, que me apoiam em todos os momentos da minha vida.

Ao meu professor orientador não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade.

Aos professores da banca pelas orientações.

Aos colegas de curso, Clesca Eddy Luberisse, Claude Noel David, Candy Gisela Diaz e tantos outros.

RESUMO

O orçamento de uma obra constitui uma das etapas mais importante na sua execução, sendo um fator essencial para definir a viabilidade da mesma. O método tradicional utilizado para orçamento não é capaz de fornecer informações precisas para realizar essa atividade. Desta forma, o propósito desta pesquisa consiste em uma análise comparativa do método tradicional e a tecnologia do BIM para realizar orçamento de obras. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi dividida em duas etapas. Em primeira, foram entrevistadas três construtoras e três empresas de materiais de construção na região de Foz do Iguaçu, e foram visitadas três canteiros de obras, de forma de mapear o fluxo de informação para criar orçamento. Em segunda, foi feita um estudo de caso de um edifício de quatro pavimentos, no qual foi feita o orçamento pelo método tradicional e pelo método parametrizado do BIM. Através dos resultados obtidos, conclui-se o método parametrizado do BIM representa a melhor alternativa para realizar orçamento em termo de precisão e rapidez.

Palavras-chave: Orçamento parametrizado do BIM; Orçamento tradicional; Cronograma físico-financeiro; Curva ABC.

ABSTRACT

The budget of a work is one of the most important stages in its execution, being an essential factor to define its viability. The traditional method used for budgeting is not capable of providing accurate information to carry out this activity. In this way, the purpose of this research consists of a comparative analysis of the traditional method and BIM technology to carry out budget works. The methodology used in this research was divided into two stages. First, three construction companies and three building materials companies in the region of Foz do Iguaçu were interviewed, and three construction sites were visited, in order to map the flow of information to create a budget. Second, a case study of a four-story building was carried out, in which the budget was made using the traditional method and the BIM parameterized method. Through the results obtained, it is concluded that the BIM parameterized method represents the best alternative to carry out a budget in terms of precision and speed.

Keywords: *BIM parameterized budget; Traditional budget; Financial physical schedule; ABC curve.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 1.....	42
Figura 2. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 2.....	42
Figura 3. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 3.....	43
Figura 4. Planta baixa do edifício.....	44
Figura 5. Vista 3D do edifício.....	45
Figura 6. Print da tela principal do plugin OrçaBIM.....	46
Figura 7. Uso da ferramenta “Realçar no modelo”	47
Figura 8. Indicador de custos SINAPI do OrçaFascio.....	47
Figura 9. Síntese do cronograma da obra pelo método tradicional.....	54
Figura 10. Síntese do cronograma da obra pelo método BIM.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva S não cumulativa.....	22
Gráfico 2. Curva S cumulativa.....	23
Gráfico 3. Curva ABC.....	38
Gráfico 4. Investimento mensal da obra.....	58
Gráfico 5. Comparação de custos de ambos métodos.....	58
Gráfico 6. Curva ABC pelo método analítico.....	59
Gráfico 7. Curva ABC pelo método analítico.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Perfil das construtoras entrevistadas.....	39
Quadro 2. Perfil das empresas de materiais de construção entrevistadas.....	40
Quadro 3. Perfil dos pedreiros estudados.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Duração por metro quadrado de cada pedreiro.....	51
Tabela 2. Resumo do orçamento analítico do edifício.....	52
Tabela 3. Resumo do orçamento parametrizado do edifício.....	53
Tabela 4. Cronograma físico-financeiro da obra pelo método tradicional.....	56
Tabela 5. Cronograma físico-financeiro da obra pelo método parametrizado.....	57

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Justificativa.....	16
1.2. Hipótese.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo Geral.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Conceitos de BIM.....	18
2.2. Conceitos de orçamento.....	19
2.2.1. Orçamento paramétrico.....	19
2.2.2.1. Integração do orçamento discriminado e gestão de custos.....	22
2.2.3.1. Composição de custos.....	23
2.2.3.1.1. Composição de custos unitários.....	24
2.2.3.1.2. Fonte de composição de custos unitários.....	24
2.3. Fluxo de informações na cadeia de suprimentos (<i>supply chain</i>).....	25
2.3.1. Os papéis da cadeia de suprimentos na construção civil.....	26
2.3.1.1. Características da cadeia de suprimentos na construção civil.....	26
2.3.2. Gestão da cadeia de suprimentos na construção civil.....	27
2.3.2.1. Gestão de materiais.....	28
2.3.2.1.1. Melhores práticas de aquisição de material de construção.....	29
2.3.3. Fatores que afetam o desempenho da cadeia de suprimentos na construção civil.....	31
2.3.3.1. Gestão de estoque.....	31

2.4. Construção enxuta.....	31
2.4.1. Filosofia da produção enxuta (<i>Lean Production</i>).....	31
2.4.1.1. Principais técnicas da produção enxuta.....	32
2.4.1.1.1. Just In Time (JIT).....	32
2.4.1.1.2. Controle de Qualidade Total (TQC).....	32
2.4.2. Implementação da filosofia da produção enxuta na construção.....	32
2.4.3. Os onze princípios da gestão dos processos da Construção Enxuta.....	34
2.5. Planejamento físico-financeiro.....	36
2.5.1. Cronograma físico-financeiro.....	37
2.5.2. Curva ABC.....	37
3. METODOLOGIA.....	39
3.1. Entrevista nas construtoras.....	39
3.2. Entrevista nas empresas de materiais de construção.....	40
3.3. Visita em canteiro de obra.....	41
3.4. Estudo de caso.....	43
3.4.1. Projeto arquitetônico.....	44
3.4.2. Orçamento analítico da obra.....	47
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	49
4.1. Análise de fluxos de informações das construtoras entrevistadas sobre procedimento de orçamentos.....	49
4.2. Processo sobre a entrega de materiais ao cliente das empresas entrevistadas.....	50
4.3. Visita técnica no canteiro de obras.....	51
4.4. Orçamento da obra do estudo de caso.....	52
4.4.1. Orçamento analítico.....	52
4.4.2. Orçamento pelo método parametrizado do BIM.....	52
4.6. Cronograma físico-financeiro da obra do estudo de caso.....	56
4.7. Comparação do orçamento dos métodos tradicional e parametrizado do BIM.....	58
4.8. Melhores práticas para melhoria.....	60
4.9 Vantagens ao utilizar BIM para realizar o orçamento.....	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
5.1 Conclusão.....	63
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
APÊNDICES.....	70

APÊNDICE A. Questionário da entrevista nas construtoras.....	70
APÊNDICE B. Questionário da entrevista das empresas de materiais de construção.....	70
APÊNDICE C. Planilha orçamentaria da obra do estudo de caso pelo método analítico.....	71
APÊNDICE D. Planilha orçamentaria da obra do estudo de caso pelo método paramétrico.....	74
APÊNDICE E. Definição da duração das atividades pelo método tradicional.....	77
APÊNDICE F. Definição da duração das atividades pelo método parametrizado.....	82
APÊNDICE G. Cronograma detalhado da obra do estudo de caso pelo método tradicional.....	87
APÊNDICE G. Cronograma detalhado da obra do estudo de caso pelo método parametrizado.	89

1. INTRODUÇÃO

Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem de Informação da Construção é um dos desenvolvimentos mais promissores na indústria da construção civil. Com esta tecnologia pode-se construir um modelo virtual de um edifício, conhecido como modelo de informação de construção, podendo ser utilizado para planejamento, projeto, levantamento de quantidades de materiais, estimativas de custos, construção e operação de instalação entre outros (AZHAR, 2011).

No decorrer do tempo, a modelagem de informação da construção busca potencializar a ferramenta ao agregar sobre o modelo tridimensional, a modelagem 4D que traz informações sobre o tempo e a modelagem 5D sobre o custo (SAKAMORI, 2015).

Uma das maiores preocupações de um empreendimento é a estimativa de custos, pois é fundamental para o gestor, pois a partir dessa avaliação ele terá que tomar decisões em relação ao projeto, como melhorar a qualidade, reduzir áreas, amplificar áreas, não realizar o projeto por disponibilidade de recursos insuficientes (MATTOS, 2006).

Por isso, surge a necessidade de estruturar as informações obtidas para executar o orçamento. Os sistemas tradicionais empregados na gestão de custo não proporcionam eficiências suficientes para tomar decisões devido a falta de informações precisas (WITICOVSKI, 2011). Por ser um processo manual, o orçamento de um empreendimento pode sofrer grandes variações, provocadas por erros que ocorrem durante o levantamento de quantitativos. A avaliação de custos de um empreendimento depende diretamente do levantamento de quantitativos, erros significativos deste, pode afetar a tomada de decisões (SANTOS et al, 2014).

A integração do *Building Information Modeling (BIM)* na construção civil proporciona grandes mudanças no setor de gestão. Esta tecnologia trouxe melhorias no procedimento de levantamento de quantitativos de materiais. As variações no orçamento são menores devido à extração de quantitativos automática,

consequentemente, a estimativa de custos de um empreendimento é mais rápida e precisa (SAKAMORI, 2015).

Na procura de melhoria na atividade de orçamento na construção civil, surge a aplicação de diversas estratégias e tecnologias, como BIM, para obter melhores informações para realizar esta atividade de forma eficiente. Assim, surgem as questões da pesquisa em seguida: Quais são os benefícios que as empresas podem ter ao utilizar a tecnologia BIM nos projetos? Como pode analisar o fluxo de informações? Qual é a forma de criar estes fluxos de informações? Quem são responsáveis pelos fluxos, onde ocorrem os fluxos?

1.1. Justificativa

Na construção civil, a atividade de orçamento representa uma das etapas mais importantes de um projeto, pois é um indicador para definir a viabilidade do projeto. Portanto, a metodologia tradicional utilizada para realizar esta atividade não está sendo eficiente devido à incerteza que apresentou na realização do orçamento. A tecnologia constitui-se uma medida mitigatório deste problema de precisão. De acordo com Mendonça et al. (2020), o projeto de construção está ligado aos custos e prazo de execução, entretanto, o sistema tradicional não é capaz de fornecer informações para a estimativa de custos precisa.

Witicovski (2011) consta que o levantamento de quantitativos empregando no sistema tradicional exige a medição de todos os elementos da obra, uma etapa que depende em grande parte, da atenção humana. Neste procedimento, muitos erros podem ocorrer e propagar gradualmente.

As empresas de construção civil devem obter informações corretas e precisas para realizar a atividade de orçamento. Isso pode ser possível através da criação de fluxos de informações e a utilização da tecnologia, no caso, o BIM, por suas características e capacidade de fornecer quantitativos precisos de materiais.

1.2. Hipótese

A utilização da tecnologia do BIM na construção civil possibilita o levantamento de quantitativos preciso e um melhor planejamento, a estimativa de custo de empreendimento torna-se mais precisa.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa consiste em uma análise comparativa de orçamento visando a filosofia de melhoria contínua fornecida por *Building Information Modeling (BIM)*.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Mapear o fluxo de informações para criação do orçamento e identificar possíveis interferências no processo;
- b) A partir de um projeto parametrizado criar um fluxo de informações detalhado de uma etapa de obra com base nos dados fornecidos por uma plataforma BIM e identificar possíveis interferências no processo; e
- c) Comparar as curvas ABC geradas pelo projeto parametrizado em BIM e pelo sistema tradicional de levantamento de custos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conceitos de BIM

Modelagem da Informação da Construção (*Bulding Information Modeling* – BIM) permite de elaborar uma modelagem virtual de um projeto de edificação de forma digital, em que a geometria é exata e fornece informações necessárias para dar suporte à construção, à fabricação ao fornecimento de insumos necessários para a execução de um projeto de melhor custo e um prazo reduzido. O BIM é caracterizado por dois elementos principais, a modelagem paramétrica e a interoperabilidade (EASTMAN et al., 2014).

A modelagem paramétrica é formada de um conjunto de parâmetros e regras que são bases para determinar um objeto geométrico. Quando ocorre alguma modificação contextual ou dimensional, os parâmetros e as regras permitem que os objetos se atualizam de forma automática. A modelagem paramétrica tem um comportamento de projeto inteligente, capaz de detectar a interferência entre objetos (EASTMAN et al., 2014).

A interoperabilidade consiste na característica do BIM de realizar trocas de dados entre outros aplicativos, e permite que vários aplicativos trabalhem em conjunto em um projeto. Na troca de informações, a interoperabilidade evita a perda de dados, facilitando assim, o fluxo de trabalho suaves e automação de processos (EASTMAN et al., 2014). As informações de outras fontes podem ser compartilhadas abertamente e facilmente em formatos genéricos sem que as restrições do software tornam-se críticas (AZEVEDO, 2009).

Na construção civil, o BIM representa o futuro, é uma mudança de paradigma. O BIM é constituído por métodos simples que permitem a garantia de uma coerência entre todos os desenhos e relatórios. O BIM dá suporte na tomada de decisão na fase de concepção do projeto devido à visualização do projeto que oferece em todas as fases da sua execução. Fornece fluxos de informação para simulação e análise, fornece detalhes, especificações para a estimativa de custos (EASTMAN et al., 2014).

Tendo em consideração todas as vantagens que oferece BIM, surge no Brasil a nova lei 14.133, que foi aprovada em 1º de abril 2021, no qual o art. 19. consta que deve-se promover a adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia.

De acordo com o art.19. § 3, nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modelling-BIM*) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.

2.2. Conceitos de orçamento

O orçamento é uma das tarefas mais importante de um empreendimento por ser a base para definir o seu preço. A orçamentação deve ser eficiente, quaisquer erros sejam para menos ou para mais provocarão alterações no custo e no prazo da execução do projeto. Um bom orçamento requer informações precisas do projeto, detalhamento, especificações, interpretação aprofundada dos desenhos entre outros. O orçamento envolve vários aspectos, tais como, levantamento de quantitativos, mão de obra, equipamento, impostos, despesas do canteiro de obras, etc (MATTOS, 2006). O autor classifica o orçamento em relação ao seu grau de detalhamento cujas categorias são: orçamento paramétrico; orçamento discriminado; e orçamento analítico.

