

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Betina Pituco

**INTEGRAÇÃO DO ORÇAMENTO AO PLANEJAMENTO POR LINHA  
DE BALANÇO: ANÁLISE DOS CUSTOS DEVIDO AO NÃO  
CUMPRIMENTO DO CRONOGRAMA DE OBRA**

Santa Maria, RS  
2022

**Betina Pituco**

**INTEGRAÇÃO DO ORÇAMENTO AO PLANEJAMENTO POR LINHA DE  
BALANÇO: ANÁLISE DOS CUSTOS DEVIDO AO NÃO CUMPRIMENTO DO  
CRONOGRAMA DE OBRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Federal de Santa  
Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para obtenção do título de  
**Engenheiro Civil.**

Orientador: André Lübeck

Santa Maria, RS  
2022

**Betina Pituco**

**INTEGRAÇÃO DO ORÇAMENTO AO PLANEJAMENTO POR LINHA DE  
BALANÇO: ANÁLISE DOS CUSTOS DEVIDO AO NÃO CUMPRIMENTO DO  
CRONOGRAMA DE OBRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Federal de Santa  
Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para obtenção do título de  
**Engenheiro Civil.**

---

Prof. Dr. André Lübeck (UFSM)  
(Orientador)

---

Msc. Tuani Zat (UFSM)

---

Emilia Jarutais Fensterseifer (UFSM)

Santa Maria, RS  
2022

## RESUMO

### INTEGRAÇÃO DO ORÇAMENTO AO PLANEJAMENTO POR LINHA DE BALANÇO: ANÁLISE DOS CUSTOS DEVIDO AO NÃO CUMPRIMENTO DO CRONOGRAMA DE OBRA

AUTOR: Betina Pituco

ORIENTADOR: André Lübeck

Os sistemas tipicamente empregados para a gestão de custos na construção civil possuem uma grande deficiência, podendo-se destacar a dificuldade de reestruturação quando há interrupção do cronograma-planejamento. Com isso, há necessidade de integrar os processos construtivos, a fim de obter dados confiáveis e atualizados de forma rápida e contínua. O presente trabalho tem como objetivo quantificar o custo da tomada de decisões que acarretam no atraso de uma obra residencial multifamiliar na cidade de Santa Maria-RS. O modelo foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica e da análise do método de integração do planejamento ao orçamento por meio da Linha de Balanço. A abordagem baseada em localização representa os fluxos de trabalho, permitindo a associação da estrutura hierárquica de custos por meio da classificação dos custos das atividades. Essa nova classificação distingue tarefas como mão de obra, materiais e atividades que não agregam valor ao produto final, as quais, por dependerem do da unidade “tempo”, podem impactar diretamente no orçamento total. Conclui-se que a integração entre a gestão de custos e o planejamento por meio da Linha de Balanço facilitou o controle da variação de custos durante a obra, permitindo a tomada de decisões de acordo com o impacto financeiro final. As limitações do trabalho consistiram em selecionar atividades específicas para comprovar numericamente os resultados encontrados devido ao sigilo do orçamento da empresa construtora e a não automatização devido a utilização de de uma planilha eletrônica para elaboração das etapas.

**Palavras chave:** Reestruturação, planejamento, orçamento, integração, Linha de Balanço, gestão de custos.

## ABSTRACT

### INTEGRATION OF THE BUDGET INTO PLANNING BY LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM: ANALYSIS OF COSTS DUE TO NON-COMPLIANCE WITH THE CONSTRUCTION SCHEDULE

AUTHOR: Betina Pituco

ADVISOR: André Lübeck

The systems typically used for cost management in civil construction have a major deficiency, highlighting the difficulty of restructuring when the schedule-planning is interrupted. As a result, there is a need to integrate the construction processes in order to obtain reliable and updated data quickly and continuously. The present work aims to quantify the cost of making decisions that lead to delays in a multifamily residential work in the city of Santa Maria-RS. The model was developed based on a literature review and analysis of the method of integrating planning into the budget through the Location Based Management System. The location-based approach represents the workflows, allowing the association of the hierarchical cost structure through the classification of the costs of activities. This new classification distinguishes tasks such as labor, materials and activities that do not add value to the final product, which, because they depend on the unit "time", can directly impact the total budget. It is concluded that the integration between cost management and planning through the Location Based Management System facilitated the control of cost variation during the work, allowing decision making according to the final financial impact. The limitations of the work consisted in selecting specific activities to numerically prove the results found due to the secrecy of the construction company's budget and the use of manual software to prepare spreadsheets.

**Keywords:** Restructuring, planning, budget, integration, Location Based Management System, cost management.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço aos meus pais Janete e Vilmar pelo amor, carinho e apoio incondicional ao longo de todos esses anos de faculdade, e à minha irmã Alana, que é minha inspiração e sempre esteve presente em todas etapas da minha vida, sou eternamente grata por permitirem que eu pudesse sonhar e alcançar meus objetivos.

O segundo agradecimento é aos amigos importantes que estiveram presentes durante esses anos de graduação. Aos amigos de Santa Maria: Ariane, Caroline, Ester, Gabriela, Henrique, Jailson, Marcos, Lauren, Lauro, Rebeca, Rômulo e Victória que me acolheram e fizeram com que minha graduação fosse mais leve e alegre. Aos amigos de Erechim que, apesar de estarem distantes sempre me apoiaram e estiveram presentes em muitos momentos da minha vida: Bernardo e Fabiano. Aos amigos de intercâmbio que viveram a melhor experiência da minha vida conjuntamente comigo: Carlos, Luiza, Ramon e Thiago. Agradeço também aos colegas de Engenharia Civil que, ao longo desses anos de estágios e faculdade, proporcionaram uma graduação com muitos aprendizados e risadas.

Um agradecimento especial aos profissionais das empresas que, por meio de estágios práticos, permitiram que eu me torne uma profissional habilitada a exercer o cargo de Engenheira Civil: Caixa Econômica Federal, Alcance Engenharia e Construções, Lamb Construções e Engenharia e RM Fialho Engenharia.

Por fim, agradeço ao professor André pela orientação e a Universidade Federal de Santa Maria pelo ensino de ótima qualidade e conhecimento transmitido através dos professores.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama Linha de Balanço.....	18
Figura 2 - Informações Linha de Balanço.....	19
Figura 3 - Elementos Linha de balanço.....	20
Figura 4 - Desequilíbrio da Linha de Balanço.....	20
Figura 5 - Linha de Balanço da obra .....	30
Figura 6 - Tabela de locação de equipamentos e Administração local .....	31
Figura 7 - Tabela orçamentária de Administração local e Equipamentos.....	32
Figura 8 - Seleção de itens com descrição genérica para execução dos serviços selecionados .....	33
Figura 9 - Composição de custos serviço de Alvenaria.....	34
Figura 10 - Nova classificação dos valores de custo.....	35
Figura 11 - Ponderação do valor da composição auxiliar utilizado.....	36
Figura 12 - Tabela custos dos serviços detalhada .....	36
Figura 13 – Quadro resumo quantitativos das atividades.....	37
Figura 14 – Tabela orçamentária detalhada alvenaria .....	38
Figura 15 - Tabela para realização das simulações .....	45
Figura 16 – Simulação suposta .....	46
Figura 17 - Simulação 1 .....	52
Figura 18 - Simulação 1: Comportamento dos itens variáveis no tempo.....	53
Figura 19 - Simulação 2 .....	54
Figura 20 - Simulação 2: Comportamento dos itens variáveis no tempo.....	55
Figura 21 - Simulação 3 .....	56
Figura 22 - Simulação 3: Comportamento dos itens variáveis no tempo.....	57
Figura 23 - Simulação 4 .....	58
Figura 24 - Simulação 4: Comportamento dos itens variáveis no tempo.....	58
Figura 25 - Análise dos custos das simulações de atraso.....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Planilha Orçamentária detalhada .....	40
Quadro 2 - Orçamento simulação suposta .....	47

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1.	JUSTIFICATIVA.....	11
1.2.	OBJETIVOS.....	12
1.2.1.	<b>Objetivos Gerais .....</b>	<b>12</b>
1.2.2.	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>12</b>
1.3.	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
2.1.	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	14
2.1.1.	<b>Construção enxuta .....</b>	<b>14</b>
2.1.2.	<b>Lean Construction .....</b>	<b>15</b>
2.1.3.	<b>Last Planner System (LPS) de construção da produção .....</b>	<b>16</b>
2.1.4.	<b>Location Based Manager (LBM) .....</b>	<b>18</b>
2.1.5.	<b>Integração LPS e LBM.....</b>	<b>21</b>
2.2.	GESTÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	22
2.2.1.	<b>Sistemas de gestão de custos.....</b>	<b>22</b>
2.2.2.	<b>Sistema de gestão de custos na perspectiva da construção enxuta.....</b>	<b>23</b>
2.2.3.	<b>Processos e fatores que definem os custos de empreendimentos de construção civil .....</b>	<b>23</b>
2.2.4.	<b>Custos diretos e indiretos.....</b>	<b>24</b>
2.2.5.	<b>Custos fixos e variáveis .....</b>	<b>24</b>
2.2.6.	<b>Orçamento com visão operacional .....</b>	<b>25</b>
2.2.7.	<b>Curva de agregação de recursos .....</b>	<b>26</b>
2.2.8.	<b>Integração LBM, PCP e custos .....</b>	<b>26</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1.	ESTUDO DE CASO.....	27

3.2.	ESTUDO DO PLANEJAMENTO E CRONOGRAMA .....	27
3.3.	ELABORAÇÃO DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA.....	28
<b>4.</b>	<b>DISCUSSÕES E RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
4.1.	COMPOSIÇÃO DE CUSTOS: ADMINISTRAÇÃO LOCAL E EQUIPAMENTOS .....	31
4.2.	COMPOSIÇÃO DE CUSTOS: SERVIÇOS.....	32
4.3.	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA .....	36
4.4.	ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE SIMULAÇÕES .....	45
<b>5.</b>	<b>SIMULAÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
5.1.	SIMULAÇÃO 1: ATRASO DE 2 SEMANAS NO SERVIÇO DE ALVENARIA .....	52
5.2.	SIMULAÇÃO 2: ATRASO DE 2 SEMANAS NO SERVIÇO DE REBOCO INTERNO EM GESSO E 3 SEMANAS NO SERVIÇO DE PINTURA. ....	54
5.3.	SIMULAÇÃO 3: ATRASO DE 1 SEMANA EM CADA UM DOS SERVIÇOS DE ALVENARIA, REBOCO INTERNO EM ARGAMASSA, REBOCO INTERNO EM GESSO E PINTURA.....	55
5.4.	SIMULAÇÃO 4: ATRASO DE 3 SEMANAS NOS SERVIÇOS DE ALVENARIA, REBOCO INTERNO EM ARGAMASSA, REBOCO INTERNO EM GESSO E PINTURA.....	57
5.5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	59
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil encontra-se em um momento incomum, as empresas construtoras vivenciam um momento de insegurança no setor imobiliário devido à variação nas taxas de juros, além da nova situação econômica das empresas e fornecedores devido à pandemia COVID-19.

A cadeia de suprimentos da construção civil foi extremamente afetada pela variação dos custos pois observa-se que hoje existe a solicitação de prazos maiores de entrega por parte de fornecedores, motivando a necessidade de assertividade na quantificação e previsão de materiais. Assim, percebe-se que é imprescindível a elaboração de um planejamento realista, pois ele se torna essencial para promover a adaptação a essas mudanças e garantir o cumprimento de prazos de entrega e dos custos das obras. Entretanto, com o passar dos anos nota-se que o planejamento tradicional não é mais o suficiente para lidar com o aumento das variáveis de produção que podem acontecer ao longo da execução de uma obra frente às adversidades atuais.

Embora mudanças na gestão da produção da construção civil tenham ocorrido nas últimas décadas, os sistemas de planejamento e gestão de custos têm permanecido inalterados na grande maioria das organizações devido ainda à necessidade de atualização por parte dos profissionais habilitados. Com isso, a construção civil atual apresenta deficiências na forma como tem se administrado: falhas na estimativa dos custos, devido à forma simplista e arbitrária como distribuem-se os custos aos produtos e serviços, e também falham quanto à periodicidade e pontualidade da disponibilidade das informações, gerando informações atrasadas, referentes ao passado, agregadas e distorcidas, que pouco auxiliam os gestores na tomada de decisões no decorrer dos empreendimentos (BARNES, 1977).

Para Vanegas *et. al* (1998), os custos de um empreendimento de construção civil nascem no projeto, porém ocorrem significativamente na fase de produção da obra, fazendo com que o planejamento da produção seja o responsável pelo progresso dos custos ao longo do tempo. Desta forma, as características próprias da construção, tais como longos prazos de entrega, canteiros de produção condicionados ao clima, produtos únicos, criam um ambiente de incerteza que dificulta o gerenciamento dos empreendimentos.

De acordo com Laufer e Tucker (1987) o custo deveria ser o foco principal no planejamento da produção, pois um dos mais importantes objetivos do planejamento da produção deve ser a programação do uso dos recursos disponíveis de maneira eficiente (recursos humanos, equipamentos, materiais, dinheiro), principalmente se consideradas as margens de lucro relativamente baixas, características atuais dos empreendimentos de construção civil (NEALE, 1989). Contudo, a ênfase primordial do planejamento é o tempo (prazo) e não o fluxo de caixa em empresas que possuem algum tipo de controle de planejamento, fazendo com que a reflexão de como os processos de produção estão sendo planejados, levando em consideração possíveis vantagens financeiras, é em muitos casos negligenciada (LAUFER e TUCKER, 1987; BRETT, 1969).

### 1.1. JUSTIFICATIVA

A construção civil está inserida em um ambiente incerto e dinâmico, onde o impacto da ineficácia do Planejamento e Controle da Produção (PCP) em termos de custos gera desperdícios para as empresas construtoras. Com isso, é de extrema importância que a gestão dos custos seja integrada ao processo de produção do empreendimento, para embasar decisões quanto ao planejamento da produção e à programação financeira do empreendimento (KERN, 2005).

Para Ulhôa (2012), as perdas estão diretamente ligadas ao aumento de custo e de prazo. Ademais, Kern e Formoso (2005) ressaltam que os custos dos empreendimentos podem se apresentar adequados ao compará-los aos custos estimados no orçamento inicial, mas se o andamento da produção não alcançar o prazo planejado, o custo final sofrerá impactos relevantes.

Segundo Formoso (1986), fazer a distinção entre os custos relativos ao tempo e os custos proporcionais à quantidade auxilia na integração entre orçamento e planejamento e controle da produção. Assim, a abordagem LBM promove por meio da localização a integração do PCP a processos de tempo, custo e qualidade (KENLEY; SEPPANEN, 2010).

