

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUCAS BALBUENO KARKOTLI

**PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO BASEADO EM
LOCALIZAÇÃO E O ORÇAMENTO COM VISÃO OPERACIONAL**

FLORIANÓPOLIS, 2021

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUCAS BALBUENO KARKOTLI

**PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO BASEADO EM
LOCALIZAÇÃO E O ORÇAMENTO COM VISÃO OPERACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil do
Departamento Acadêmico de Construção
Civil do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora:
Juliana Bonacorso Dorneles

FLORIANÓPOLIS, 2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Karkotli, Lucas

Proposta de Integração entre o Planejamento Baseado em Localização e o Orçamento com Visão Operacional / Lucas Karkotli; orientação de Juliana Dorneles. - Florianópolis, SC, 2021.

92 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Planejamento de Longo Prazo. 2. Linha de Balanço.
3. Orçamento com Visão Operacional. I. Dorneles, Juliana. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Proposta de Integração entre o Planejamento Baseado em Localização e o Orçamento com Visão Operacional.

PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO BASEADO EM LOCALIZAÇÃO E O ORÇAMENTO COM VISÃO OPERACIONAL

LUCAS BALBUENO KARKOTLI

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

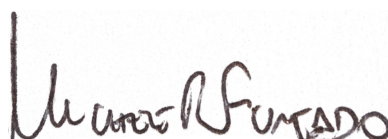
Florianópolis, 23 de setembro de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Juliana Bonacorso Dorneles, M.^a
Orientadora
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Dr.
Instituto Federal de Santa Catarina



Eng. Michele Rosal Furtado

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

A elaboração do orçamento executivo e o planejamento a longo prazo nas primeiras fases do empreendimento possui grande impacto para o sucesso da construção, decorrente a interação entre prazo e custo para execução de empreendimentos no setor da construção civil. Ao servirem de auxílio para o estabelecimento de metas gerais da construção, torna-se imprescindível a comunicação dos dados entre o planejamento e orçamento para o gerenciamento da obra. O controle de custos alinhado com a produção apresenta-se mais compreensível e menos suscetível a distorção dos dados, como também ocorre com o cronograma da obra ao depender de um financiamento para o andamento da obra. No entanto, a desconsideração da natureza da produção e a incerteza do setor da construção civil nos métodos tradicionais de planejamento à longo prazo e orçamento, podem acarretar em deficiências na gestão do empreendimento. Com o propósito de suprir as limitações dos métodos tradicionais, o presente trabalho busca inserir conceitos do *Last Planner System* (LPS) e do *Location-Based Management System* (LBMS) na construção do planejamento voltado ao controle da produção. Além de realizar o Orçamento com Visão Operacional a fim de adicionar aspectos relevantes da produção para gestão de custos. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo propor e analisar uma integração entre o planejamento baseado em localização e o orçamento com visão operacional para gestão do objeto de estudo, um empreendimento vertical misto no formato de SPE. Capaz de disponibilizar informações úteis e oportunas para servir de base para a tomada de decisões ao longo da construção. Os processos do trabalho foram sistematizados em um fluxo, considerando-se os passos necessários para a implementação da proposta de integração nas seguintes fases: estruturação, linha de balanço, orçamento com visão operacional, integração e validação. A estratégia de pesquisa utilizada foi a *Constructive Approach*, sendo que o artefato almejado foi uma proposta de integração, desenvolvido inicialmente a partir de um estudo bibliográfico. As principais contribuições do trabalho são a proposta de integração do planejamento e orçamento, a discussão sobre a construção do estudo para um empreendimento vertical e as análises geradas pela comunicação dos dados físicos-financeiros. A partir da proposta, concluiu-se que a utilização dos pacotes de trabalho e Estrutura de Locais do Projeto (ELP), herdados do sistema LBMS, para centralização dos dados de custo e produção, permitiu uma maior rastreabilidade e transparência para gestão de obra. O formato de apresentação dos dados possibilitou análises de processos indiretamente ligados com a gestão física-financeira, como controle de estoque e processo de compras. Por fim, apesar da limitação do trabalho ao empreendimento no formato SPE, verificou-se a possibilidade de adaptação da proposta conforme as diretrizes dos diferentes formatos de construção.

Palavras-chave: Planejamento de Longo Prazo. Linha de Balanço. Orçamento com Visão Operacional.

ABSTRACT

The elaboration of the executive budget and long-term planning in the first phases of the project has great emphasis on the success of the construction, due to the interaction between term and cost for the execution of projects in the civil construction sector. As supporting documents for the establishment of general construction goals, it is essential to communicate data between the planning and budget for the management of the project. The cost control aligned with production is more understandable and less susceptible to data distortion, as is the case with the project schedule, as it depends on financing for the progress of the project. However, the disregard of the nature of production and the uncertainty of the civil construction sector in the traditional methods of long-term planning and budgeting, can lead to deficiencies in the management of the project. In order to overcome the limitations of traditional methods, this work seeks to insert concepts from the Last Planner System (LPS) and Location-Based Management System (LBMS) in the construction of planning aimed at controlling production, and carry out the operational cost estimating in order to add relevant aspects of production for cost management. In this context, this work aims to propose and analyze an integration between location-based planning and operational cost estimating for managing the object of study, a mixed vertical building in the SPE format. Able to provide useful and timely information to serve as a basis for decision making throughout construction. The work processes were systematized in a flow, considering the necessary steps for the implementation of the integration proposal in the structuring, line of balance, operational cost estimating, integration and validation phases. The research strategy used was the Constructive Approach, and the desired artifact was an integration proposal, initially developed from a bibliographic study. The main contributions of the work are the proposal for the integration of planning and budgeting, the discussion on the construction of integration for a vertical building and the analyzes generated by the integration of physical-financial data. From the integration proposal, it was concluded that the use of work packages and Project Location Structure, inherited from the LBMS system, for the centralization of cost and production data, allowed greater traceability and transparency for the management of constructions. The data presentation format made it possible to analyze processes indirectly linked to physical-financial management, such as inventory control and the purchasing process. Finally, despite the limitation of the work to the project in the SPE format, the possibility of adapting the proposal according to the guidelines of the different construction formats was verified.

Key words: Long-term planning. Line of Balance. Operational cost estimating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interpretação da Linha de Balanço.....	18
Figura 2 – Avaliação do custo/benefício da obtenção da informação	23
Figura 3 – Indicadores gerados a partir das variações do custo e prazo	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 – Empreendimento X.....	35
Figura 5 – Delineamento da pesquisa	36
Figura 6 - Exemplo ilustrativo do orçamento executivo	43
Figura 7 - Localidades internas da ELP.....	45
Figura 8 - Localidades externas da ELP.....	45
Figura 9 - Estrutura de Locais de Projeto (ELP) na plataforma <i>Prevision</i>	46
Figura 10 - Divisão de pacotes de trabalho dentro das localidades	49
Figura 11 - Análise do fluxo ininterrupto das equipes.....	51
Figura 12 - Análise do fluxo contínuo nas localidades	51
Figura 13 - Análise de serviços externos com equipamentos	53
Figura 14 - Estrutura do orçamento com visão operacional	55
Figura 15 - Estrutura do orçamento	57
Figura 16 - Definição de custo associado ao tempo.....	61
Figura 17 - Dados extraídos do <i>Prevision</i>	63
Figura 18 - Estrutura dos dados inseridos no orçamento.....	64
Figura 19 - Orçamento dinâmico	66
Figura 20 - Linha de balanço do pacote de trabalho "INST. HID"	70
Figura 21 - Análise de custos por localidades ao longo do tempo	71
Figura 22 - Análise para o processo de compras	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB – *Activity-Based* – Planejamento Baseado em Atividade

CPM – *Critical Path Method* – Método do Caminho Crítico

CUB – Custo Unitário Básico

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

ELP – Estrutura de Locais de Projeto

LB – Location-Based – Planejamento Baseado em Localidade

LBMS – *Location-Based Management System*

LOB – *Line of Balance* – Linha de Balanço

LPS – *Last Planner System* – Sistema *Last Planner*

Ltda. – Sociedade Limitada

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PPC – Percentual de Pacotes Completos

SPE – Sociedade de Propósito Específico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Justificativa	11
1.2	Objetivos.....	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos.....	12
1.3	Delimitações	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Planejamento e Controle da Produção (PCP)	14
2.1.1	Planejamento Baseado em Atividade (AB).....	15
2.1.2	Planejamento Baseado em Localidade (LB).....	15
2.1.3	Sistema <i>Location-Based Management</i> (LBMS).....	16
2.1.4	Linha de Balanço (LOB).....	17
2.1.5	Sistema <i>Last Planner</i> (LPS).....	19
2.1.6	Integração do Sistema Last Planner (LPS) e Sistema <i>Location-Based Management</i> (LBMS).....	21
2.2	Gestão de Custos.....	22
2.2.1	Conceitos Básicos.....	24
2.2.2	Classificação do Orçamento	26
2.2.3	Orçamento com Visão Operacional	29
2.3	Interação entre Planejamento e Controle da Produção (PCP) com o Orçamento	30
2.3.1	Programação de Recursos	31
2.3.2	Curva ABC	32
3	METÓDO DE PESQUISA.....	33
3.1	Estratégia de Pesquisa.....	33

3.2	Objeto de Estudo	34
3.2.1	Descrição da Empresa.....	34
3.2.2	Descrição do Objeto.....	35
3.3	Delineamento da Pesquisa.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	Definição dos programas	38
4.1.1	<i>Prevision</i>	39
4.1.2	<i>Power BI</i>	40
4.2	Diagnóstico da Empresa	40
4.2.1	Planejamento de Longo Prazo.....	41
4.2.2	Orçamento Executivo.....	42
4.3	Proposta de Integração entre o Planejamento e Orçamento.....	43
4.3.1	Estrutura de Locais de Projeto (ELP)	44
4.3.2	Interligação dos Pacotes de Trabalho à Estrutura Analítica de Projeto.....	47
4.3.3	Técnica da Linha de Balanço.....	50
4.3.4	Estrutura do Orçamento com Visão Operacional	54
4.3.5	Comunicação entre Prevision e Excel pelo Power BI	62
4.4	Análise da Integração dos Dados.....	66
4.4.1	Planejamento de Médio Prazo.....	67
4.4.2	Gestão de Compras e Controle de Estoque	68
5	CONCLUSÕES.....	72
5.1	Recomendações para Trabalhos Futuros	74
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Visto o ambiente dinâmico e o sistema de produção incerto e variável da construção civil, não se pode executar em detalhes um planejamento confiável muito antes do planejamento detalhado das atividades (BALLARD, 2000). A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas à uma obra, por meio de atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento (MATTOS, 2019b).

Em busca de uma execução do empreendimento de forma precisa, torna-se necessário a aplicação de técnicas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) para geração de informações que sirvam como referência básica no controle e monitoramento da execução do empreendimento (LAUFER, 1990). Presente nos principais softwares de planejamento, o tradicional Método do Caminho Crítico (CPM) é utilizado por uma grande parcela das empresas de construção civil nos Estados Unidos para o gerenciamento de projetos (LOWE *et al.*, 2012). Mesmo que amplamente criticado como inadequado para o controle do trabalho em projetos relacionados a construção civil (KOSKELA *et al.*, 2014).

A escassez e baixa qualidade das informações disponibilizadas pelo planejamento tradicional, torna inviável o detalhamento com precisão do planejamento a longo prazo a partir do método (KOSKELA *et al.*, 2014). Por isso, frente essa deficiência, as técnicas de planejamento e controle da produção *Last Planner System* (LPS) e *Location-Based Management System* (LBMS), com características que suprem as necessidades do método tradicional, têm se destacado no cenário da construção civil (OLIVIERI *et al.*, 2015).

O LPS busca eliminar a variabilidade e as incertezas dos empreendimentos, por meio do planejamento em três níveis hierárquicos: longo, médio e curto prazo. O planejamento de longo prazo, também conhecido como planejamento master, apresenta as metas gerais no horizonte total da construção, a fim de puxar a produção a atingi-las. No médio prazo, busca-se conectar o longo com o curto prazo através da eliminação de restrições que impeçam a execução do curto prazo, como, por exemplo, insumos, mão de obra, projeto e etc. Enquanto, o curto prazo, serve para o acompanhamento e análise do cumprimento ou não do planejamento para uma retroalimentação de informações (BALLARD; HOWELL, 1998).

Com conceitos de criticalidade e *buffers* herdados do CPM, o LBMS busca trazer a transparência por meio da divisão do trabalho em localidades, conhecida como Estrutura de Locais de Projeto (ELP). A técnica baseada em localidade apresenta como principais aspectos a implantação de fluxo de trabalho contínuo e as restrições de locais, que impactam diretamente em melhor controle da produção (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012). Tendo como principal ferramenta a Linha de Balanço (LOB) (OLIVIERI *et al.*, 2015).

Apesar das técnicas terem abordagens diferentes, ambas visam atingir metas da filosofia *lean* de diminuir as perdas, aumentar a produtividade e diminuir a variabilidade (SEPPANEN *et al.*, 2010). Como também, apesar de serem metodologias independentes, alguns trabalhos ressaltam que são técnicas complementares e quando atuadas em conjunto geram mais benefícios do que implementadas de forma isolada (SEPPANEN *et al.*, 2010; OLIVIERI *et al.*, 2015; SAUER, 2020).

O planejamento tem suma importância para o desenvolvimento do empreendimento, no entanto, quando se trata de controle e programação da obra, não se pode deixar de lado a gestão de custos do empreendimento (KNOLSEISEN, 2003). Em específico, o orçamento, visto que, apresenta-se como produto final na gestão de custos da construção civil (CABRAL, 1988; KERN, 2005).

A partir do produto gerado, além da previsão de recursos financeiros para geração da obra, pode-se extrair levantamento de materiais e serviços dos pacotes de trabalho, auxiliar na validação e elaboração de planejamentos e realizar o acompanhamento sistemático da aplicação da mão de obra (KNOLSEISEN, 2003). Para isso, o grau de detalhamento, estrutura e processo de determinação de custos deve gerar as informações de acordo com propósitos estabelecido ao orçamento (DAVIS, 1974).

Frente as formas de orçamentação, o orçamento convencional, também conhecido como orçamento analítico, apresenta-se como a forma mais utilizada na construção civil (MENDONÇA, 2006). Realizado a partir de composições de custos unitárias com seus respectivos índices de consumo, utiliza de quantitativos para determinar o custo de cada serviço da obra (ANDRADE; SOUZA, 2003). Por esse motivo, não leva em consideração os fatores de operações para determinação dos custos (CABRAL, 1988).

Em contra partida, o orçamento operacional se diferencia do convencional pelo fato de ao invés de estimar os custos pelas quantidades, possui o tempo como fator principal de cálculo (CABRAL, 1988). Fator que proporciona ao orçamento uma melhor comunicação entre a gestão dos custos e acompanhamento da produção (KERN, 2005).

O orçamento operacional proporciona a rastreabilidade dos recursos, equipamentos e equipes necessárias para execução das atividades (GALVÃO *et al.*, 1990 apud SAUER, 2020). E apesar dos ganhos gerados pelo processo de orçamentação, a prática não tem sido muito utilizada devido a necessidade de detalhamento de forma rígida nas fases iniciais do empreendimento (CABRAL, 1988).

Formoso (1986 apud KERN, 2005) comenta, então, sobre a possibilidade de trazer a visão operacional para o orçamento convencional. A simples distinção entre os custos relativos ao tempo e os custos proporcionais à quantidade pode trazer importantes benefícios à integração entre orçamento e planejamento e controle da produção.

Outro ponto a ser levantado é a presença de diferentes insumos associados a uma mesma atividade, os insumos podem possuir formas distintas de desembolso de custo e precisam ser analisados diante à produção e gestão de custos. Como exemplo, o pagamento da mão de obra pelo critério de medição que ocorre dentro do mês da realização da atividade. Enquanto o desembolso relativo ao custo dos materiais pode se dar em meses anteriores, no mês de execução ou em meses seguintes, com valor parcelado ou não, a depender da forma de pagamento estipulada com o fornecedor (PETERS, 1984).