2.2.1. Orçamento paramétrico

O orçamento paramétrico é uma estimativa de custo feita a partir da base de informações obtidas dos valores unitários de obras já construídas ou de organismos que calculam indicadores. O orçamento paramétrico permite de obter uma aproximação do custo do empreendimento de forma rápida. Este custo aproximado pode ser determinado por volume ou área a ser construído, ajudando na análise inicial da viabilidade da obra (GONZALEZ, 2008).

De acordo com Mattos, (2006), essa avaliação de custo consiste nos custos históricos e comparação com projetos similares já executados. O principal indicador usado é o metro quadrado construído, sendo o CUB (Custo Unitário Básico) é a fonte de referência mais utilizado, definido pela norma ABNT NBR 12721: 2006.

De acordo com a norma ABNT NBR 12721 (2006), o CUB é definido como o custo da construção por metro quadrado em função do padrão do projeto estabelecido. Esse custo por metro quadrado é calculado pelos sindicatos da indústria da construção civil em obediência ao disposto da lei 4.591/64, e devem adotar os seguintes procedimentos:

- a) A coleta de preços deve ser realizada mensalmente entre dia 1° e 25° do mês, junto com as construtoras e via de questionado com a especificação e a unidade do insumo informado, e devem ser submetidos a uma análise estatística de consistência;
- b) Após análise de consistência, procede-se ao cálculo do promédio de cada insumo;
- c) O valor do promédio de cada insumo aplica-se ao coeficiente físico correspondente ao respectivo insumo no lote básico de cada projeto padrão;
- d) Para o cálculo dos custos de mão de obra, aplica-se o percentual relativo aos encargos sociais e benefício;
- e) É recomendável que a amostra por insumo seja composta de um mínimo de 20 informações.

A norma ABNT NBR 12721: 2006 determine 12 tipos de CUB residenciais, com base em projetos padrão, nos quais são considerados o número de pavimento (1, 4, 8 ou 16) e o padrão de acabamento (baixo, médio ou alto). Além disso, a norma estabelece custo para obras comerciais e industriais.

2.2.2. Orçamento discriminado

Comparativamente ao orçamento paramétrico, o orçamento discriminado apresenta mais detalhes, conta com o levantamento de algumas quantidades de materiais e com o custo de alguns serviços. Desta forma, fornece um custo próximo do valor real da obra. No método discriminado, utiliza-se mais indicadores, assim torna-se o grau de incerteza de estimativa de custo inicial da obra menor (MATTOS, 2006). O autor acrescenta que as construtoras podem gerar seus próprios indicadores a partir das obras similares já executados.

Segundo Ceron (2011), as construtoras podem gerar seus próprios indicadores de custos a partir do histórico de obras já executados se elas disponham uma boa estrutura na realização do orçamento, na produtividade de mão de obra e no desempenho do canteiro dessas obras. Segundo Alves e Araújo (2010), a base de obter os próprios indicadores de custos consiste no registro de adequação na produtividade e no consumo de material no processo de produção no canteiro de obra. De acordo com Mattos (2006), os indicadores não variam muito mesmo se os projetos apresentam características diferentes.

De acordo com González (2008), o orçamento discriminado consiste em uma listagem de todos os serviços necessários a serem executados de uma obra com seus respectivos custos, isso é possível após a definição de todos os projetos da obra. O emprego do orçamento discriminado na construção civil permite de esclarecer a maioria de grandes dúvidas que podem surgir com relação ao custo da obra. A qualidade deste depende de vários fatores, como medições criteriosas, composição de custos adequada, preço do mercado e um bom sistema informatizado. Há vários indicadores de custos que podem ser utilizados, como por exemplo, revista construção e mercado da editora PINI.

A revista Construção e Mercado pertence à editora PINI, e se caracteriza por publicação mensal de análises, estudos entre outros relacionados à construção civil (CARDOSO et al. 2018). Dentre dessas publicações, constam as tabelas de composições de preços para orçamento de edificações (TCPO), segundo Pimenta e

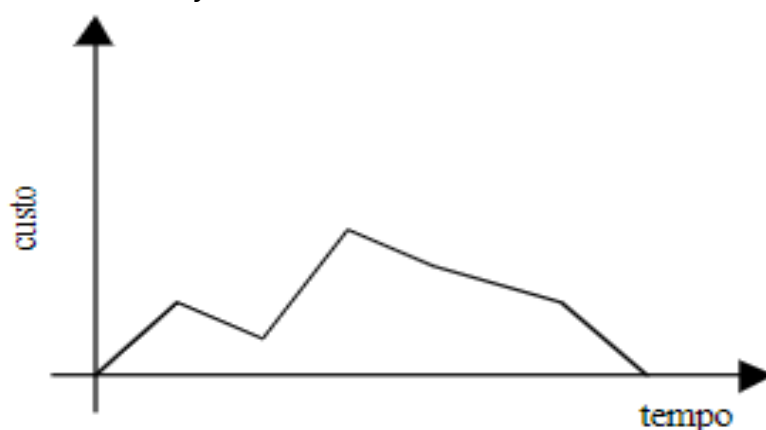
Alves (2018), o TCPO constitui de uma fonte de custos para realização de orçamento, fornecendo a possibilidade de definir o tempo e consumo de cada etapa da obra. O TCPO permite de obter o orçamento dentro da realidade da cidade onde a obra será construída.

2.2.2.1. Integração do orçamento discriminado e gestão de custos.

De acordo com Kern e Famosos (2004), o estimativo de custo no orçamento discriminado é baseado no levantamento de quantitativos de projetos e memoriais, desconsiderando os custos das atividades de fluxo. Ao longo da construção pode ocorrer significativamente alteração no custo estimado no início do empreendimento de fato que a construção civil é muito variável. Desta forma, deve-se optar por um sistema de monitoramento para comparar os custos ocorridos durante a execução e os custos estimados inicialmente do empreendimento.

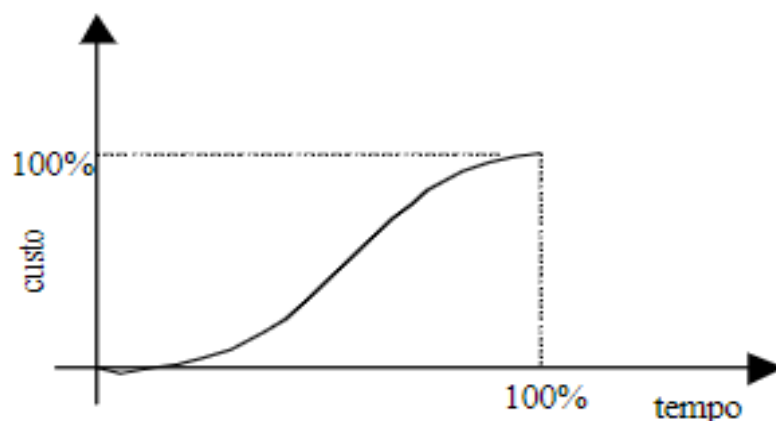
A integração do sistema de gestão de custos consiste na identificação das tendências de desenvolvimento do empreendimento e avaliar as consequências em termos de prazo e custos finais. Fornecendo informações que permitam enxergar com antecedência a tendência de desenvolvimento da organização de custo e prazo. A curva S é uma ferramenta ou técnica que pode utilizada para monitorar os custos do empreendimento ao longo tempo, por permitir visualizar os custos e possível interferência no cumprimento de prazos (KERN e FAMOSOS, 2004). Os gráficos 1 e 2 ilustram a curva S não cumulativa e cumulativa respectivamente.

Gráfico 1. Curva S não cumulativa



Fonte: KERN e FAMOSOS (2004).

Gráfico 2. Curva S cumulativa



Fonte: KERN e FAMOSOS (2004).

2.2.3. Orçamento analítico

O orçamento analítico tende a obter um valor muito próximo do custo real da obra, constituindo de um processo mais detalhado e preciso. Desta forma, necessita-se de todos os projetos da obra (arquitetônico, hidráulico, elétrico, etc) para o levantamento de quantitativos de materiais, e o memorial descritivo. Assim, o orçamento analítico é feito a partir de composições de custos e os custos dos insumos para cada unidade de serviço (MATTOS, 2006).

O levantamento de quantitativos é feito a partir das informações recebidas do projetista, os desenhos, com todas as dimensões e características do projeto. Com essas informações, o orçamentista terá que calcular a quantidade de cada material necessária para a construção da obra. Erros relativos nesta fase influenciarão diretamente na estimativa de custo do empreendimento (MATTOS, 2006).

2.2.3.1. Composição de custos

A composição de custos é uma etapa fundamental na atividade de orçamento, pois, define o custo de execução de uma atividade. Esse processo inclui todos os custos que envolvem a atividade como mão de obra, material, equipamento. A composição de custos permite às empresas de construção de ter uma noção do custo do empreendimento (MATTOS, 2006).

A composição de custos pode ser realizada antes, durante ou depois da execução da atividade, mas com propósito diferente. Quando é feita antes, o propósito é permitir às empresas de obter uma noção de custo que será atribuído a uma atividade. Quando é feita durante ou depois, a composição de custo serve para comparar com a estimativa feita previamente, permitindo às empresas de identificar possíveis erros na composição inicial (MATTOS, 2006).

2.2.3.1.1. Composição de custos unitários

De acordo com Mattos (2006), a composição de custos unitários apresenta o custo unitário de cada elemento de uma unidade de serviço e o custo total. É representada por uma tabela formada por cinco colunas, tais que:

- **Insumo** – Cada elemento da unidade de serviços;
- **Unidade** – Unidade de medida de cada insumo;
- **Índice** – Coeficiente de cada insumo da unidade de serviço;
- **Custo unitário** – Custo de cada insumo da unidade de serviço;
- **Custo total** – Custo total da unidade de serviço obtido pelo somatório de custo de cada insumo.

2.2.3.1.2. Fonte de composição de custos unitários

De acordo com Mattos (2006), a composição de custos unitários pode ser obtida por diversas fontes, como por exemplo, a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), da editora PINI. Para Sousa et al. (2022), o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índice da Construção Civil (SINAPI) representa uma referência confiável como fonte de composição de custos.

- **SINAPI** – O SINAPI é um sistema de custo da Caixa Econômica Federal em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que representa uma referência padrão de composição de custos para orçamento de obras. O

objetivo consiste em regularizar as referências das concorrências em licitações do governo federal (SOUSA et al., 2022). Todas as composições de custo do SINIPA são avaliadas mensalmente, isto é, dimensionar todos os envolvidos de uma unidade de serviço, como produtividade de mão de obra e equipamento, e consumo de material, incluindo as perdas no processo (CAIXA, 2014).

2.3. Fluxo de informações na cadeia de suprimentos (*supply chain*)

A cadeia de suprimentos ou cadeia produtiva é um conceito inovador que surgiu na França na década 80, que visa a cooperação da integração e gestão intra e intercompanhia. Na década de 90, a cadeia de suprimentos ganhou grande atenção e pesquisadores tentaram de dar uma estrutura à metodologia da cadeia de suprimentos (JOBIM & JOBIM FILHO, 2001). Segundo Lambert e Cooper (2000), a cadeia de suprimentos foi reconceituada com a integração da logística no gerenciamento dos principais processos em toda a cadeia de suprimentos.

A estrutura da cadeia de suprimentos consiste na participação de todas as empresas envolvidas desde as matérias-primas até o consumo final. O gerenciamento desta estrutura depende de diversos fatores, como a complexidade do produto, o número de fornecedores disponíveis e a disponibilidade de matérias primas. Deve-se ter em conta que as dimensões a serem consideradas envolvem o comprimento da cadeia de suprimento e o número de fornecedores e clientes em cada nível (LAMBERT e COOPER, 2000).

Uma perfeita operação da cadeia de suprimentos exige fluxos de informações contínuos para ajudar a obter melhores fluxos de produtos. Nesse processo, o cliente representa o foco principal em que a obtenção de um bom sistema requer processamento de informações precisas e rápidas. A eficiência da cadeia de suprimentos requer o controle das incertezas na demanda do cliente, nos processos de fabricação e no desempenho do fornecedor (LAMBERT e COOPER, 2000).

O elemento principal para obtenha sucesso na cadeia de suprimentos é relação entre a empresa e os principais fornecedores. Nessa relação deve incluir confiança, compartilhamento de informações e relações de longo prazo. O entendimento dessa relação deve ser baseado nos interesses comuns como melhoria contínua de

qualidade, produtividade e competitividade. As empresas devem condicionar a permanência dessa relação, pois fornece grande vantagem tanto para as empresas quanto para os fornecedores (SANTOS e JUNGLES, 2008).

2.3.1. Os papéis da cadeia de suprimentos na construção civil

2.3.1.1. Características da cadeia de suprimentos na construção civil

De acordo com Vrijhoef e Koskela (2000), em termo de estrutura e função, na construção civil, a cadeia de suprimentos apresenta as seguintes características:

- Na construção civil, a cadeia de suprimento apresenta uma característica convergente, de fato que todos os materiais são direcionados ao canteiro de obra onde a produção se torna um produto único e é entregue no local de produção, diferentemente da indústria da manufatura, onde os produtos passam pela fábrica e distribuídos por vários clientes;
- Formação de organização temporária para construir cada tipo de projeto, isso torna a cadeia de suprimentos na construção civil instável e fragmentada; e
- Na construção civil, a cadeia de suprimentos tem característica de uma cadeia de produto feita sob encomenda, em que cada projeto é criado um novo produto ou protótipo.

De acordo com Azambuja (2022), estas características resultam variabilidade e impactam no fluxo de material, mão de obra e equipamento.

Na construção civil a cadeia de suprimentos tem características diferentes dos outros setores industriais. A execução de uma obra é constituída por inúmeros de materiais, de componentes e de serviços de mão de obra, faz com que, a integração entre os envolvidos torna-se complexa e difícil. Outro aspecto que dificulta a integração é o desconhecimento de totalidades de fornecedores envolvidos em cada cadeia de suprimentos. Na construção civil a cadeia de suprimentos possui um caráter isolado e parcial (FONTANINI, 2010).