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho é mensurar o impacto financeiro do atraso de uma obra através da integração do planejamento por linha de balanço com o orçamento.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar um orçamento que contenha a divisão de custos variantes com o tempo e com as quantidades.
- Integrar o orçamento flexível com o planejamento por linha de balanço através do cronograma e das localizações;
- Simular atrasos de determinadas atividades no planejamento da obra com o objetivo de avaliar o custo do tempo;

## 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho estrutura-se em seis capítulos a fim de trazer todas as informações necessárias de maneira apropriada. O primeiro capítulo constitui a introdução que contém uma breve introdução ao tema, justificativa, objetivos gerais e específicos e a estrutura deste trabalho. O segundo capítulo compreende uma revisão bibliográfica sobre todos os assuntos pertinentes ao tema de planejamento, controle e gestão de custos da construção civil, contendo evolução histórica, definições e características e conceitos. No terceiro capítulo é explicada a metodologia do trabalho por meio de um estudo de caso, onde primeiramente apresenta o método a ser utilizado e as análises referentes à obra estudada e, em seguida, o desenvolvimento da planilha de orçamento com os dados a serem avaliados. No quarto capítulo compreende a demonstração de como foram separadas as composições de custos e a elaboração da planilha que faz o comparativo de simulações de atrasos na obra estudada. O quinto capítulo compreende quatro simulações as quais serviram de base para avaliação do impacto financeiro do atraso e são apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa realizada. No sexto e último capítulo, finaliza-se o trabalho com a conclusão.



## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Em termos gerais, o planejamento é um processo gerencial, que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado conjuntamente com o controle (FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, 1999). Assim, a tomada de decisão está intrinsecamente relacionada com o planejamento através do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas (MOREIRA; BERNARDES, 2001).

Segundo Ballard (1999), A função do planejamento é estabelecer objetivos e uma sequência desejada de eventos para alcance das metas, enquanto o controle faz com que os eventos se aproximem da sequência desejada, realiza o replanejamento quando a sequência programada não é mais viável ou não é mais desejável e introduz o aprendizado quando os eventos não se adequam ao planejamento. Para isso, o sistema de planejamento e controle da produção deve fornecer as informações necessárias para a equipe e demais participantes do projeto com o propósito de identificarem os setores com problema para não exceder os limites do orçamento e cronograma (DIECKMANN, J. E; THRUSH, 1986).

#### **2.1.1. Construção enxuta**

Segundo Ballard e Howell (1998), a Toyota foi a criadora de um novo sistema de PCP (Planejamento e Controle da Produção), baseado no entendimento de “construção enxuta”, onde obteve sucesso na montagem de carros com a melhoria contínua dos processos e aumento da qualidade, reduzindo os custos da produção, obedecendo a regra de que sempre é preciso parar a produção quando fosse detectado um produto ruim na linha de fabricação.

De maneira geral, a construção enxuta pode ser entendida pela integração entre o produto e o planejamento de resultados por meio da participação de todos os envolvidos (BURSTRAND, 1998). Dentro de suas diretrizes, a Construção Enxuta caracteriza a Construção Civil como sendo uma indústria provida de um sistema de produção temporário que deve preza entregar o produto (edificação) de forma que os

valores sejam maximizados e os desperdícios sejam minimizados (BALLARD; HOWELL, 2004).

### **2.1.2. Lean Construction**

De acordo com Koskela (1992), a construção é uma indústria que surgiu com a evolução do ser humano. A sua cultura e os seus métodos estão enraizados em períodos anteriores à análise científica. Contudo, a Segunda Guerra Mundial iniciou o processo de mudanças onde o objetivo principal é a consolidação de um processo sistematizado para se conseguir desenvolver soluções e melhoria de processos. Iniciativas estratégicas foram identificadas nas indústrias após o final da guerra, tais como a industrialização, as tecnologias de informação na construção e a gestão total da qualidade, além de iniciativas práticas e operacionais como é caso das ferramentas de planejamento e controle, dos métodos organizacionais e os métodos de melhoria da produtividade (Koskela, 1992).

Desde os princípios, a perspectiva do Lean Construction para a gestão de projetos de construção se diferencia do método tradicional. Segundo Ballard (2000), esta nova visão tem como características principais os seguintes pontos:

- a) Visão clara dos objetivos a estabelecer no processo de entrega do produto e boa percepção das necessidades e requisitos do cliente;
- b) Equipa de carácter multifuncional que desenvolve e desenha o produto e o processo de forma concorrencial, este trabalho em paralelo estimula a interação positiva dentro do processo;
- c) Alteração do alinhamento dos trabalhos ao longo da cadeia de fornecimento de forma a reduzir a variação e otimizar a quantidade e conteúdo de trabalho em execução;
- d) Estruturação do trabalho em termos de processo global para aumentar o valor e reduzir o desperdício. Uma melhor performance ao nível do planeamento faz aumentar o desempenho do projeto;

Segundo Ballard e Howell (1996), os resultados dependem explicitamente do controle da gestão de processos e projetos. Tradicionalmente os resultados são medidos em termos de custo e prazos, porém estes indicadores só poderão ser verdadeiramente utilizados para decisões em projetos dinâmicos se o respectivo sistema de gestão estiver sob controle. O primeiro indicador da boa ou má execução

do controle é a fiabilidade do planejamento de produção, onde o próprio trabalho de controle vai necessitar sofrer diversas alterações diante dos projetos.

Com isso, frente ao modelo clássico de controle, os objetivos do projeto são assumidos como fixos e será possível alterar os meios somente quando for preciso recuperar uma falha de performance face ao plano inicialmente estabelecido. Ou seja, o sistema de controle de projeto tradicional abrange sobretudo o desvio os objetivos inicialmente pré-estabelecidos em termos de custo, prazo e qualidade, onde as ações se dão a partir da divergência entre os planos iniciais e atuais. Assim, a função de controle num sistema tradicional é feita basicamente para dizer se o plano será efetivamente cumprido e para desenvolver uma reação em função dos dados obtido, sem obter informações acerca das causas para o não cumprimento de determinadas datas ou objetivos planejados (Ballard e Howell, 1996).

No entanto, a abordagem Lean da gestão de projeto elabora um sistema de controle tem o objetivo de garantir que o plano é concretizado, onde o próprio sistema estabelece uma relação entre o planejamento e o controle. Um conceito exemplar da Lean Construction na fase de execução é o de que uma tarefa só deve ser iniciada – ou colocada no planejamento semanal /execução – se tudo o que é necessário para a completar com sucesso esteja resolvido previamente. Caso contrário, a tarefa sofrerá uma restrição onde o sistema fornece rapidamente feedback (FACHANA; DA COSTA; DE, 2008). Logo, a causa do não-cumprimento pode ser identificada rapidamente e com esta informação a gestão pode tomar medidas preventivas e corretivas, além de utilizar a informação fornecida para retroalimentar o processo de planejamento (Ballard e Howell, 1998a).

### **2.1.3. Last Planner System (LPS) de construção da produção**

A construção civil se encontra em um ambiente dinâmico e possui um sistema de produção incerto e variável o que proporciona dificuldades na execução de um planejamento detalhado e confiável com muita antecedência. Conseqüentemente, seguir o cronograma pré-estabelecido é função de uma equipe de profissionais habilitados para decidir qual e quanto trabalho será prioridade no momento (Ballard, 2000).

Teoricamente o Last Planner System (LPS) é considerado um sistema de planejamento e controle que nasceu da visão do planejamento baseado em atividades

(OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016). De acordo com Ballard (2000), o sistema foi desenvolvido através de modelos e conceitos da Engenharia de Produção, para melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento e controle da construção civil.

O LPS aborda as operações de planejamento e controle a curto prazo. O objetivo é assegurar, através de diversos procedimentos e ferramentas, que todos as restrições de uma atividade estão concluídos quando a mesma se inicia, de forma a permitir que esta seja executada sem alvoroços e finalizada de acordo com o planejado (GRENHO, 2009).

Contudo, Ballard et al. (2000) afirmam que o LPS busca estabelecer não somente o curto prazo, mas também a hierarquização do planejamento através de níveis: longo prazo, médio prazo e curto prazo. Em cada nível, busca-se informações e detalhamentos específicos para garantir o sucesso da execução das atividades. No longo prazo, temos o estabelecimento do plano geral da obra, no médio prazo, temos a identificação das restrições de cada atividade e a busca para removê-las garantindo o fluxo contínuo do planejamento, e por fim, no curto prazo, o foco está em estabelecer os pacotes de trabalho que estão propícias a serem executados e criar o comprometimento para sua execução.

No plano de curto prazo, é feita uma análise do planejamento atribuindo porcentagens de realizado e planejado para visualizar o que está acontecendo, este índice chama-se Percentagem de Planejado Concluído (PPC) (Ballard e Howell, 1998). Também são investigadas quais atividades não foram concluídas e as razões que levaram à não execução do planejado, incrementando o grau de realização do plano semanal. O controle surge, assim, como um ponto de partida para a prevenção e correção e em última instância, para a melhoria contínua do planejamento, tornando os produtos do planejamento ao nível da unidade de produção compromissos assumidos com toda a organização (GRENHO, 2009).

Com isso, GRENHO (2009) reitera que a avaliação da performance proposta por este sistema é um elemento de auxílio ao controle do planejamento e procura, ser um indicador qualitativo para quem está a planejar as atividades que podem receber ordem de início para execução. Permite, não só medir os planos, como apontar causas de instabilidade do sistema e descobrir fontes de desperdício, mas também desenvolver ações preventivas e corretivas no sentido de se obter uma melhoria contínua do processo de produção.

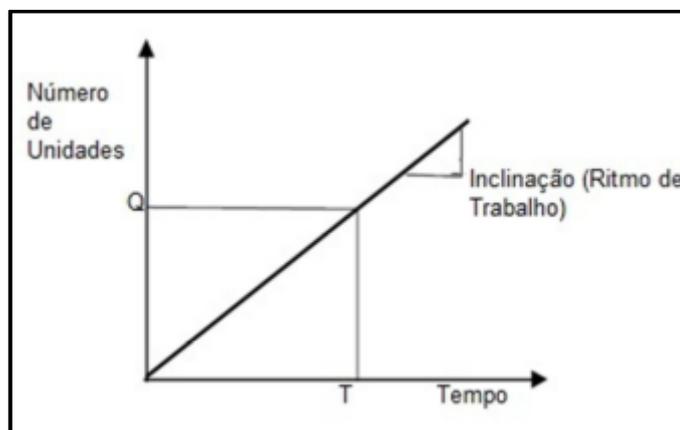
### 2.1.4. Location Based Manager (LBM)

A técnica da linha de balanço originou-se na indústria manufatureira. Foi desenvolvida pela Marinha dos Estados Unidos em 1942, com o objetivo de programar e controlar projetos que apresentassem um quadro de atividades repetitivas e posteriormente utilizada pela Agência Nacional de Habitação, no Reino Unido, em projetos habitacionais de caráter repetitivo (SUHAIL e NEALE, 1994).

Com o término da Segunda Guerra Mundial e a necessidade de reconstrução das grandes cidades, esta técnica foi adaptada para a indústria da construção civil com o objetivo de programar a construção de conjuntos habitacionais (PRADO, 2002).

Também conhecida por Diagrama de Tempo-Caminho, a LBM consiste em traçar linhas num eixo cartesiano, sendo cada linha correspondente a uma atividade Figura 1. No eixo das abscissas (eixo x) marca-se o tempo e no eixo das ordenadas (eixo y) as unidades básicas. Cada atividade (linha) possui uma determinada declividade, que representa seu ritmo de execução (LIMMER, 2013).

Figura 1 - Diagrama Linha de Balanço



Fonte: Mendes Junior (1999)

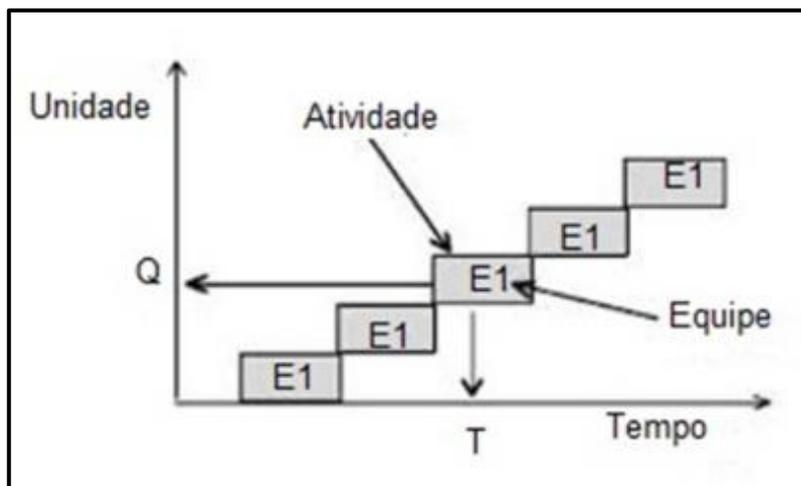
Inicialmente é feita a determinação da unidade básica, ou seja, o elemento de repetição. Após essa determinação, é estabelecida uma sequência de processos que serão repetidos em cada uma dessas unidades, que no caso de um edifício de múltiplos pavimentos podem incluir: levantamento da estrutura, revestimento das paredes, colocação de portas, pintura e outros (PRADO, 2002).

Segundo MAZIERO (1990), Os princípios do Método da Linha de Balanço são:

- a) Determinar uma razão de produção, baseada na relação entre o número de unidades a serem construídas e o tempo de construção das mesmas;
- b) Manter este ritmo de trabalho constante;
- c) Manter a movimentação de mão de obra e equipamentos contínuos;
- d) Tirar benefícios da repetitividade do trabalho.

ALVES et al (1996) e COELHO; VARGAS (1996), afirmam que a Linha de Balanço é uma potente ferramenta na programação de obras, capaz de fornecer um relatório visual elementar para o bom gerenciamento de empreendimentos. O gráfico LBM (Figura 2) mostra quem (equipe) faz o que (atividade), quando (duração, início e término) e onde (unidade de repetição).

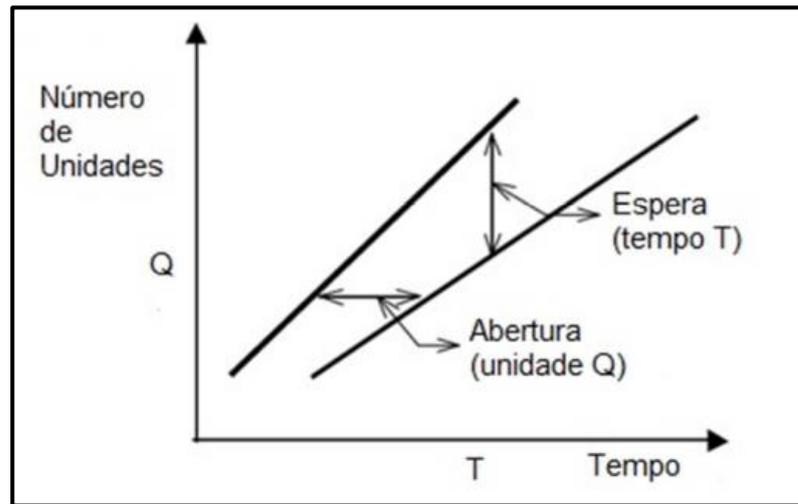
Figura 2 - Informações Linha de Balanço



Fonte: Mendes Junior (1999)

Levando em consideração duas retas representando processos consecutivos (Figura 3), a distância horizontal entre elas representa um tempo de abertura (time buffer) ou a defasagem naquela unidade. Já a distância vertical corresponde a uma espera (stage buffer), ou seja, número de unidades básicas na fila entre os processos, aguardando o início das tarefas (MENDES JUNIOR, 1999).