Por fim, a integração entre o orçamento e o planejamento e controle da produção se mostra essencial tanto na realização do orçamento, a fim de considerar a natureza da produção, quanto no controle dos custos, a fim de monitorar as alterações que ocorrem no decorrer da produção. Portanto, como premissa da integração, a organização da informação do orçamento ao planejamento de longo prazo deve ser compatível, o que não é possível pela forma tradicional de orçamentação (KERN; FORMOSO, 2004).

1.1 Justificativa

O autor do presente trabalho realizou o estágio profissionalizante em uma administradora de obras, a qual gerenciava e acompanhava a execução de obras verticais no formato de Sociedade de Propósito Específico (SPE). Um modelo empresarial cujo objeto social é limitado a um só fim específico, ou seja, a razão de existência dessa sociedade é justamente o cumprimento desse propósito específico, findo o qual, a mesma será extinta (TOLEDO, 2009).

No formato aplicado pela empresa, o objeto tratava-se de um empreendimento e sócios-investidores ingressavam na sociedade formada com o objetivo de contribuir na integralização do capital social, por meio de aportes proporcionais as cotas adquiridas. Assim, como sócios-investidores da incorporação, passam a ter o direito de realizar o acompanhamento físico e econômico do empreendimento, apresentado como umas das principais vantagens do tipo societário (WILLEMANN, 2019).

No entanto, visto a formato de elaboração do planejamento, como também, do orçamento de forma tradicional, aspectos ligados a produção não eram possíveis de serem identificados e conseqüentemente afetava no acompanhamento físico-financeiro. Além da falta de comunicação entre as estruturas do orçamento e planejamento, que, conseqüentemente, exigia mais tempo para o gerenciamento integrado.

Frente esse cenário e da relevância dos temas para gestão de obra, o autor se motivou a propor uma integração entre o planejamento e orçamento, a fim de disponibilizar informações integradas do custo com a produção. O modelo proposto buscou abordar o orçamento com visão operacional, para permitir uma gestão de custos com maior rastreabilidade e controle (KERN, 2005; MARCHIORI, 2009). Como também, poder identificar desvios de custos e realizar o controle de forma antecipada (SAUER, 2020).

Enquanto o planejamento, visando um controle da produção, abordou a técnica do LPS com foco em tratar a variabilidade e as incertezas características do empreendimento (OLIVIERI et al., 2015). Em conjunto com o LBMS, que proporciona a transparência do fluxo de trabalho (OLIVIERI et al., 2015).

Nessa linha, o planejamento de longo prazo será elaborado por meio da técnica da Linha de Balanço. A fim de gerar um sistema de gerenciamento baseado

em localização, no qual as localidades apresentam-se como centros de informações do projeto (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012).

1.2 Objetivos

Os objetivos do trabalho estão divididos em objetivo geral e objetivos específicos, e serão apresentados a seguir:

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho consiste em apresentar uma proposta de integração entre o planejamento baseado em localização e o orçamento com visão operacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos proposto para o presente trabalho são:

- a) Definir uma estrutura analítica de projeto que permita uma comunicação direta entre o orçamento e o planejamento da obra;
- b) Gerar dados a serem inseridos nos pacotes de trabalho para auxiliar no processo de compras e análise de restrições no horizonte de médio prazo;
- c) Disponibilizar em uma estrutura dinâmica dos dados integrados do planejamento e do orçamento, que permita a realização de análises visual dos dados.

1.3 Delimitações

O presente trabalho possui delimitações em relação ao seu desenvolvimento que devem ser consideradas.

O objeto de estudo trata-se de um empreendimento vertical multifamiliar alto padrão executado por uma administrado de obras. Por esse motivo, a proposta de integração se restringe as diretrizes de trabalho da empresa e pode apresentar

aspectos que se diferenciam da realidade de outras empresas e formatos de construções no setor da construção civil.

A elaboração do orçamento com visão operacional parte do conceito de operação apresentado por Cabral (1988) como qualquer tarefa executada por uma mesma equipe sem interrupções e com um início e fim bem definidos. O processo construção parte do planejamento com objetivo de inserir a produção no controle e gerenciamento por meio dos custos da obra.

Entretanto, o processo de desagregação das operações do orçamento operacional (CABRAL, 1988) inclui etapas que não agregam valor e, por isso, não são consideradas nas medições para o pagamento da mão de obra terceirizada pela empresa em estudo. Como exemplo, os processos de transporte e produção de argamassa em obra que não estão ligados diretamente a medição do serviço. Um dos casos mencionado por Marchiori (2009), em que o alto grau de detalhamento de custos não gera benefícios para a realização de análises e controle.

Nesse contexto, a utilização do orçamento com visão operacional segue as diretrizes propostas por Sauer (2020). Ao descrever os custos de produção do empreendimento, como também, elaborar uma divisão e classificação dos custos para facilitar a integração com o planejamento de longo prazo e análise dos custos. Enquanto, os custos variáveis em função do tempo serão definidos pela duração dos pacotes de trabalho dos quais são atrelados, no planejamento elaborado.

A proposta de integração neste trabalho ocorreu pelo uso específico de programas para sua elaboração. A elaboração do planejamento por meio da técnica da Linha de Balanço foi pelo uso específico da plataforma *Prevision*, enquanto o orçamento com visão operacional foi por meio do software Microsoft Excel 2016.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os conceitos bibliográficos para a elaboração do presente trabalho seguem nos itens a seguir, contextualizando os temas que fazem concordância: planejamento e controle da produção; gestão de custos; e interação entre planejamento e controle da produção com o orçamento.

2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

O planejamento é um processo de tomada de decisão que facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento e produz informações que servem como referência básica para monitorar e controlar a execução de empreendimentos de construção (LAUFER, 1990). Enquanto, Formoso (1991) reforça o planejamento como um processo gerencial de tomada de decisão e destaca que sua implantação só ocorre de forma efetiva quando acompanhado do controle.

A partir do planejamento é possível gerar metas que proporcionam um melhor gerenciamento dos processos produtivos. Enquanto, o controle garante o cumprimento dessas metas, avalia sua conformidade com o planejado, e, conseqüentemente, fornece informações para a preparação de planos futuros (HOWELL; BALLARD, 1996). Ressaltando a sua importância para efetivação do plano, visto que, as deficiências dos planejamentos estão entre as principais causas da baixa produtividade, das elevadas perdas e da baixa qualidade da produção no setor da construção civil (MATTOS, 2019b).

O sistema de planejamento de obras possui duas principais classificações quanto as metodologias de planejamento aplicadas na construção: Baseado em Atividade (AB) e Baseado em Localização (LB) (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012; KENLEY; SEPPÄNEN, 2009a). Ambas metodologias possuem vários métodos e técnicas associadas a elas, entretanto, as metodologias são principalmente associadas, respectivamente, com o Método do Caminho Crítico (CPM) e com a técnica da Linha de Balanço (LOB) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

2.1.1 Planejamento Baseado em Atividade (AB)

No planejamento baseado em atividade, o projeto pode ser detalhado apenas com pacotes individuais de trabalhos (atividades), nas quais carregam as informações do projeto, e das relações lógicas construídas a partir das atividades. Cada atividade individual é considerada livre para se mover no tempo, desde que mantenha a relação lógica com seus predecessores e sucessores (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009). Classificado como planejamento tradicional na construção civil, o método tem como foco principal o desenvolvimento de cronogramas para análise de caminho crítico (CPM) do empreendimento (OLIVIERI *et al.*, 2015).

Os modelos tradicionais de planejamento e controle estão fortemente embasados na utilização do Método do Caminho Crítico (CPM). No entanto, os métodos tradicionais de planejamento e controle da produção (PCP) utilizados possuem limitações (KOSKELA; HOWELL, 2002). Fortemente criticados na literatura por não considerarem devidamente as interferências entre processos, a variabilidade de processos, incertezas na disponibilidade de recursos, e por resultarem em excesso de folgas de tempo, o que tende a aumentar a duração dos empreendimentos (LAUFER; TUCKER, 1987; KOSKELA *et al.*, 2014).

Os métodos tradicionais de PCP também têm sido criticados por não darem suporte à natureza repetitiva dos empreendimentos de construção (ARDITI *et al.*, 2002), apresentando dificuldades em termos de permitir a visualização dos fluxos de trabalho em múltiplos locais e os processos repetitivos (VARGAS; FORMOSO, 2020).

2.1.2 Planejamento Baseado em Localidade (LB)

No planejamento baseado em localidades, projeto pode ser detalhado incluindo pacotes individuais de trabalhos (atividades) em uma entidade inteira conectada chamada de tarefa, que representa a agregação de atividades distribuídas nas localidades. Deste modo, o método foca na tarefa que se move pelas unidades de produção (locais). E essas tarefas se comunicam por meio de uma rede de relacionamentos lógicos complexos, por isso, os dados do projeto ficam tanto na tarefa quanto no local (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

Embora a método seja basicamente expresso de forma gráfica, as técnicas baseadas em localização têm mostrado a possibilidade de incorporar toda a gama de relacionamentos lógicos do CPM entre as atividades das tarefas, como também, entre as tarefas. Além das informações e relações que podem ser extraídas das atividades/tarefas a partir das suas localidades (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

2.1.3 Sistema Location-Based Management (LBMS)

O LBMS trata-se de uma técnica de PCP, embasada nas localidades das construções, que adiciona aspectos omissos em outras técnicas no processo de construção: fluxo de trabalho contínuo e as restrições de locais (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012). Entretanto, para que seja desenvolvido o planejamento com base no LBMS, conceitos herdados do método CPM apresentam-se como pré-requisito, especificamente os conceitos de criticalidade e *buffers* (OLIVIERI *et al.*, 2015).

A criticalidade corresponde a identificação do caminho crítico a partir das tarefas/atividades que podem gerar atraso no empreendimento. Enquanto, os *buffers* são definidos como adição de tempo de forma estratégica entre duas atividades, afim de absorver variações. Diante desses dois pontos, o LBMS integra as características do CPM ao introduzir as folgas sob aspecto de criticalidade e analisar-las como restrições técnicas das atividades (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012).

As localizações nesse caso como unidades de análise, se destacam ao se apresentarem como centros do sistema de gerenciamento baseado em localização. Por meio destas, extraímos todos os dados do projeto e utilizamos das mesmas para realizar a divisão do trabalho principal, logo, a Estrutura de Locais de Projeto (ELP) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2010).

Como uma divisão menor da EAP gerada por localidades, a ELP possui uma estrutura variável de obra para obra. A escolha pelas ELP leva em consideração a quantidade de torres, de pavimentos, de apartamentos, e as restrições técnicas de execução, como exemplo, a separação das fachadas (localidades) na prumada em que será instalado o elevador cremalheira (OLIVIERI *et al.*, 2015).

A sua escolha possui bastante impacto no sistema LBMS, pois indica como será o fluxo de recursos dentro do projeto, auxiliando a identificar as restrições de

cada local. A estrutura permite que os planejadores aloquem um grupo de atividades ou tarefas por meio dos locais (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012). Também vale ressaltar, que a escolha da ELP traz consequências diretas quanto ao número de relacionamento lógicos, a quantificação dos recursos, aos processos de logística, ao controle dos planos e visualização do fluxo ininterrupto (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

De uma forma geral, verifica-se que o sistema LBMS está inserido na metodologia LB. No entanto, enquanto o sistema LBMS possui um foco mais amplo e direcionado ao processo de controle da produção, o LB foca principalmente no processo de planejamento (OLIVIERI *et al.*, 2015). O foco no planejamento da metodologia LB ocorre através das técnicas e métodos associados, como a Linha de Balanço (LOB) apresentada a seguir.

2.1.4 Linha de Balanço (LOB)

A técnica de planejamento de longo prazo, Linha de Balanço, teve sua origem durante a Segunda Guerra Mundial como uma ferramenta para o monitoramento e controle da produção de plantas de guerra pela empresa americana Goodyear Tire and Rubber Company em 1941. O desenvolvimento da técnica ocorreu logo em seguida pela Marinha dos Estados Unidos durante a mesma guerra e a Guerra da Korea. Entretanto, apenas no meio dos anos 60 ocorreu a expansão da técnica devido ao interesse e crescimento da indústria da construção do Reino Unido (SUHAIL, 1995). Atualmente, a técnica de LOB é utilizada especialmente em projetos com natureza repetitiva, como prédios altos, túneis, estradas e entre outros. (BIOTTO, C. *et al.*, 2017)

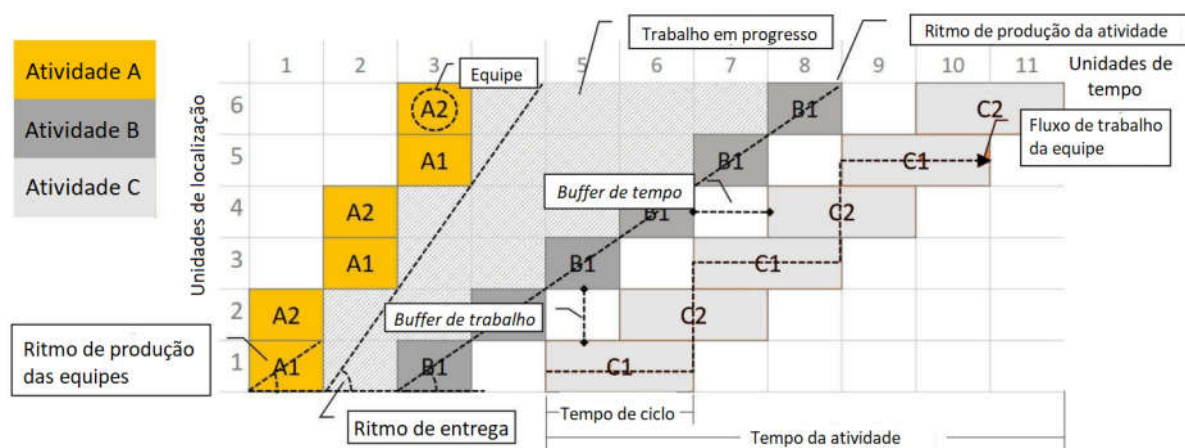
A Linha de Balanço consiste em um gráfico “tempo x localização” que permite ao planejador explicar explicitamente o fluxo de trabalho (SEPPÄNEN; KANKAINEN, 2004). A ferramenta visual indica a sequência das atividades através das repetitivas unidades de trabalho, localidades, como apartamentos, pavimentos ou casas individuais (JUNQUEIRA, 2006).

O método de planejamento é apropriado para o planejamento de projetos de natureza repetitiva, devido ao método aproveitar do fluxo contínuo de trabalho para representação das atividades. Tendo como principal conceito o fluxo ininterrupto de trabalho das equipes sobre as localidades de produção, com um período de tempo

fixo de trabalho para todas localidades. Assim, não há o desperdício de tempo entre o fim de uma atividade em uma localização e o início da mesma em outra (MENDEZ JR.; HEINECK, 1999).

Os pacotes de trabalhos exibidos na Linha de Balanço permite que seja identificado alguns detalhes em relação ao progresso dos trabalhos, como a atividade a ser realizada (o que); a equipe que irá executar a atividade (quem); o local de execução da atividade (onde); e o momento em tempo que a atividade seja executada (quando) (MOURA *et al.*, 2014). A fácil interpretação devida o formato do gráfico ainda proporciona dados da taxa de produção, fluxo das equipes (VALENTE *et al.*, 2014), a visualização de trabalhos em progresso, uma melhor reutilização de equipes em diferentes operações, melhor definição das tarefas e gestão visual (JUNQUEIRA, 2006), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Interpretação da Linha de Balanço



Fonte: Adaptado de BIOTTO (2020)

De forma objetiva, a técnica diretamente relacionada com os conceitos básicos da filosofia da construção enxuta (*Lean Construction*) procura explicitar os ritmos de produção e os fluxos de trabalho, conferindo, assim, uma maior visibilidade ao processo produtivo. Contudo, uma deficiência desta técnica, reside no fato que a mesma explicita o fluxo de mão-de-obra, mas não analisa o fluxo de materiais (TOMMELEIN, 1998).