De acordo com Vrijhoef e Koskela (2000), as características supracitadas impactam na gestão da cadeia de suprimentos. Os autores apresentam quatro principais papéis da cadeia de suprimentos na construção civil:

a) Em primeiro, o foco consiste nos impactos da cadeia de suprimento nas atividades do canteiro de obras, principalmente na redução de custos e de tempo de execução. Para isso, é necessário de garantir, adequadamente, fornecimento de material e mão de obra no canteiro para evitar interrupção na construção, sendo, o relacionamento entre a empresa e os fornecedores é essencial neste aspecto.

b) Em segundo, o foco pode ser a própria cadeia de suprimentos para buscar a redução de custos, em termos de tempo de entrega e estoque.

c) Em terceiro, o foco consiste na transferência de atividade do canteiro de obra para outra localidade. O objetivo continua ser igual, reduzir o custo e o tempo de execução.

d) Em quarto lugar, o foco está no gerenciamento integrado na melhoria da cadeia de suprimentos no canteiro de obra. Assim, a produção no canteiro de obra é incluída na cadeia de suprimento.

2.3.2. Gestão da cadeia de suprimentos na construção civil

A gestão da cadeia de suprimentos consiste de uma estratégia que tende a maximizar a satisfação do cliente com custos otimizados. Visando a integrar toda a cadeia desde a extração de materiais primas até o produto final com objetivo de fornecer o máximo benefício a todos os envolvidos (XIE & PALANI, 2018). Na construção civil, o processo construtivo possui grandes variedades, torna-se a implantação da gestão de cadeia de suprimentos relativamente complexo. No entanto, nos materiais de construção, é fundamental a gestão da cadeia de suprimentos por representar um valor considerável no custo total do empreendimento (TSERNG et al.,2006).

A integração da gestão da cadeia de suprimentos na construção civil traz muitos benefícios tais como o aumento de giro de estoque, redução de custos,

melhor disponibilidade do produto, diminuição do tempo de ciclo, maior capacidade de resposta, valor econômico agregado, utilização eficiente do capital, aumento da capacidade de atender às datas solicitadas e redução dos custos logísticos (XIE & PALANI, 2018).

2.3.2.1. Gestão de materiais

Uma gestão eficiente de materiais permite de especificar de forma correta, a qualidade e quantidade dos materiais exata, com um custo adequado e disponível no ponto de uso. Na cadeia de suprimentos, a gestão de materiais desempenha um papel importante para atender os objetivos esperados em termo de tempo, custo e de qualidade. Portanto, a má gestão de materiais na cadeia de suprimentos resulta consequentemente no aumento de custos, prazos e falhas de qualidade (HEATON et al., 2022). O autor define três elementos essenciais na gestão de materiais; Planejamento e aquisição; Compartilhamento de informações; e complexidade estratégica.

- **Planejamento e aquisição** tem como objetivo é garantir a movimentação dos materiais, que estejam no local adequado e disponibilidade quando são necessitados. É importante de considerar o gerenciamento de transportes e acesso de materiais no canteiro de obras. Os materiais que chegam antes do planejado requerem armazenamento e estão sujeitos a perda e danos. Do outro lado, chegada de materiais depois do planejado resultam atrasos no processo produtivo (HEATON et al., 2022).
- **Compartilhamento de informações** tem como objetivo é estabelecer uma rede de comunicação com uma troca bidirecional de informações, ideias e análises. A conexão entre os envolvidos facilita o fluxo de informações, resultando a troca efetiva de especificações e quantidades de materiais para a construção (HEATON et al., 2022). Para Santos e Jungles (2008), esse compartilhamento de informações pode iniciar desde a concepção do projeto até o planejamento.
- **Complexidade estratégica** consiste em estabelecer uma estratégia necessária para lidar com a complexidade que surge no canteiro de obras, como

sistema que fornece quantidades de materiais atualizadas, rastreamento de ferramenta entre outros (HEATON et al., 2022).

2.3.2.1.1. Melhores práticas de aquisição de material de construção

Segundo Santos e Jungles (2008), a compra de materiais deve garantir a entrega de materiais ao cliente com qualidade desejada e quantidade exata no tempo certo. Na indústria de construção, o setor de compras representa a principal ligação entre a construção e a cadeia de suprimentos. O sistema de compra de material permite controlar, planejar e redirecionar esforços com objetivo de realizar as seguintes atividades:

- a) Elaboração do planejamento de compras;
- b) Quantificação de materiais;
- c) preparação de requisições, com documento de suporte que defina os materiais do projeto;
- d) qualificação e seleção de fornecedores;
- e) Solicitação de cotações;
- f) Avaliação e aprovação de cotações, negociações e formulação de pedidos ou contratos;
- g) Disponibilização das informações necessárias aos fornecedores para assegurar a entrega segundo o cronograma;
- h) Controle da qualidade para assegurar atendimento às especificações;
- i) Recebimento, inspeção, armazenagem e distribuição de materiais no canteiro; e
- j) Pagamento dos fornecedores.

De acordo com Santos e Jungles (2008), o modelo tradicional ou reativo de compras usado na construção civil não apresenta eficiência suficiente, porque baseia-se na troca de bens ou serviço por uma quantia de dinheiro. Para os autores, o modelo proativo ou estratégico pode auxiliar na promoção de melhoria contínua na função de compra de materiais. Na estrutura do modelo proativo, todos os envolvidos se reúnem com frequência para realizar as atividades de planejamento, negociação e controle, resultando um sistema de compras mais ágil.

Para orientar a implantação do modelo proativo na construção civil, é utilizado o modelo procompras para avaliar, diagnosticar e orientar as empresas de construção civil no desempenho da função de compras de materiais (SANTOS e JUNGLES, 2008). Segundo os autores, as atividades desse modelo consiste em:

- a) Atuação de compras em projetos e especificações;
- b) Atuação de compras no planejamento da obra;
- c) Atuação de compras no orçamento da obra;
- d) Criação de parcerias com os fornecedores;
- e) Elaboração do planejamento das compras;
- f) Solicitação de entrega e acompanhamento;
- g) Entrega dos materiais.

2.3.3. Fatores que afetam o desempenho da cadeia de suprimentos na construção civil

De acordo com Tserng et al.(2006), os principais fatores que afetam o desempenho da cadeia de suprimentos são estoque, transporte, instalações e informações. Sendo, transporte para movimentar o estoque na cadeia de suprimentos, instalações são locais de armazenamento de estoque e os processos de transporte e instalações se tornam informações. Salienta-se que transporte, instalações e informações têm uma dependência do estoque.

2.3.3.1. Gestão de estoque

O estoque representa o principal fator que mais gera custo na cadeia de suprimento e ocorre quando os fornecedores não têm capacidade de suprir adequadamente as demandas dos clientes (TSERNG et al., 2006). O objetivo da gestão de estoques consiste no armazenamento suficiente de materiais que possam estar disponíveis no momento do uso, de forma de minimizar os custos de logística (XIE e PALANI, 2018). Há diversas soluções possíveis para reduzir o estoque no canteiro de obras, para Tserng et al. (2006), compartilhamento de informações entre os envolvidos da cadeia de suprimento para reduzir o nível de incerteza da demanda e mais investimento no planejamento para reduzir a incerteza entre a demanda a oferta, são medidas para reduzir o estoque. Para Walsh et al. (2004), a metodologia de *Just in time* (JIT) pode reduzir o nível de estoque de forma sistemática.

2.4. Construção enxuta

2.4.1. Filosofia da produção enxuta (*Lean Production*)

A filosofia de *Lean Production* ou Produção Enxuta surge no início da década de noventa, baseada na adaptação dos conceitos do sistema Toyota de produção (TPS) nos processos de produção. Esta metodologia visa a contrapor o sistema tradicional de produção, sendo que os seus métodos têm consequências consideráveis em relação aos desperdícios na produção (KUREK, 2013). Para Aziz e Afez (2013), os desperdícios não se tratam somente os resíduos, também, à eficiência dos processos, das pessoas e dos equipamentos.

A metodologia da produção enxuta tende a eliminar tudo que não agrega valor em um processo de produção. A produção é caracterizada por fluxo, conversão e valor, portanto, somente a conversão que agrega valor (ROSENG e GUIMARÃES, 2019). Segundo Sarcinelli (2008), a produção enxuta é uma técnica que proporciona a melhoria contínua e mais produtividade com menos custos.

2.4.1.1. Principais técnicas da produção enxuta

Segundo Koskela (1992), a filosofia da construção enxuta está em constante evolução o que torna difícil de apresentar ideias e técnicas à mesma. No entanto, o autor baseia-se em dois termos que julgou historicamente importante, Just In Time (JIT) e Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control, TQC*).

2.4.1.1.1. Just In Time (JIT)

A técnica de *Just In Time* consiste na abordagem de redução ou eliminação de desperdícios no processo de produção. Esses desperdícios provenientes superprodução, espera, transporte, excesso de usinagem, estoques, movimentação, fabricação de peças e produtos defeituosos (KOSKELA, 1992).

2.4.1.1.2. Controle de Qualidade Total (TQC)

Essa técnica baseia-se na inspeção de matérias-primas e produtos através de métodos estatísticos. Para o autor o termo total se refere à expansão do controle de qualidade da produção para todos os departamentos, expansão do controle de qualidade dos trabalhadores para a gerência e expansão da noção de qualidade para cobrir todas as operações na empresa (KOSKELA, 1992).

2.4.2. Implementação da filosofia da produção enxuta na construção

O interesse da engenharia de construção pela filosofia da construção venha das técnicas de produções utilizadas. O *Just In Time* foi usado no processo de fabricação na indústria da construção, como janelas, elevadores e edifícios pré fabricados, e a técnica do controle de qualidade total foi incluída nos esforços para obter qualidade nos processos construtivos. Além disso, as dimensões

organizacionais e métodos de aquisição atraem a engenharia de construção na questão de melhoria. No entanto, a implantação da filosofia da produção enxuta possui muitos limites em termos de métodos e escopo (KOSKELA, 1992).

De acordo com Aziz e Afez (2013), a produção enxuta consiste na execução das atividades de forma diferente ao processo de produção em massa e artesanal, visando a otimizar o desempenho da produção a um nível de perfeição estabelecido para atender as necessidades do cliente. A construção enxuta é uma projeção desse paradigma supracitado, em que, utiliza os mesmos princípios para minimizar o desperdício e aumentar a produtividade e eficiência nas obras. Ainda, os autores atribuem as características técnicas da construção enxuta, que são as seguintes:

a) Engenharia Simultânea – Execução em paralela de várias tarefas por equipes multidisciplinares com objetivo de obter produtos mais favoráveis em termo de funcionalidade, qualidade e produtividade;

b) *Last Planner* – Pessoa ou grupo de pessoas responsáveis pelo controle de unidade de produção, requerendo controle de fluxo de trabalho, verificando o fluxo de suprimentos, projeto e instalação em todas as unidades de produção;

c) Reuniões diárias – Fornecerem uma plataforma para os membros da equipe compartilharem seus pontos de vista e compartilharem o que foi alcançado, ao mesmo tempo em que discutem os problemas que estão enfrentando durante o processo de produção;

d) Sistema Kanban – Estratégia baseada em componentes chaves, ou seja, mercado, fornecedores Kanban, veículo de coleta e sistema de gerenciamento de estoque.

e) Plano de Condições e Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) – O (PCMAT) consiste na introdução de um plano de saúde e segurança na execução de projeto. As empresas devem adotar como parte das atribuições, pois, pode gerar limitações nas atividades planejadas;

f) Ferramenta de gerenciamento da qualidade – A inclusão da ferramenta de gerenciamento da qualidade baseia-se na qualidade de execução das entregas planejadas, ajudando os colaboradores a seguir os processos planejados em vez de correções de qualidade; e

g) Identificação visual – A identificação visual mostra eventual irregularidade da construção. A ferramenta de identificação visual pode acelerar o processo produtivo e reduzir o risco de errar na seleção de materiais.

2.4.3. Os onze princípios da gestão dos processos da Construção Enxuta

Koskela (1992), apresenta os onze princípios importantes para projeto e melhoria do processo de fluxo, que são os seguintes:

1 – Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Aumentar a eficiência no processo produtivo de forma a eliminar as atividades que consomem tempo, recursos ou espaço, mas não agregam valores no produto.

2 – Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Esse princípio consiste na criação de um fluxo sistemático, onde os requisitos do cliente devem ser identificados em cada estágio do mesmo.

3 – Reduzir a variabilidade

A variabilidade de um produto aumenta o número de atividades que não agregam valor e qualquer desvio de um valor alvo do produto causa uma perda. Assim, deve-se buscar a padronizar as atividades, pois um produto uniforme é melhor.

4 – Redução do Tempo de Ciclo

Esse princípio consiste na compressão de tempo de ciclo, o que forçar a reduzir algumas atividades de fluxo que não agregam valor, como tempo de esperar, movimentação e inspeção.

5 – Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Esse princípio visa a reduzir o número de componentes em um produto, reduzir o número de etapas em um processo e padronizar os processos de forma de eliminar atividades que não agregam valor.

6 – Aumentar a transparência do processo

Tornar visível o processo de produção de forma de facilitar o controle e melhoria. Essa transparência pode ser com informações ou materiais.

7 – Aumentar a flexibilidade de saída

Esse princípio consiste na alteração da característica do produto entregue ao cliente sem alterar significativamente o custo.

8 – Focar o controle no processo global

A construção civil é constituída de um processo fragmentado, conseqüentemente, há risco de subotimização. Nesse contexto, esse princípio baseia-se na medição completa do processo de produção e colocar uma autoridade controlador para todo o processo.

9 – Introduzir melhoria contínua no processo

O esforço para reduzir desperdícios e aumento o valor consiste de uma atividade interna à organização, incremental e iterativa, que deve ser realizada continuamente.

10 – Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Na melhoria das atividades produtivas, devem ser consideradas tanto as conversões quanto os fluxos. Pois, a melhoria de fluxo e a melhoria de conversão estão interconectadas.