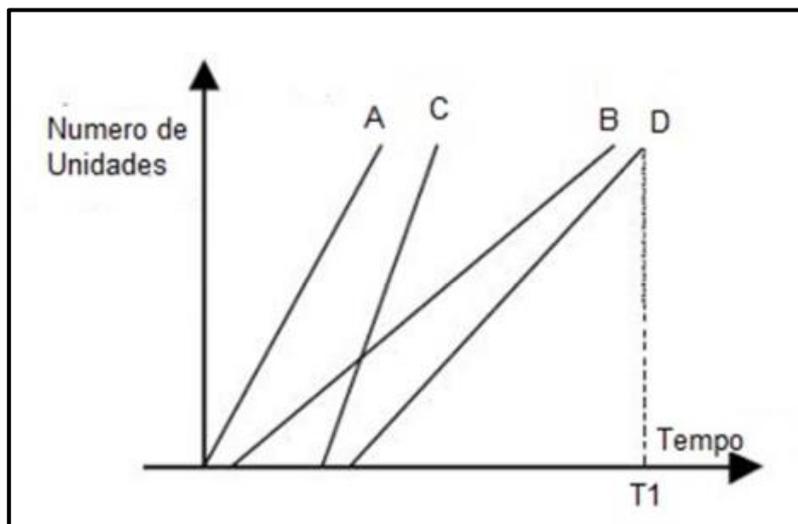
Figura 3 - Elementos Linha de balanço



Fonte: Mendes Junior (1999)

Segundo Mendes Junior (1999), o desequilíbrio do ritmo de produção acontece quando a reta de uma atividade intercepta a reta de um ou mais atividades posteriores devido à diferença de inclinação entre as linhas e pela abertura no tempo entre elas, chamado de buffer, ser insuficiente (Figura 4).

Figura 4 - Desequilíbrio da Linha de Balanço



Fonte: Mendes Junior (1999)

MACEDO (1981) complementa que, embora não tenha como objetivo principal, esta técnica pode otimizar a execução do projeto, pois trata-se de uma ferramenta

capaz de processar as informações de forma racional e sumária, o que contribui para a identificação de eventuais focos de perturbação no andamento da obra.

### **2.1.5. Integração LPS e LBM**

Segundo Seppänen et al. (2015), LPS e LBM são ferramentas do sistema de planejamento e controle baseados na filosofia do sistema lean construction, que podem atuar conjuntamente, visando a redução do desperdício e o aumento da transparência, previsibilidade e fluxo contínuo, trazendo inúmeros benefícios ao se levar em consideração a implementação isoladas de cada sistema.

Na essência, o LBM determina a definição dos locais de produção, enquanto o LPS analisa e remove as restrições. Assim, o sistema LBM gera a transparência e fluxo ao planejamento por meio de atividades mais bem definidas e controláveis. Além disso, o LBM compensa o fato de o LPS não abordar amplamente as análises de prazos, uma vez que seu foco é o desempenho do plano de curto prazo, e por não considerar que os pacotes mal definidos podem ocasionar atrasos no prazo final do empreendimento (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016).

Os sistemas LPS e LBM são complementares. O LPS foca nos aspectos sociais e de comprometimento do planejamento, enquanto o LBM é um sistema técnico usado para estruturar as informações e melhorar o processo de planejamento, permitindo a visualização do progresso e a análise de desempenho futuro. Os planejamentos semanais do LPS e o planejamento de médio prazo pode utilizar os dados de progresso e previsão do LBM combinados com a identificação de restrições do LPS, como um aviso antecipado para avaliar de forma colaborativa os efeitos de desvios no projeto e no curto prazo, a integração dos sistemas serve para comparar as atividades planejadas na semana com o previsto no plano LBM (SEPPÄNEN et al., 2010; 2015).

Assim, enquanto LPS foca nos aspectos sociais e de comprometimento do planejamento, o LBM estrutura as informações, permitindo a visualização do fluxo de trabalho e a análise de desempenho futuro (SAUER, 2020).

## 2.2. GESTÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A essência de um sistema de gestão de custos na construção civil é monitorar a evolução de empreendimentos e avaliar as suas implicações em relação ao custo final. Cabe a esse sistema, disponibilizar informações que possibilitam ver, de antemão, a tendência do desenvolvimento dos custos e prazos, criando, desta forma, um sistema de advertência para gerenciar interações e alterações que porventura houver (STALLWORTHY, 1980).

Segundo Ducker (1995), a importância do sistema de gestão de custos não está somente na precisão de valores ou em seu detalhamento, mas no prazo de disponibilidade e na relevância de seu conteúdo. Sendo importante que as informações geradas enfatizem fatores que precisam de atenção num tempo hábil, para que decisões futuras sejam tomadas (PLOSSL, 1999).

### 2.2.1. Sistemas de gestão de custos

HORNGREN e FOSTER (1990) consideram a gestão de custos como uma estrutura de organização de dados e informações de custo das empresas, tendo como principal objetivo estimar custos para produtos e serviços, além de disponibilizar aos gestores informações que possam servir de base para a tomada de decisões.

Rocha (2001) afirma que o êxito de um orçamento está diretamente relacionado com o planejamento da obra, pois uma obra sem um planejamento compatível dificilmente conseguirá produzir informações precisas de custos, pois é imprescindível saber onde, como, quando e por que os custos ocorrem.

Com isso, compreende-se que são interdependentes as relações entre gestão de custos, orçamento e planejamento da produção, visando garantir um bom desempenho para a empresa construtora. Uma etapa depende da outra: o processo de gestão de custos depende do orçamento e ele, depende de um planejamento eficiente que, por sua vez, depende das informações da gestão de custos para se realimentar e continuar eficiente através da aprendizagem (PEREIRA FILHO; ROCHA; SILVA, 2004).

### **2.2.2. Sistema de gestão de custos na perspectiva da construção enxuta**

O estudo de Magalhães, Mello e Bandeira (2015) discute que o setor de planejamento e controle de obras geralmente é isolado dentro das construtoras, possuindo departamentos não integrados aos demais, como orçamentos, suprimentos e projetos. Além disso, o controle é sobretudo utilizado para comparar o planejado e o executado, não sendo uma ferramenta essencial para tomada de decisão.

Enxergar a produção como um simples modelo de conversão de matérias primas/trabalho em um produto, não considera que há atividades que não agregam valor a esse produto, como é abordado pela filosofia da Produção Enxuta, ou seja, não se considera os requisitos do cliente (FIUZA; FERREIRA, 2021).

Isto posto, como expõe Ribeiro (2015), a construção enxuta é um processo de etapas caracterizadas por espera, processamento e inspeção. O valor do produto está vinculado à satisfação do cliente, acarretando que um processo só gera valor quando as atividades do processo transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos desejados pelos clientes.

### **2.2.3. Processos e fatores que definem os custos de empreendimentos de construção civil**

As singularidades da construção civil são um ambiente de alta complexidade e incerteza. De acordo com Fine (1982), a dinamicidade das tarefas dentro de um empreendimento da construção civil faz com que a estimativa de custos seja uma tarefa árdua e trabalhosa, tendendo a gerar uma previsão de comportamentos.

Na construção civil, os custos são estimados no orçamento, documento básico de controle de custos, realizado nas primeiras fases do empreendimento (KERN; FORMOSO, 2004). De acordo com Barnes e Thompson (1971), a informação que os orçamentos tradicionais apresentam se torna pouco confiável. Isso se deve, pois, a estimativa dos custos é baseada prioritariamente em levantamentos quantitativos de projetos e memoriais, desconsiderando a natureza do processo de produção. Assim o autor relata que, como consequência disso, todos os custos relativos ao processo de produção, como os custos das atividades de fluxo (transportes, montagens e desmontagens de equipamentos) não são devidamente considerados no orçamento, tendo em vista que apenas os custos de materiais são efetivamente proporcionais às

quantidades produzidas podendo-se entender que o restante deriva de outros fatores como o tempo de execução.

Vanegas et al (1998) sustentam que os custos de um empreendimento de construção civil advêm do projeto, contudo é somente na fase de produção que eles efetivamente ocorrem, delegando ao planejamento da produção o progresso dos custos ao longo do tempo. As estimativas realizadas no início da obra (orçamento, projetos, planejamento da produção, etc) podem sofrer alterações durante a fase de produção, e necessitam um monitoramento acompanhado do controle dos custos reais em comparação aos custos estimados e a realização de projeções dos custos futuros integrados ao planejamento da produção, criando desta forma um sistema de alerta promover interações entre prazo e custos e novas possíveis alterações (STALLWORTTHY, 1980).

O produto final do sistema de custos da construção civil é o orçamento da obra, que normalmente é produzido nas primeiras fases do empreendimento (SAUER, 2020), onde esses custos podem ser classificados de acordo com dois critérios: modo incidência (diretos ou indiretos) e volume de produção (variáveis e fixos).

#### **2.2.4. Custos diretos e indiretos**

Segundo os autores Santos e Casa Nova (2005), os custos diretos são, em grande parte, definidos pelos projetos através do levantamento de quantitativo de materiais. Por outro lado, também sofrem influência do processo de produção, dependendo dos métodos construtivos empregados, o que estipula a utilização de equipamentos especiais (custos de mobilização, operação e desmobilização) e os quantitativos de mão-de-obra para a execução do projeto como produto final.

Já os custos indiretos, dependem do prazo de produção, pois a sua estimativa considera o prazo que a obra utiliza os recursos da empresa (custos de administração). Desta forma, são definidos diretamente pelo tempo do processo de produção (SANTOS; CASA NOVA, 2005).

#### **2.2.5. Custos fixos e variáveis**

Um ponto relevante acerca da natureza dos custos dos empreendimentos na construção civil é como esses custos ocorrem ao longo do tempo. Majoritariamente, é

possível afirmar que grande parte dos custos diretos é variável, pois depende do volume da produção (SANTOS; CASA NOVA, 2005).

Os custos indiretos, em geral, são classificados como fixos, levando em conta que não variam com a quantidade produzida, dependem particularmente do prazo da obra, independente do volume de produção. No entanto, alguns custos diretos são fixos ao longo do tempo (mobilização de equipamentos), assim como alguns custos indiretos também podem ser variáveis (impostos e taxas) (MARCHESAN, 2001).

Casa Nova e Santos (2005) afirmam que é possível entender como o custo final de um empreendimento de construção é influenciado pelo prazo da obra fazendo a distinção entre custos dependentes do volume da produção e custos dependentes do prazo. Com isso, o custo de uma atividade não pode ser associado somente ao custo de seus insumos (materiais e mão de obra), é de extrema importância uma análise da influência do prazo de cada atividade no custo final do empreendimento, visando considerar também os custos fixos da obra.

#### **2.2.6. Orçamento com visão operacional**

Segundo RUSSEL et al., (1997) o orçamento com visão operacional é uma técnica que permite avaliar encadeamentos derivados do processo de produção no custo do empreendimento, como exemplos do método construtivo, prazo, etc. Elaborado a partir do planejamento da obra, o orçamento operacional é que determina o ciclo de operações necessárias para a execução de um item de custo específico. Ao integrar os custos com o cronograma e planejamento da obra, a gestão desses custos é facilitada, gerando um controle mais rígido sobre previsão de imprevistos (SKOYLES, 1968).

Para ser considerado um orçamento operacional, os custos com mão de obra própria são considerados variáveis em relação ao tempo pois demandam um custo periódico, dependendo da composição da equipe e de sua duração. Assim, para ter uma gestão mais realista, é necessário que os custos dos materiais sejam separados dos custos de mão de obra. (GALVÃO; HEINECK; KLIEMANN, 1990).

Além disso, Kern (2005) afirma que a separação dos custos de mão de obra e de material facilita a gestão de financeira do empreendimento pois, na grande maioria dos casos, o pagamento da mão de obra é feita somente após a execução da atividade, enquanto a compra do material é feita em antes da execução.

Desse modo, o orçamento operacional possibilita o rastreamento dos custos, deixando o orçamento mais transparente, e possibilitando a identificação de desvios a tempo hábil de atuar de forma efetiva sobre o andamento das atividades (SAUER, 2020).

### **2.2.7. Curva de agregação de recursos**

Conforme Heineck (1986), a curva de agregação de recursos, gerada pela integração do orçamento com o planejamento da obra, tem o objetivo de visualizar como progride o consumo de recursos (mão de obra, materiais) de cada período da produção ao longo do tempo, podendo servir de medição para o progresso da obra. Assim, por meio desta ferramenta, o andamento da obra pode ser monitorado, possibilitando entender a previsão dos custos e receitas, ou seja, o fluxo de caixa (STALLWORTHY, 1980).

Kern (2005) alega que para um planejamento dos custos através de curvas de agregação, é preciso estimar informações advindas dos setores de orçamento, produção, suprimentos e contratos. Entre as suas contribuições na gestão dos custos, a curva de agregação de recursos combinada ao fluxo de receitas, faz a identificação do ponto em que começam a ocorrer os lucros do empreendimento (HEINECK, 1986).

### **2.2.8. Integração LBM, PCP e custos**

O LBM tem a proposta de ampliar os conceitos de PCP, a fim de promover a integração dos processos de tempo e custo por meio da LPS (KENLEY; SEPPANEN, 2010). A estimativa de custo baseada em locais provém dos quantitativos dos itens do orçamento, pois cada item do orçamento tem um custo unitário e uma estimativa de consumo de mão de obra, sendo possível calcular para cada localização o custo e as horas necessárias para concluir o trabalho (SAUER, 2020).

O processo de planejamento e controle deve ser contínuo e periódico, devendo ser atualizado com o passar do tempo com base nas informações de controle previstas. As atividades de planejamento e controle são mutuamente complementares, formando um ciclo de retroalimentação (SAUER, 2020).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu, basicamente, em integrar a gestão de custos ao planejamento e cronograma de um empreendimento, comprovando por meio de simulações financeiras o impacto do atraso. O método de planejamento estudado foi o Planejamento por Linha de Balanço, e a estruturação de custos foi elaborada manualmente com o auxílio do Excel.

A ferramenta Excel foi escolhida para elaboração do orçamento pois os softwares específicos para gestão de obras possuem, na sua maioria, preços muito elevados para pequenas e médias empresas, tornando-se inviáveis para a assinatura. A partir desse novo orçamento, realizou-se 4 simulações onde o prazo de conclusão das atividades fosse tardio ao previsto no planejamento inicial, gerando um custo adicional dependente dos valores que se alteram com o tempo. Foram simulados atrasos de 2, 5, 7 e 12 semanas, alterando-se as possíveis causas de atraso, ou seja, simulando atrasos em serviços diferentes.