2.1.5 Sistema *Last Planner* (LPS)

Por conta do ambiente dinâmico e o sistema de produção incerto e variável, não se pode executar em detalhes um planejamento confiável muito antes dos eventos terem sido planejados (BALLARD, 2000). Visto que, a incerteza sobre a execução de uma atividade aumenta com o aumento do horizonte necessário para a implementação de um determinado plano (LAUFER, 1997). Assim, em busca de uma tomada de decisões mais assertiva foi desenvolvido por Ballard e Howell (1998) o *Last Planner System* (LPS).

O LPS pode ser entendido como um modelo de PCP (VARGAS; FORMOSO, 2020) que combina o controle e melhoria por meio de pacotes de trabalho semanais, para lutar contra a variabilidade e pelas perdas causadas por essa variabilidade (KOSKELA, 2000). Com o mecanismo de puxar a produção inserido na técnica, busca de forma proativa evitar a falta de recursos para que as novas atividades iniciem dentro do planejado (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Construído com base nos conceitos e princípios da filosofia de produção enxuta (*Lean Production*), o sistema tem apresentado resultados satisfatórios em diversos empreendimentos de construção (BALLARD, 2000). Utilizado de acordo com a sua estrutura geralmente dividida em três níveis hierárquicos: Planejamento Master, *Lookahed Planning* e Planejamento de Comprometimento (OLIVIERI, 2016).

2.1.5.1 Planejamento Master (Longo Prazo)

O planejamento de longo prazo tem como horizonte todo o período de construção, sendo realizado nas fases iniciais do empreendimento, possui um baixo grau de detalhamento, devido às incertezas presentes no sistema construtivo (BALLARD; HOWELL, 1997). Descreve todo o trabalho que deve ser executado através de metas gerais, por esse fato destina-se a alta gerência, a fim de mantê-la informada sobre as atividades que estão em execução (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Neste nível são determinados especificações das atividades, entre os empreiteiros especializados, como ainda, em termos de suas durações e principais recursos envolvidos (TOMMELEIN, I.; BALLARD, G., 1997), o ritmo de produção, a

estratégia de ataque e datas marco da obra (FORMOSO, 1999). Em conjunto com os dados do orçamento, o plano ainda define a partir do ritmo um fluxo de despesas que deve ser compatível com o estudo de viabilidade (FORMOSO *et al.*, 2001 apud OLIVIERI, 2016).

2.1.5.2 *Lookahed Planning (Médio Prazo)*

O planejamento de médio prazo tende a ser um planejamento móvel, por isso, denominado como *Lookeahead Planning* (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Sobre um nível tático, busca vincular as metas fixadas no plano de longo prazo com aquelas designadas no curto prazo (FORMOSO, 1999). Criado com o objetivo de controlar o fluxo de trabalho, alertar a aquisição de materiais/informações necessárias para execução e monitorar a conclusão dos pré-requisitos de trabalho (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Esse nível ocorre a identificação e remoção das restrições para execução das atividades, com o intuito de criar uma relação de confiabilidade com o próximo nível, o planejamento de curto prazo e, conseqüentemente, a redução de custos e durações (BALLARD; HOWELL, 1998). Conforme explicado por Bernardes (2001), visto que a utilização desse nível para análise dos fluxos de trabalho, proporciona um sequenciamento que reduz a parcela das atividades que não agregam valor ao processo produtivo.

2.1.5.3 *Planejamento de Comprometimento (Curto Prazo)*

O planejamento de curto prazo consiste na definição de pacotes de trabalho, geralmente semanais, determinados após a análise do que se “deve” contra o que “pode” ser feito, visto que as atividades requerem de recursos disponíveis e de pré-requisitos cumpridos (BALLARD; HOWELL, 1998), conforme estabelecidos no médio prazo. Portanto, esse nível possui o papel de orientar diretamente à execução da obra (FORMOSO, 1999).

Assim, deve haver forte ênfase no engajamento das equipes com as metas estabelecidas, o que pode ser alcançado através das reuniões periódicas (FORMOSO, 1999). E por meio desse aumento da colaboração entre as equipes

permite, ainda, que as partes interessadas saibam das interdependências entre as atividades (VIANA, 2015). Tendo esse comprometimento das equipes como uma forma de buscar um fluxo de trabalho estável (BALLARD; HOWELL, 1998).

No final do ciclo de curto prazo adotado (diário, semanal ou quinzenal), procede-se o monitoramento das metas executadas e registro das causas pelas quais as mesmas não cumpriram o planejado (BERNARDES, 2001). Podendo ser controlado por meio de um indicador de eficiência dos planos, o PPC (Percentual de Pacotes Completos) expresso na Equação 1, dado pelo quociente do número de tarefas concluídas pelo número de tarefas planejadas (BALLARD; HOWELL, 1998).

$$PPC = (atividades realizadas / atividades programadas) \times 100 \quad (1)$$

2.1.6 Integração do Sistema *Last Planner* (LPS) e Sistema *Location-Based Management* (LBMS)

Em análise dos dois modelos de PCP apresentados, o LPS recebe críticas por considerar a medição de desempenho do projeto a partir da execução de atividades no curto prazo (HUBER; REISER, 2003). Enquanto o LBMS, por sua vez, necessita dos aspectos de relacionamentos lógicos contidos nos planos gerados através do CPM (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012; KENLEY; SEPPÄNEN, 2010).

Quanto aos pontos principais dos modelos, o LPS apresenta a vantagem de lidar com as incertezas características de empreendimentos da construção civil a partir da análise e remoção de restrições (HAMZEH *et al.*, 2012). Enquanto o LBMS proporciona mais transparência ao processo de planejamento e controle da produção ao contemplar aspectos importantes como o fluxo de trabalho e restrições de locais (BÜCHMANN-SLORUP *et al.*, 2012; KENLEY; SEPPÄNEN, 2010).

Os sistemas LPS e LBMS são ferramentas do sistema de planejamento e controle baseados na filosofia *lean*, que aplicados em conjunto trazendo grandes benefícios se comparados a implementações isoladas de cada sistema (SEPPÄNEN *et al.*, 2015). O LBMS complementa o LPS ao abordar de forma mais ampla as análises de prazos e, ainda, através dos pacotes melhores definidos possibilita uma maior transparência quanto aos possíveis atrasos no prazo final do projeto (OLIVIERI, 2016). O LPS foca nos aspectos sociais e de comprometimento do planejamento,

enquanto o LBMS 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 (SEPPÄNEN *et al.*, 2015).

No nível de planejamento de longo prazo, esta abordagem permite obter uma visão geral das informações com maior precisão a respeito dos locais, fluxo de trabalho, simultaneidade e interferências (LUCKO *et al.*, 2014). No nível de médio prazo, pode-se visualizar a localização real das diferentes especialidades e formas de rearranjá-las, como também, identificar problemas, de forma antecipada, relacionados à capacidade e taxas de produção para que a produção ocorra de forma ininterrupta. Enquanto, no nível de curto prazo, facilita o monitoramento com informações detalhadas dos pacotes de trabalho semanais planejados em relação ao previsto, alocados nas diferentes zonas de trabalho ininterrupta (LUCKO *et al.*, 2014; SEPPÄNEN *et al.*, 2015).

A integração permite que as durações das atividades deixem de ser inseridas de forma subjetiva, incorporando folgas, e passem a ser calculadas a partir das divisões dos locais, das quantidades, dos recursos e das taxas de produção das equipes, melhorando a eficiência dos recursos. Por fim, Olivieri (2016) comenta que o detalhamento da EAP, muitas vezes ineficiente, tende a ser corrigido por meio da utilização da ELP.

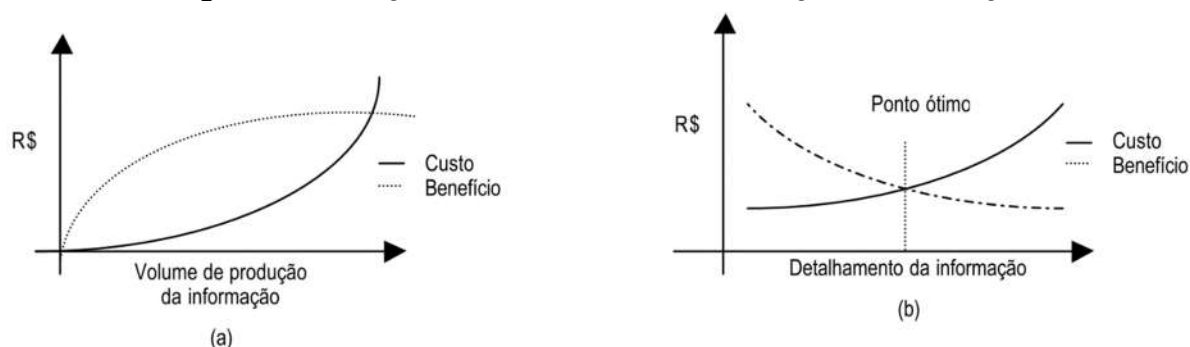
2.2 Gestão de Custos

O sistema de gestão de custos gera uma elevada quantidade de informações para atender distintos propósitos. Então, em busca de uma gestão eficaz das mesmas, devemos definir as informações necessárias em termos de objetivo, formato, relevância, utilidade e pontualidade (DAVIS, 1974).

As informações geradas devem enfatizar fatos que precisam de atenção num tempo hábil para que decisões oportunas sejam tomadas. Relatórios com muitos dados precisos, tardios e de pouca relevância não são eficazes, visto que induzem à tomada de decisões errôneas. Assim, torna-se mais importante estimar e controlar variáveis significativas do que envolver um grande esforço para obter números precisos de variáveis não importantes (PLOSSL, 1999).

Além da relevância, outra análise importante a ser realizada é a relação entre o custo e o benefício da informação. O processo para obtenção de informações pode obter um custo superior ao benefício que a mesma gera, por esse motivo torna-se necessário avaliar o benefício oriundo de uma certa informação com os custos (esforços) necessários para sua obtenção (BORNIA, 2002).

Figura 2 – Avaliação do custo/benefício da obtenção da informação



Fonte: Bornia (2002).

Conforme a Figura 1 (a), à medida que o volume de informações aumenta, o benefício tende a se estabilizar, enquanto o custo tende a crescer. Como também, ilustrado na Figura 1 (b), existe um ponto no qual a partir dele o aumento do detalhamento da informação resulta em um custo excessivamente alto em relação ao benefício.

Frente a gestão de custos da construção civil, tem-se como produto final o orçamento da obra, que trata-se do documento relativo aos custos de um empreendimento, geralmente realizado nas primeiras fases do empreendimento (KERN, 2005). Ressaltando a visão do orçamento como produto, Cabral (1988) traz a seguinte definição:

“consiste na previsão dos recursos financeiros necessários à geração de uma obra, [...] poderá englobar o orçamento das vendas, de caixa e de custos relativos exclusivamente a uma obra” (CABRAL, 1988, p. 36).

Uma peça básica para o planejamento, controle e programação de obras da construção civil pelo fato da sua possibilidade de utilização para estabelecimento e divulgação de metas a serem cumpridas. Além de outros fatores como levantamento dos materiais e serviços, análise de viabilidade econômico-financeira, realização de acompanhamento sistemático da aplicação da mão de obra e materiais para cada

etapa das atividades executadas, bem como auxílio para realização de cronogramas físicos (KNOLSEISEN, 2003).

2.2.1 Conceitos Básicos

Para elaboração do orçamento os dados devem ser processados para obtenção das informações (BORNIA, 2002). No caso da construção civil, o sistema de custeio tem como produto final o orçamento da obra, geralmente realizado nas primeiras fases do empreendimento. Os custos na construção civil podem ser classificados de acordo com dois critérios: modo incidência (diretos ou indiretos) e volume de produção (variáveis e fixos) (SAUER, 2020).

2.2.1.1 Custos diretos

Classificado conforme a facilidade de alocação dos custos ao produto, os custos diretos são aqueles facilmente rastreáveis ao objeto (ANTUNES JR, 1998), que podem ser identificados ou relacionados com o produto em execução, ou parte dele, podendo ser apropriados diretamente (MARTINS, 1995). Como a mão de obra, materiais e, ainda, equipamentos, incorporados ou não ao produto (LIMMER, 1996).

Os custos diretos, em parte, são definidos pelos projetos através da especificação de materiais e respectivas quantidades de utilização. Também são fortemente influenciados pelo processo de produção, em virtude dos métodos construtivos empregados, que definem a utilização de equipamentos especiais (custos de mobilização, operação e desmobilização) e os quantitativos de mão de obra para a materialização do projeto no produto final (BORNIA, 2002).

No caso de utilização de mão de obra terceirizada ou mão de obra subempreitada, os custos da mão de obra são definidos nos contratos com os empreiteiros, que podem prever um preço global ou preços por unidade de serviços, considerando-se quantitativos dos projetos e métodos executivos (KERN, 2005).

2.2.1.2 Custos indiretos

Classificado conforme a facilidade de alocação dos custos ao produto, os custos indiretos são aqueles dificilmente atribuídos ao objeto de custo, necessita-se, normalmente, que sejam apropriados separadamente e que utilize um critério de rateio (ANTUNES JR, 1998; MARTINS, 1995). Não se relacionarem diretamente com um produto ou parte dele, ou que não são imputados diretamente, por razões econômicas ou dificuldades práticas de apropriação (MARTINS, 1995).

Os custos indiretos, na sua grande maioria, dependem do prazo de produção, pois a sua estimativa leva em conta o tempo que a obra utiliza os recursos da empresa (custos de administração). Além disso, o contrato também influencia o custo indireto do empreendimento, uma vez que dentre os custos da empresa é considerada uma parcela para cobrir o risco do negócio (contingência), que depende essencialmente do tipo e escopo da contratação (BORNIA, 2002).

2.2.1.3 Custos fixos

Os custos fixos, na sua maioria, são custos indiretos que não variam com a quantidade produzida. Dependem fortemente do prazo da obra e independente do volume de produção (MARCHESAN, 2001), como exemplo o salário de um gerente (KERN, 2005).

No entanto, alguns custos diretos em um horizonte de tempo um pouco mais longo são considerados fixos (MARCHESAN, 2001). O custo de um equipamento alugado, por exemplo, pode ser fixo dentro de um mês, porém ser variável dentro de um ano (JOHNSON; KAPLAN, 1987).

2.2.1.4 Custos variáveis

De uma maneira geral, é possível afirmar que a maioria dos custos diretos é variável, pois depende do volume da produção (MARCHESAN, 2001). São considerados como custos diretos todos itens referentes aos insumos da obra, como os custos de materiais, de equipamentos, de mão-de- obra e de encargos sociais (LIMMER, 1996; DIAS, 2003). No entanto, vale ressaltar que alguns custos indiretos

podem ser variáveis, como por exemplo alguns impostos e taxas (MARCHESAN, 2001).

Outro ponto a ser considerado por um sistema de gestão de custos a respeito da ocorrência dos custos variáveis, é a diferença temporal que pode haver entre o tempo em que um recurso é utilizado no canteiro (gasto) e o tempo em que o mesmo é pago aos fornecedores (desembolso). Esse intervalo de tempo pode ser positivo ou negativo, a depender do método de pagamento da empresa (PETERS, 1984).

2.2.1.5 Custo Unitário Básico (CUB)

O Custo Unitário Básico representa o custo da construção, por m², cada um dos padrões de imóvel estabelecidos. O CUB de cada projeto-padrão é calculado aplicando-se aos coeficientes constantes dos quadros da NBR 12.721 (lotes básicos) aos preços unitários dos insumos (material e mão-de-obra) ali relacionados (MATTOS, 2019a). Assim, conforme o artigo 54 da Lei Federal nº 4.591, os sindicatos estaduais da indústria da construção civil têm a obrigação de divulgar mensalmente, até o dia 5 de cada mês, os custos unitários de construção a serem adotados nas respectivas regiões, de acordo com as normas e critérios de cálculo.