11 – Fazer *benchmarking*

Aprender e comparar as melhores práticas das outras empresas similares. O *benchmarking* permite obter melhorias através de reconfiguração de processos.

2.5. Planejamento físico-financeiro

De acordo com Goldma (2004), a construção civil é uma área muito complexa e envolve vários setores distintos, faz com que surgiu a necessidade de integrar a ferramenta de planejamento com objetivo de direcionar todas as informações desses setores para que sejam utilizadas para a construção.

Segundo Mattos (2010), o planejamento da obra representa um dos principais elementos do gerenciamento, que engloba orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicação entre outros. O planejamento garante a melhor observação do andamento da obra e em caso de avaria, permite de tomar decisões a tempo. Para Araújo et. al (2015), o planejamento fornece às empresas recursos e soluções parcialmente antecipada na tomada de decisões.

De acordo com Lución (2015), o planejamento financeiro é uma ferramenta que favorece ao crescimento das empresas e permite a atingir às metas estabelecidas. O foco do planejamento financeiro baseia-se nos aspectos da política de investimento e funcionamento da empresa. Para Gitman (2010), o planejamento financeiro representa uma guia que orienta os passos das empresas para atingir os seus objetivos imediatos e a longo prazo.

2.5.1. Cronograma físico-financeiro

O cronograma físico-financeiro é um elemento de suma importância no planejamento financeiro, por apresentar todos gastos de cada etapa da obra, desde a fase inicial até a limpeza final. Essa ferramenta proporciona a facilidade para atingir as metas de cada etapa construtiva (MARTINS e MIRANDA, 2015). Os autores acrescentam que a elaboração de um cronograma físico-financeiro deve-se definir cronologicamente as atividades a serem executadas, levantamento de quantitativos e atribuir o custo e o tempo de execução de cada atividade.

Segundo Silveira et al. (2019), a elaboração do cronograma físico-financeiro deve ser objetiva e clara, pois, facilita às empresas a realizar as atividades de compras de matérias, contratação de mão de obra e equipamentos a tempo hábil, evitando assim, qualquer eventual atraso na obra.

2.5.2. Curva ABC

A curva ABC ou diagrama de Pareto é uma ferramenta que possibilita a visualização do grau de importância de cada insumo no custo total da obra, ou seja, permite de identificar os insumos de maior peso no orçamento. Desta forma, a curva ABC dá orientação em quais insumos deve-se focar na negociação com fornecedores e controle de estoque (ROCHA et. al, 2022). De acordo com Mattos (2006), a curva ABC traz benefícios ao orçamentista e o engenheiro que vai gerenciar a obra, pois, esta mostra onde deve-se concentrar para melhorar no resultado da obra.

De acordo com Mattos (2006), a curva ABC trata-se de uma relação de insumos, em ordem decrescente, no qual inicia-se com o insumo de maior custo até o menor custo. O autor agrupa os insumos em três faixas – A, B e C, em que:

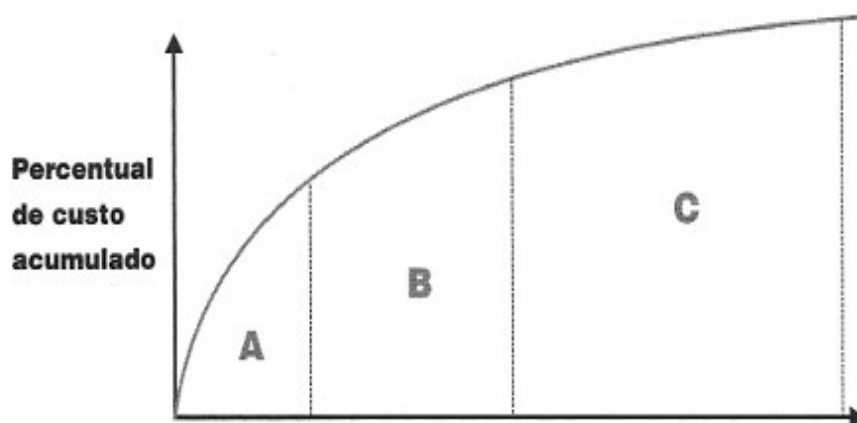
Faixa A – Engloba os insumos que perfazem 50% do custo total, isto é, todos aqueles que se encontram acima do percentual acumulado de 50 %;

Faixa B – Engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total; e

Faixa C – Todos os insumos restantes.

O gráfico 3 a seguir ilustra o traçado da curva ABC contendo suas faixas. De acordo com Mattos (2006), o gráfico é feito através da percentagem acumulada de cada insumo no valor total, sendo, a tabulação dos insumos em ordem decrescente do custo total, indo do insumo de maior custo até o menor custo. A faixa A geralmente tem menos insumos do que a faixa B e esta menos do que a faixa C, as faixas A e B juntas respondem por 80% do custo da obra e geralmente compreendem apenas cerca de 20% dos insumos, e a faixa C geralmente compreende em torno de 80% dos insumos, embora represente apenas 20% do custo da obra.

Gráfico 3. Curva ABC



Fonte: MATTOS (2006).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia aplicada no presente trabalho. Inicialmente, realizou-se três entrevistas em três construtoras distintas na região de Foz do Iguaçu, busca-se entender como são feitos os orçamentos com a metodologia tradicional. Em seguida, realizou-se três entrevistas em três empresas de materiais de construção distintas, com objetivo de entender o processo de entrega ao cliente. Realizou-se uma visita em três canteiros de obra distintos de forma de acompanhar o processo executivo para quantificar o tempo de execução. Finalmente, realizou-se um estudo de caso utilizando uma plataforma BIM para parametrizar o projeto.

3.1. Entrevista nas construtoras

Mesmo com a evolução da tecnologia na construção civil, muitas construtoras, ainda, continuam com o método tradicional (paramétrica, analítico discriminado) para realizar o orçamento. Esse processo é realizado de forma manual e para o mesmo se utilizam os programas AutoCad, Excel, OrçaFascio e sites de preços, para fazer o levantamento de quantitativos de materiais com os seus respectivos custos.

Nesse contexto, julgou-se necessário o entendimento desse processo dentro das empresas. Assim, realizaram-se entrevistas em três diferentes construtoras na região de Foz do Iguaçu que utilizam o método tradicional para realizar o orçamento. O questionário está exposto no Apêndice A. Já o quadro 1 a seguir ilustra o perfil das construtoras entrevistadas.

Quadro 1. Perfil das construtoras entrevistadas.

Empresa	Perfil
Construtora 1	A empresa tem 10 anos no mercado de construção civil e trabalha com casas e edifícios residenciais. Para estimativa de custo, a empresa utiliza o orçamento analítico.

Construtora 2	A empresa tem 18 anos no mercado de construção civil e trabalha com obras públicas, edifícios habitacionais, edifícios comerciais, tratamento de concreto e manutenção de pavimento rígido. Para estimativa de custo, a empresa utiliza o orçamento analítico.
Construtora 3	A empresa tem 25 anos no mercado de construção civil e trabalha somente com edifícios residenciais. Para estimativa de custo, a empresa utiliza o orçamento preliminar. Atualmente a empresa está migrando para BIM.

Fonte: Autor (2023).

3.2. Entrevista nas empresas de materiais de construção

O fornecimento de materiais no canteiro de obra é fundamental para o andamento da obra, pois, um eventual atraso de materiais pode provocar também atraso no andamento da obra, e tem como consequência, custo adicional no orçamento. Torna-se essencial para o orçamentista entender a política das empresas de materiais e como é feito o processo de entrega.

Desta forma, foram realizadas entrevistas em três empresas distintas de materiais de construção na região de Foz do Iguaçu. O questionário está exposto no Apêndice B. O quadro 2a seguir ilustra o perfil das empresas de materiais de construção entrevistadas.

Quadro 2. Perfil das empresas de materiais de construção entrevistadas.

Empresa	Perfil da empresa
Empresa de materiais de construção 1	A empresa tem 26 anos no mercado, possui sua própria fábrica de alguns materiais como paver e bloco de concreto.
Empresa de materiais de construção 2	A empresa tem 30 anos no mercado, possui sua própria fábrica de alguns materiais. Trabalha com todos os insumos da construção civil, desde a fase inicial até o

	acabamento.
Empresa de materiais de construção 3	A empresa tem 26 anos no mercado, possui sua própria fábrica de alguns materiais, como massa fácil.

Fonte: Autor (2023).

3.3. Visita em canteiro de obra

Uma observação real sobre a execução das atividades no canteiro da obra representa um aspecto importante no cronograma da obra. Nesse contexto, foram realizadas três visitas técnicas em três obras distintas para medir quanto tempo um pedreiro necessita para levantar um metro quadrado de tijolo. Para cada obra foram feitas três medições. O quadro 3 a seguir ilustra o perfil de cada pedreiro.

Quadro 3. Perfil dos pedreiros estudados.

Obra	Pedreiro	Perfil
Obra 1	Pedreiro 1	43 anos, tem 18 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 2	27 anos, tem 6 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 3	40 anos, tem 9 anos de experiência como pedreiro.
Obra 2	Pedreiro 1	30 anos, tem 7 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 2	33 anos, tem 8 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 3	41 anos, tem 3 anos de experiência como pedreiro.
Obra 3	Pedreiro 1	62 anos, tem 15 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 2	51 anos, 20 anos de experiência como pedreiro.
	Pedreiro 3	47 anos, 8 anos de experiência como pedreiro.

Fonte: Autor (2023).

As figuras 1, 2 e 3 a seguir ilustram um registro fotográfico dos pedreiros de cada obra visitada.

Figura 1. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 1



Fonte: Autor (2023).

Figura 2. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 2.



Fonte: Autor (2023).

Figura 3. Registro fotográfico dos pedreiros da obra 3.

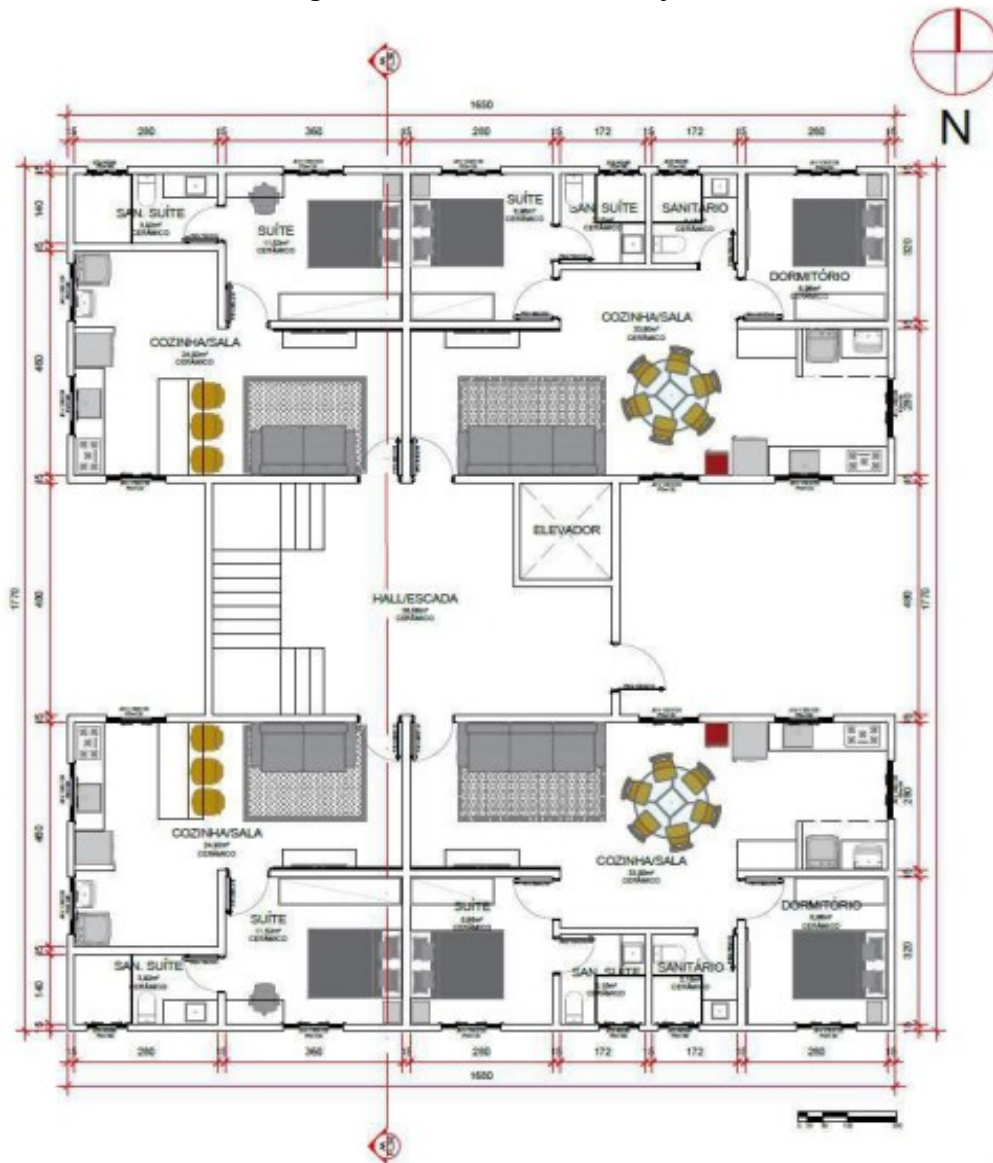


Fonte: Autor (2023).

3.4. Estudo de caso

O projeto em estudo foi elaborado por Scherer (2022), no qual, consiste de um edifício de quatro pavimentos tipos, com quatro apartamentos por pavimento, sendo dois apartamentos de um quarto e dois apartamentos de dois de quartos. A figura 4 a seguir ilustra a planta baixa do edifício.

Figura 4. Planta baixa do edifício.



Fonte: Autor (2023).