#### 3.1. ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo é uma obra residencial e comercial localizada na cidade de Santa Maria - RS. O empreendimento é composto por um edifício de 11 pavimentos, incluindo subsolo e cobertura. O pavimento subsolo é reservado para unidades de box de garagens, o pavimento térreo (primeiro pavimento) possui áreas comerciais, áreas comuns do condomínio e garagens, e os dois últimos andares também comportam áreas comuns como lavanderia, sala de estudos e espaço gourmet. As unidades habitacionais estão subdivididas desigualmente entre o terceiro e décimo pavimento, sendo 49 unidades de apartamentos de 1 dormitório, 18 unidades de 2 dormitórios e 24 unidades tipo “estudio”, totalizando 91 unidades. O sistema construtivo adotado é concreto armado e as lajes são predominantemente nervuradas.

#### 3.2. ESTUDO DO PLANEJAMENTO E CRONOGRAMA

O planejamento da obra foi representado por uma linha de balanço, onde as atividades repetitivas foram distribuídas devido sua localização e espaço ao longo do tempo. A partir da ferramenta de planejamento e gestão fornecida pela empresa e representada pela **Error! Reference source not found.**, foi feita a análise e compreensão de como o desenvolvimento da obra se dava no momento do estudo.

A partir da Linha de Balanço, verificou-se o prazo total e o cronograma da obra, detalhando o andamento dos serviços, assim como, o planejamento das equipes e as frentes de serviço a serem enfrentadas.

Com base nos dados fornecidos, foram pré-estabelecidas algumas atividades relevantes para o estudo, com o objetivo de exemplificar a necessidade de integração entre a gestão de custos, o cronograma e o planejamento e demonstrar simulações do impacto financeiro do atraso da obra.

Foram escolhidos serviços que representam nitidamente impacto no prazo total, devido a restrição de início das atividades subsequentes, além de que são atividades representativas da utilização de equipamentos como betoneiras, guinchos e andaimes. Esses serviços foram: Alvenaria, Reboco interno em Argamassa, Reboco interno em Gesso e Pintura Interna.

### 3.3. ELABORAÇÃO DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA

Como o orçamento elaborado pela empresa contém peculiaridades e dados que não podem ser publicizados, desse orçamento foram retirados somente os quantitativos referentes aos serviços escolhidos anteriormente e elaborada uma nova planilha orçamentária. Essa nova planilha enfatizou a divisão de custos de acordo com sua variação, seja ela devido ao escopo (variáveis em relação a quantidade) ou ao cronograma (variáveis em relação ao tempo), sendo distribuídos os custos por semana de acordo com a distribuição das atividades previstas na Linha de Balanço.

Os itens referentes a mão de obra, administração local e equipamentos foram selecionados com o propósito de demonstrar sua variação dependente do tempo, que é explicado nos próximos capítulos, provocando o aumento financeiro nas simulações de atraso.

A pesquisa de preços unitários se deu em três diferentes bases de insumos e composições, que contemplam todos os itens para elaboração do orçamento:

- “SINAPI – Custos, Referências e Composições Analíticas do Estado do Rio Grande do Sul -03/2022”.
- “SindileqCE - Valores referência de locação: máquinas, equipamentos e ferramentas – 2022”.
- “ORSE – Orçamento de Obras de Sergipe – 03/2022”.



## 4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

### 4.1. COMPOSIÇÃO DE CUSTOS: ADMINISTRAÇÃO LOCAL E EQUIPAMENTOS

De maneira a demonstrar como o custo do tempo incide sobre o orçamento da obra, preferiu-se optar por itens que referenciam o aluguel de equipamentos e não sua compra, pois assim o valor total é alterado de acordo com a quantidade de tempo em atraso. Assim, como representado na Figura 6, foram retirados das tabelas SindileqCE e ORSE, os custos mensais da locação de equipamentos utilizados em obra. Já os itens referentes à administração local tiveram seus valores retirados da tabela de referência SINAPI 03/2022, também variando mensalmente.

Figura 6 - Tabela de locação de equipamentos e Administração local

ITEM	UNIDADE	VALOR	REFERÊNCIA
<b>Equipamentos</b>			
Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	Mês	R\$ 16,37	SindileqCE - 2022
Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	Mês	R\$ 239,67	SindileqCE - 2022
Elevador de Obra - Cremalheira cabine simples 64m	Mês	R\$ 4.028,70	ORSE - 03/2022
Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	Mês	R\$ 366,33	SindileqCE - 2022
Caçamba de entulho	Mês	R\$ 375,00	SindileqCE - 2022
<b>Administração de obra</b>			
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	Mês	R\$ 20.224,93	SINAPI - 03/2022
Mestre de Obras	Mês	R\$ 12.885,41	SINAPI - 03/2022
Almoxarife	Mês	R\$ 3.053,15	SINAPI - 03/2022
Estagiário	Mês	R\$ 1.200,00	SINAPI - 03/2022
Vigilância	Mês	R\$ 3.347,15	SINAPI - 03/2022
Despesas gerais de canteiro	Mês	R\$ 4.000,00	SINAPI - 03/2022

Fonte: Autoria própria

Os equipamentos foram considerados, como indica a Figura 7, da seguinte forma:

- Dois andaimes tubulares 1,0 x 1,50m com base fixa e guarda-corpo durante o período de reboco interno (semana 79 a semana 134);
- Uma betoneira simples 400L com motor monofásico para o período que compreende os serviços envolvendo argamassa (semana 0 a semana 155);
- Um elevador de obra tipo cremalheira, com cabine simples, de 64m, para o período com necessidade de transporte vertical intenso (semana 63 a semana 160);
- Um guincho monofreio, com limite de 400kg e 60m cabo e balde, motor monofásico para o período com transporte vertical (semana 32 a semana 170);

- Uma Caçamba de entulho para coleta semanal de resíduos, compreendendo todo o período da obra (semana 0 a semana 180).

Figura 7 - Tabela orçamentária de Administração local e Equipamentos

Item	Descrição	Coefficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classificação	Unidade	Preço total
<b>1 Administração local</b>								
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 910.121,85
1.2	Mestre de Obras	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 579.843,45
1.3	Almoxarife	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 137.391,75
1.4	Estagiário	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 54.000,00
1.5	Vigilância	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 150.621,75
1.6	Despesas gerais de canteiro	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 180.000,00
<b>2 Equipamentos</b>								
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	2	13,75	79	134	Variável	Mês	R\$ 450,18
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	1	38,75	0	155	Variável	Mês	R\$ 9.287,21
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1	24,25	63	160	Variável	Mês	R\$ 97.695,98
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1	1	0	160	Fixo	Evento	R\$ 450,00
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1	1	0	160	Fixo	Evento	R\$ 450,00
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	1	34,5	32	170	Variável	Mês	R\$ 165.510,30
2.5	Locação de Caçamba de entulho	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 16.875,00

Fonte: Autoria própria

Constata-se que a coluna “quantidade” se refere à unidade “mês” pois se torna um valor variável se aumentar o prazo de execução da atividade, com exceção dos episódios de mobilização e desmobilização do Item 2.3, pois esses ocorrerão somente uma única vez e serão orçados como um evento único.

#### 4.2. COMPOSIÇÃO DE CUSTOS: SERVIÇOS

A partir dos quantitativos levantados pela equipe técnica da empresa, foi elaborado um orçamento com base na tabela de referência SINAPI. Para fins didáticos, foram selecionados itens com descrição genérica para a execução das atividades de Execução de Alvenaria, Execução de massa única de Reboco, Execução de Reboco em Gesso e Execução de Pintura, representados na Figura 8.

Com o objetivo de poder simular os custos de um possível atraso no empreendimento, é preciso dividir os valores referentes ao custo de materiais (custos variáveis em quantidade) e ao custo de mão de obra (custos variáveis no tempo). Então, foram analisadas as composições de cada tópico, como retratado na Figura 9. Ao analisar o item escolhido, foi extraído do custo total o custo do material a ser utilizado para a atividade, pois os quantitativos de materiais não terão alteração no decorrer da execução da obra - exceto caso haja desperdício, o qual não convém ao objeto deste estudo. Ao extrair o custo dos materiais do custo total de cada serviço, o valor restante foi designado ao custo de mão de obra.

Figura 8 - Seleção de itens com descrição genérica para execução dos serviços selecionados

MACROCLASSE/CLASSE/GRUPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CONDIÇÃO DE CUSTO TOTAL	CONDIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO
ALVENARIA					
01.PARE.ALVE.037/01	103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF. 12/2021	M2	R\$ 189,34	R\$ 81,50
01.SEDI.ARGA.014/01	* 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOCO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF. 08/2019	M3	R\$ 105,47	R\$ 456,37
01.REVE.MUEI.003/01	87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF. 06/2014	M2	R\$ 497,98	R\$ 29,94
01.SEDI.ARGA.014/01	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOCO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF. 08/2019	M3	R\$ 105,47	R\$ 456,37
REBOCO EM ARGAMASSA					
01.REVE.CHAP.004/04	87876	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF. 06/2014	M2	R\$ 4.009,72	R\$ 6,99
01.SEDI.ARGA.121/01	87401	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA CHAPISCO ROLADO, PREPARO MANUAL. AF. 08/2019	M3	R\$ 20,68	R\$ 3.968,10
REBOCO EM GESSO					
01.REVE.GSSO.014/01	87424	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO SARRAFEADO (COM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF. 06/2014	M2	R\$ 42,36	R\$ 34,49
PINTURA					
01.PINT.INTE.004/01	88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF. 06/2014	M2	R\$ 50,02	R\$ 2,37
01.PINT.INTE.008/01	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF. 06/2014	M2	R\$ 69,64	R\$ 14,65
01.PINT.INTE.014/01	88495	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF. 06/2014	M2	R\$ 48,68	R\$ 11,96

Fonte: Autoria própria

Observa-se também, que existem composições auxiliares que complementam o orçamento principal. A análise da composição se torna relevante à pesquisa quando possuir valores tanto de mão de obra quanto de insumos, pois assim irá alterar a divisão do custo do item principal.

Para exemplificar uma composição, foi estipulado um item representativo para englobar todos os serviços de alvenaria, apesar de existir alvenaria de diversas dimensões no escopo da obra. O item selecionado da tabela SINAPI, representado na Figura 9, foi o de código 103328: “ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA”.

As colunas “Condição de custo unitário” e “Coeficiente” foram retiradas da tabela SINAPI se referindo, respectivamente, aos valores de determinado serviço e a quantidade dele utilizada. Essas colunas quando multiplicadas formam a coluna “Condição de custo total”, a qual representa a proporção do custo daquele mesmo subitem.

Figura 9 - Composição de custos serviço de Alvenaria

MACROCLASSE/CLASSE/GRUPO	CODIGOS	COEFICIENTE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CONDIÇÃO DE CUSTO UNITARIO	CONDIÇÃO DE CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
01.PARE.ALVE.037/01	103328		ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	R\$ 543,19	R\$ 81,50	R\$ 28,73	R\$ 52,77
INSUMO	7271	28,310	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO, 8 FUROS NA HORIZONTAL, DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	UN	R\$ 0,84	R\$ 23,78	R\$ 23,78	R\$ -
INSUMO	34557	0,420	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = "1,20 A 1,70" MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5" CM	M	R\$ 3,59	R\$ 1,51	R\$ 1,51	R\$ -
INSUMO	37395	0,005	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 0,20	R\$ 0,20	R\$ -
COMPOSICAO	* 87292	0,009	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA UMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA UNICA/ASENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 456,35	R\$ 4,15	R\$ 3,24	R\$ 0,91
COMPOSICAO	88309	1,610	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,79	R\$ 36,69	R\$ -	R\$ 36,69
COMPOSICAO	88316	0,805	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 18,84	R\$ 15,17	R\$ -	R\$ 15,17
01.SEDI.ARGA.014/01	* 87292		ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA UMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA UNICA/ASENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 105,47	R\$ 456,37	R\$ 356,15	R\$ 100,22
INSUMO	370	1,160	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 79,50	R\$ 92,22	R\$ 92,22	R\$ -
INSUMO	1106	174,100	CAL HIDRATADA CHI PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,71	R\$ 123,61	R\$ 123,61	R\$ -
INSUMO	1379	195,860	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,70	R\$ 137,10	R\$ 137,10	R\$ -
COMPOSICAO	88377	4,500	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONARIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,27	R\$ 100,22	R\$ -	R\$ 100,22
COMPOSICAO	88830	1,050	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO POTENCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	R\$ 1,95	R\$ 2,05	R\$ 2,05	R\$ -
COMPOSICAO	88831	3,450	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO POTENCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	R\$ 0,34	R\$ 1,17	R\$ 1,17	R\$ -

Fonte: Autoria própria

A fragmentação dos custos se inicia pela análise dos insumos ou composições que constituem o orçamento principal, distinguindo qual subitem se refere a qual tipo de custo, seja ele um custo de materiais ou de mão de obra. Os custos da coluna “Condição de custo total” são replicados em colunas diferentes de acordo com essa nova classificação e, assim, são formadas as colunas “Custo total de material” e “Custo total de mão de obra”, como representado na Figura 10.

Quando o subitem remete a uma outra composição será chamada de auxiliar. Essa composição auxiliar é considerada relevante quando possuir os dois tipos de custos em seus itens constituintes. É necessária fazer essa distinção de valores pois, ao remeter ao orçamento principal, haverá uma proporção proveniente dos materiais e uma proporção advinda da mão de obra.

Figura 10 - Nova classificação dos valores de custo

MACROCLASSE/CLASSE/GRUPO	CODIGOS	COEFICIENTE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CONDIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO	CONDIÇÃO DE CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
01.PARE.ALVE.037/01	103328		ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	R\$ 543,19	R\$ 81,50	R\$ 28,73	R\$ 52,77
INSUMO	7271	28,310	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO. 8 FUROS NA HORIZONTAL. DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	UN	R\$ 0,84	R\$ 23,78	R\$ 23,78	R\$ -
INSUMO	34557	0,420	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA. FIO D = "1,20 A 1,70" MM. MALHA 15 X 15 MM. (C X L) "50 X 7,5" CM	M	R\$ 3,59	R\$ 1,51	R\$ 1,51	R\$ -
INSUMO	37395	0,005	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇO DIRETA)	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 0,20	R\$ 0,20	R\$ -
COMPOSICAO	* 87292	0,009	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 456,35	R\$ 4,15	R\$ 3,24	R\$ 0,91
COMPOSICAO	88309	1,610	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,79	R\$ 36,69	R\$ -	R\$ 36,69
COMPOSICAO	88316	0,805	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 18,84	R\$ 15,17	R\$ -	R\$ 15,17
01.SEDIARGA.014/01	* 87292		ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 105,47	R\$ 456,37	R\$ 356,15	R\$ 100,22
INSUMO	370	1,160	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 79,50	R\$ 92,22	R\$ 92,22	R\$ -
INSUMO	1106	174,100	CAL HIDRATADA CHI PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,71	R\$ 123,61	R\$ 123,61	R\$ -
INSUMO	1379	195,860	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,70	R\$ 137,10	R\$ 137,10	R\$ -
COMPOSICAO	88377	4,500	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONARIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,27	R\$ 100,22	R\$ -	R\$ 100,22
COMPOSICAO	88830	1,050	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L. CAPACIDADE DE MISTURA 280 L. MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV. SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	R\$ 1,95	R\$ 2,05	R\$ 2,05	R\$ -
COMPOSICAO	88831	3,450	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L. CAPACIDADE DE MISTURA 280 L. MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV. SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	R\$ 0,34	R\$ 1,17	R\$ 1,17	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Após a separação dos custos da composição auxiliar, é necessário multiplicar o valor encontrado pela coluna "Coeficiente", pois ele indica a quantidade necessária deste item na composição do preço do item principal. No exemplo dado, o custo da composição auxiliar refere-se à produção de 1 m<sup>3</sup> de argamassa, porém, segundo a tabela SINAPI, para a execução de 1m<sup>2</sup> do item principal "Alvenaria" são precisos somente 0,009m<sup>3</sup> de Argamassa. Assim, seguindo a representação da Figura 6 e Figura 11, multiplicam-se os valores encontrados no somatório de subitens da composição auxiliar pelo seu respectivo coeficiente de utilização no item principal para encontrar a condição de custo total.