Além de assumir o papel de referência mensal para o custo do metro quadrado de construção, o CUB serve de valor referencial para indexação dos custos na manutenção de contratos, devido a evolução inflacionária no Brasil (SCHMITT, 1991).

2.2.2 Classificação do Orçamento

Frente ao grau de detalhamento, estrutura e processo de determinação dos custos, a literatura apresenta, pelo menos quatro formatos de orçamentação na construção civil: estimativa de custos, orçamento preliminar, orçamento convencional e orçamento operacional (CABRAL, 1998; KNOLSEISEN, 2003; MATTOS, 2019a). Na mesma sequência de apresentação dos orçamentos, ocorre um crescimento no número de detalhes e etapas do projeto, como também uma redução do grau de incerteza e margem de erros (MATTOS, 2019a).

2.2.2.1 Estimativa de Custos

Com objetivo de ter uma noção da ordem de grandeza do custo do empreendimento, a estimativa de custos tem como base o uso de custos históricos e a comparação com projetos similares (MATTOS, 2019a). Nessa fase, geralmente, o orçamentista não possui projetos completos para extração de quantitativo e levantamento de custos reais. Visto que, a estimativa de custos busca validar a viabilidade do empreendimento (MUTTI, 2013).

De forma geral, no caso de obras de edificações, a estimativa de custos utiliza do indicador de custo do metro quadrado construído. No qual, pode ser determinado por meio de fontes de referência desse parâmetro, sendo o Custo Unitário Básico (CUB) o mais utilizados (MATTOS, 2019a).

2.2.2.2 Orçamento Preliminar

No orçamento preliminar, trabalha-se com uma quantidade maior de indicadores, que proporcionam um aprimoramento da estimativa inicial. Os indicadores servem para gerar pacotes de trabalho menores, de maior facilidade de orçamentação e análise de sensibilidade de preços. Contém maior detalhamento em comparação à estimativa de custos, porém é menos preciso em relação ao orçamento analítico (MATTOS, 2019a).

2.2.2.3 Orçamento Convencional

Estimado com base nos projetos (produto final) (CABRAL, 1988), tradicionalmente, o orçamento convencional é a forma mais utilizada para orçamentação na construção civil (MENDONÇA, 2006). Nesse orçamento, os custos diretos de produção são obtidos através do produto entre a quantidade do serviço e o custo unitário de execução (ANDRADE; SOUZA, 2003).

O quantitativo consiste no levantamento das quantidades de serviços que compõem os projetos executivos, vinculados às respectivas especificações técnicas e critérios de medição. Enquanto a composição unitária é constituída pela definição

da especificação do serviço a ser executado, sua unidade de medida e a identificação dos componentes a serem utilizados, ou seja, insumos (materiais, mão-de-obra e equipamentos) necessários à sua execução, associados às respectivas unidades e coeficientes de consumo para executar uma quantidade unitária do serviço (PINI, 1999). Quanto aos coeficientes de consumo, geralmente, são obtidos através de apropriações em canteiro de obras (MENDONÇA, 2006).

Além do custo dos serviços (custo direto), são computados também os custos de manutenção do canteiro de obras, equipes técnica, administrativa e de suporte da obra, taxas e emolumentos, etc. (custo indireto), chegando a um valor orçado para a execução do empreendimento. (MATTOS, 2019a).

2.2.2.4 Orçamento Operacional

Com o tempo como fator principal para diferenciação do orçamento convencional, essa abordagem operacional decompõem os itens de custos conforme as operações necessárias para a execução da obra (CABRAL, 1988). Onde os custos são modelados de acordo com a forma como eles ocorrem ao longo do tempo, considerado o processo de produção do edifício (KERN; FORMOSO, 2004)

Essa noção surgiu para adequar as informações fornecidas pelo orçamento aos dados obtidos em obra segundo o conceito de operação, ou seja, toda a tarefa executada por um mesmo tipo de mão-de-obra, de forma contínua, com início e fim definidos. Desse modo, o orçamento operacional deixa rastreável a forma como o empreendimento será executado, explicitando quais operações, quais equipamentos, quantos funcionários nas equipes, que instalações de canteiro e qual a duração da obra (GALVÃO *et al.*, 1990 apud SAUER, 2020), favorecendo a identificação de desvios (monitoramento) e possibilitando uma atuação efetiva da função controle sobre as atividades (SKOYLES, 1968 apud KERN, 2005).

Diante essa separação de custos, itens como mão de obra e equipamentos podem ser considerados proporcionais ao tempo, enquanto os materiais podem ser considerados proporcionais às quantidades do item de custo, levando em conta constantes de consumo (GALVÃO *et al.*, 1990 apud SAUER, 2020; ANDRADE, 1996). Assim, a separação dos custos de mão de obra e de material facilita a gestão de financeira, visto que o momento de pagamento da mão de obra, geralmente, ocorre

após a execução do serviço, já a aquisição do material ocorre em um momento anterior e o pagamento pode ser feito de forma parcelada (PETERS, 1984).

Desta forma, a implantação da visão operacional na realização do orçamento, permite um fácil rastreamento e identificação das atividades e/ou variáveis com influência direta no custo de um empreendimento de construção civil (HEINECK, 1986). A técnica avalia implicações relativas ao processo de produção no custo como prazo da obra, a utilização de equipamentos e seus tempos de permanência em obra, entre outros fatores autores (HEINECK, 1986; CABRAL, 1998).

2.2.3 Orçamento com Visão Operacional

Os orçamentos tradicionais empregados na construção civil, a tempos, recebem duras críticas por conta da falta de flexibilidade, juntamente com a desconsideração de custos relacionados aos métodos e duração das atividades de produção (BARNES; THOMPSON, 1971; LOWE, 1987). Vistos como apenas uma lista de preços estipulados a partir dos elementos e características do processo construtivo (BARNES; THOMPSON, 1971).

Enquanto o orçamento tradicional se refere o preço de serviços, o orçamento operacional se refere ao custo de um serviço, por considerar o fator tempo da produção. Fator que proporciona ao orçamento uma melhor comunicação entre a gestão dos custos e acompanhamento da produção (FORBER; SKOYLES, 1963).

Entretanto, segundo Formoso (1986 apud KERN, 2005), a distinção entre o orçamento operacional e o convencional não precisa ser radical. Ações como a introdução do conceito de operação no orçamento convencional ou, então, separar os custos ligados ao tempo dos custos proporcionais à quantidade já proporcionam importantes benefícios à integração entre orçamento e planejamento e controle da produção. Baseada em projetos e contratos, a concepção pode utilizar um banco de dados com composições de custos para facilitar a realização do processo (KERN, 2005).

Diante essa separação de custos, itens como mão de obra e equipamentos podem ser considerados proporcionais ao tempo, enquanto os materiais podem ser considerados proporcionais às quantidades do item de custo, levando em conta constantes de consumo (GALVÃO *et al.*, 1990 apud SAUER, 2020; ANDRADE, 1996).

Assim, a separação dos custos de mão de obra e de material facilita a gestão de financeira, visto que o momento de pagamento da mão de obra, geralmente, ocorre após a execução do serviço, já a aquisição do material ocorre em um momento anterior e o pagamento pode ser feito de forma parcelada (PETERS, 1984).

Desta forma, a implantação da visão operacional na realização do orçamento, permite um fácil rastreamento e identificação das atividades e/ou variáveis com influência direta no custo de um empreendimento de construção civil (HEINECK, 1986). A técnica avalia implicações relativas ao processo de produção no custo como prazo da obra, a utilização de equipamentos e seus tempos de permanência em obra, entre outros fatores autores (HEINECK, 1986; CABRAL, 1998).

2.3 Interação entre Planejamento e Controle da Produção (PCP) com o Orçamento

A integração entre o orçamento e o processo de produção é de suma importância, tendo em vista a interação entre prazo e custo nos empreendimentos de construção civil (KERN, 2005). O controle de custos torna-se mais compreensível e menos suscetível a distorção dos dados quando alinhado com o controle da produção (KIM; BALLARD, 2001). Ao mesmo tempo que, o prazo da obra depende da saúde financeira do empreendimento, visto a influência da comercialização e das linhas de financiamento para o desembolso de custos voltados a produção (ASSUMPÇÃO, 2003).

Pode ser verificado até nos diferentes recursos atrelados a uma atividade a necessidade de planejar o desembolso dos seus custos. Visto que, geralmente, o desembolso referente ao custo da mão-de-obra ocorre dentro do mês da realização da atividade, tendo em vista o controle do pagamento pelo critério de medição da produção. Por outro lado, o desembolso relativo ao custo dos materiais pode se dar em meses anteriores, no mês de execução ou em meses seguintes, com valor parcelado ou não, a depender da forma de pagamento estipulada com o fornecedor (PETERS, 1984)

Nesse contexto, a realização do orçamento sem visão de produção reforça as chances do custo estimado se diferenciar do custo final do empreendimento. Por

isso, os gerentes de projeto possuem grandes responsabilidades associadas diretamente ao sucesso de um empreendimento, incluindo o cumprimento de metas relacionadas a custo, cronograma, qualidade e segurança. Para auxiliar à atingir essas metas, são usadas técnicas de controle para auxiliar na gestão dos custos (RUSSELL *et al.*, 1997).

2.3.1 Programação de Recursos

A programação de recursos está diretamente relacionada ao planejamento das atividades, por conta da atividade não poder iniciar até que todos os seus recursos estejam disponíveis. Tal disponibilidade dos recursos, influencia fortemente na duração, no custo e na continuidade do progresso de qualquer empreendimento (POPESCU, 1976).

E quando o layout do canteiro de obras possui restrições para as decisões de movimentação e armazenamento dos recursos, sua determinação deve considerar a escolha dos recursos e, principalmente, em que ordem, avaliando a sua entrada e o tempo de armazenamento na obra (CARVALHO, 1998). Por essa questão, a incerteza durante o planejamento acerca de quando e a quantidade de recursos serão utilizados, apresenta-se como uma das principais causas da ineficiência da logística do canteiro de obra.

A necessidade de recursos de diferentes funcionalidades, aquisições e momentos, faz com que seja necessária uma gestão desses recursos conforme a execução do empreendimento. Assim, Formoso (1999) classifica os recursos em três classes:

- a) Recursos Classe 1: Envolve os recursos cuja a programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Caracterizam-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo. O lote de compra, geralmente, corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados;
- b) Recursos Classe 2: Envolve os recursos cuja a programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático

de médio prazo. Caracterizam-se, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, frações da quantidade total do recurso;

- c) Recursos Classe 3: Envolve os recursos cuja a programação pode ser realizada em ciclos relativamente curtos, via de regra semelhantes ao ciclo do planejamento de curto prazo. Estes são os recursos cuja compra é realizada a partir do controle de estoque da obra e do almoxarifado central (se houver), considerando níveis de estoque mínimo, ou de acordos de entregas intermitentes com fornecedores. Caracterizam-se, geralmente, por pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo. Os lotes de aquisição (compra ou transferência) são, geralmente, muito pequenos em relação à quantidade total utilizada ao longo do período de produção.

2.3.2 Curva ABC

Baseado no teorema do economista Vilfredo Pareto, no qual apontou que 80% da riqueza da Itália estavam concentrado nas mãos de 20% da população, a curva ABC apresenta-se, no âmbito da construção civil, como uma ferramenta fundamental para uma gestão de custos assertiva (MATTOS, 2019a). O método de classificação de informações, visa classificar os itens conforme sua relevância financeira na obra, a fim de auxiliar na programação de compras e gestão de canteiro (COELHO, 2016).

Gerada no final do processo de orçamentação, a curva ABC classifica em ordem decrescente os insumos ou os serviços em três faixas (MATTOS, 2019a):

1. Faixa A: engloba os itens do orçamento que perfazem 50% do custo total;
2. Faixa B: engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total;
3. Faixa C: engloba 80% dos itens da obra, geralmente, correspondente a 20% do custo da obra.

3 METÓDO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o método de pesquisa empregado no presente trabalho. Os tópicos abordados são a estratégia de pesquisa, o objeto de estudo, delineamento da pesquisa, estruturação, Linha de Balanço, orçamento com visão operacional, e por último, a integração e validação.

3.1 Estratégia de Pesquisa

O trabalho trata-se de uma pesquisa sobre a elaboração de um planejamento físico-financeiro que permita a gestão apurada de um empreendimento misto vertical no formato de SPE. Mais especificamente, visa apresentar uma proposta de integração entre o planejamento baseado em localidade e o orçamento com visão operacional.

Por essa razão, adotou-se o método de pesquisa *Constructive Approach* (abordagem construtiva). Com significado intuitivo por conta do nome, o método busca encontrar resoluções de problemas por meio da construção de modelos, diagramas e planos de execução (KASANEN; LUKKA, 1993).

Proposto por Kasanen e Lukka (1993), o método pode ser caracterizado por meio da divisão do processo de pesquisa em etapas, das quais podem variar de caso a caso. As seis etapas proposta por tais autores estão descritas abaixo:

1. Encontrar uma problemática relevante que também tenha potencial de pesquisa;
2. Obter uma compreensão geral e abrangente do tópico escolhido;
3. Construir uma ideia de solução para a problemática;
4. Demonstrar que a solução funciona;
5. Evidenciar as conexões teóricas e a contribuição da pesquisa no conceito de solução;
6. Examinar o escopo de aplicabilidade da solução.

Este trabalho é classificado como uma abordagem construtiva, pelo fato de que seu desenvolvimento visa contribuir em uma melhoria na gestão da construção

de empreendimentos. Para que, possua uma maior rastreabilidade dos dados e, consequentemente, uma tomada de decisão mais precisa ao longo da gestão da construção. Ressaltando, que a ordem das etapas adotada para a pesquisa foi a mesma da sequência apresentada pelos seis tópicos acima.

3.2 Objeto de Estudo

O estudo parte de um empreendimento a ser construído no formato SPE, com objetivo de utilizar as características e informações gerados pelo formato para integração do planejamento com o orçamento, visando obter um produto de gestão da obra. A proposta de integração utilizará como objeto de estudo o empreendimento X da administradora de obras Y.

A escolha do empreendimento ocorreu por conta do pesquisador estagiar desde de fevereiro de 2020 no setor de Engenharia da empresa. E para a realização do estudo a empresa disponibilizou ao pesquisador o acesso a todos as informações do empreendimento.

3.2.1 Descrição da Empresa

A Empresa Y trata-se de uma administradora de obras que gerencia e acompanha a execução de obras verticais. No caso, edifícios de alto padrão a preço de custo na região da Grande Florianópolis, com predominância no bairro de Jurerê Internacional. A construção dos empreendimentos parte da criação de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), modelo empresarial que tem seu objeto social limitado a um empreendimento específico. A partir disso, os futuros condôminos desse empreendimento ingressam na sociedade como sócios investidores e passam a participar de forma ativa na tomada de decisões.

A administradora de obra Y tem como papel na SPE de atuar como representante judicial e extrajudicial; gerenciar os custos; encaminhar balancetes periódicos e demais relatórios financeiros aos sócios; contratar os serviços, a mão de obra e responsáveis técnicos para execução; gerenciar a compra de materiais; e acompanhar a arrecadação mensal dos sócios e às demais despesas da sociedade.

3.2.2 Descrição do Objeto

O empreendimento X é um edifício de uso misto localizado em Florianópolis, com 17 apartamentos residenciais e 04 lojas comerciais, no entanto sem comunicação entre os espaços, e de 8 pavimentos: Subsolo, Térreo, Mezanino, 2º Pavimento, 3º Pavimento, 4º Pavimento, 5º Pavimento e Sótão. Do 2º ao 4º Pavimento, cada um possui 4 apartamentos de 3 suítes com áreas em torno de 100 m², e no 5º Pavimento com o Sótão, há 5 apartamentos duplex de 3 suítes com áreas entre 120 a 150 m²; além dos apartamentos, os pavimentos mencionados possuem áreas de circulação e escada.