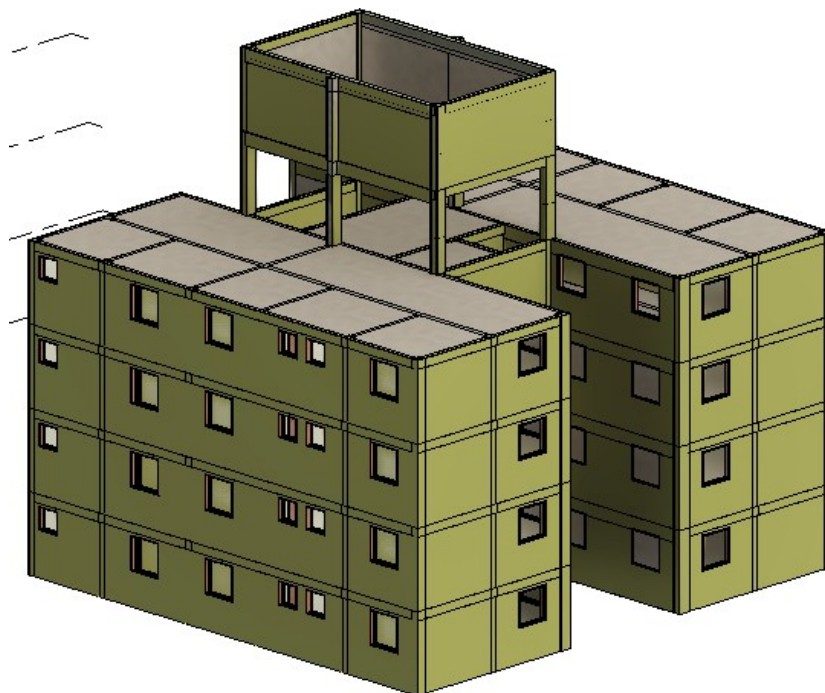
3.4.1. Projeto arquitetônico

Como destacado nas pesquisas bibliográficas os benefícios que a metodologia BIM pode oferecer na indústria da construção em termo de informações precisas em relação ao projeto como especificações, quantitativos mais exatos, pré-visualização das etapas construtivas entre outros. Nesse contexto é utilizado um dos modelos BIM, o Revit, na modelagem do projeto arquitetônico para realizar o levantamento de quantitativos.

Para a elaboração da modelagem no Revit, inicialmente foi criado um template configurado de acordo com as especificações do projeto, tais que, dimensões de pilares, vigas paredes com o seu tipo de revestimento, esquadrias, a espessura da laje com o seu tipo de acabamento e a criação dos níveis do edifício. Em seguida, foi importado o projeto no modelo CAD para Revit, e a modelagem foi feita acima do modelo CAD de forma de assegurar que a dimensão original seja mantida.

Devido a que todos os pavimentos do edifício são similares, foi feita a montagem do primeiro pavimento, colocação dos pilares, vigas, paredes, esquadrias e lajes, em seguida, foi copiado esse pavimento nos demais níveis, e a caixa de água foi feita após o fechamento do edifício, na cobertura. A figura 5 a seguir ilustra uma vista 3D do edifício.

Figura 5. Vista 3D do edifício.

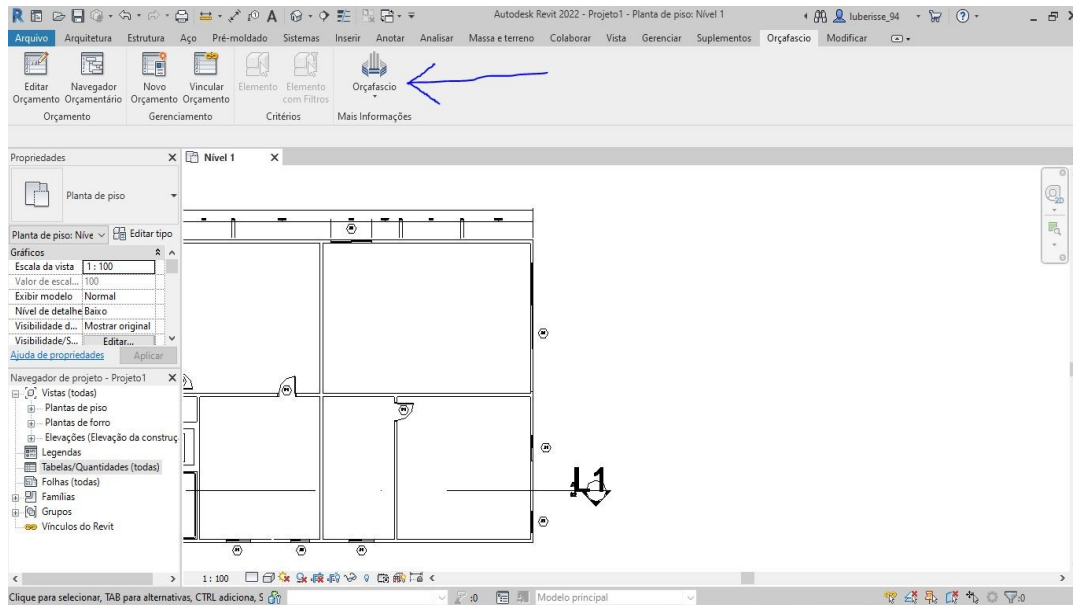


Fonte: Autor (2023).

O Revit fornece os quantitativos de cada material que constitui o projeto, vinculando esses quantitativos com o plugin de integração com o Revit, o OrçaBIM, que permite a realização do orçamento de forma automático, rápida e direta (MENDONÇA et al., 2020). A figura 6 apresenta um exemplo da tela principal do plugin OrçaBIM. Portanto, nesta pesquisa o orçamento do edifício é feito através de

planilha de cálculo e indicador de custo SINAPI disponível na plataforma do OrçaFascio.

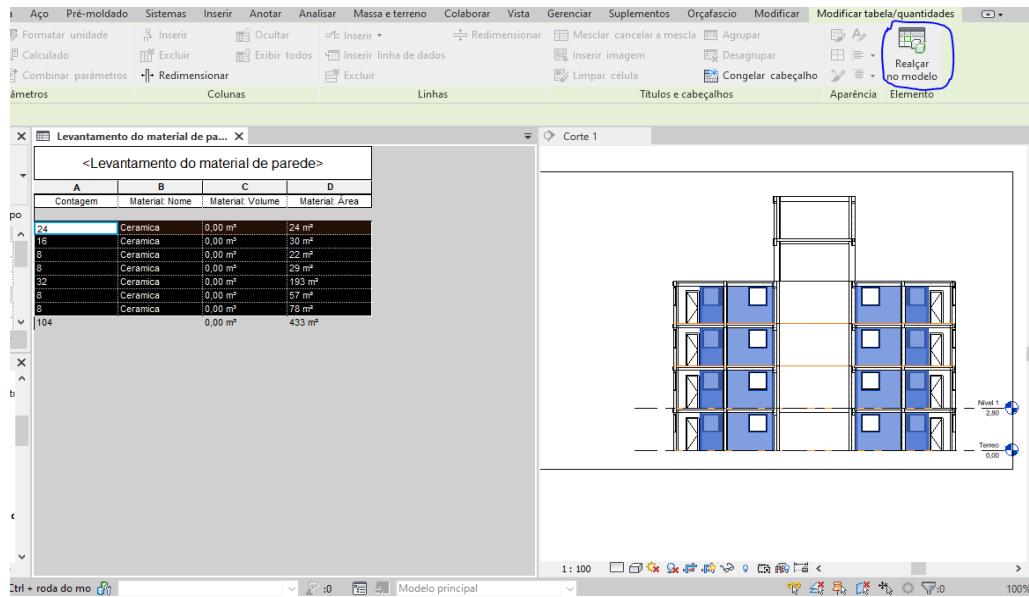
Figura 6. Print da tela principal do plugin OrçaBIM



Fonte: Autor (2022).

Uma das características importante que o Revit possui é a possibilidade de visualizar a localização dos materiais quantificados no modelo, na tabela que forneceu, em clicar no “Realçar no modelo”, esses materiais serão vistos em todos os modelos de visualização, corte, níveis e 3D. A figura 7 a seguir ilustra o uso dessa ferramenta na visualização no item de cerâmica.

Figura 7. Uso da ferramenta “Realçar no modelo”.

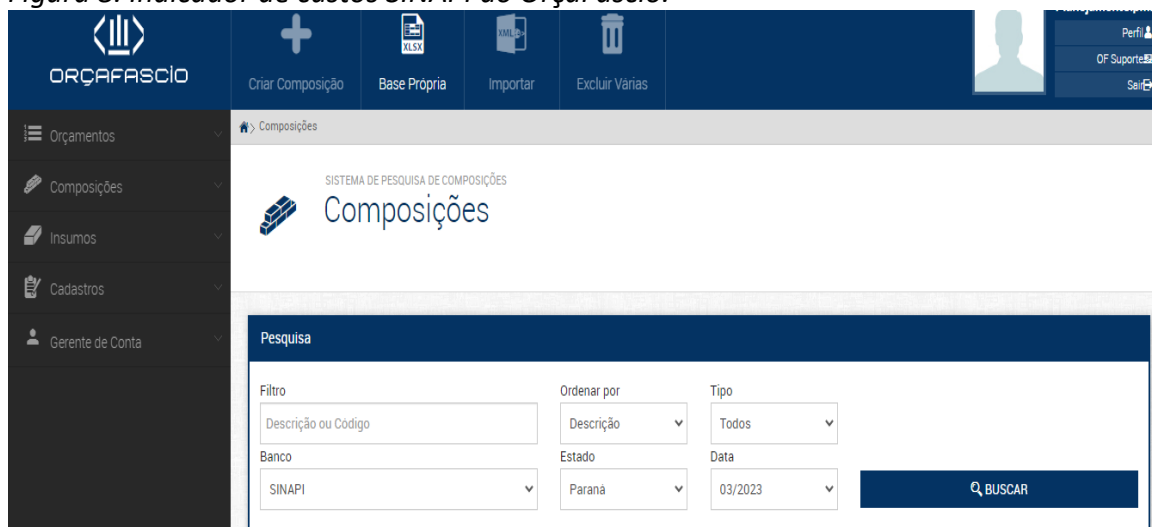


Fonte: Autor (2022).

3.4.2. Orçamento analítico da obra

Para realizar o orçamento analítico, foi feito o levantamento de quantitativos de forma manual através de CAD e planilha de calculo. Para obter o custo de cada insumo, foi utilizado o indicador de custos SINAPI no mês mais atualizado disponível na plataforma do OrçaFascio, como ilustra a figura 8. Neste trabalho será detalhado no orçamento o fechamento do bloco do edifício, como paredes, pilares, vigas e lajes.

Figura 8. Indicador de custos SINAPI do OrçaFascio.



Fonte: Autor (2023).

Após a realização do orçamento da obra, é feito o cronograma da obra e a escolha de melhores fornecedores de materiais. O cronograma da obra é disponibilizado no canteiro para que o engenheiro responsável possa ter conhecimento de cada etapa da obra com sua respectiva quantidade de materiais. A compra de materiais é feita pelo engenheiro da obra com os fornecedores escolhidos com cinco dias uteis de antecedências. A verificação da qualidade dos materiais fica a cargo do responsável do almoxarifado.

O orçamento analítico feito pelo método tradicional será comparado com o método parametrizado do *BIM*, através da curva ABC de forma verificar qual insumo que pesa mais no custo total em cada método, e através do gráfico de barra de forma de ver qual dos métodos que fornecer o orçamento com maior custo da obra.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentadas os resultados obtidos nas entrevistas realizadas e no estudo de caso da pesquisa. Inicialmente, apresenta-se uma análise de fluxos de informações das construtoras entrevistadas para fazer orçamento, analisar o processo de entrega de materiais das empresas de materiais de construção entrevistadas e analisar o tempo de execução de alvenaria no canteiro das obras visitadas. Em seguida, realiza-se o orçamento pelo método parametrizado e analítico do edifício, o cronograma da obra de ambos métodos, o cronograma físico-financeiro da obra de ambos métodos e a comparação dos métodos. No final, apresenta-se as melhorias práticas para melhoria com base da revisão bibliográfica.

4.1. Análise de fluxos de informações das construtoras entrevistadas sobre procedimento de orçamentos

A primeira empresa entrevistada utiliza o método analítico para realizar a atividade de orçamento (CAD e planilha de cálculo). No levantamento de quantitativo de material é descontado as aberturas das paredes e adiciona-se uma percentagem de 5% a 8%, depende do material. Para estimar o custo, a empresa geralmente usa indicador de custos do SINAPI e consulta as empresas locais. A empresa mantenha uma boa relação com os fornecedores locais, as vezes até discute projetos. A compra de materiais é feita pelo setor responsável após a solicitação do engenheiro do canteiro da obra.

A segunda empresa entrevistada também utiliza o método analítico, mas não desconsidera vão de menos de 2 metros quadrados nas paredes. Para estimar o custo do empreendimento, é utilizado o próprio indicador obtido através do histórico de obras já executados. Para a compra de materiais, o engenheiro tem a sua disposição o software SIENGE para realizar a solicitação no setor de compra da empresa. A empresa possui um programa de controle de qualidade no canteiro chama-se PBQP-H (Plano Brasileiro de Qualidade da Produtividade de Habitat), que é um diferencial da empresa.

Já a terceira empresa entrevistada utiliza o método preliminar e o estimativo de custo é feito através do indicador de custo CUB após o levantamento manual dos quantitativos de materiais. Não desenvolve nenhuma relação com fornecedores além da troca de bens. Para a compra de materiais, o engenheiro tem a sua disposição o software MEGA para realizar a solicitação no setor de compra da empresa.

Observa-se somente uma das empresas entrevistadas que está projetando para BIM, as demais comentam introduzir esse novo sistema na empresa resulta em custos adicionais para formação de funcionários as vezes que não vão ficar na empresa e custo de uso dos softwares, mas não vejam as vantagens que o BIM pode oferecer desde a concepção até a fase final do projeto.

Vale ressaltar que é comum ocorrer nas obras a necessidade de materiais com urgência devido a vários motivos como planejamento inadequado, elevada perda de materiais entre outros. Dar autonomia para o engenheiro do canteiro da obra para realizar a atividade de compra de materiais seria mais vantajoso para a empresa, isto é, reduzir as etapas de compras, proporcionando assim, uma solução mais rápida no canteiro e evitando a interrupção das atividades por falta de materiais.