A sequência descrita foi seguida para os demais itens relevantes ao estudo, utilizando os itens descritos na Figura 8. O resultado final da nova divisão dos custos foi representado na Figura 12, considerando o somatório dos valores referentes tanto a mão de obra quanto de materiais de cada item, gerando os custos detalhados de todas as atividades.

Figura 11 - Ponderação do valor da composição auxiliar utilizado

MACROCLASSE/CLASSE/GRUPO	CODIGOS	COEFICIENTE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CONDIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO	CONDIÇÃO DE CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
01.PARE.ALVE.037/01	103328		ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	R\$ 543,19	R\$ 81,50	R\$ 28,73	R\$ 52,77
INSUMO	7271	28,310	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO, 8 FUROS NA HORIZONTAL, DE 9 X 19 X 19 CM (9 X 19 X 9)	UN	R\$ 0,84	R\$ 23,78	R\$ 23,78	R\$ -
INSUMO	34557	0,420	TELA DE AÇO GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = 1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15* MM, (C X L) *90 X 7,5* CM	M	R\$ 3,59	R\$ 1,51	R\$ 1,51	R\$ -
INSUMO	37395	0,005	ROLO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇAO RETA)	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 0,20	R\$ 0,20	R\$ -
COMPOSICAO	* 87292	0,009	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA UMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 456,35	R\$ 4,15	R\$ 3,24	R\$ 0,91
COMPOSICAO	88309	1,610	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,79	R\$ 36,69	R\$ -	R\$ 36,69
COMPOSICAO	88316	0,800	SERVELENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 18,84	R\$ 15,17	R\$ -	R\$ 15,17
01.SEDI.ARGA.014/01	* 87292		ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA UMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$ 105,47	R\$ 456,37	R\$ 356,15	R\$ 100,22
INSUMO	370	1,160	AREIA MEDIA - PUNTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 79,50	R\$ 92,22	R\$ 92,22	R\$ -
INSUMO	1106	174,100	CAL HIDRATADA CHI PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,74	R\$ 123,61	R\$ 123,61	R\$ -
INSUMO	1379	195,860	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	R\$ 0,70	R\$ 137,10	R\$ 137,10	R\$ -
COMPOSICAO	88377	4,500	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONARIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 22,27	R\$ 100,22	R\$ -	R\$ 100,22
COMPOSICAO	88830	1,050	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	R\$ 1,95	R\$ 2,05	R\$ 2,05	R\$ -
COMPOSICAO	88831	3,450	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	R\$ 0,34	R\$ 1,17	R\$ 1,17	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Figura 12 - Tabela custos dos serviços detalhada

MACROCLASSE/CLASSE/GRUPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CONDIÇÃO DE CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
ALVENARIA			M2	R\$ 81,50	R\$ 28,73	R\$ 52,77
01.PARE.ALVE.037/01	103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	R\$ 81,50	R\$ 28,73	R\$ 52,77
REBOCO EM ARGAMASSA			M2	R\$ 36,92	R\$ 18,78	R\$ 18,15
01.REVE.MUEI.003/01	87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	R\$ 29,94	R\$ 13,27	R\$ 16,67
01.REVE.CHAP.004/04	87876	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M2	R\$ 6,99	R\$ 5,51	R\$ 1,48
REBOCO EM GESSO			M2	R\$ 34,49	R\$ 14,90	R\$ 19,59
01.REVE.GSSO.014/01	87424	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO SARRAFEADO (COM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	M2	R\$ 34,49	R\$ 14,90	R\$ 19,59
PINTURA			M2	R\$ 28,98	R\$ 14,83	R\$ 14,15
01.PINT.INTE.004/01	88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	R\$ 2,37	R\$ 1,17	R\$ 1,19
01.PINT.INTE.008/01	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	R\$ 14,65	R\$ 8,89	R\$ 5,76
01.PINT.INTE.014/01	88495	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	R\$ 11,96	R\$ 4,76	R\$ 7,20

Fonte: Autoria própria

#### 4.3. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA

Os quantitativos de execução de cada atividade foram fornecidos pela empresa, sendo distribuídos de acordo com o padrão de repetição da Linha de

Balanço, ou seja, nos pavimentos. Com o intuito de simplificar e adaptar a pesquisa, os quantitativos dos diferentes tipos de alvenaria e de pintura foram somados, supondo que serão executados com o mesmo material. Na Figura 13 tem-se o quadro resumo de quantitativos das atividades relevantes ao estudo fornecidos pela empresa.

Figura 13 – Quadro resumo quantitativos das atividades

ATIVIDADE	ALVENARIA				REBOCO		PINTURA					
	NÍVEL	11,5X19X29	19X19X29	5,5X14X23	TOTAL	ARGAMASSA	GESSO	PAREDE	ESCADAS	HALL	SACADAS	TOTAL
SUBSOLO	10,95m <sup>2</sup>	43,00m <sup>2</sup>	158,00m <sup>2</sup>	211,95m <sup>2</sup>	694,41m <sup>2</sup>	61,93m <sup>2</sup>	-	124,92m <sup>2</sup>	61,93m <sup>2</sup>	-	-	186,85m <sup>2</sup>
TÉRREO	120,77m <sup>2</sup>	404,89m <sup>2</sup>	96,90m <sup>2</sup>	622,56m <sup>2</sup>	614,54m <sup>2</sup>	-	-	-	81,94m <sup>2</sup>	-	-	81,94m <sup>2</sup>
2º PAV	0,00m <sup>2</sup>	501,28m <sup>2</sup>	89,25m <sup>2</sup>	590,53m <sup>2</sup>	1181,18m <sup>2</sup>	81,94m <sup>2</sup>	-	-	43,77m <sup>2</sup>	-	-	43,77m <sup>2</sup>
3º PAV	427,56m <sup>2</sup>	581,27m <sup>2</sup>	139,31m <sup>2</sup>	1148,14m <sup>2</sup>	418,54m <sup>2</sup>	1231,99m <sup>2</sup>	819,75m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	63,51m <sup>2</sup>	-	1016,96m <sup>2</sup>
4º PAV	388,80m <sup>2</sup>	583,85m <sup>2</sup>	131,27m <sup>2</sup>	1103,92m <sup>2</sup>	418,54m <sup>2</sup>	1227,95m <sup>2</sup>	819,75m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	63,51m <sup>2</sup>	-	1016,96m <sup>2</sup>
5º PAV	393,98m <sup>2</sup>	578,76m <sup>2</sup>	123,24m <sup>2</sup>	1095,98m <sup>2</sup>	411,53m <sup>2</sup>	1308,98m <sup>2</sup>	889,68m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	1072,21m <sup>2</sup>
6º PAV	448,11m <sup>2</sup>	586,40m <sup>2</sup>	145,53m <sup>2</sup>	1180,04m <sup>2</sup>	411,53m <sup>2</sup>	1308,98m <sup>2</sup>	889,68m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	1072,21m <sup>2</sup>
7º PAV	448,11m <sup>2</sup>	586,40m <sup>2</sup>	145,53m <sup>2</sup>	1180,04m <sup>2</sup>	411,53m <sup>2</sup>	1308,98m <sup>2</sup>	889,68m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	1072,21m <sup>2</sup>
8º PAV	448,11m <sup>2</sup>	586,40m <sup>2</sup>	145,53m <sup>2</sup>	1180,04m <sup>2</sup>	411,53m <sup>2</sup>	1308,98m <sup>2</sup>	889,68m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	1072,21m <sup>2</sup>
9º PAV	424,24m <sup>2</sup>	532,70m <sup>2</sup>	140,96m <sup>2</sup>	1097,90m <sup>2</sup>	367,00m <sup>2</sup>	1110,87m <sup>2</sup>	737,58m <sup>2</sup>	43,77m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	920,12m <sup>2</sup>
10º PAV	448,11m <sup>2</sup>	543,05m <sup>2</sup>	145,53m <sup>2</sup>	1136,69m <sup>2</sup>	344,98m <sup>2</sup>	1231,24m <sup>2</sup>	814,78m <sup>2</sup>	65,02m <sup>2</sup>	89,93m <sup>2</sup>	48,84m <sup>2</sup>	-	1018,57m <sup>2</sup>
Cobertura	-	27,75m <sup>2</sup>	-	27,75m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,00m <sup>2</sup>
Platibanda	-	137,70m <sup>2</sup>	-	137,70m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,00m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>3558,74m<sup>2</sup></b>	<b>5693,44m<sup>2</sup></b>	<b>1461,05m<sup>2</sup></b>	<b>10713,23m<sup>2</sup></b>	<b>5685,31m<sup>2</sup></b>	<b>10181,82m<sup>2</sup></b>	<b>6875,48m<sup>2</sup></b>	<b>559,05m<sup>2</sup></b>	<b>719,44m<sup>2</sup></b>	<b>420,05m<sup>2</sup></b>	<b>-</b>	<b>8574,02m<sup>2</sup></b>

Fonte: Arquivos da empresa

O cálculo do custo no tempo é estabelecido pela interligação da Linha de Balanço e do orçamento. Para isso, foram analisados os quantitativos, fornecidos pela empresa, referentes a cada serviço na unidade de repetição (pavimento). Ao multiplicar-se-á o quantitativo pelo seu respectivo custo unitário, encontram-se os valores de cada serviço na unidade de repetição. Por fim, dispendo do custo de cada um dos serviços no pavimento, a última etapa foi integrar o planejamento com o cronograma, assimilando quais serviços serão realizados em um determinado período de tempo.

Os valores referentes aos subitens da coluna “Condição de custo unitário” da Figura 9, foram replicados para a coluna “Preço unitário” da Figura 14. O valor referente ao quantitativo total foi inserido na linha 3.1 e 3.2 da coluna “Quantidade” e as linhas abaixo foram determinadas pela multiplicação do valor da linha “Coeficiente” de cada subitem pelo valor do quantitativo total, representados pela Equação 1.

Equação 1 – Cálculo da Condição de custo unitário

$$\text{Quantitativo subitem} = \text{Coeficiente subitem} \times \text{Quantitativo alvenari}$$

Fonte: Autoria própria

Os valores dos subitens da coluna “Preço total” da Figura 14 foram determinados pela multiplicação da coluna “Quantidade” e da coluna “Preço unitário”, representado pela Equação 2.

Equação 2 – Cálculo do Preço total do subitem

$$Preço\ total\ subitem = Quantidade\ subitem \times Preço\ unitário\ subite$$

Fonte: Autoria própria

Figura 14 – Tabela orçamentária detalhada alvenaria

Item	Descrição	Coefficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classificação	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
3	Alvenaria										
3.1	Alvenaria - Material	-	10713,227	63	120	Fixo	M2	R\$ 29,65	R\$ 317.610,084	R\$ 317.610,08	R\$ -
3.1.1	Bloco cerâmico/Tijolo vazado para alvenaria de vedação, 8 furos na horizontal de 9x19x19cm	28,31	303291,464	-	-	-	UN	R\$ 0,84	R\$ 254.764,830	R\$ -	R\$ -
3.1.2	Tela de Aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, malha 15x15mm	0,42	4499,555	-	-	-	M	R\$ 3,59	R\$ 16.153,404	R\$ -	R\$ -
3.1.3	Pino de aço com furo, haste 27mm	0,005	53,566	-	-	-	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 2.202,120	R\$ -	R\$ -
3.1.4	Argamassa traço 1:2:8 para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico em betoneira 400L	0,0091	97,490	-	-	-	M3	R\$ 456,35	R\$ 44.489,730	R\$ -	R\$ -
3.2	Alvenaria - Mão de obra	-	10713,227	63	120	Variável	M2	R\$ 51,86	R\$ 555.567,612	R\$ -	R\$ 555.567,61
3.2.1	Pedreiro com encargos complementares	1,61	17248,296	-	-	-	H	R\$ 22,79	R\$ 393.088,664	R\$ -	R\$ -
3.2.2	Servente com encargos complementares	0,805	8624,148	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 162.478,948	R\$ -	R\$ -

Fonte: Autoria própria

O valor referente ao “Preço total” do item foi encontrado a partir do somatório dos preços totais dos subitens. O valor referente ao “Preço unitário” do item foi encontrado pela divisão do “Preço total” pelo valor da “Quantidade” do item, representado pela Equação 3.

Equação 3 – Preço total

$$Preço\ unitário\ Alvenaria = \frac{\sum Preço\ unitário\ subitens}{Quantidade\ Alvenaria}$$

Fonte: Autoria própria

Pode-se verificar que houve uma pequena diferença dos valores da “Condição de custo total” da Figura 9, (custo unitário materiais R\$ 28,73 e custo unitário de mão de obra R\$ 52,77). Essa diferença se deve pela aproximação decimal dos números e

coeficientes, porém ela não é significativa pelo fato do somatório dos dois casos ser praticamente o mesmo, ou seja, aproximadamente R\$ 81,50.

Foram inseridas também colunas referentes ao período de execução da atividade, nomeadas “Semana início” e “Semana fim”. Esse período foi determinado a partir do planejamento da empresa pela Linha de Balanço (Figura 5) e será significativo na elaboração da planilha de simulação de prazos.

Foram inseridos no orçamento todas as atividades, administração de obra e equipamentos utilizados, formando a Planilha Orçamentária representada no Quadro 1.