No Subsolo encontra-se uma área de circulação, escada, vagas de garagem para automóveis, motos e bicicletas. No Térreo encontra-se 4 Lojas com acesso apenas pela fachada, hall de entrada, áreas de circulação, escada, áreas técnicas, WCs, depósito de lixo temporário, área gourmet, terraço, piscina, garagem e central de gás. No Mezanino encontra-se áreas de circulação, escada, zeladoria, BWC, área fitness, espaço *kids* e cisterna. Além dos 8 pavimentos, o empreendimento possui os níveis do Barrilete e Reservatório Superior.

Referente as áreas, o empreendimento totaliza 2,399,73 m² de áreas privativas, divididas em 173,47 m² de áreas comerciais e 2.226,26 m² de áreas residenciais. E somando todas as áreas, as áreas cobertas das fachadas, as áreas cobertas e as áreas descobertas, o empreendimento totaliza o valor de 4.218,78 m².

Figura 3 – Empreendimento X

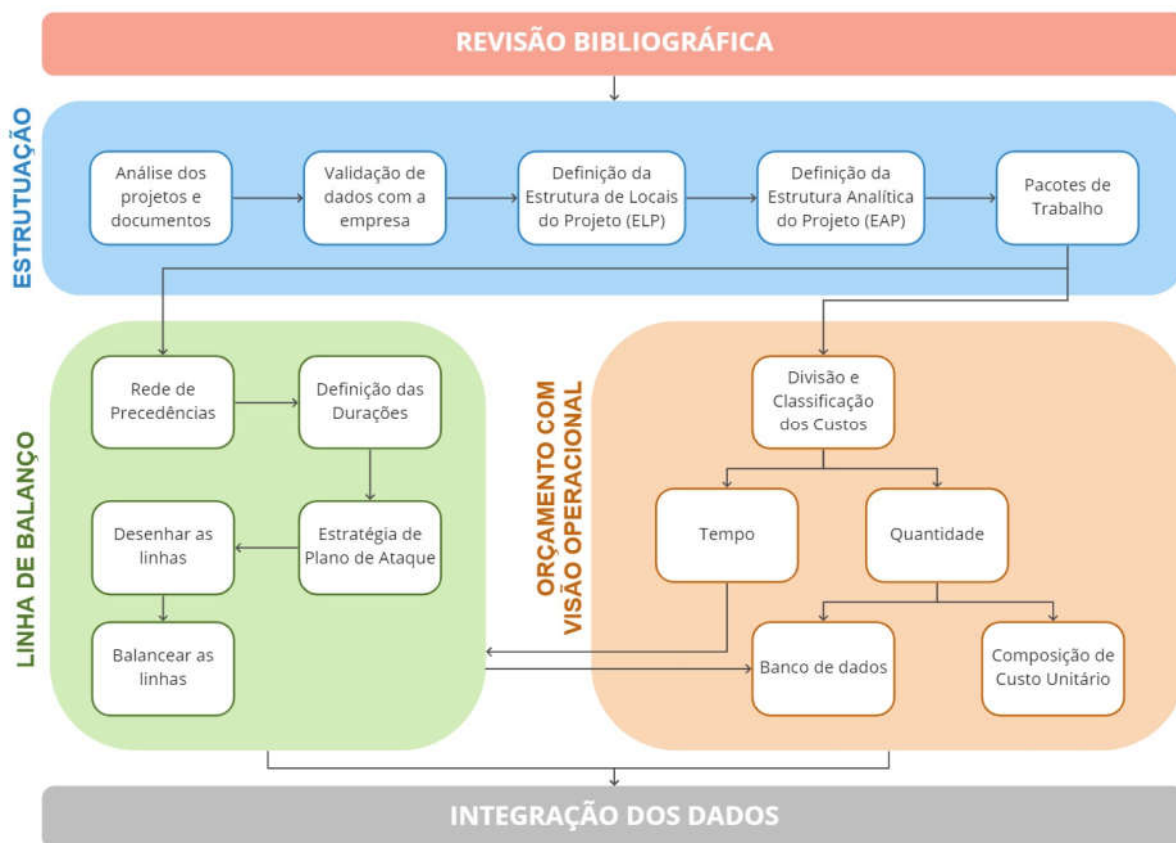


Fonte: Arquivos da Empresa Y

3.3 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa será desenvolvida em seis fases, conforme mostra a Figura 4: revisão bibliográfica; escolha do software; estruturação; planejamento; orçamento com visão operacional; e integração e validação.

Figura 4 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

A primeira fase da pesquisa foi marcada pela definição de um problema real presente na empresa que o pesquisador realizou o seu estágio e que possuía uma lacuna de conhecimento acadêmico. Para isso, uma revisão bibliográfica de trabalhos que abordavam possíveis soluções e conceituava os assuntos envolvidos na problemática orientaram-no na decisão do tema. Em seguida, buscou-se compreender em profundidade os temas de sociedade com propósito específico, planejamento e controle da produção, planejamento baseado em localização, gestão de custos e formatos orçamentários na construção civil.

A segunda fase teve como objetivo escolher os softwares/plataformas para realização do planejamento baseado em localização e o orçamento com visão

operacional do empreendimento escolhido para realização do trabalho. O processo de escolha dos softwares levou em consideração os objetivos a serem atendidos, a flexibilização, comunicação entre softwares e experiência do pesquisador com os mesmos.

A terceira fase, de estruturação, compreendeu em analisar conceitos aplicados em trabalhos que tragam os temas de planejamento baseado em localidade, orçamento com visão operacional, gestão de custos, controle da produção e integração do planejamento físico-financeiro. Após uma análise das propostas e técnicas utilizadas pela literatura, foram estabelecidos critérios de organização e informações necessárias a serem levantadas a fim de gerar uma integração que atinja os objetivos estabelecidos pelo trabalho.

A quarta fase consistiu em elaborar o planejamento baseado em localização através da técnica de Linha de Balanço, respeitando a construção a ser feita na terceira fase. Por conta das etapas iniciais do planejamento serem contempladas pela etapa anterior, a construção partiu da definição da rede de precedências entre as atividades até finalizar o planejamento de longo prazo através das linhas de balanço.

A quinta fase buscou, também a partir dos dados da terceira fase, desenvolver o orçamento com visão operacional do empreendimento em estudo. Com alguns dados já levantados para elaboração do orçamento na etapa anterior, a sequência ao trabalho ocorreu com a divisão dos itens de custos relacionados ao tempo ou quantidade, definidos conforme o processo de compra/contratação. Em seguida, foram calculados os custos dos itens a partir de composição de custos unitários, bancos de dados da empresa ou valores orçados para determinação do custo direto da obra e levantado os custos indiretos.

Já como parte dos resultados da proposta de integração, na última fase, foi analisado se os resultados obtidos pela proposta de integração entre o planejamento e orçamento para o empreendimento atingiu os objetivos específicos definidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são descritos os resultados e discussões do trabalho elabora. Dividido em quatro grandes tópicos: definição dos programas; diagnóstico da empresa; proposta de integração entre o planejamento e o orçamento; e análise da integração dos dados.

4.1 Definição dos programas

A escolha dos programas para realização do planejamento e orçamento do empreendimento ocorreu através de uma análise dos principais softwares/plataformas utilizadas pelo mercado da construção civil e experiência do pesquisador com essas opções. A análise teve como critério principal a possibilidade de atendimento dos objetivos do trabalho por meio da utilização dos softwares/plataformas.

Frente aos softwares com ferramentas para realização tanto o orçamento, como o planejamento, não foi encontrado nenhum que atendesse as necessidades do trabalho. A primeira opção analisada foi a plataforma *Sienge*, que não realiza planejamentos através da técnica de Linha de Balanço, e por esse motivo foi eliminada como opção de utilização exclusiva da plataforma para realização de ambos processos.

Outra opção analisada foi o software *Vico Office*, que realiza o planejamento por meio da técnica de Linha de Fluxo, técnica semelhante a Linha de Balanço também chamada de *Flow Line*. No entanto também foi descartado pela falta de experiência do pesquisador com o software, além da necessidade de utilizar outro programa para elaboração do orçamento com visão operacional.

Com isso, foi determinado pelo pesquisador a utilização de softwares/plataformas diferentes para elaboração do orçamento e do planejamento. E, assim, foi acrescentado na análise de escolha a possibilidade de comunicação entre os softwares/plataformas a serem utilizados.

A elaboração do orçamento com visão operacional, conforme o método de pesquisa do trabalho, requer a possibilidade de flexibilização da EAP e inserção de dados de duração do pacote de atividade a partir do planejamento, assim verificou-se

como a melhor opção pela experiência do pesquisador a utilização do software *Microsoft Excel 2016*. Visto que, todos os softwares orçamentários necessitariam que o orçamento fosse exportado no formato xls. (formato compatível com *Microsoft Excel 2016*), para elaboração de alguma parte da proposta de orçamento com visão operacional.

Quanto ao planejamento através da técnica da Linha de Balanço foi escolhida a plataforma *Prevision*. A plataforma atingiu todos os critérios para execução do trabalho conforme o método de pesquisa e, ainda, foi disponibilizada de forma gratuita para a realização do presente trabalho.

No entanto, para comunicação dos dados seria necessário a concentração dos dados no Excel, assim o acesso seria limitado por meio da planilha. Com isso, foi decidido utilizar, além do *Prevision* para elaboração do planejamento baseado em localização e o Excel para o orçamento com visão operacional, o *Power BI* para realização de análise dos dados e geração de relatórios.

A separação entre os programas gera autonomia aos responsáveis pela elaboração de cada documento e assegura de problemas com o compartilhamento de arquivos. Como também, a publicação dos dados integrados fica disponível a todos, sem a possibilidade de alguma alteração desintencional dos arquivos.

4.1.1 *Prevision*

Lançada em 2019, a plataforma de planejamento e gerenciamento de obras *Prevision* permite a elaboração de planejamentos da construção por meio da técnica de Linha de Balanço (WOLFF, 2019). Com uma interface amigável e fácil manuseio, a plataforma proporciona rapidez tanto nos processos de construção dos cenários de planejamento, quanto em situações com a necessidade de replanejamento.

Além das técnicas do sistema de planejamento e controle da produção LBMS, a *Prevision* apresenta ferramentas de gerenciamento ligadas ao sistema LPS. Através da metodologia *Kanban*, a plataforma disponibiliza de uma aba para o planejamento à médio prazo com objetivo de eliminar as restrições ligadas aos pacotes de trabalho. E, ainda, por meio do aplicativo mobile da *Prevision*, ocorre a conexão em tempo real do canteiro de obras para a realização de medições no horizonte de curto prazo.

A plataforma *Prevision* foi utilizada na realização de outros trabalhos que abordavam a realização do planejamento e permitiu que todos os objetivos propostos pelos trabalhos associados a ela fossem atingidos (ASSUNÇÃO, 2020; KOCH, 2019; WOLFF, 2019).

4.1.2 *Power BI*

Alimentado por fonte de dados, como *SAP HANA*, *IBM Informix*, *Sybase*, *Excel* entre outras, o *Power BI* trata-se de um software de análise de dados que pode ser usado para gerar relatórios, que auxiliam na tomada de decisões em negócios ou em estudos (VASCONCELOS, 2021).

Desenvolvido pela *Microsoft*, permite através de um ambiente simples e intuitivo para geração de cenários complexos e modelagem de dados. Como resultado obtemos em um ambiente dinâmico (*dashboards*) a visualização dos relacionamentos gerados por meio de gráficos, tabelas, matrizes, mapas e entre outros.

4.2 Diagnóstico da Empresa

O processo de elaboração do orçamento e planejamento executivo da obra ocorriam ao longo dos primeiros seis meses da formação da SPE, momento que coincide com o desenvolvimento e compatibilização dos projetos complementares, como também, da finalização do projeto executivo arquitetônico. À medida que eram disponibilizadas as versões finais dos projetos, os mesmos eram encaminhados para os engenheiros orçamentista e de planejamento iniciarem os trabalhos.

Frente a esses seis meses iniciais, outros dados e informações eram extraídos de documentos relacionados a formação da sociedade, serviços preliminares e contratos fechados nesse período. Fundamentais para execução do cronograma e levantamento dos custos de forma precisa pela empresa. Por isso, os itens a serem descritos a seguir eram contratados/executados nesse período:

1. Documentos registrados em junta comercial que abordam alterações contratuais da sociedade apresentam dados relevantes quanto ao

dimensionamento e especificação do objeto, no caso, o empreendimento. Como o capital social da SPE correspondente ao orçamento estimado do empreendimento e o prazo de duração para execução do objeto.

2. A investigação do solo para análise e determinação do sistema de fundação do empreendimento apresenta-se como serviço preliminar que restringe a elaboração do projeto de fundação, consequentemente, o planejamento físico-financeiro dos serviços atrelados ao projeto;
3. O contrato de empreitada por preço global com formato de desembolso de pagamento por medição de serviço. A fim de verificar os serviços contemplados pela mão de obra contratada, exigências referentes à compra de materiais e equipamentos por parte da contratante, definição de datas de medição e do pagamento, e o valor global cobrado.

A elaboração de cada um deles eram concentrados em profissionais distintos, no entanto, por conta do *know-how* e banco de dados da empresa Y na construção de empreendimentos com o mesmo padrão construtivo e mesma grandeza na região, a entrega final do orçamento e planejamento da obra seguiam as diretrizes já consolidadas pela mesma. A análise e supervisão do cumprimento das diretrizes, para que possibilitasse a gestão física-financeira do empreendimento a partir das entregas do orçamento e planejamento, ocorria por intermédio do engenheiro responsável pela elaboração do planejamento.

Tanto o engenheiro responsável pelo orçamento quanto o responsável pelo planejamento são contratados de forma terceirizada pela a SPE. No entanto, o engenheiro responsável pela elaboração do planejamento de longo prazo, ao contrário do orçamentista, também era contratado para realizar a gestão física-financeira ao longo da execução do empreendimento. Este é responsável pela gestão há mais de quatro anos, deste e de outros empreendimentos lançados pela empresa.

4.2.1 Planejamento de Longo Prazo

O planejamento executivo do empreendimento, de longo prazo, contemplava o horizonte total da obra e utilizava uma adaptação da técnica do Gráfico

de Gantt para realizá-lo, por meio do software *Microsoft Excel*. O acompanhamento e gerenciamento do avanço físico da obra ocorria por meio da mesma planilha.

O gráfico adaptado expressava o tempo no eixo horizontal e os serviços agrupados as localizações no eixo vertical. Assim, ao longo da planilha verifica-se a formação de diferentes gráficos setorizados pelas localidades. No entanto, pela fundamentação herdada pelo Gráfico de Gantt, o formato utilizado apresentava características que impossibilitam análises mais profundas e uma visualização mais estratégica do planejamento.

Por ser uma obra vertical, as diferentes localidades expressadas no eixo vertical do gráfico forçavam a replicação da mesma estrutura de serviços em cada uma delas e, assim, gerava uma quantidade extensa de linhas que dificultavam a sua análise visual. Como também, as análises de relações lógicas entre os serviços, as taxas de produção das equipes e os seus fluxos de trabalho.

4.2.2 Orçamento Executivo

O orçamento com diferentes critérios de estabelecimento de custos variava no formato de cálculo conforme o serviço, equipamento, material ou item do orçamento. Apresentava alguns custos de serviços a partir de composições unitárias, ao mesmo tempo que trazia de forma mais detalhada o custo de outros itens, como o custo unitário por peça, ou, ainda, trazia o custo a partir de verba.