Outro aspecto a considerar é a utilização de indicadores de custos (SINAPI, CUB, etc) para realizar o orçamento dos empreendimentos, esses indicadores fornecem preços dais capitais. Para uma empresa de Foz do Iguaçu que está a mais de 600 km de distância, os custos de mão de obra e de materiais podem ter grandes variações. Desta forma, o mais correto seria optar pela criação do próprio indicador de custo.

4.2. Processo sobre a entrega de materiais ao cliente das empresas entrevistadas

Todas as empresas entrevistadas apresentam a prática de o mesmo prazo de entrega, em média dois dias uteis, mas em caso de urgência a entrega pode ser feita no mesmo dia, pois as empresas trabalham com grandes estoques. Essas informações são cruciais para que a compra de materiais seja planejada no tempo adequado para evitar atraso no cronograma da obra.

4.3. Visita técnica no canteiro de obras

A tabela 1 a seguir ilustra o tempo leva cada pedreiro para levantar um metro quadrado de tijolo.

Tabela 1. Duração por metro quadrado de cada pedreiro.

Obra	Pedreiro	Duração (min)
Obra 1	Pedreiro 1	22,57
	Pedreiro 2	20,3
	Pedreiro 3	19,39
Obra 2	Pedreiro 1	21,26
	Pedreiro 2	17,09
	Pedreiro 3	23,48
Obra 3	Pedreiro 1	17,43
	Pedreiro 2	19,2
	Pedreiro 3	20,19

Fonte: Autor (2023).

Esse tempo por metro quadrado não pode ser utilizado para definir a produtividade diária de um pedreiro, mas para ter uma noção do tempo de produção dele. Durante um diário de trabalho, o pedreiro não trabalha em tempo corrido, ele para para conversar com outros colegas, para receber instruções, trocar frente de trabalho, ir no banheiro e reduzir o ritmo antes do intervalo e no final da jornada de trabalho, esses tempos improdutivos contabilizam no diário de trabalho dele. Observa-se que a produtividade varia de pedreiro para pedreiro

4.4. Orçamento da obra do estudo de caso

4.4.1. Orçamento analítico

Após o levantamento de quantitativo de materiais, é utilizada a composição de custo do SINAPI de março 2023 e de maio 2022 para algumas composições que não foram atualizadas ainda. A tabela 2 a seguir ilustra um resumo do orçamento analítico e parametrizado do edifício, a planilha orçamentaria está exposto no apêndice C. No levantamento de quantitativos de materiais pelo método tradicional, é descontado todos os vão, vigas e pilares na alvenaria, mas no revestimento somente os vão que são descontados.

Tabela 2. Resumo do orçamento analítico do edifício.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	CUSTO
1	BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38
2	VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28
3	PILARES	R\$ 89.649,57
4	VIGAS	R\$ 153.025,92
5	LAJE	R\$ 173.356,91
6	ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 305.020,26
7	REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 149.750,46
8	REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.559,70
	TOTAL	R\$ 1.115.188,48

Fonte: Autor (2023).

4.4.2. Orçamento pelo método parametrizado do BIM

Já no método parametrizado, o Revit fornece automaticamente os quantitativos de materiais, a partir disso, é realizado orçamento da obra pelo mesmo indicador de custo e as mesmas referências. A tabela 3 a seguir ilustra um resumo do orçamento parametrizado, a planilha completa está exposto no apêndice D.

Tabela 3. Resumo do orçamento parametrizado do edifício.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	CUSTO/ETAPA
1	BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38
2	VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28
3	PILARES	R\$ 89.649,57
4	VIGAS	R\$ 153.025,92
5	LAJE	R\$ 171.981,81
6	ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 297.398,43
7	REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 147.246,06
8	REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.309,17
	TOTAL	R\$ 1.103.436,62

Fonte: Autor (2023).

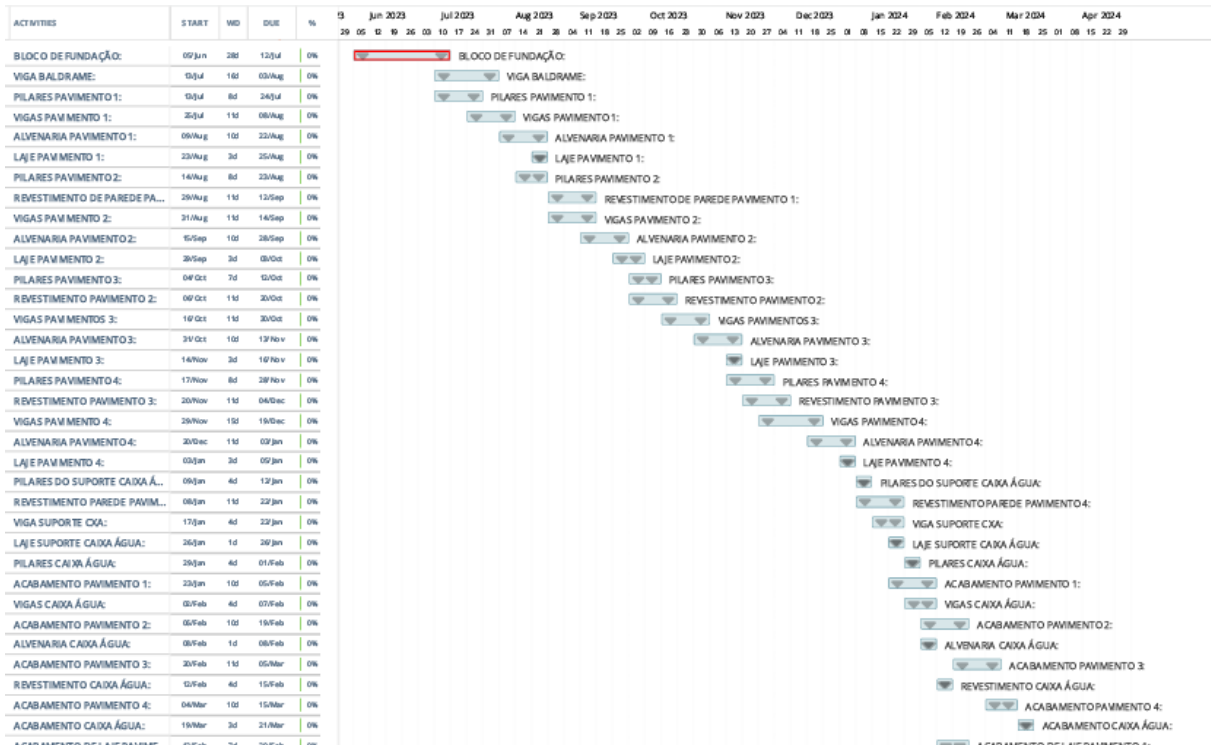
4.5. Cronograma da obra do estudo de caso

Nas composições de custos, o SINAPI fornece o tempo de execução de cada unidade de serviço, isto é, quanto tempo um pedreiro necessita para levantar um metro quadrado de alvenaria. De acordo com a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2014), nesse tempo de execução é contabilizado o tempo improdutivo. O cronograma da obra pelo método tradicional e parametrizado é feito com esses tempos de produção fornecido pelo SINAPI após de obter a quantidade de material para cada atividade. As figuras 9 e 10 a seguir apresentam uma síntese do cronograma da obra pelo método tradicional e parametrizado respectivamente, o cronograma detalhado de ambos métodos está exposto no apêndice G e H.

Figura 9. Síntese do cronograma da obra pelo método tradicional.



Figura 10. Síntese do cronograma da obra pelo método BIM.



Nas obras, a execução de algumas etapas é necessária para dar continuidade às atividades, comumente chamado caminho crítico, um eventual atraso destas atividades atrasa o resto da obra. Como é visto no cronograma detalhado no apêndice E, o bloco de fundações, os pilares, as vigas e as lajes representam o caminho crítico desta obra.

Pelo método tradicional, as etapas da obra detalhadas desta pesquisa estão planejadas para iniciar no dia 05 de junho de 2023 e terminar no dia 27 de março de 2024, com jornada de trabalho de 8 horas de segunda a sexta excluindo todos os feriados. Já pelo método parametrizado, as atividades iniciaram no dia 5 de junho de 2023 até o dia 26 de março de 2024. Nesse cronograma para ambos métodos não há consideração de nenhum eventual interrupção da obra.

4.6. Cronograma físico-financeiro da obra do estudo de caso

O cronograma físico-financeiro é feito após a realização do orçamento e o cronograma da obra. As tabelas 4 e 5 a seguir ilustram o cronograma físico-financeiro de ambos métodos.

<i>Tabela 4. Cronograma físico-financeiro da obra pelo método tradicional</i>						
DISCRIMINAÇÃO	CUSTO	MÊS 1 – JUN	MÊS 2 – JUL	MÊS 3 – AUG	MÊS 4 – SEP	MÊS 5 – OUT
BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38	R\$ 81.792,31	R\$ 73.698,07	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28	R\$ 0,00	R\$ 34.487,65	R\$ 5.847,63	R\$ 0,00	R\$ 0,00
PILARES	R\$ 89.649,57	R\$ 0,00	R\$ 17.023,51	R\$ 17.023,51	R\$ 0,00	R\$ 17.023,51
VIGAS	R\$ 153.025,92	R\$ 0,00	R\$ 16.940,61	R\$ 24.370,25	R\$ 29.926,43	R\$ 35.618,64
LAJE	R\$ 173.356,91	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 41.697,58	R\$ 0,00	R\$ 41.697,58
ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 305.020,26	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 49.917,03	R\$ 62.188,36	R\$ 34.919,47
REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 149.750,46	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.559,70	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 1.115.188,48	R\$ 81.792,31	R\$ 142.149,84	R\$ 138.856,00	R\$ 92.114,79	R\$ 129.259,20
	TOTAL (%)	7,33%	12,75%	12,45%	8,26%	11,59%
DISCRIMINAÇÃO	CUSTO	MÊS 6 - NOV	MÊS 7 – DEZ	MÊS 8 - JAN	MÊS 9 – FEV	MÊS 10 – MAR
BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
PILARES	R\$ 89.649,57	R\$ 17.023,51	R\$ 0,00	R\$ 21.555,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGAS	R\$ 153.025,92	R\$ 11.384,41	R\$ 24.234,23	R\$ 5.650,30	R\$ 4.901,06	R\$ 0,00
LAJE	R\$ 173.356,91	R\$ 41.697,58	R\$ 0,00	R\$ 48.196,34	R\$ 0,00	R\$ 0,00
ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 305.020,26	R\$ 64.770,42	R\$ 31.897,78	R\$ 50.356,65	R\$ 10.970,55	R\$ 0,00
REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 149.750,46	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 33.128,11	R\$ 70.002,04	R\$ 46.620,30
REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.559,70	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 24.649,29	R\$ 23.910,40
TOTAL	R\$ 1.115.188,48	R\$ 134.875,92	R\$ 56.132,01	R\$ 158.886,68	R\$ 110.522,94	R\$ 70.530,70
	TOTAL (%)	12,09%	5,03%	14,25%	9,91%	6,32%

Fonte: Autor (2023).

Tabela 5. Cronograma físico-financeiro da obra pelo método parametrizado.

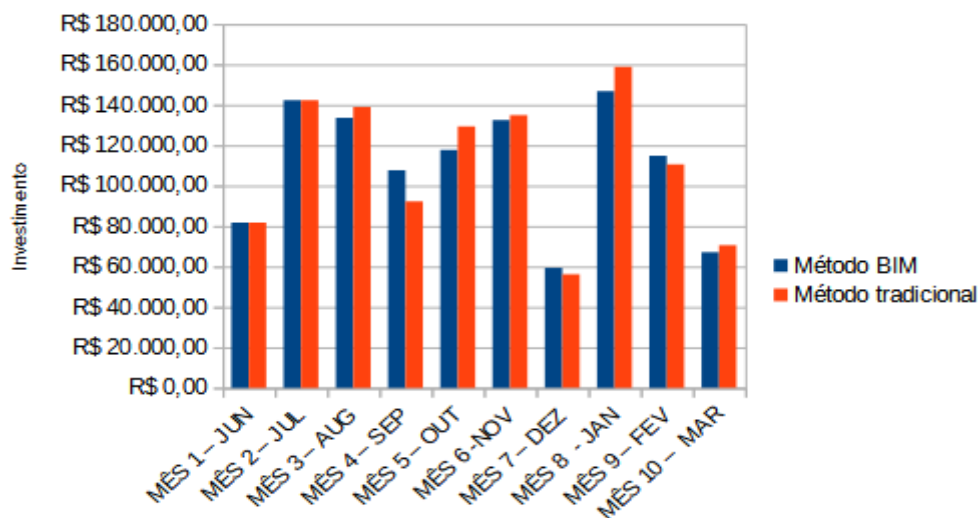
DISCRIMINAÇÃO	CUSTO/ETAPA	MÊS 1 – JUN	MÊS 2 – JUL	MÊS 3 – AUG	MÊS 4 – SEP	MÊS 5 – OUT
BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38	R\$ 81.792,31	R\$ 73.698,07	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28	R\$ 0,00	R\$ 34.487,65	R\$ 5.847,63	R\$ 0,00	R\$ 0,00
PILARES	R\$ 89.649,57	R\$ 0,00	R\$ 17.023,51	R\$ 17.023,51	R\$ 0,00	R\$ 17.023,51
VIGAS	R\$ 153.025,92	R\$ 0,00	R\$ 16.940,61	R\$ 24.370,25	R\$ 29.926,43	R\$ 35.618,64
LAJE	R\$ 171.981,81	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 41.111,75	R\$ 13.703,92	R\$ 27.407,84
ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 297.398,43	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 45.214,95	R\$ 64.101,26	R\$ 37.692,56
REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 147.246,06	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.309,17	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 1.103.436,62	R\$ 81.792,31	R\$ 142.149,84	R\$ 133.568,09	R\$ 107.731,61	R\$ 117.742,55
	TOTAL (%)	7,41%	12,88%	12,10%	9,76%	10,67%
DISCRIMINAÇÃO	CUSTO/ETAPA	MÊS 6 - NOV	MÊS 7 – DEC	MÊS 8 - JAN	MÊS 9 – FEV	MÊS 10 – MAR
BLOCO DE FUNDAÇÃO	R\$ 155.490,38	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGA BALDRAME	R\$ 40.335,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
PILARES	R\$ 89.649,57	R\$ 17.023,51	R\$ 0,00	R\$ 21.555,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00
VIGAS	R\$ 153.025,92	R\$ 11.384,41	R\$ 24.234,23	R\$ 5.650,30	R\$ 4.901,06	R\$ 0,00
LAJE	R\$ 171.981,81	R\$ 41.111,75	R\$ 0,00	R\$ 48.646,55	R\$ 0,00	R\$ 0,00
ELEMENTO DE VEDAÇÃO	R\$ 297.398,43	R\$ 62.930,57	R\$ 35.076,64	R\$ 41.462,22	R\$ 10.920,23	R\$ 0,00
REVESTIMENTO E PITURAS – PAREDES	R\$ 147.246,06	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.503,38	R\$ 73.479,51	R\$ 44.263,15
REVESTIMENTO E PITURAS – TETO	R\$ 48.309,17	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 25.509,38	R\$ 22.799,78
TOTAL	R\$ 1.103.436,62	R\$ 132.450,24	R\$ 59.310,87	R\$ 146.817,73	R\$ 114.810,18	R\$ 67.062,93
	TOTAL (%)	12,00%	5,38%	13,31%	10,40%	6,08%

Fonte: Autor (2023).