Quadro 1 – Planilha Orçamentária detalhada (continua)

Item	Descrição	Coeficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
<b>1 Administração local</b>											
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 20.224,93	R\$ 910.121,85	R\$ -	R\$ 910.121,85
1.2	Mestre de Obras	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 12.885,41	R\$ 579.843,45	R\$ -	R\$ 579.843,45
1.3	Almoxarife	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 3.053,15	R\$ 137.391,75	R\$ -	R\$ 137.391,75
1.4	Estagiário	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 54.000,00	R\$ -	R\$ 54.000,00
1.5	Vigilância	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 3.347,15	R\$ 150.621,75	R\$ -	R\$ 150.621,75
1.6	Despesas gerais de canteiro	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 4.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ -	R\$ 180.000,00
<b>2 Equipamentos</b>											
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	2	13,75	79	134	Variável	Mês	R\$ 16,37	R\$ 450,18	R\$ -	R\$ 450,18
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	1	38,75	0	155	Variável	Mês	R\$ 239,67	R\$ 9.287,21	R\$ -	R\$ 9.287,21
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalheira cabine simples 64m	1	24,25	63	160	Variável	Mês	R\$ 4.028,70	R\$ 97.695,98	R\$ -	R\$ 97.695,98
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra -Cremalheira cabine simples 64m	1	1	0	160	Fixo	Evento	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ -
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalheira cabine simples 64m	1	1	0	160	Fixo	Evento	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ -

**Error! Reference source not found.**

Item	Descrição	Coeficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	1	34,5	32	170	Variável	Mês	R\$ 4.797,40	R\$ 165.510,30	R\$ -	R\$ 165.510,30
2.5	Locação de Caçamba de entulho	1	45	0	180	Variável	Mês	R\$ 375,00	R\$ 16.875,00	R\$ -	R\$ 16.875,00
<b>3 Alvenaria</b>											
3.1	Alvenaria - Material	-	10713,227	63	120	Fixo	M2	R\$ 29,65	R\$ 317.610,084	R\$ 317.610,08	R\$ -
3.1.1	Bloco cerâmico/Tijolo vazado para alvenaria de vedação, 8 furos na horizontal de	28,31	303291,464	-	-	-	UN	R\$ 0,84	R\$ 254.764,830	R\$ -	R\$ -
3.1.2	Tela de Aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, malha 15x15mm	0,42	4499,555	-	-	-	M	R\$ 3,59	R\$ 16.153,404	R\$ -	R\$ -
3.1.3	Pino de aço com furo, haste 27mm	0,005	53,566	-	-	-	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 2.202,120	R\$ -	R\$ -
3.1.4	Argamassa traço 1:2:8 para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico em betoneira 400L	0,0091	97,490	-	-	-	M3	R\$ 456,35	R\$ 44.489,730	R\$ -	R\$ -
3.2	Alvenaria - Mão de obra	-	10713,227	63	120	Variável	M2	R\$ 51,86	R\$ 555.567,612	R\$ -	R\$ 555.567,61
3.2.1	Pedreiro com encargos complementares	1,61	17248,296	-	-	-	H	R\$ 22,79	R\$ 393.088,664	R\$ -	R\$ -
3.2.2	Servente com encargos complementares	0,805	8624,148	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 162.478,948	R\$ -	R\$ -

**Error! Reference source not found.**

Item	Descrição	Coeficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
4	Reboco Interno em argamassa										
4.1	Chapisco rolado - Material	-	5685,311	78	126	Fixo	M2	R\$ 5,95	R\$ 33.839,740	R\$ 33.839,74	R\$ -
4.1.2	Argamassa industrializada para chapisco rolado, preparo manual	0,0015	8,528	-	-	-	M3	R\$ 3.968,09	R\$ 33.839,740	R\$ -	R\$ -
4.2	Chapisco rolado - Mão de obra	-	5685,311	78	126	Variável	M2	R\$ 1,04	R\$ 5.891,734	R\$ -	R\$ 5.891,73
4.2.1	Pedreiro com encargos complementares	0,042	238,783	-	-	-	H	R\$ 22,79	R\$ 5.441,866	R\$ -	R\$ -
4.2.2	Servente com encargos complementares	0,0042	23,878	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 449,867	R\$ -	R\$ -
4.3	Massa única - Material	-	5685,311	78	126	Fixo	M2	R\$ 17,16	R\$ 97.552,892	R\$ 97.552,89	R\$ -
4.3.2	Argamassa traço 1:2:8 para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico em betoneira 400L	0,0376	213,768	-	-	-	M3	R\$ 456,35	R\$ 97.552,892	R\$ -	R\$ -
4.4	Massa única - Mão de obra	-	5685,311	78	126	Variável	M2	R\$ 12,78	R\$ 72.637,925	R\$ -	R\$ 72.637,92
4.4.1	Pedreiro com encargos complementares	0,43	2444,684	-	-	-	H	R\$ 22,79	R\$ 55.714,345	R\$ -	R\$ -
4.4.2	Servente com encargos complementares	0,158	898,279	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 16.923,580	R\$ -	R\$ -

**Error! Reference source not found.**

Item	Descrição	Coeficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
5	Reboco Interno em gesso										
5.1	Reboco em gesso - Material	-	10181,823	81	133	Fixo	M2	R\$ 14,90	R\$ 151.740,730	R\$ 151.740,73	R\$ -
5.1.2	Gesso em pó para revestimentos/moldura/sancas e uso geral	17,13	174414,632	-	-	-	KG	R\$ 0,87	R\$ 151.740,730	R\$ -	R\$ -
5.2	Chapisco rolado - Mão de obra	-	10181,823	81	133	Variável	M2	R\$ 19,59	R\$ 199.431,372	R\$ -	R\$ 199.431,37
5.2.1	Gesseiro com encargos complementares	0,74	7534,549	-	-	-	H	R\$ 22,65	R\$ 170.657,539	R\$ -	R\$ -
5.2.2	Servente com encargos complementares	0,15	1527,273	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 28.773,833	R\$ -	R\$ -
6	Pintura Interna										
6.1	Fundo selador acrílico - Material	-	8574,016	120	155	Fixo	M2	R\$ 1,17	R\$ 10.055,606	R\$ 10.055,61	R\$ -
6.1.1	Selador acrílico opaco premium Interior/Exterior	0,16	1371,843	-	-	-	L	R\$ 7,33	R\$ 10.055,606	R\$ -	R\$ -
6.2	Fundo selador acrílico - Mão de obra	-	8574,016	120	155	Variável	M2	R\$ 1,19	R\$ 10.236,603	R\$ -	R\$ 10.236,60
6.2.1	Pintor com encargos complementares	0,039	334,387	-	-	-	H	R\$ 23,85	R\$ 7.975,121	R\$ -	R\$ -
6.2.2	Servente com encargos complementares	0,014	120,036	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 2.261,482	R\$ -	R\$ -
6.3	Massa corrida e lixamento - Material	-	8574,016	120	155	Fixo	M2	R\$ 0,09	R\$ 776,806	R\$ 776,81	R\$ -
6.3.1	Lixa em folha para parede ou madeira, número 120, cor vermelha	0,06	514,441	-	-	-	UN	R\$ 1,51	R\$ 776,806	R\$ -	R\$ -

**Error! Reference source not found.**

Item	Descrição	Coeficiente	Quantidade	Semana início	Semana fim	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
6.3.2	Massa corrida para superfícies de ambientes internos	1,04304	8943,042	-	-	-	KG	R\$ 4,48	R\$ 40.064,827	R\$ -	R\$ -
6.4	Massa corrida e lixamento - Mão de obra	-	8574,016	120	155	Variável	M2	R\$ 7,20	R\$ 61.742,690	R\$ -	R\$ 61.742,69
6.4.1	Pintor com encargos complementares	0,234	2006,320	-	-	-	H	R\$ 23,85	R\$ 47.850,726	R\$ -	R\$ -
6.4.2	Servente com encargos complementares	0,086	737,365	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 13.891,964	R\$ -	R\$ -
6.5	Pintura tinta acrílica 2 demãos - Material	-	8574,016	120	155	Fixo	M2	R\$ 8,89	R\$ 76.253,011	R\$ 76.253,01	R\$ -
6.5.1	Tinta látex acrílica premium, cor branca fosco	0,33	2829,425	-	-	-	L	R\$ 26,95	R\$ 76.253,011	R\$ -	R\$ -
6.6	Pintura tinta acrílica 2 demãos - Mão de obra	-	8574,016	120	155	Variável	M2	R\$ 5,76	R\$ 49.385,560	R\$ -	R\$ 49.385,56
6.6.1	Pedreiro com encargos complementares	0,187	1603,341	-	-	-	H	R\$ 23,85	R\$ 38.239,683	R\$ -	R\$ -
6.6.2	Servente com encargos complementares	0,069	591,607	-	-	-	H	R\$ 18,84	R\$ 11.145,878	R\$ -	R\$ -
TOTAL									R\$ 5.628.207,02	R\$ 688.728,8	R\$ 3.256.690,9

Fonte: Autoria própria

#### 4.4. ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE SIMULAÇÕES

De modo a emular o atraso das atividades, foi inserida uma coluna nomeada “Atraso” ao Quadro 1. Essa coluna teve sua unidade representada por semanas, ou seja, simulando o atraso de uma ou mais semanas. Para realizar as simulações, foi criado um quadro, representado na Figura 15, onde pode-se alterar o prazo de execução de uma ou mais atividades nas células de cor amarelo e esse, por sua vez, alterará o valor total da obra.

Figura 15 - Tabela para realização das simulações

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES			
<b>Prazo total da obra</b>	<b>180</b>	<b>semanas</b>	
Atraso alvenaria	0	semanas	
Atraso reboco argamassa	0	semanas	
Atraso reboco gesso	0	semanas	
Atraso pintura	0	semanas	
	<b>Material</b>	<b>Mão de obra</b>	
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$ 3.256.690,96	
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$ 3.256.690,96	
<b>Custo extra</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ -</b>	

Fonte: Autoria própria

A simulação pode acontecer de diversas formas, supondo o atraso de somente uma atividade ou até mesmo de todas elas, gerando uma reação em cadeia. O prazo total foi vinculado ao retardo das atividades, alterando os valores dos quantitativos e dos custos que dependem do tempo: mão de obra, equipamentos e administração local.

A Figura 16, demonstra uma suposta simulação de atraso das atividades, onde foi considerado o atraso de 2 semanas na execução do serviço de Alvenaria, 1 semana na execução do serviço de Reboco em Argamassa e 3 semanas no serviço de Pintura. Nota-se que o prazo total da obra foi acrescido também em 6 semanas, ou seja, o somatório de todas as semanas em atraso.

Como citado anteriormente, as simulações estão diretamente vinculadas aos itens variáveis no tempo do orçamento, o que provocará um aumento financeiro

proporcional ao custo unitário de cada item. O *Quadro 2* explana como essa variação acontece (a coluna “Coeficiente” foi ocultada do quadro para fins de melhor leitura).

Figura 16 – Simulação suposta

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES		
Prazo total da obra	186	semanas
Atraso alvenaria	2	semanas
Atraso reboco argamassa	0	semanas
Atraso reboco gesso	1	semanas
Atraso pintura	3	semanas
	Material	Mão de obra
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$ 3.256.690,96
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$ 3.342.916,26
Custo extra	R\$ -	R\$ 86.225,30

Fonte: Autoria própria

Ao analisar o novo orçamento que contempla a simulação suposta, pode-se observar que grande parte dos itens relacionados aos itens de classe 1 e 2, equipamentos e administração local respectivamente, variaram de acordo com o prazo total da obra (6 semanas).

Contudo, há exceções conforme a simulação, como nesse exemplo o item 2.1 “Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo”. Isso se deve ao fato que esse item em específico está relacionado somente ao serviço de execução de Reboco Interno (tanto em Argamassa quanto em Gesso) e, por conseguinte, só irá se alterar se houver atraso nesse serviço. Os demais itens destas categorias estão sendo considerados para execução dos demais serviços analisados.

As classes de serviços como 3, 4, 5 e 6 (Alvenaria, Reboco Interno em Argamassa, Reboco Interno em Gesso e Pintura respectivamente) variam somente na subclasse referente à mão de obra pois os quantitativos de materiais não se alteram ao longo do tempo. Ao considerar que a mão de obra é paga por hora-homem trabalhada e ao supor que em uma semana são trabalhadas 40 horas, cada semana gera um quantitativo adicional de 40 horas ao valor pré-estipulado.

Quadro 2 - Orçamento simulação suposta (continua)

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
<b>1 Administração local</b>											
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 20.224,93	R\$ 940.459,25	R\$ -	R\$ 940.459,25
1.2	Mestre de Obras	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 12.885,41	R\$ 599.171,57	R\$ -	R\$ 599.171,57
1.3	Almoxarife	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 3.053,15	R\$ 141.971,48	R\$ -	R\$ 141.971,48
1.4	Estagiário	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 55.800,00	R\$ -	R\$ 55.800,00
1.5	Vigilância	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 3.347,15	R\$ 155.642,48	R\$ -	R\$ 155.642,48
1.6	Despesas gerais de canteiro	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 4.000,00	R\$ 186.000,00	R\$ -	R\$ 186.000,00
<b>2 Equipamentos</b>											
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	14,000	79	134	1	Variável	Mês	R\$ 16,37	R\$ 458,36	R\$ -	R\$ 458,36
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	40,250	0	155	6	Variável	Mês	R\$ 239,67	R\$ 9.646,72	R\$ -	R\$ 9.646,72
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	25,750	63	160	6	Variável	Mês	R\$ 4.028,70	R\$ 103.739,03	R\$ -	R\$ 103.739,03
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	6	Fixo	Evento	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ -
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	6	Fixo	Evento	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ -

Quadro 3 - Orçamento simulação suposta (continuação)

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	36,000	32	170	6	Variável	Mês	R\$ 4.797,40	R\$ 172.706,40	R\$ -	R\$ 172.706,40
2.5	Locação de Caçamba de entulho	46,500	0	180	6	Variável	Mês	R\$ 375,00	R\$ 17.437,50	R\$ -	R\$ 17.437,50
3	Alvenaria							R\$ -			
3.1	Alvenaria - Material	10713,227	63	121	2	Fixo	M2	R\$ 29,65	R\$ 317.610,084	R\$ 317.610,08	R\$ -
3.1.1	Bloco cerâmico/Tijolo vazado para alvenaria de vedação, 8 furos na horizontal	303291,464	-	-		-	UN	R\$ 0,84	R\$ 254.764,830	R\$ -	R\$ -
3.1.2	Tela de Aço soldada galvanizada /zincada para alvenaria, malha 15x15mm	4499,555	-	-		-	M	R\$ 3,59	R\$ 16.153,404	R\$ -	R\$ -
3.1.3	Pino de aço com furo, haste 27mm	53,566	-	-		-	CENTO	R\$ 40,78	R\$ 2.202,120	R\$ -	R\$ -
3.1.4	Argamassa traço 1:2:8 para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico em betoneira 400L	97,490	-	-		-	M3	R\$ 456,35	R\$ 44.489,730	R\$ -	R\$ -
3.2	Alvenaria - Mão de obra	10713,227	63	121		Variável	M2	R\$ 51,86	R\$ 558.898,012	R\$ -	R\$ 558.898,01
3.2.1	Pedreiro com encargos complementares	17248,296	-	-	80	-	H	R\$ 22,79	R\$ 394.911,864	R\$ -	R\$ -
3.2.2	Servente com encargos complementares	8624,148	-	-	80	-	H	R\$ 18,84	R\$ 163.986,148	R\$ -	R\$ -