O orçamento separava os custos em duas colunas, sendo a primeira atrelada aos materiais, equipamentos e custos indiretos e a segunda com os custos de mão de obra. Enquanto nas linhas, o orçamento setorizava os custos em três níveis distintos: o primeiro trazia um agrupador macro para mais de um serviço/tópico; em seguida um agrupador menor para o conjunto de tópico; e, por fim, os itens em maior detalhamento com os custos atrelados ao serviço/tópico do nível superior. Conforme no exemplo apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo do orçamento executivo

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	MATERIAL		MÃO DE OBRA		TOTAL
				Unitario	Total	Unitario	Total	
18.	HIDROSSANITÁRIO							
18.1	Esgoto e Pluvial							
18.2	Caixa em concreto armado - Elevatória	pç	1,00					
18.3	Caixa concreto pre-moldada de areia	pç	3,00					
18.4	Caixa concreto pre-moldada de gordura	pç	2,00					
18.5	Caixa concreto pre-moldada de inspeção	pç	3,00					
18.6	Corpo caixa Sifonada 100x100x50mm	pç	12,00					
18.7	Caixa Sifonada 150x150x50mm	pç	148,00					
18.8	Prolongamento PVC para Caixa Sifonada 150 mm	pç	148,00					
18.9	Pressurizador para torneiras de jardim	pç	1,00					
18.10	Caixa de retenção de sólidos (CASAN)	pç	1,00					
18.11	Grelha metálica 30cm	m	3,50					
18.12	Joelho PVC sold 90º 50mm	pç	2,00					
18.13	Joelho PVC sold 90º 32mm	pç	4,00					
18.14	Joelho PVC sold 90º 25mm	pç	351,00					

Fonte: Autoria própria (2021)

A EAP utilizada para apresentar os custos do empreendimento não possuía uma correlação direta com a EAP utilizada pelo planejamento de longo prazo. Assim, para realizar análise do valor agregado era necessário realizar uma flexibilização da EAP que distorcia os custos e gerava uma análise infiel a realidade. Visto que, o próprio rateio dos custos da empreitada global apresentava dificuldades para alocação na EAP apresentada pelo orçamento.

E apesar do orçamento apresentar em diversos itens o detalhamento dos materiais com as quantidades necessárias para execução de um sistema, como o sistema hidrossanitário e sistema preventivo contra incêndio, os itens não eram setorizados por localidades e/ou serviços (Figura 5). Com isso, inviabilizavam a utilização dos dados para análises além da gestão de custos, como controle de estoque e processo de compras.

4.3 Proposta de Integração entre o Planejamento e Orçamento

A partir do diagnóstico feito da empresa Y foi possível obter as informações não disponíveis nos projetos e documentos, como também, compreender as técnicas e processos executivos padronizados pela empresa. Pela análise do formato do planejamento de longo prazo e do orçamento executivo utilizados para gestão das obras, verificou-se pontos de atenção na estrutura e no formato de apresentação dos custos que dificultavam a integração dos documentos.

Após a análise, o trabalho seguiu com o desenvolvimento da proposta de integração entre o planejamento e orçamento. O processo construtivo iniciou com as definições de diretrizes que permitissem a comunicação entre o planejamento por meio da técnica da Linha de Balanço (LOB) e o orçamento com visão operacional, para que então prosseguisse com a elaboração dos mesmos.

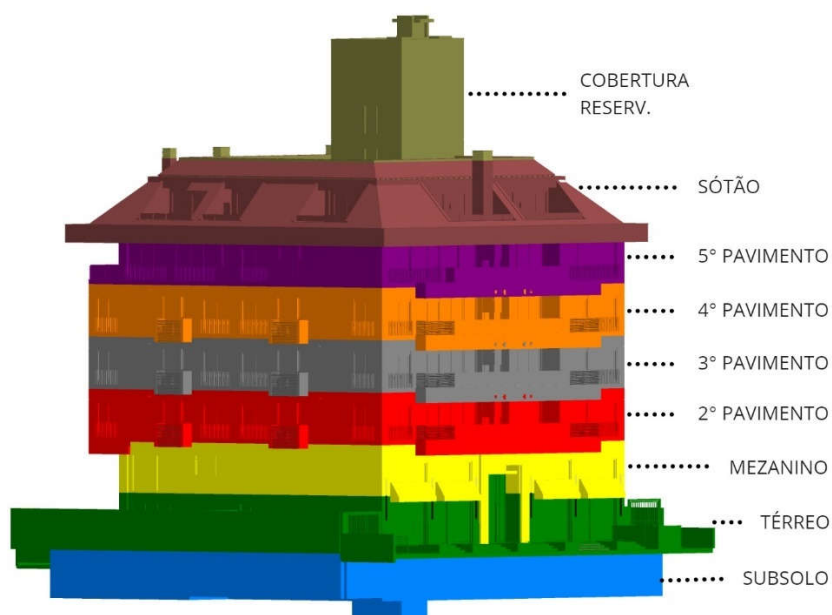
A seguir será apresentado os principais parâmetros para as definições da proposta de integração a fim de atingir os objetivos estabelecidos no trabalho. Acompanhado de discussões pelo formato definido por questões técnicas ou diretrizes da empresa Y durante a elaboração do trabalho.

4.3.1 Estrutura de Locais de Projeto (ELP)

Conforme apresentado por Büchmann-Slorup *et. al* (2012), a escolha dos locais buscará permitir ao planejador alocar um grupo de atividades ou tarefas por meio dos mesmos. Nesse viés, a escolha dos locais levou em conta o fluxo de recursos, a dimensão do lote de produção e o padrão de repetição para auxiliar no gerenciamento da produção.

A necessidade de diferentes recursos para executar um mesmo serviço na parte externa (fachadas) em relação a parte interna, por conta dos diferentes fluxos de trabalho, verificou-se a necessidade de setorizar o empreendimento em dois grandes grupos. O primeiro grupo buscou contemplar os serviços na parte interna do empreendimento por meio dos pavimentos (Figura 6), enquanto o segundo contemplou os serviços da parte externa por meio das fachadas.

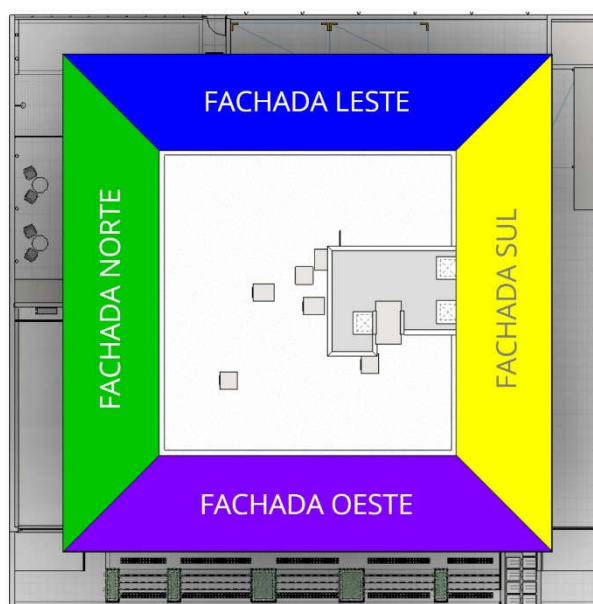
Figura 6 - Localidades internas da ELP



Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme a Figura 6, o primeiro grupo setorizou o empreendimento nos seguintes pavimentos: Subsolo, Térreo, Mezanino, 2º Pavimento, 3º Pavimento, 4º Pavimento, 5º Pavimento, Sótão e Cobertura/Reservatório. Conforme a Figura 7, o segundo grupo setorizou as fachadas: Fachada Oeste, Fachada Norte, Fachada Leste e Fachada Sul.

Figura 7 - Localidades externas da ELP



Fonte: Autoria própria (2021)

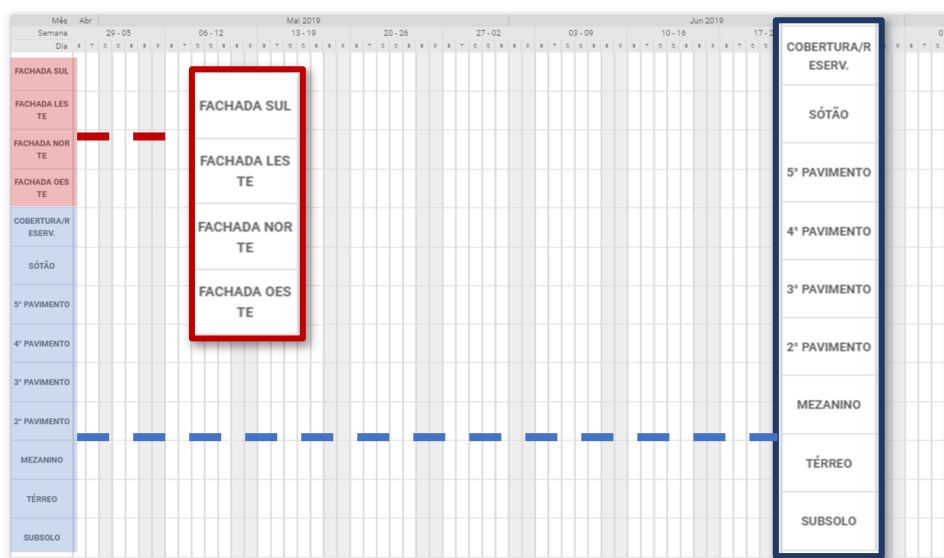
Os equipamentos utilizados para execução dos serviços nas fachadas foram os fatores determinantes para validar a criação do segundo grupo. Visto que, a utilização dos pavimentos para acompanhar o andamento dos serviços externos não apresentaria de forma visual o fluxo dos recursos ao longo das localidades.

A escolha das dimensões dos lotes de produção, localidades, teve como intenção trazer lotes grandes o suficiente para possibilitar alocação dos materiais em espaços adequados. E, ainda, obter tempos de ciclo mais longos, para que, caso necessário, fosse possível corrigir a produtividade por meio do acompanhamento à curto prazo.

Como também, procurou-se obter lotes de produção com dimensões aproximadas ou, então, com complexidades semelhantes, motivo pelo qual foi agrupado os níveis da cobertura e caixa d'água como apenas uma localidade na ELP (Cobertura/Reservatório). A prática teve como objetivo possibilitar que as equipes possuam o mesmo ritmo de produção ao longo das localidades, conforme será melhor apresentado a seguir na elaboração das linhas de balanço.

Por fim, a disponibilidade dos pavimentos na ELP do planejamento foi no mesmo sequenciamento de execução do serviço estrutura, do Subsolo até a Cobertura/Reservatório. Que possibilita um fluxo contínuo ao longo das localidades, com isso o minimiza o deslocamento desnecessário de recursos e fortalece o sistema puxado de produção. Enquanto, nos serviços externos a sequência de colocação das localidades foi no sentido horário, iniciando pela Fachada Oeste.

Figura 8 - Estrutura de Locais de Projeto (ELP) na plataforma *Prevision*



Fonte: Autoria própria (2021)

A definição e o posicionamento das localidades na LOB auxiliam para o acompanhamento e visualização do fluxo de trabalho. Ressaltando, um dos principais pontos do LBMS, no qual menciona que a atividade do local deve estar completamente executada antes de deslocar a equipe para o próximo local (Büchmann-Slorup *et. al*, 2012). Por isso, o controle dos serviços por meio das localidades facilita na conferência e controle de qualidade dos serviços, como também, no gerenciamento de pagamento da mão de obra pela localidade.

Após a definição da ELP, logo em sequência foi analisado a definição dos pacotes de trabalho. Para acompanhar a produção no planejamento de longo prazo, mas também visando a centralização dos custos a partir deles no orçamento.

4.3.2 Interligação dos Pacotes de Trabalho à Estrutura Analítica de Projeto

No presente trabalho, para elaboração do planejamento com a técnica da LOB, os pacotes de trabalho buscaram agrupar atividades com mesmo fluxo de trabalho, logo, que ocorressem no mesmo momento e na mesma localidade. Os serviços que não possuíam repetição, mas possuíassem o fluxo contínuo na mesma localidade. Ou, então, foram utilizados os seguintes fatores para analisar o agrupamento dos serviços: análise de terminalidade do serviço e execução das atividades pela mesma equipe.

O pacote de trabalho de alvenaria segue como um exemplo de pacote com mais de uma atividade com mesmo fluxo atrelada: marcação da alvenaria, elevação das fiadas, execução de vergas e contra vergas, amarração da alvenaria-estrutura e execução do encunhamento. A realização de forma contrária, com detalhamento de todas as atividades do pacote no cronograma, exigiria um acompanhamento de curto prazo por conta dos curtos intervalos de tempo entre as atividades, tornando-o mais suscetível a falhas por conta da rigidez do planejamento a imprevistos.

Por isso, o agrupamento das atividades também ocorreu com outros pacotes de trabalho, como infraestrutura das instalações elétricas, hidrossanitárias, e entre outros. Pacotes que podem ser destrinchados em diversas atividades, no entanto dificultariam o gerenciamento de longo prazo da obra por conta da execução simultânea de algumas dessas atividades. Além de que, quando analisamos o processo de compras, verificamos que são atividades que necessitam de materiais comprados de forma conjunta.

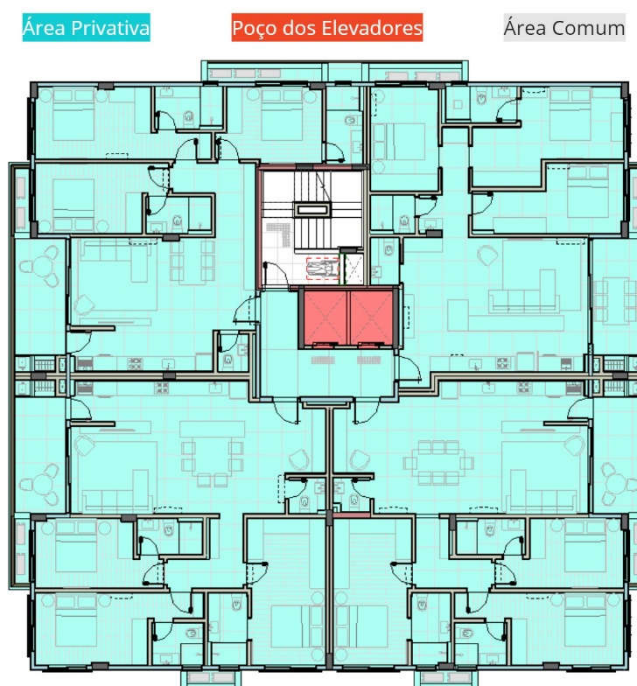
Já o pacote de trabalho de infraestrutura trouxe uma diferente visão ao agrupar diferentes serviços sem padrão de repetição, executados por diferentes equipes, com diferentes relações lógicas entre elas, mas com uma restrição em comum ligando os serviços. A presença de lençol freático no terreno do empreendimento tornou o serviço de rebaixamento do lençol freático como restrição para os demais serviços do pacote infraestrutura: escavação, contenção provisória, hélice contínua, bloco de coroamento, viga baldrame, impermeabilização e laje de subpressão (subsolo).

Nesses pacotes com restrições ligadas aos equipamentos (bombas para o rebaixamento no pacote de infraestrutura) buscou-se agrupar os serviços sequenciais e determinar pelo somatório das durações das atividades o período de utilização de equipamentos, além da duração do pacote. A prática de atrelar a duração dos equipamentos a partir dos pacotes permitiu uma melhor visualização e controle da permanência dos mesmos na obra. No entanto, para equipamentos atrelados a mais de um pacote de trabalho, como o balancim, foi necessário análises mais detalhadas durante a elaboração da linha de balanço, a serem apresentadas a seguir.

Diante o formato de definições dos pacotes de trabalho, além dos pontos já mencionados, buscou-se validar o sequenciamento lógico com os planos de execução da mão de obra, devido às restrições de espaço existentes do canteiro de obras. Do qual, foi verificado a necessidade de quebrar pacotes de trabalho por regiões dentro do lote de produção (pavimento), em função da estratégia de ataque adotada pela empresa Y e das restrições existentes frente essas regiões. Assim, alguns pacotes de trabalho foram divididos para área privativa, a e o poço do elevador.