Observa-se o cronograma físico-financeiro fornece todos os gastos mensalmente da obra, mas o planejador pode escolher o período de tempo adequado à obra, semanal, trimestral entre outros. O cronograma físico-financeiro é essencial para as empresas por informar quanto deve-se pedir ao cliente em cada período, e além disso, permitir às empresas de ter o maior controle sobre o andamento da obra e evitar o custo da obra não foge muito do estimativo inicial.

Para ambos métodos, o mês de janeiro representa o mês do maior investimento. Parcelas de etapas de maior custos da obra são ocorridos neste mês, já o mês de dezembro representa o mês de menor investimento como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4. Investimento mensal da obra.

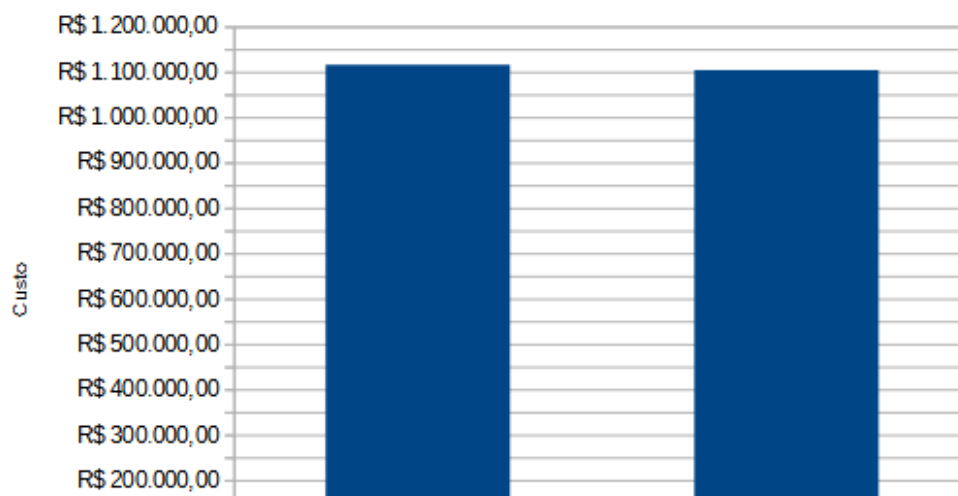


Fonte: Autor (2023).

4.7. Comparação do orçamento dos métodos tradicional e parametrizado do BIM

O gráfico 5 a seguir ilustra uma comparação do custo da obra de ambos métodos, vale ressaltar que o método analítico apresenta um custo de R\$11.751,86 a mais do que método parametrizado, isso é devido por fornecer um quantitativo de materiais maior do que o parametrizado.

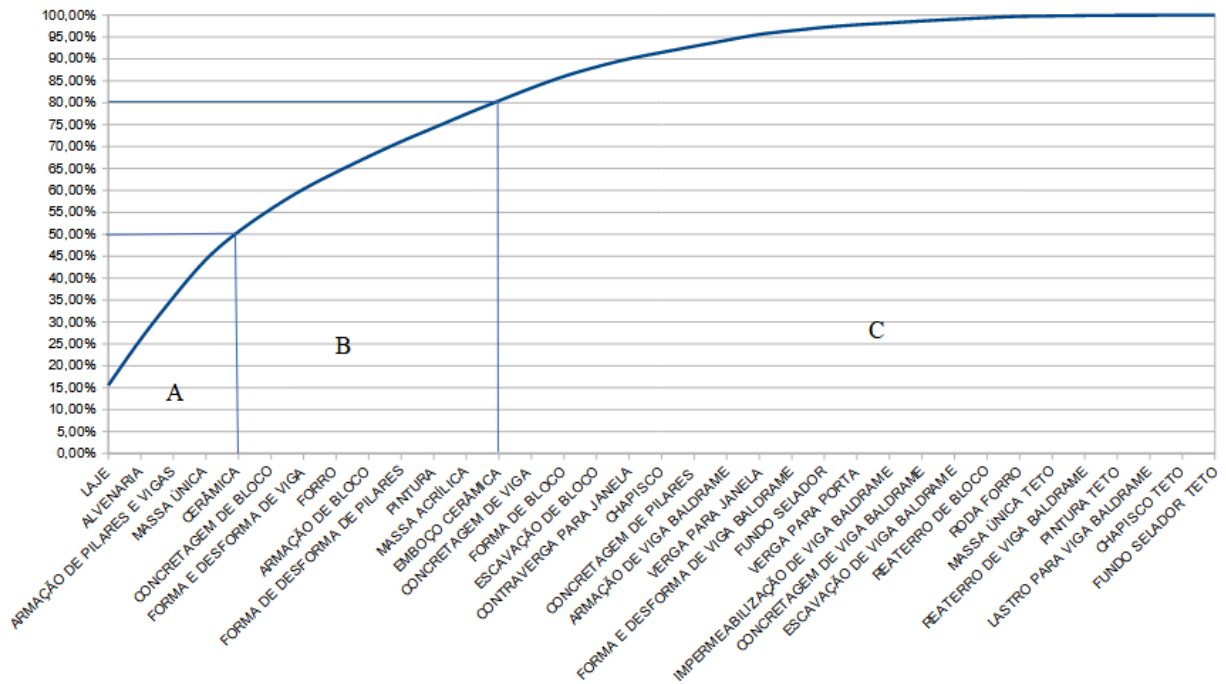
Gráfico 5. Comparação de custos de ambos métodos.



Fonte: Autor (2023).

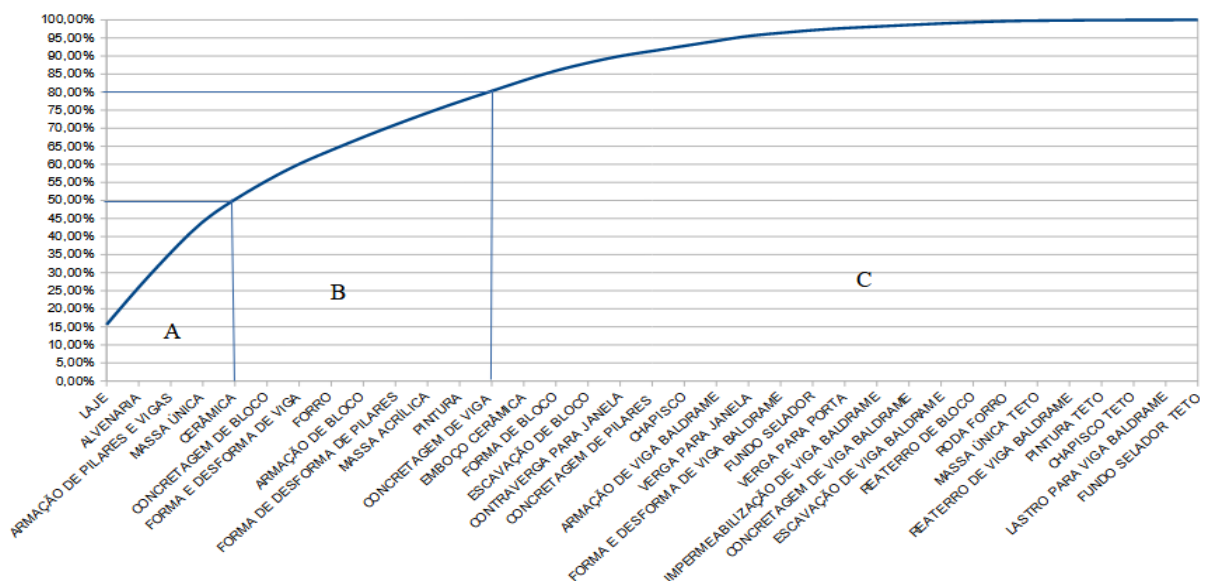
Com o intuito de ter conhecimento de quais insumos que representam o maior custos do orçamento total da obra, é elaborada uma curva ABC para os ambos métodos. Os gráficos 6 e 7, e apêndice E, ilustram a curva ABC de ambos métodos.

Gráfico 6. Curva ABC pelo método analítico.



Fonte: Autor (2023).

Gráfico 7. Curva ABC pelo método analítico.



Fonte: Autor (2023).

Observa-se para ambos métodos somente cinco insumos, laje, alvenaria, armadura para vigas e pilares, massa única e cerâmica, que estão na faixa A, ou seja, que representam 50% do custo total das etapas orçadas da obra. Já para a faixa B são encontrados oito insumos para ambos métodos. Isso significa que todas as negociações de materiais com os fornecedores devem ser concentradas nessas faixas, principalmente na faixa A, pois os demais materiais que se encontram na faixa C representam somente 20% do custo total orçado.

Comparando os cinco insumos que encontram na faixa A de ambos métodos, o método analítico apresenta um custo de R\$ 6.979,09 a mais do método parametrizado, que representa 59,38% da diferença total. Isso justifica quanto o orçamento pelo método parametrizado é mais vantajoso por fornecer quantitativos de materiais mais precisos.

4.8. Melhores práticas para melhoria

Os quantitativos de materiais tem grande impacto no orçamento de um empreendimento, desta forma, deve-se optar por métodos que podem fornecer mais precisões deste. Nesta conjuntura, a tecnologia BIM representa a melhor alternativa para obter as precisões nos quantitativos de materiais. Além disso, esses quantitativos são obtidos de forma automática, resultando assim, a eliminação desta tarefa que geralmente é demorada e imprecisa.

Uma prática de algumas empresas a ser considerada é a adição de uma certa porcentagem de materiais no quantitativo para eventuais perdas que podem ocorrer durante a construção. As perdas na construção civil são correntes mas podem ser minimizadas através de um plano de controle de qualidades de materiais e mão de obra. Deve-se sempre optar por mão de obra qualificada, seja através de processo formativo dentro da empresa ou buscar por profissional com este requisito. Desta forma, o orçamentista terá em média, a mínima perda que pode ocorrer durante o processo construtivo de cada atividade.

Outro fator que influencia muito no orçamento de um empreendimento é iniciar a obra sem ter todos os projetos definidos ou eventual alteração do projeto durante o processo construtivo, isso proporciona retrabalho e conseqüentemente desperdício

de materiais e mão de obra, além disso, resulta atraso no cronograma e custos adicionais no orçamento da obra. Desta forma, é necessário o orçamento de uma obra inicia após a definição de todos os projetos e a especificação dos materiais.

Como foi mencionado, para obter uma estimativa de custos mais próxima do custo real de empreendimento, é necessário as empresas desenvolvem os seus próprios indicadores de custos. As empresas podem obter esses indicadores através do histórico de obras já executadas, isto é, realizar cronograma adequado, seguir o cronograma da obra, ter controle da qualidade e produtividade da mão de obra, ter uma boa organização da equipe de projeto, desenvolver uma boa relação com os fornecedores entre outros.

É importante de destacar que a obtenção de um estimativo de custo preciso com o BIM exige um conhecimento adequado dos softwares da plataforma, pois durante a criação do fluxo de informações vários fatores podem interferir no processo, como a criação inadequada da modelagem pode proporcionar interferência dos elementos, conseqüentemente, impacta na geração de quantitativos de materiais. Como mencionado anteriormente, o levantamento de quantitativos de materiais representa dentro do fluxo de informações, a etapa que tem maior impacto no orçamento de uma obra.

Sendo assim, para obter um melhor resultado na realização de orçamento com a tecnologia do BIM, os profissionais devem ter conhecimento do conceito do BIM e saber utilizar os softwares da plataforma.

4.9 Vantagens ao utilizar BIM para realizar o orçamento

A realização de orçamento de uma obra requer o levantamento de quantitativos de todos os materiais envolvidos. No método tradicional essa tarefa é demorada e imprecisa porque é feita de forma manual. Na construção civil, qualquer eventual modificação de um elemento do projeto exige uma modificação em todos os outros elementos conectados a este, em termo de quantitativos de materiais, visualização entre outros. Na metodologia tradicional, essa modificação resulta a um tempo adicional na elaboração do projeto, orçamento, cronograma etc.

Neste aspecto, a utilização da metodologia BIM para realizar orçamento é mais vantajosa por fornecer os quantitativos de materiais de forma automático e precisos, isso permite a eliminação da etapa de extração de materiais dentro do fluxo além de proporcionar um estimativo de custo mais próximo do real, que é essencial na definição da viabilidade de um empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

O objetivo principal deste trabalho foi propor consiste em uma análise comparativa de orçamento visando a filosofia de melhoria contínua fornecida por *Building Information Modeling* (BIM).