Quadro 4 - Orçamento simulação suposta (continuação)

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
4 Reboco Interno em argamassa											
4.1	Chapisco rolado - Material	5685,311	79	127	0	Fixo	M2	R\$ 5,95	R\$ 33.839,740	R\$ 33.839,74	R\$ -
4.1.2	Argamassa industrializada para chapisco rolado, preparo manual	8,528	-	-		-	M3	R\$ 3.968,09	R\$ 33.839,740	R\$ -	R\$ -
4.2	Chapisco rolado - Mão de obra	5685,311	79	127		Variável	M2	R\$ 1,04	R\$ 5.891,734	R\$ -	R\$ 5.891,73
4.2.1	Pedreiro com encargos complementares	238,783	-	-	0	-	H	R\$ 22,79	R\$ 5.441,866	R\$ -	R\$ -
4.2.2	Servente com encargos complementares	23,878	-	-	0	-	H	R\$ 18,84	R\$ 449,867	R\$ -	R\$ -
4.3	Massa única - Material	5685,311	79	127		Fixo	M2	R\$ 17,16	R\$ 97.552,892	R\$ 97.552,89	R\$ -
4.3.2	Argamassa traço 1:2:8 para emboço /massa única/assentamento de alvenaria de vedação	213,768	-	-		-	M3	R\$ 456,35	R\$ 97.552,892	R\$ -	R\$ -
4.4	Massa única - Mão de obra	5685,311	79	127		Variável	M2	R\$ 12,78	R\$ 72.637,925	R\$ -	R\$ 72.637,92
4.4.1	Pedreiro com encargos complementares	2444,684	-	-	0	-	H	R\$ 22,79	R\$ 55.714,345	R\$ -	R\$ -
4.4.2	Servente com encargos complementares	898,279	-	-	0	-	H	R\$ 18,84	R\$ 16.923,580	R\$ -	R\$ -
5 Reboco Interno em gesso								R\$ -			
5.1	Reboco em gesso - Material	10181,823	82	134	1	Fixo	M2	R\$ 14,90	R\$ 151.740,730	R\$ 151.740,73	R\$ -

Quadro 5 - Orçamento simulação suposta (continuação)

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
5.1.2	Gesso em pó para revestimentos/ moldura/sancas e uso geral	174414,632	-	-		-	KG	R\$ 0,87	R\$ 151.740,730	R\$ -	R\$ -
5.2	Chapisco rolado - Mão de obra	10181,823	82	134		Variável	M2	R\$ 19,59	R\$ 201.090,972	R\$ -	R\$ 201.090,97
5.2.1	Gesseiro com encargos complementares	7534,549	-	-	40	-	H	R\$ 22,65	R\$ 171.563,539	R\$ -	R\$ -
5.2.2	Servente com encargos complementares	1527,273	-	-	40	-	H	R\$ 18,84	R\$ 29.527,433	R\$ -	R\$ -
6	Pintura Interna							R\$ -			
6.1	Fundo selador acrílico - Material	8574,016	121	156	3	Fixo	M2	R\$ 1,17	R\$ 10.055,606	R\$ 10.055,61	R\$ -
6.1.1	Selador acrílico opaco premium Interior/Exterior	1371,843	-	-		-	L	R\$ 7,33	R\$ 10.055,606	R\$ -	R\$ -
6.2	Fundo selador acrílico - Mão de obra	8574,016	121	156		Variável	M2	R\$ 1,19	R\$ 10.236,603	R\$ -	R\$ 10.236,60
6.2.1	Pintor com encargos complementares	334,387	-	-	40	-	H	R\$ 23,85	R\$ 7.975,121	R\$ -	R\$ -
6.2.2	Servente com encargos complementares	120,036	-	-	40	-	H	R\$ 18,84	R\$ 2.261,482	R\$ -	R\$ -
6.3	Massa corrida e lixamento - Material	8574,016	121	156		Fixo	M2	R\$ 0,09	R\$ 776,806	R\$ 776,81	R\$ -
6.3.1	Lixa em folha para parede ou madeira, número 120, cor vermelha	514,441	-	-		-	UN	R\$ 1,51	R\$ 776,806	R\$ -	R\$ -
6.3.2	Massa corrida para superfícies de ambientes internos	8943,042	-	-		-	KG	R\$ 4,48	R\$ 40.064,827	R\$ -	R\$ -

Quadro 6 - Orçamento simulação suposta (conclusão)

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso	Classif.	Unidade	Preço unitário	Preço total	Fixo	Variável
6.4	Massa corrida e lixamento - Mão de obra	8574,016	121	156		Variável	M2	R\$ 7,20	R\$ 61.742,690	R\$ -	R\$ 61.742,69
6.4.1	Pintor com encargos complementares	2006,320	-	-	40	-	H	R\$ 23,85	R\$ 47.850,726	R\$ -	R\$ -
6.4.2	Servente com encargos complementares	737,365	-	-	40	-	H	R\$ 18,84	R\$ 13.891,964	R\$ -	R\$ -
6.5	Pintura tinta acrílica 2 demãos - Material	8574,016	121	156		Fixo	M2	R\$ 8,89	R\$ 76.253,011	R\$ 76.253,01	R\$ -
6.5.1	Tinta látex acrílica premium, cor branca fosco	2829,425	-	-		-	L	R\$ 26,95	R\$ 76.253,011	R\$ -	R\$ -
6.6	Pintura tinta acrílica 2 demãos - Mão de obra	8574,016	121	156		Variável	M2	R\$ 5,76	R\$ 49.385,560	R\$ -	R\$ 49.385,56
6.6.1	Pedreiro com encargos complementares	1603,341	-	-	40	-	H	R\$ 23,85	R\$ 38.239,683	R\$ -	R\$ -
6.6.2	Servente com encargos complementares	591,607	-	-	40	-	H	R\$ 18,84	R\$ 11.145,878	R\$ -	R\$ -
TOTAL									R\$ 5.719.422,32	R\$ 688.728,87	R\$ 3.342.916,26

Fonte: Autoria própria

## 5. SIMULAÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De modo a avaliar a repercussão financeira do atraso da obra, nesta seção serão descritos alguns possíveis casos onde o adiamento da conclusão de uma atividade pode impactar diretamente no custo final da obra, tornando-se um ônus à construtora envolvida.

### 5.1. SIMULAÇÃO 1: ATRASO DE 2 SEMANAS NO SERVIÇO DE ALVENARIA

Como primeiro exemplo a ser citado, o atraso na execução do serviço de Alvenaria é comum em obra. Isso se deve aos inúmeros fatores externos e internos relacionados à obra, como agentes climáticos ou má administração dos estoques de materiais.

A Figura 17 apresenta o quadro resumo da variação de valores em virtude do atraso de 2 semanas na execução do serviço de alvenaria. Neste caso, supõe-se que o atraso se deu na conclusão do serviço pois tem-se o adicional de 40 horas semanais da mão de obra (pedreiro e servente), totalizando 80 horas a mais no pagamento desses funcionários.

Figura 17 - Simulação 1

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES			
Prazo total da obra	182	semanas	
Atraso alvenaria	2	semanas	
Atraso reboco argamassa	0	semanas	
Atraso reboco gesso	0	semanas	
Atraso pintura	0	semanas	
	Material	Mão de obra	
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$	3.256.690,96
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$	3.287.097,06
Custo extra	R\$ -	R\$	30.406,11

Fonte: Autoria própria

Nota-se, também, que o prazo total da obra se alterou, somando 2 semanas ao prazo total estipulado pela empresa de 180 semanas. Ao analisar os itens referentes

a máquinas equipamentos e à administração de obra, na Figura 18, evidenciam-se os seguintes cenários:

- Todos os subitens alocados na categoria 1, “Administração local”, tiveram seu quantitativo acrescido em 2 semanas, ou seja, 0,5 meses;
- O subitem 2.1, “Locação de Andaime tubular”, manteve-se inalterado pelo fato de estar ligado aos serviços de Reboco Interno, os quais não tiveram alteração nessa simulação;
- Os itens 2.3.1 e 2.3.2 referentes à mobilização e desmobilização do Elevador de obra mantiveram-se inalterados pois eles são eventos fixos, não dependendo da duração de qualquer atividade;
- Os demais itens da categoria 2, “Equipamentos”, tiveram um acréscimo de 2 semanas pois todos eles tinham a semana de início igual ou anterior ao início do serviço de execução de Alvenaria (semana 63 do cronograma da empresa), somando-se 0,5 meses no quantitativo previsto.

Figura 18 - Simulação 1: Comportamento dos itens variáveis no tempo

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso
<b>1 Administração local</b>					
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	45,500	0	180	2
1.2	Mestre de Obras	45,500	0	180	2
1.3	Almoxarife	45,500	0	180	2
1.4	Estagiário	45,500	0	180	2
1.5	Vigilância	45,500	0	180	2
1.6	Despesas gerais de canteiro	45,500	0	180	2
<b>2 Equipamentos</b>					
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	13,750	79	134	0
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	39,250	0	155	2
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	24,750	63	160	2
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	2
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	2
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	35,000	32	170	2
2.5	Locação de Caçamba de entulho	45,500	0	180	2

Fonte: Autoria própria

Assim, o orçamento total da obra teve uma alteração de um valor previsto inicialmente R\$ 3.945.419,43 para o valor de R\$ 3.975.825,93, totalizando um acréscimo de R\$ 30.406,11 ao custo final, ou seja, um acréscimo de 0,78% relativo às atividades analisadas.

## 5.2. SIMULAÇÃO 2: ATRASO DE 2 SEMANAS NO SERVIÇO DE REBOCO INTERNO EM GESSO E 3 SEMANAS NO SERVIÇO DE PINTURA.

Nesta segunda simulação, ir-se-á supor o atraso de 2 semanas na execução do Reboco interno em Gesso e 3 semanas na execução do serviço de Pintura. O atraso nessas atividades é comum devido à falta de mão de obra qualificada.

A Figura 19 apresenta o quadro resumo da variação de valores em virtude da simulação de atraso. Neste caso, supõe-se que a demora se deu na conclusão do serviço, onde tem-se o adicional de 40 horas semanais da mão de obra (gesseiro/pintor e servente), totalizando 80 horas a mais no pagamento dos empreiteiros de execução do Reboco e 120 horas adicionais dos empreiteiros de Pintura.

Figura 19 - Simulação 2

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES			
Prazo total da obra	185	semanas	
Atraso alvenaria	0	semanas	
Atraso reboco argamassa	0	semanas	
Atraso reboco gesso	2	semanas	
Atraso pintura	3	semanas	
	Material		Mão de obra
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$ 3.256.690,96	
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$ 3.327.715,79	
Custo extra	R\$ -	R\$ 71.024,83	

Fonte: Autoria própria

É visível que o prazo total da obra se alterou, somando um total de 5 semanas ao prazo total estipulado pela empresa de 180 semanas. Ao analisar os itens referentes a máquinas equipamentos e à administração de obra, na Figura 20, evidenciam-se os seguintes cenários:

- Todos os subitens alocados na categoria 1, "Administração local", tiveram seu quantitativo acrescido em 5 semanas, ou seja, 1,25 meses;
- O subitem 2.1, "Locação de Andaime tubular", teve um acréscimo de 2 semanas pois está vinculado aos serviços de Reboco Interno;

Figura 20 - Simulação 2: Comportamento dos itens variáveis no tempo

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso
<b>1 Administração local</b>					
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	46,250	0	180	5
1.2	Mestre de Obras	46,250	0	180	5
1.3	Almoxarife	46,250	0	180	5
1.4	Estagiário	46,250	0	180	5
1.5	Vigilância	46,250	0	180	5
1.6	Despesas gerais de canteiro	46,250	0	180	5
<b>2 Equipamentos</b>					
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	14,250	79	134	2
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	40,000	0	155	5
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	25,500	63	160	5
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	5
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	5
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	35,750	32	170	5
2.5	Locação de Caçamba de entulho	46,250	0	180	5

Fonte: Autoria própria

- c) Os itens 2.3.1 e 2.3.2 referentes à mobilização e desmobilização do Elevador de obra mantiveram-se inalterados pois eles são eventos fixos, não dependendo da duração de qualquer atividade;
- d) Os demais itens da categoria 2, “Equipamentos”, tiveram um acréscimo de 5 semanas pois todos eles tinham a semana de início igual ou anterior ao início do serviço de execução Alvenaria (semana 63 do cronograma da empresa), somando-se 1,25 meses no quantitativo previsto.

Assim, o orçamento total da obra teve alteração de um valor previsto inicialmente R\$ 3.945.419,43 para o valor de R\$ 4.016.444,66, totalizando um acréscimo de R\$ 71.024,83 ao custo final, ou seja, um acréscimo de 1,80% relativo às atividades analisadas.

### 5.3. SIMULAÇÃO 3: ATRASO DE 1 SEMANA EM CADA UM DOS SERVIÇOS DE ALVENARIA, REBOCO INTERNO EM ARGAMASSA, REBOCO INTERNO EM GESSO E PINTURA

Nesta terceira simulação, iremos supor um pequeno atraso em todos os serviços analisados. A seção supõe o atraso de 1 semana nos serviços de Alvenaria interna, 1 semana no atraso do Reboco Interno em Gesso, 1 semana no serviço de Reboco

interno em Argamassa e 1 semana no serviço de Pintura Interna. Essa suposição pode ocorrer pelo subdimensionamento das equipes, gerando uma produtividade menor que a prevista.

A Figura 21 apresenta o quadro resumo da variação de valores em virtude do atraso de todas as atividades. Ao supor que a demora se deu na conclusão do serviço, tem-se o adicional de 40 horas semanais da mão de obra (pedreiro/gesseiro/pintor e servente), totalizando 40 horas a mais no pagamento dos empreiteiros de execução de cada um dos serviços.

Figura 21 - Simulação 3

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES			
Prazo total da obra	184	semanas	
Atraso alvenaria	1	semanas	
Atraso reboco argamassa	1	semanas	
Atraso reboco gesso	1	semanas	
Atraso pintura	1	semanas	
	Material		Mão de obra
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$ 3.256.690,96	
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$ 3.315.848,74	
Custo extra	R\$ -	R\$ 59.157,78	

Fonte: Autoria própria

Verifica-se que o prazo total da obra se alterou, somando 4 semanas ao prazo total estipulado pela empresa de 180 semanas. Ao analisar os itens referentes a máquinas equipamentos e à administração de obra, na Figura 22, evidenciam-se os seguintes cenários:

- Todos os subitens alocados na categoria 1, “Administração local”, tiveram seu quantitativo acrescido em 4 semanas, ou seja, 1 mês;
- O subitem 2.1, “Locação de Andaime tubular”, teve um acréscimo de 2 semanas devido ao atraso de 1 semana no serviço de Reboco Interno em Argamassa e 1 semana no serviço de Reboco Interno em Gesso, totalizando 0,5 meses;
- Os itens 2.3.1 e 2.3.2 referentes à mobilização e desmobilização do Elevador de obra mantiveram-se inalterados pois eles são eventos fixos, não dependendo da duração de qualquer atividade;

Figura 22 - Simulação 3: Comportamento dos itens variáveis no tempo

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso
<b>1</b> Administração local					
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	46,000	0	180	4
1.2	Mestre de Obras	46,000	0	180	4
1.3	Almoxarife	46,000	0	180	4
1.4	Estagiário	46,000	0	180	4
1.5	Vigilância	46,000	0	180	4
1.6	Despesas gerais de canteiro	46,000	0	180	4
<b>2</b> Equipamentos					
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	14,250	79	134	2
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	39,750	0	155	4
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	25,250	63	160	4
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	4
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	4
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	35,500	32	170	4
2.5	Locação de Caçamba de entulho	46,000	0	180	4

Fonte: Autoria própria

- d) Os demais itens da categoria 2, “Equipamentos”, tiveram um acréscimo de 4 semanas pois todos eles tinham a semana de início igual ou anterior ao início do serviço de execução Alvenaria (semana 63 do cronograma da empresa), somando-se 1 mês no quantitativo previsto.