Os pacotes de trabalho para área privativa, contemplam apenas os pavimentos de apartamentos, com as suas áreas e os halls de circulação. Enquanto nesses mesmos pavimentos, das áreas, a escada de emergência compõe os pacotes de trabalho para área comum e o outro pacote compõe o poço de elevador. Nos demais pavimentos, existem apenas a divisão entre áreas comum e o poço de elevador.

Figura 9 - Divisão de pacotes de trabalho dentro das localidades



Fonte: Autoria própria (2021)

Frente as restrições de espaço, para realização do transporte de materiais para os pavimentos, a empresa utiliza do poço do elevador para instalar o guincho de coluna. Por isso, o canteiro de obras acaba sendo instalado em ambientes da área comum para ter proximidade do poço.

a partir do pacote de trabalho reboco, o plano de ataque parte pelas áreas privativas. Já na escada de emergência, por conta de diferenças de execução do serviço em relação as áreas privativas, como rebocar o teto ao invés do forro de gesso, a sua separação das áreas privativas proporciona um fluxo contínuo das atividades.

De forma geral, visto o objetivo de integração física-financeira das atividades, os pacotes de trabalho buscaram facilitar o acompanhamento das atividades, consequentemente, a medição da mão de obra. Assim, em busca de vincular a análise financeira do empreendimento, os pacotes de trabalhos presentes na LOB foram definidos como o primeiro nível da EAP do orçamento.

A mesma identificação em ambas estruturas proporcionou uma comunicação direta entre as informações contidas no orçamento e no planejamento. Contudo, a proposta de integração por meio dos pacotes propiciou benefícios nos

processos para uma gestão mais transparente e rastreável de obra, em encontro aos objetivos do trabalho.

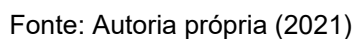
4.3.3 Técnica da Linha de Balanço

Com a ELP e pacotes de trabalhos do planejamento definidos, a construção do planejamento de longo prazo prosseguiu com uma análise das estratégias de ataque. O estudo verificou o empreendimento como um todo, inicialmente, e seguiu entrando até os lotes de produção, localidades definidas.

Os critérios para definição das estratégias de ataque foram o fluxo ininterrupto, as restrições de espaço, interferência dos equipamentos e sequenciamento de diferentes pacotes pela mesma mão de obra. Ressaltando, que ocorreu a criação de diferentes planos de ataque ao longo da construção do planejamento a fim de gerar um cenário realista com a gestão física-financeira da empresa.

O fluxo de trabalho ininterrupto das equipes ao longo das localidades elimina o tempo de espera da finalização dos trabalhos de um lote para iniciar em outro. A prática adotada no trabalho buscou não deixar as equipes paradas, visto que, o trabalho com padrão de repetição agrega em um melhoramento contínuo da mão de obra e elimina a possibilidade de prejudicar o cronograma pela realocação da mão de obra em outros empreendimentos. Sendo este um hábito comum adotado pelas empreiteiras para não deixar a mão de obra ociosa.

A partir da Figura 10, verifica-se que além do fluxo ininterrupto dos pacotes de “PISO VINÍLICO” e “PORTA E RODAPÉ” pelas localidades, ocorre um fluxo contínuo dos dois pacotes nos pavimentos. A finalização da instalação do piso vinílico no pavimento abre frente de serviço para o início da instalação das portas e rodapés de madeira no mesmo pavimento, conforme a relação de dependência de término-início entre os pacotes. Entretanto, quando analisamos o pacote de trabalho “ACAB. ELÉTRICOS” percebemos que o mesmo possui um fluxo ininterrupto diante as localidades, mas não possui esse fluxo contínuo no pavimento com os outros dois pacotes de trabalho.



O fluxo contínuo dos três pacotes nas localidades pode ser visualizado na Figura 11. Decorrente a mudança, o pacote de acabamento elétrico passa a não possuir mais um fluxo ininterrupto, o que acarreta em um tempo de espera de uma semana para continuar o trabalho no próximo pavimento.

Figura 11 - Análise do fluxo contínuo nas localidades



Além dos impactos do tempo de espera ligados a mão de obra, dependendo do serviço, o tempo de espera entre localidades pode aumentar o tempo de execução decorrente a necessidade de mobilização/desmobilização de materiais e/ou equipamentos. Pode influenciar no processo de compras, diante o momento que os materiais devem estar disponíveis na obra. Como também, o atraso no cronograma devido as restrições de espaço que o local de armazenamento dos materiais e/ou instalação de equipamentos no pavimento podem gerar para o início do pacote de trabalho seguinte.

Nos casos, como no pacote de acabamentos elétricos, que o atraso do início do pacote de trabalho não interfere no início de outro serviço ou no prazo final da obra, foi determinado um fluxo ininterrupto para execução pacotes de trabalho. Ou seja, optou-se pelo plano de ataque da Figura 10, onde as equipes não ficam paradas, apenas o início do pacote de trabalho é “adiado”.

No entanto, em casos que afetassem o prazo, buscou-se alocar a execução simultânea de diferentes pacotes de trabalho, desde que não houvesse restrições entre os serviços, e realizar o balanceamento entre as linhas de balanço para obter um ritmo em comum.

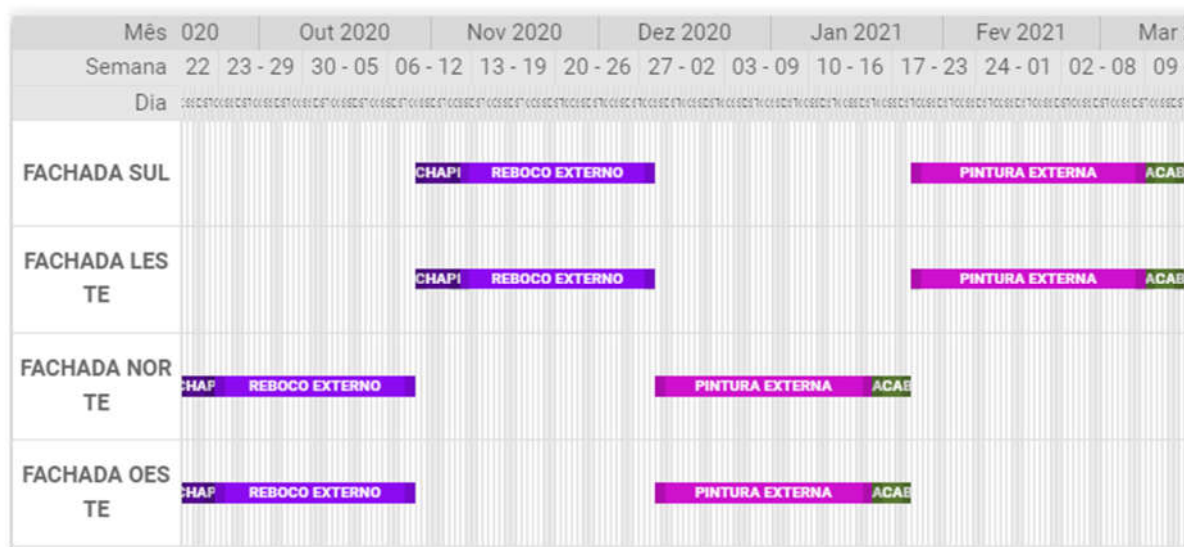
O processo de balanceamento das linhas consiste em encontrar um ritmo em comum entre as diferentes atividades. Esse ritmo é representado na linha de balanço pela inclinação entre a linha e o eixo x. Na Figura 10, os pacotes de “PISO VINÍLICO” e “PORTA E RODAPÉ” possuem a mesma inclinação por conta do mesmo tempo de ciclo entre os pacotes (duas semanas por pavimento), enquanto o pacote de “ACAB. ELÉTRICOS” possui uma maior inclinação pelo menor tempo de ciclo (uma semana por pavimento).

Nos pacotes de trabalho com restrição ligada a equipamentos, como os serviços nas fachadas (Figura 12), foi adotado um fluxo contínuo nas localidades dos pacotes de forma a minimizar o tempo de permanência e a necessidade de mobilização/desmobilização dos equipamentos na obra. O fator primordial para definição das estratégias de ataque com a presença de equipamentos foi o tempo, decorrente a prática comum de cobrança dos alugueis de equipamentos pelo tempo de utilização.

Na Figura 12 pode ser verificado a execução simultânea dos pacotes de trabalho nas fachadas Oeste e Norte, e, logo em seguida, nas fachadas Leste e Sul.

Pelo plano de ataque percebe-se que a utilização de dois conjuntos de equipamentos, um para cada fachada, definidos para esse estudo pelos andaimes balancim. Com isso, o fluxo contínuo dos pacotes “CHAPISCO EXTERNO” e “REBOCO EXTERNO” buscam minimizar a necessidade de realocação dos equipamentos.

Figura 12 - Análise de serviços externos com equipamentos



Fonte: Autoria própria (2021)

O mesmo não ocorre para o pacote de “PINTURA EXTERNA”, que apesar de ter um fluxo contínuo na localidade com o pacote “ACABAMENTO EXTERNO”, só inicia nas fachadas oeste e norte após a finalização do “REBOCO EXTERNO” nas fachadas leste e sul. O motivo para quebra do fluxo contínuo nas localidades, no caso, de não iniciar o chapisco externo e ir para a próxima fachada só com o término da instalação dos acabamentos externos no mesmo, se justifica pela necessidade de 28 dias de cura do reboco externa para o início da pintura.

A necessidade de cura do reboco força, por questões técnicas, um tempo de espera entre a finalização do reboco com o início da pintura. Assim, a realocação dos dois balancins para as outras duas fachadas apresentaram-se como solução para não deixar os equipamentos parados na obra. Como também, pode ser verificado que a finalização do chapisco e reboco nas fachadas leste e sul em um período inferior aos 28 dias de cura não iriam adiantar o início da pintura nas fachadas norte e oeste.

Como no exemplo anterior, percebe-se que muitas vezes o aumento da produtividade com a alocação de recursos não agrega para redução do prazo e dos custos da obra. Nesse viés, a construção do planejamento por meio da técnica da

linha de balanço consegue gerar essa e outras análises ligadas ao avanço físico-financeiro de uma forma visual.

A linha de balanço quando integrada com o orçamento consegue inserir o tempo atrelado aos custos para construção de cenários, como nos aluguéis de equipamentos, na definição do momento de desembolso de custos na medição da mão de obra e na definição do momento limite para compra de materiais para execução dos serviços. Assim, gera mais transparência na gestão dos custos e auxilia na tomada de decisões na execução da obra.

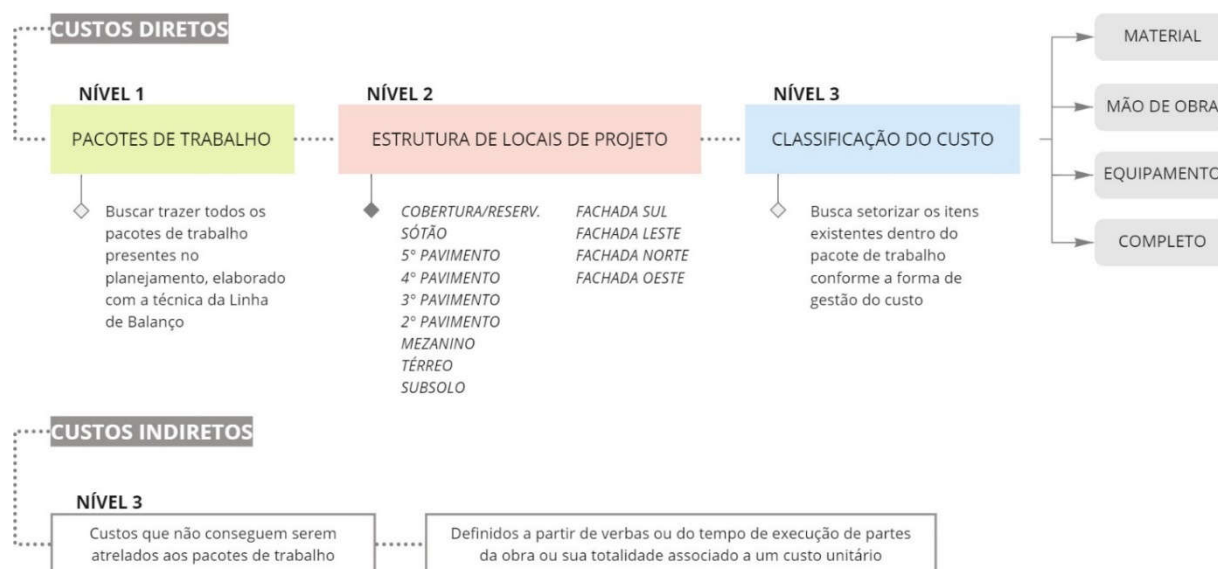
4.3.4 Estrutura do Orçamento com Visão Operacional

A elaboração do orçamento buscou apresentar uma estrutura que trouxesse uma mistura do orçamento convencional com o orçamento operacional, também conhecido como visão operacional pela literatura. Com propósito de agregar em uma melhor comunicação entre os custos com o cronograma de execução, logo uma melhor acompanhamento e rastreabilidade dos custos ao longo da execução da obra.

Para isso, a proposta de integração partiu da definição dos pacotes de trabalho como centralizadores de informações na comunicação entre o planejamento e o orçamento. A utilização do primeiro nível da EAP do orçamento com os pacotes de trabalho distribuídos ao longo do planejamento pela técnica da linha de balanço, permitiu inserir o tempo na análise e definição de custos do orçamento. Como consequência, conseguimos realizar a apropriação dos custos da execução da obra de forma mais prática e antecipar a análise de possíveis desvios de custos do orçamento.

As informações de custos inseridas nos pacotes foram setorizadas com objetivo de possuir um fácil acesso a elas e levantadas com o nível de detalhamento necessário para que auxiliassem no controle de estoque, processo de compras e gestão de custos. Com a intenção de disponibilizar as informações que a empresa utilizava nos seus processos, agora, dentro do orçamento. Frente a esse objetivo, a EAP do orçamento com visão operacional seguiu a estrutura expressa pela Figura 13.

Figura 13 - Estrutura do orçamento com visão operacional



Fonte: Autoria própria (2021)

Após o primeiro nível do orçamento, a ELP no segundo nível da EAP buscou segmentar os custos por meio das localidades dos lotes de produção definidos na LOB. As localidades permitiram identificar melhor o direcionamento dos custos e analisar por meio dos locais o quanto deve ser investido em cada um deles. Além de possibilitar uma previsão dos custos reais da finalização dos serviços por meio do acompanhamento financeiro da execução de localidades predecessoras. Enquanto o terceiro nível busca setorizar os itens dentro dos pacotes de trabalho conforme a forma de gestão do custo.

Após um estudo dos momentos e formas de desembolso, cálculo e setorização dos custos das obras em andamento ou realizadas pela empresa Y, foi proposto uma divisão dos itens do orçamento em 05 classificações. Conforme as características dos custos, o terceiro nível da EAP dividiu entre: materiais, mão de obra, equipamento, completo e indiretos. As opções definidas buscaram englobar todos os custos dentro do orçamento e agregar em uma melhor gestão dos mesmos junto ao cronograma de obra.

Visto que, quando as informações contidas no orçamento são apresentadas no formato ideal para serem consumidas, podem gerar agilidade e previsibilidade nos diversos processos interligados com os custos. A forma de levantamento e nível de detalhe das informações contidas no orçamento seguiu a premissa de disponibiliza-las conforme processadas durante os processos de gestão.

A seguir será apresentado as justificativas, objetivos das classificações do terceiro nível e as diretrizes de cálculo dos custos dos itens no orçamento.

4.3.4.1 Material

Além das relações de custos, os recursos materiais possuem grande impacto para o sucesso da execução de um cronograma de obras. A falta de material no início ou no meio do andamento da atividade pode resultar no atraso do andamento da obra pela sua paralização. Para que não ocorra o atraso de uma atividade, a forma de apresentação dos materiais no orçamento teve como propósito auxiliar na eliminação de restrições no planejamento de médio prazo, processo de compras e controle de custos.