A estratégia da pesquisa para alcançar a este objetivo foi baseada em um estudo de caso utilizando o software Revit do BIM. A tecnologia BIM está fornecendo à construção civil um novo futuro com mais qualidades desde a fase de concepção até fase final de projetos. A plataforma BIM proporciona muitas vantagens na elaboração de projetos por permitir a compatibilização de projetos a todos os envolvidos, de forma de facilitar uma análise conjunta de todos os projetos, permitindo de identificar interferências, comunicar os responsáveis de cada projeto caso que necessita alterar os projetos. Outra característica do BIM é a interoperabilidade, isto é, a comunicação entre diversas ferramentas.

Após a modelagem do projeto, o Revit forneceu todas as informações em relação do projeto, como especificações de materiais utilizados e as quantitativas de todos os materiais que constituem o projeto de forma automática. Assim, tornou-se a realização do orçamento da obra mais fácil e precisa.

Um dos objetivos secundários deste trabalho foi mapear através de entrevistas em construtoras na região, o fluxo de informações para criação de orçamento. Os resultados mostram que as construtoras entrevistadas ainda estão utilizando a metodologia tradicional para realizar o orçamento, justificando, a implantação do sistema BIM requer custo para formação de profissionais e softwares, e não olharam nas vantagens que o BIM pode fornecer ao longo do tempo. Dentro de fluxos de informações para realizar orçamento, o levantamento de quantitativos possuem a maior interferência no orçamento. Portanto, no método tradicional o levantamento de quantitativos não é preciso, resultando assim, uma estimativa de custo mais distante do custo real. Outro fator a ser observado, as construtoras não têm interesses de

criar ligações com as empresas de materiais de construção no sentido de se envolver na cadeia de suprimentos, somente preocupam-se com a entrega de materiais no canteiro de obra. Isso é devido à grande variedade que a construção possui, torna-se a integração mais complexa.

Mediante dos resultados obtidos da curva ABC do método tradicional e do BIM, observa-se que os insumos que se encontram na faixa A, ou seja, aqueles insumos que representam 50% do custo total do orçamento são iguais para ambos métodos, a diferença de custo proveniente do quantitativo de materiais que obtido para cada método. O método tradicional fornece um estimativo de custo total maior do que método BIM, com uma diferença de R\$11.751,86, nesta diferença de custo, somente a faixa A representa 59,38%.

O orçamento constitui uma das etapas mais importantes de um empreendimento, pós faz parte dos fatores que definir a viabilidade deste. Desta forma, é necessário de obter informações precisas para a sua realização. Baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que atualmente a tecnologia BIM representa a melhor alternativa para realizar orçamento em todas as dimensões, como precisão e rapidez.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Mediante dos pontos que não foram tratados neste trabalho, recomenda-se para futuros pesquisas:

- a) Criar um fluxo de informações para fazer orçamento das instalações elétrica e hidráulica do edifício;
- b) Criar um fluxo de informações para fazer orçamento de outro método construtivo, alvenaria estrutural, *steel frame*, entre outros;
- c) Analisar a cadeia de suprimentos de um edifício pré-moldado; e
- d) Desenvolver pesquisas para criar indicadores de custos na região de foz do Iguaçu.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G.; ARAÚJO, N.M. Composições de custos unitários: TCPO X Apropriação in loco. **V CONNEPI**, 2010. Disponível em: <http://www.congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1548/756>. Acesso: 19 Abr. 2023.

ARAÚJO, A.; TEIXEIRA, E. M.; LICÓRIO, A. importância da gestão no planejamento do fluxo de caixa para o controle financeiro de micros e pequenas empresas. **Redeca**, v.2, n. 2. p. 73-88. Jul-Dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/redeca/article/view/28566/20053>. Acesso em: 10 Mar. 2023.

AZAMBUJA, M. M. B. **Processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores em edifícios**: Diagnóstico e propostas de melhoria. 2002. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) –Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

AZEVEDO, O. J. M. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/55611371.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.

AZHAR, S. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. **Leadership And Management In Engineering**, v. 11, n. 3, p.241-252, 2011. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127). Acesso em: 20 mai. 2022.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. *Applying lean thinking in construction and performance improvement*. **Alexandre Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 679-695, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259521105_Applying_lean_thinking_in_construction_and_performance_improvement. Acesso em: 08 Mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.133. **Dispõe sobre as novas regras para licitações públicas**. 01 abr. 2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI, Manual de metodologias e conceitos**. Brasil, 2014. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/124/o/SINAPI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v002.pdf. Acesso em: 19 Abr. 2023.

CARDOSO, E. A. C; FILHO, G. D. S; FURIGO, R. F. R. Estimativa de custos de um edifício residencial em Mogi Guaçu – SP. **FOCO: Caderno de estudos e**

pesquisas, n.15, 2018. Disponível em: <http://revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/667/123>. Acesso em 17 Abr. 2023.

CERON, L. C. **Notas sobre concepções de preço e valor nos custos da Arquitetura**. 2011. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) –Programa de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072011-104055/publico/MESTRADO.pdf>. Acesso em: 17 Abr. 2023.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; LISTON, K. **Manual de BIM: Uma guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre. BOOKMAN, 2014.

FONTANINI, P. S. P. Análise do desempenho da cadeia de suprimentos de pisos de cerâmicos a partir da simulação no indicador de nível de serviço. **XVIII Simpósio de Engenharia de Produção**, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Fontanini/publication/341321797_ANALISE_DO_DESEMPENHO_DA_CADEIA_DE_SUPRIMENTOS_DE_PISOS_DE_CERAMICOS_A_PARTIR_DA_SIMULACAO_DO_NIVEL_DE_SERVICO/links/5ebaa78d458515626ca18d0a/ANALISE-DO-DESEMPENHO-DA-CADEIA-DE-SUPRIMENTOS-DE-PISOS-DE-CERAMICOS-A-PARTIR-DA-SIMULACAO-DO-NIVEL-DE-SERVICO.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção civil Brasileira**. 4ª ed. São Paulo: Pini, 2004.

GONZALEZ, M. A. S. **Noções de Orçamento e Planejamento De Obras**. São Leopoldo, 2008.

HEATON, R.; MARTIN, H.; CHADEE, A.; MILLING, A.; DUNNE, S.; BORTHWICK, F. *The Construction Materials Conundrum: Practical Solutions to Address Integrated Supply Chain Complexities*. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.148, n-8, 2022. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0002326>. Acesso em: 09 Abr. 2023.

JOBIM, M. S. S., JOBIM, H. F. Proposta de integração das cadeias de suprimentos da indústria da construção civil. **Anais do II SIBRAGEQ. Fortaleza**, CE, 2001. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/39.pdf>. Acesso em: 06 Mar. 2023.

KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. Integração dos setores de produção e orçamento na gestão de custos de empreendimentos de construção civil. **Revista Tecnologia**, v. 25, n. 1, 2009. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/122>. Acesso em: 16 Abr. 2023.

Koskela, L. *Application of the new production philosophy to construction*, Stanford university, Stanford, 1992.

KUREK, J. et al. Implantação dos Princípios da Construção Enxuta em uma Empresa Construtora. **Arquitetura da IMED**, v. 2, n.1, p. 20-36, 2013. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/472>. Acesso em: 05 jul. 2022.

LAMBERT, M., COOPER, M.C. *Issues in supply chain management*. **Industrial Marketing Management**, n° 29, pg. 65-83, New York, 2000. Disponível em: <https://drdouglasslambert.com/wp-content/uploads/2020/05/Lambert-and-Cooper-Issues-in-Supply-Chain-Management-IMM-2000.pdf>. Acesso em: 08 Mar. 2023.

MARTINS, B. C. F.; MIRANDA, V. A. M. Cronograma físico-financeiro em obras de edificação. **Revista Científic@ Universitas**, v.3, n.2, 2016. Disponível em: <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/360/222>. Acesso em: 10 Mar. 2023.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**: Dicas para Orçamentistas, Estudos de Caso, Exemplos. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MENDONÇA, K. R. M.; SOUSA, P. G.; GUEDES, E. S. R. Orçamentação de obra: Análise comparativa entre metodologia tradicional e BIM. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p.93096-93119, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/20647/16505>. Acesso em: 23 mai. 2022.

PIMENTA, D. P.; ALVES, R. C. Planejamento e orçamento de obra: Estudo comparativo de orçamentos de uma residência unifamiliar na cidade de Nepomuceno-MG. **Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas**, 2018. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/624/1/Dayane.pdf>. Acesso em: 17 Abr. 2023.

ROCHA, P. L.; LOPES, K. S.; BATISTA, A. C. L.; JUNIOR, R. F. S.; KATO, R. B. Aplicação da Curva ABC para Análise de Orçamento de Obra: Estudo de caso em um condomínio residencial. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, e498111537465, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37465/31228>. Acesso em: 10 Mar. 2023.

ROSENG, S. S.; GUIMARÃES, L. P. Avaliação dos Processos de Execução de Alvenaria de Vedação e de Revestimento argamassado em Obra com Base nos Onze Princípios da Construção Enxuta. **UNESC 50**, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7141/1/SilviaSartorRoseng.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (Bim) -processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Programa de Pós graduação em engenharia de construção civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em:<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/41394/R%20-%20D%20-%20MARCELO%20MINO%20SAKAMORI.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mai. 2022.

SANTOS, A. P. L.; ANTUNES, C. A.; BALBINOT, G. B. Levantamento de quantitativos de bras: Comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia *BIM*. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014. Disponível em: <https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2525>. Acesso em: 21 mai. 2022.

SANTOS, A. P. L.; JUNGLES, A. D. **Como gerenciar compras de materiais na construção civil**: Diretrizes para implantação da compra pró-ativa. São Paulo: Pini, 2008.

SARCINELLI, W. T. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. 2008. Monografia (Especialista em construção civil). Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://silo.tips/download/wanessa-tatiany-sarcinelli-construao-enxuta-atraves-da-padronizacao-de-tarefas-e>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SILVEIRA, Y. M.; FERNANDES, J. L.; QUALHARINI, E. L.; FERNANDES, A. S. C. Proposta de Implementação do Cronograma Físico-Financeiro na Construção do Alto Padrão. **TEC-USU**, v.2, n-2, p1-18. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/315/716>. Acesso em: 10 Mar. 2023.

SOUSA, D. M. B.; RODRIGUES, N. S.; MENESES, M. M. Comparação do custo de uma obra no município de piripiri-pi utilizando valores do sinapi, com o custo real no cenário da pandemia da covid-19. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/19926/209209216419>. Acesso em: 19 Abr. 2023.

TSERNG, H. P.; YIN, S. Y. L.; LI, S. *Developing a Resource Supply Chain Planning System for Construction Projects*. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.132, n-4, p393-407, 2006. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-9364%282006%29132%3A4%28393%29>. Acesso em: 08 Avr. 2023.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. *The four roles of supply chain management in construction*. **European Journal of Purchasing and Supply Management**, v.6, n. (3-4), p. 169-178, 2000.

WALSH, K. D.; HERSHAUER, J. C.; TOMMELEIN, I. D.; WALSH, T. A. *Strategic Positioning of Inventory to Match Demand in a Capital Projects Supply Chain*. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.130, n-6, p818-826, 2004. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-9364%282004%29130%3A6%28818%29>. Acesso em: 09 Avr. 2023.

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o 166 modelo de informações da construção (BIM)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27190>. Acesso em: 21 mai. 2022.

XIE, H.; PALANI, D. *Analysis of Overstock in Construction Supply Chain and Inventory Optimization*. **Construction Research Congress**, 2018. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784481295.004>. Acesso em: 08 Avr. 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Questionário da entrevista nas construtoras.

- 1 – Quantos anos a empresa tem no mercado?
- 2 – Com quais tipos de obras a empresa trabalha?
- 3 – Quando a empresa começa a realizar a atividade de orçamento?
- 4 – Como a empresa faz o orçamento?
- 5 – Como surge as informações para iniciar o orçamento?
- 6 – A empresa consegue identificar o grau de incerteza no orçamento?
- 7 – Como é o processo de solicitação de materiais?
- 8 – Qual é a relação da empresa com os fornecedores?
- 9 – Quanto tempo os fornecedores levam para entregar os materiais? (alguns específicos)
- 10 – Como a empresa avaliar a qualidades dos materiais ao chegar no canteiro?
- 11 – A empresa trabalha com estoque no canteiro ou com a quantidade necessária para realizar a atividade planejada?
- 12 – Caso com estoque, quais são as dificuldades encontradas com a estocagem?
- 13 – Quais são os motivos de trabalhar com estoques?
- 14 – Na execução, o canteiro segue o cronograma da obra?
- 15 – A empresa tem algum plano de controle de qualidade?

APÊNDICE B. Questionário da entrevista das empresas de materiais de construção

- 1 – Quantos anos a empresa tem no mercado?
- 2 – A empresa trabalha com estoque ou produzir/solicitar segundo a demanda dos clientes?
- 3 – Caso com estoque, quais são as dificuldades encontradas com a estocagem?
- 4 – Quais são os motivos de trabalhar com estoques?
- 5 – Quais são as condições para entregar materiais no canteiro de obra?
- 6 – Como é o processo de entrega de materiais após a solicitação?
- 7 – Quais são as dificuldades encontradas para entender as demandas?
- 8 – Como é o processo de transporte de materiais?
- 9 – Existe alguma troca de informações entre a empresa e os clientes?
- 10 – Caso de alguma urgência de materiais de um cliente a empresa consegue atender a demanda?

APÊNDICE C. Planilha orçamentaria da obra do estudo de caso pelo método analítico.

APÊNDICE D. Planilha orçamentaria da obra do estudo de caso pelo método paramétrico.

APÊNDICE E. Definição da duração das atividades pelo método tradicional.

APÊNDICE F. Definição da duração das atividades pelo método parametrizado.

APÊNDICE G. Cronograma detalhado da obra do estudo de caso pelo método tradicional.

APÊNDICE G. Cronograma detalhado da obra do estudo de caso pelo método parametrizado.