Assim, o orçamento total da obra teve alteração de um valor previsto inicialmente R\$ 3.945.419,43 para o valor de R\$ 4.004.577,61, totalizando um acréscimo de R\$ 59.157,78 ao custo final, ou seja, um acréscimo de 1,50% relativo as atividades analisadas.

#### 5.4. SIMULAÇÃO 4: ATRASO DE 3 SEMANAS NOS SERVIÇOS DE ALVENARIA, REBOCO INTERNO EM ARGAMASSA, REBOCO INTERNO EM GESSO E PINTURA

Nesta quarta e última simulação, ir-se-á supor um atraso de um período relevante em todos os serviços analisados. A seção supõe o atraso de 3 semanas nos serviços de Alvenaria interna, 3 semanas no atraso do Reboco Interno em Gesso, 3 semanas no serviço de Reboco interno em Argamassa e 3 semanas no serviço de Pintura Interna. Essa suposição pode ocorrer pela falta de controle pela equipe supervisora acoplada ao subdimensionamento de equipes.

A Figura 23 apresenta o quadro resumo da variação de valores em virtude do atraso de todas as atividades. Ao supor que a demora se deu na conclusão do serviço,

teremos o adicional de 40 horas semanais da mão de obra (pedreiro/gesseiro/pintor e servente), totalizando 120 horas a mais no pagamento dos empreiteiros de execução de cada um dos serviços.

Figura 23 - Simulação 4

SIMULAÇÃO DE ATRASO DAS ATIVIDADES			
Prazo total da obra	192	semanas	
Atraso alvenaria	3	semanas	
Atraso reboco argamassa	3	semanas	
Atraso reboco gesso	3	semanas	
Atraso pintura	3	semanas	
	Material	Mão de obra	
Total previsto	R\$ 688.728,87	R\$	3.256.690,96
Total com atraso	R\$ 688.728,87	R\$	3.434.164,30
Custo extra	R\$ -	R\$	177.473,34

Fonte: Autoria própria

Verifica-se que o prazo total da obra se alterou, somando 12 semanas ao prazo total estipulado pela empresa de 180 semanas. Ao analisar os itens referentes a máquinas equipamentos e à administração de obra, na Figura 24, evidenciam-se os seguintes cenários:

Figura 24 - Simulação 4: Comportamento dos itens variáveis no tempo

Item	Descrição	Quantidade	Semana início	Semana fim	Atraso
1	Administração local				
1.1	Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	48,000	0	180	12
1.2	Mestre de Obras	48,000	0	180	12
1.3	Almoxarife	48,000	0	180	12
1.4	Estagiário	48,000	0	180	12
1.5	Vigilância	48,000	0	180	12
1.6	Despesas gerais de canteiro	48,000	0	180	12
2	Equipamentos				
2.1	Locação de Andaime tubular 1,0 x 1,50m com Base Fixa P/ Andaime e Guarda corpo	15,250	79	134	6
2.2	Locação de Betoneira Simples 400L c/ motor Monofásico	41,750	0	155	12
2.3	Locação de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	27,250	63	160	12
2.3.1	Mobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	12
2.3.2	Desmobilização de Elevador de Obra - Cremalhaira cabine simples 64m	1,000	-	-	12
2.4	Locação de Guincho Motofreio 400kg, 60m cabo e balde - Monofásico	37,500	32	170	12
2.5	Locação de Caçamba de entulho	48,000	0	180	12

Fonte: Autoria própria

- a) Todos os subitens alocados na categoria 1, “Administração local”, tiveram seu quantitativo acrescido em 12 semanas, ou seja, 3 meses;

- b) O subitem 2.1, “Locação de Andaime tubular”, teve um acréscimo de 6 semanas devido ao atraso de 3 semanas no serviço de Reboco Interno em Argamassa e 3 semanas no serviço de Reboco Interno em Gesso, totalizando 1,5 meses;
- c) Os itens 2.3.1 e 2.3.2 referentes à mobilização e desmobilização do Elevador de obra mantiveram-se inalterados pois eles são eventos fixos, não dependendo da duração de qualquer atividade;
- d) Os demais itens da categoria 2, “Equipamentos”, tiveram um acréscimo de 12 semanas pois todos eles tinham a semana de início igual ou anterior ao início do serviço de execução Alvenaria (semana 63 do cronograma da empresa), somando-se 3 meses no quantitativo previsto.

Assim, o orçamento total da obra teve alteração de um valor previsto inicialmente R\$ 3.945.419,43 para o valor de R\$ 4.122.893,17, totalizando um acréscimo de R\$ 177.473,34 ao custo final, ou seja, um acréscimo de 4,50% relativo as atividades analisadas.

## 5.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao analisar o quadro resumo dos custos referentes às simulações na *Figura 25*, constata-se que o percentual médio de acréscimo ao custo final das atividades analisadas é de 0,34% a cada semana não prevista no cronograma. O custo adicional é referente aos itens de custos variáveis no tempo, principalmente a locação de equipamentos e à administração de obra.

Figura 25 - Análise dos custos das simulações de atraso

SIMULAÇÃO	ATRASO (SEMANAS)	CUSTO EXTRA (%)
1	2	0,78
2	5	1,80
3	4	1,50
4	12	4,50

Fonte: Autoria própria

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto financeiro da simulação de atraso na execução de atividades previstas no planejamento por Linha de Balanço em um estudo de caso na cidade de Santa Maria - RS. No processo de análise do sistema de planejamento, observou-se a necessidade de integração entre o gerenciamento de custos e o cronograma da obra, devido às restrições causadas pela dependência da conclusão de um serviço para início de seu subsequente.

Os objetivos específicos foram alcançados por meio do desenvolvimento do orçamento da obra com itens relevantes ao estudo, integrando-o ao planejamento por Linha de Balanço fornecido pela empresa construtora. A integração do orçamento e planejamento da obra resultou em diversas hipóteses que podem acontecer na obra, sendo elas simuladas através de uma planilha eletrônica elaborada no Microsoft Excel.

No processo de integração do orçamento ao cronograma da obra, foi preciso fazer a fragmentação dos custos referentes à mão de obra e aos materiais, pois a base de dados utilizada (SINAPI) considera que o item é composto pelos dois, de acordo com o coeficiente de produtividade (homem-hora) por unidade de serviço. Com isso, foi elaborado um novo orçamento considerando que os materiais são custos fixos dependentes da quantidade e que a mão de obra é um custo variável no tempo. Foram considerados, também, os custos referentes às máquinas-equipamentos utilizados em obra e os custos referentes à administração local, os quais variam conforme o prazo total das atividades envolvidas.

A partir desse novo orçamento, realizou-se 4 simulações onde o prazo de conclusão das atividades fosse tardio ao previsto no planejamento inicial, gerando um custo adicional dependente dos valores que se alteram com o tempo. Foram simulados atrasos de 2, 5, 7 e 12 semanas, alterando-se as possíveis causas de atraso, ou seja, simulando atrasos em serviços diferentes. O resultado obtido é que se tem em média o acréscimo de 0,34% no custo final das atividades analisadas por cada semana de atraso.

A variação das simulações pode se dar devido à diversas intercorrências que acontecem em um canteiro de obra, como por exemplo a má administração do controle das atividades, a falta de materiais, o subdimensionamento de equipes e intempéries no clima da cidade.

Através das simulações, obteve-se o entendimento de que os custos adicionais devido ao atraso se dão majoritariamente pela locação de equipamentos e a administração de obra, proporcionando uma despesa extra e geralmente não prevista à construtora. Em grande parte, todos equipamentos estão envolvidos com a execução de várias atividades. Isso comprova que, apesar de uma atividade parecer irrelevante ao custo total, pode-se ter uma variante gigantesca no custo final com base na dilatação de qualquer atividade prevista no cronograma.

O trabalho teve como limitantes a escolha de serviços específicos para gerar um orçamento pois a construtora não possui um orçamento analítico. Os serviços foram selecionados de acordo com a possibilidade de exemplificar o uso de equipamentos-maquinários para sua execução e a facilidade de desintegração do custo referente à mão de obra e insumos. Além disso, a utilização da ferramenta Microsoft Excel possibilitou somente que a integração orçamento-planejamento fosse feita manualmente, apesar de atualmente existirem softwares que possibilitam essa integração automatizada.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a utilização de um orçamento analítico fornecido pela empresa construtora analisada, podendo comparar na realidade os custos previstos caso haja um atraso na obra e também a utilização de plataformas como VICO Office, Prevision ou Agilean.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; COELHO R. de Q.; LIMEIRA U. R. **Simulação da linha de balanço em edifício alto através do programa Time line utilizando dados de campo** - Estudo de caso. Florianópolis, 1996.

BALLARD, G. e HOWELL, G. **Can Project Control do it Job?**, 1996.

BALLARD, G. e HOWELL, G. **What Kind of Production is Construction?** Guarujá, Brasil, 1998.

BALLARD, G. Front End Planning. **Workshop on Front End Planning**. Lean Construction Institute: Houston, Texas, 1999.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192 p. Thesis (School of Civil Engineering) – Faculty of Engineering. University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G. et al. **Production System Design in Construction**. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Singapore, 2001.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. **Competing construction management paradigms**. Estados Unidos - Ketchum. 2004.

BARNES, N. M. L.; THOMPSON, P. A. **Civil engineering bill of quantities**. London: CIRIA, 1971.

BARNES, N. M. L. **Cost modeling: an integrated approach to planning and cost control**. **Engineering and Process Economics**, Amsterdam, v. 2, p. 45-51, Mar. 1977.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001.

289 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

BRETT, A. **Where time is money. The Building Economist**, London, n. 8, p. 36-37, Aug. 1969.

BURSTRAND, H. **Light gauge steel framing leads the way to an increased productivity for residential housing**. Swedish Institute of Steel Construction – SBI. 12 p. Stockholm. Sweden. 1998.

COELHO, R. de Q.; VARGAS, C. L. S.; HEINECK L. F. M. **Simulando a técnica da linha de balanço com recursos de programas de gerenciamento de projetos**. Piracicaba: Unimep, 1996.

DIECKMANN, J. E; THRUSH, K. B. **Project Control in DesignEngineering**. Construction Industry Institute: Texas, 1986

DRUCKER, P. **The information executives truly need. Harvard Business Review**, Boulder, 1995.

FINE, B. **The control of site costs: construction projects their financial policy and control**. Harlow: Construction Press, 1982.

FIUZA, G. C. P.; FERREIRA, K. A. **Gestão Das Construções Com Foco Na Construção Enxuta: Estudo De Casos Em Construtoras Do Interior De Minas Gerais**. Exacta, 2021.

FORMOSO, C.T. **A estimativa de custos de obras de edificações**. Porto Alegre, PPGECC/UFRGS, 1986.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, A. K. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G. **Cost accounting: a managerial emphasis**. 7th ed. Englewood: Prentice-Hall, 1990.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção** – Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction. Technical Report, Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering**, Stanford University, 1992.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Construction Management and Economics, London, v. 5, n. 3, p. 243-266, Mar. 1987.

LIMMER, Carl V.. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Ltc, 2013.

MACEDO, M. L. **A aplicação do método da linha de balanço na coordenação da execução de canteiros de habitações unifamiliares**. In: Simpósio Latino Americano de Racionalização da Construção e sua aplicação às Habitações de Interesse Social. Anais p. 777-786, São Paulo, 1981.

MAGALHÃES, R. M., MELLO, L. C. B. D. B., & BANDEIRA, R. A. D. M. **Planejamento em controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015.

MARCHESAN, P.R. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. 2001. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

MAZIERO, L. T. P. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas**, 1990.

MENDES JUNIOR, Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. 1999. 235 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NEALE, H; NEALE, D. **Construction planning**. London: Thomas Telford, 1989.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado**. Ambiente Construído, Porto Alegre, 2016.

PEREIRA FILHO, J. I.; ROCHA, R. A. DA; SILVA, L. M. DA. **Planejamento e controle da produção na Construção Civil para gerenciamento de custos**. Enegep, 2004

PEYERL, F. V. **Desenvolvimento de sistema de informações para controle de custos de obras de construção civil**; Curitiba, 2007.

PLOSS, G.W. **Cost accounting manufacturing: dawn of a new era**. Production Planning & Control, London, 1999.

PRADO, R. L. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço**. p. 122, 2002.

RIBEIRO, V. **Logística, sistema Toyota de produção e suas implicações na construção civil**, 2015.

ROCHA, C. C. **Gestão estratégica de custos**. In: **Construção mercado**. São Paulo, 2001.

SANTOS, A. DOS; CASA NOVA, S. P. DE C. **Proposta de um modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis**. RAE eletrônica, v. 4, n. 1, p. 1–234, 2005.

SAUER, N. **Integração Da Gestão De Custos Ao Planejamento E Controle Da Produção Baseado Em Localização Na Construção Com Apoio De Bim.** Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, p. 0–179, 2020.

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G.; PESONEN, S. **The combination of last planner system and location-based management system.** Lean Construction Journal, p. 43–54, 2010.

SEPPÄNEN, O.; MODRICH, R. U.; BALLARD, G. **Integration of Last Planner System and Location-Based Management System,** Perth, 2015.

DE SOUZA, V. F. L.; VOLTA, B. C.; MAGALHÃES, A. I. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas,** 2014.

STAHLWORTHY, E. A. **Development in project cost control.** The Cost Engineer, Amsterdam, 1980.

SUHAIL, S. A.; NEALE, R. H. **CPM/LOB: new methodology to integrate CPM and Line of Balance.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 120, n.3, p. 667-684, Sept. 1994.

ULHÔA, U. G. **Proposição de Diretrizes Focadas na Gestão para Melhorias no Controle de Prazo de Construção de Empreendimentos - Estudo de Caso em Obras da Região de Brasília-DF e Goiânia - GO.** [s.l.] Universidade de Brasília, 2012.

VANEGAS, J. A. et al. **A framework and practices for cost-effective engineering in capital projects in the A/E/C Industry.** A report to the Construction Industry Institute, the University of Texas at Austin, May 1998.