No entanto, os materiais possuem diferentes momentos e ciclos de aquisição que devem ser considerados para uma logística de canteiro de obras eficiente, devido a forma de consumo, durabilidade, dimensões, valor agregado e tamanhos de lotes de compra. Além de que, a realização de compras não programadas em materiais a pronta entrega, para não afetar o cronograma de obras pela falta de material, podem resultar em desvios dos custos previstos pela aquisição por valores superiores aos orçados inicialmente.

Frente aos pontos citados, os materiais foram apresentados no orçamento como itens soltos, desvinculados de custos ligados a mão de obra ou equipamentos do mesmo serviço por meio de composições unitárias. A separação dos custos visa conseguir ter um melhor controle dos custos, visto a diferença do momento de desembolso e formato de cobrança para a aquisição de materiais, pagamento da mão de obra e alugueis de materiais/equipamentos.

Na Figura 14 verificamos uma parte da estrutura proposta para o orçamento com visão operacional por meio de um pacote de trabalho, com um filtro para mostrar apenas os materiais vinculados. A estrutura apresenta o pacote de trabalho “INFRA VENTILAÇÃO” com o valor total dos itens apresentados, no caso apenas os materiais, e logo em seguida setoriza o pacote por meio das localidades, também com o valor total dos itens para cada local.

Apesar de todos os itens comporem o pacote de “INFRA VENTILAÇÃO”, ao longo das localidades percebemos a diferenciação dos mesmos. Com a

setorização por locais, verifica-se quais são os materiais necessários para execução do serviço pela mão de obra e o seu custo por lote de produção.

Figura 14 - Estrutura do orçamento

ORÇAMENTO	GRUPO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
INFRA VENTILAÇÃO				R\$ 3.938,22	R\$ 23.839,50
TÉRREO				R\$ 1.102,23	R\$ 3.142,15
EXAUSTOR 160 m³/h IN-LINE AXIAL Ø100 SILENCIOSO, 1 M DE DUTO FLEXÍVEL EM ALUMÍNIO POLIESTER E FITA ALUMINIZADA	MAT.	6	UN	R\$ 323,36	R\$ 1.940,16
JOELHO TIGRE ESGOTO PVC 90° 100 MM LIXADO E SOLDADO COM ADESIVO PLÁSTICO PARA PVC	MAT.	4	UN	R\$ 11,60	R\$ 46,41
TÊ TIGRE ESGOTO PVC 100 MM LIXADO (GRÃO 100) E SOLDADO COM ADESIVO PLÁSTICO PARA PVC	MAT.	4	UN	R\$ 25,60	R\$ 102,41
TUBO TIGRE PVC ESGOTO PRIMÁRIO 100 MM FIXADO COM FITA PERFURADA E PARAFUSO	MAT.	16	M	R\$ 20,77	R\$ 332,27
VENTILADOR PARA EXAUSTÃO E RENOVAÇÃO DO AR (VENT 150)	MAT.	1	UN	R\$ 720,90	R\$ 720,90
MEZANINO				R\$ 1.239,98	R\$ 3.646,07
CAIXA DE FILTRAGEM ABS FILBOX G4	MAT.	2	UN	R\$ 437,40	R\$ 874,80
EXAUSTOR 160 m³/h IN-LINE AXIAL Ø100 SILENCIOSO, 1 M DE DUTO FLEXÍVEL EM ALUMÍNIO POLIESTER E FITA ALUMINIZADA	MAT.	2	UN	R\$ 323,36	R\$ 646,72
JOELHO TIGRE ESGOTO PVC 90° 100 MM LIXADO E SOLDADO COM ADESIVO PLÁSTICO PARA PVC	MAT.	4	UN	R\$ 11,60	R\$ 46,41
RENOVADOR DE AR/INSUFLADOR (SONORA 11), 1 M DE DUTO FLEXÍVEL EM ALUMÍNIO POLIESTER E FITA ALUMINIZADA	MAT.	4	UN	R\$ 268,65	R\$ 1.074,60
RENOVADOR DE AR/INSUFLADOR EMBUTIDO NA PAREDE (SPLITVENT)	MAT.	4	UN	R\$ 178,20	R\$ 712,80
TUBO TIGRE PVC ESGOTO PRIMÁRIO 100 MM FIXADO COM FITA PERFURADA E PARAFUSO	MAT.	14	M	R\$ 20,77	R\$ 290,73

Fonte: Autoria própria (2021)

A forma de apresentação dos itens teve o objetivo de auxiliar na programação de compras e na análise de restrições no horizonte de médio prazo, consequentemente, no controle e disponibilização dos recursos materiais no canteiro de obras. Nesse viés, os itens de custo do orçamento são definidos por insumos ou composições unitárias de materiais, conforme a sua necessidade de detalhamento para processamento da informação.

Frente a classificação dos recursos proposta por Formoso (1999), buscou-se por meio do orçamento evidenciar a quantidade dos materiais com a programação de compra a partir do planejamento de longo e médio prazo, os recursos classe 1 e os recursos classe 2, respectivamente, com baixa e os média repetitividade do ciclo de compra. Enquanto os materiais cuja compra ocorre pelo controle de estoque da obra e do almoxarifado, recursos classe 3 com alta repetitividade do ciclo de compra, foi utilizado de coeficientes de utilização para definição do custo, assim não evidente as quantidades dos materiais de forma direta no orçamento.

4.3.4.2 Mão de Obra

A contratação da mão de obra pela Empresa Y ocorre por empreitada de mão de obra por preço global, no qual a empreiteira contratada fica responsável apenas pela execução dos serviços acordados em contrato por preço fixo e total, expresso em função de CUB. Os demais serviços não acordados em contrato da empreitada de mão de obra ocorrem pela contratação de mão de obra especializada. Enquanto a contratante, empresa Y, fica responsável pelas compras, cronogramas, contratações, locações, pagamentos e demais aspectos que envolvem a obra.

O regime de empreitada por preço global ocorre com a realização de medições mensais para o pagamento proporcional aos serviços executados. Já o pagamento de mão de obra especializada, conforme a prática da empresa Y, tem sido feito de duas formas distintas, de acordo com a dimensão do serviço.

Quando se trata de um serviço com longa duração e/ou repetição ao longo dos pavimentos do empreendimento, como a mão de obra de rede de canalização de gás, impermeabilização e infraestrutura de ar condicionado, o pagamento também ocorre de forma proporcional à medição dos serviços executados. Os serviços de mão de obra sem repetição, concentrado em um objeto de serviço, geralmente, em uma localidade, o pagamento acontece de forma integral com a finalização do serviço, como exemplo a instalação dos materiais da piscina.

Visto a inexistência de mão de obra própria por parte da empresa em estudo, a definição dos custos atrelados as mãos de obra não tiveram como objetivo analisar o custo ligado a produtividade. Entretanto, quando analisamos o processo de pagamento da mão de obra, verificamos que ocorre sob influência do tempo, visto que a aumento/diminuição da produtividade pode alterar o momento de medição do pacote de atividade. Assim, pode ser concluído pelo formato proposto pelo trabalho, que o tempo não influencia na variação dos custos, mas influencia no momento de desembolso e fluxo de caixa do empreendimento.

Em virtude do alto esforço para definição dos custos por meio do tempo e baixo impacto para gestão de custos, os custos de mão de obra foram determinados para o orçamento a partir do banco de dados da empresa, compartilhado com o pesquisador. O banco de dados possuía valores de custos de mão de obra de outras

obras, administradas pela empresa, compatíveis com o padrão executivo da obra em estudo.

Mesmo que o orçamento contemple diferentes formas de mão de obra, por conta do formato proposto para definição dos pacotes de trabalho, no presente trabalho pode ser visto como um ponto em comum a definição do momento de pagamento da mão de obra através das datas de término dos pacotes de trabalho. A relação direta possibilita a criação de cenários e validações dos custos da mão de obra com o fluxo de caixa do empreendimento.

4.3.4.3 *Completo*

Conforme apresentado, a forma de definição dos custos dos materiais se difere das mãos de obra. Os materiais possuem uma vinculação dos custos diretamente as quantidades e as mãos de obra se relacionam com custos pré-estabelecidos pelo mercado, além da relação com o tempo para previsibilidade de custos. No entanto, na gestão de custo da empresa alguns custos que envolviam material e mão de obra não se encaixavam com nenhuma das duas estruturas.

A contratação de fornecedores para execução de serviços com mão de obra que incluíam o fornecimento do material apresentava o pagamento integrado, mas sempre com o valor parcelado em no mínimo duas vezes.

A prática de parcelamento, geralmente, decorre da necessidade de uma parcela inicial destinada a compra de insumos para produção do produto final e de uma parcela para final para resguardar a contratante da entrega conforme desejada. A instalação de deck de madeira, marquise metálica e toldos em ACM são itens do orçamento que apresentaram esse processo de contração nos outros empreendimentos administrados pela empresa Y.

Outro caso que se encaixa na classificação, engloba principalmente os itens materiais presentes na classe A da curva ABC e na classe 1 da gestão dos recursos. Os valores elevados dos itens costumam inviabilizar a contratação à vista. Por poder prejudicar na saúde financeira do empreendimento a prática costuma ser evitada, tendo os elevadores e as esquadrias como exemplos. Com isso, os valores cobrados pelos itens são destrinchados em várias vezes ao longo dos meses e com a programação de compra a partir do planejamento de longo prazo.

Nesse caso, a separação dos custos de material e mão de obra acabam não gerando vantagens para o controle de custos, por conta do pagamento ocorrer de forma conjunta. E para gestão de custos o valor cobrado e a forma de pagamento acordados com a contratada são suficientes para o acompanhamento dos custos no empreendimento.

Na elaboração do orçamento com visão operacional os itens do orçamento que apresentavam mão de obra e material integrados, sem diferenciação no processo de pagamento, foram classificados como “completo”.

4.3.4.4 Equipamento

Os orçamentos convencionais costumam considerar os custos de equipamentos e materiais alugados a partir de verbas ou, então, inseridos em composições de custos unitários de serviços. Entretanto, a definição dos tempos de permanência em obra não costuma analisar os processos de execução dos serviços e as restrições existentes. Como consequência, os custos dos equipamentos acabam ultrapassando dos valores orçados por falta de transparência no acompanhamento dos custos em obra.

Frente essa linha de raciocínio, a forma de definição dos custos dos equipamentos e materiais alugados partiu da definição dos equipamentos necessários para execução dos serviços. Com o estudo das opções de contratação e a contemplação com quais pacotes de trabalho, buscou-se estudar os possíveis planos de ataque para minimizar os seus tempos de permanência em obra. Visto a associação do custo ao tempo, no atual trabalho, a definição dependeu da duração de pelo menos um pacote de trabalho para determinação.

Por meio da utilização dos dados de início e fim dos pacotes de trabalho fornecidos pelos dados do planejamento para definição do período de utilização. Ressalvando, que os materiais ou equipamentos que estavam associados a mais de um pacote de trabalho, e os mesmo possuem relações de precedência, o período de duração foi determinado pela data de início do primeiro pacote e a data de fim do último pacote de trabalho do sequenciamento de execução. Conforme o aluguel dos dois balancins nos pacotes de trabalho nas fachadas, apresentado pela Figura 15.

Figura 15 - Definição de custo associado ao tempo

DADOS DE ENTRADA					DADOS DO PLANEJAMENTO						ORÇAMENTO	
ITEM	QNT.	VALOR FIXO	PERÍODO (EM DIAS)	TAXAS ADICIONAIS	INÍCIO			TÉRMINO			QNT.	CUSTO TOTAL
					PACOTE	LOCAL	DATA	PACOTE	LOCAL	DATA		
BALANCIM 1	4	R\$ 600,00	30	R\$ 2.600,00	CHAPISCO EXTERNO	FACHADA OESTE	16/09/2020	ACAB EXTERNO	FACHADA LESTE	09/03/2021	6	R\$ 17.000,00
BALANCIM 2	4	R\$ 600,00	30	R\$ 2.600,00	CHAPISCO EXTERNO	FACHADA NORTE	16/09/2020	ACAB EXTERNO	FACHADA SUL	09/03/2021	6	R\$ 17.000,00

Fonte: Autoria própria (2021)

Diante a estratégia de ataque definida na Figura 12, para a definição dos custos para alugar os dois balancins foi utilizado os dados do planejamento. A associação do custo ao tempo teve como objetivo encontrar um valor preciso e possibilitar a análise de diferentes cenários, conforme as alterações feitas no planejamento de longo prazo.

Inicialmente, foi necessário cadastrar os dois conjuntos de andaimes balancim separados, visto que não há influência entre os dois para definição do custo total. Para que, então, fosse preenchido nos dados de entrada a respeito do aluguel de cada conjunto. A quantidade por fachada (4), o valor da locação, o formato de locação em dias, nesse caso mensal, e as taxas adicionais, correspondentes nesse exemplo pelo valor de montagem/desmontagem e frete de entrega/recolhimento.

A partir do pacote de trabalho e o local da primeira instalação do conjunto de balancim, foi extraído dos dados do planejamento, elaborado no *Prevision*, a data de início do pacote. E para a definição da data de fim de utilização ocorreu o mesmo processo, no entanto a partir do pacote de trabalho e do local onde seria recolhido o conjunto.

Com a definição das datas de utilização por meio dos pacotes, obtém-se a quantidade de utilização de acordo com o formato de cobrança, nesse caso 6 meses arredondando para cima. Por fim, encontra-se o custo total pela multiplicação da quantidade pelo valor fixo e somando as taxas adicionais.

4.3.4.5 Indireto

Os custos indiretos no presente trabalho são classificados por todos os custos que não conseguem ser alocados aos pacotes de trabalho, não são associados diretamente aos serviços. Podem depender do prazo de produção, pois a sua estimativa leva em conta o tempo que a obra utiliza os recursos da empresa, mas independente do volume de produção (BORNIA, 2002; MARCHESAN, 2001). Ou são aqueles custos dificilmente atribuídos ao objeto de custo (ANTUNES JR, 1998), mas relevantes para o orçamento do empreendimento.

O custo da administração da obra e a contratação dos responsáveis técnicos para execução são exemplos de custos fixos com desembolso mensal do fluxo de caixa do empreendimento, cobrados durante toda a execução. Apesar de não possuírem correlação direta com os pacotes, seus custos dependem da duração da obra, logo podem ser gerenciados pelo início da primeira atividade e o fim da última. Diante esse, ponto são considerados no trabalho como verbas ligadas a duração da obra, um custo variável em função do tempo.

Por outro lado, os custos provenientes de projetos, seguro e comunicações visuais tratam-se de custos indiretos sem relação com tempo. Considerados como verbas fixas, no entanto distribuídas ao longo do tempo conforme a forma usual de pagamento pela empresa Y.

4.3.5 Comunicação entre *Prevision* e *Excel* pelo *Power BI*

Foram determinados diferentes programas para elaboração do planejamento por meio da técnica da linha de balanço e do orçamento com visão operacional. A escolha foi feita com objetivo de conseguir realizar com interação dos dados entre os dois arquivos. Assim, foi definido a plataforma *Prevision* para realização do planejamento e o software *Microsoft Excel 2016* para o orçamento. A seguir será detalhado o fluxo de trabalho utilizado para gerar a comunicação entre os dois programas pelo software *Power BI*.

A plataforma *Prevision* permite a exportação do planejamento elaborado em formato de lista em arquivo *xls*. extensão do software *Excel*. A planilha exportada proporciona os dados necessários para elaboração do orçamento com visão

operacional proposto por meio das suas colunas, na seguinte ordem: os serviços com a nomenclatura dada aos pacotes de trabalho; as localidades definidas na ELP; e, as datas de início e término (Figura 16). Por ser uma plataforma de planejamento e gestão de obras, a *Prevision* também gera dados para gestão da produção, no entanto não foram utilizadas visto os objetivos do presente trabalho.

Os dados do planejamento em formato de lista perdem informações geradas de forma visual pela técnica da linha de balanço, mas para realização do orçamento com visão operacional contribuíram para definição e análises lógicas dos custos vinculados ao tempo. As colunas de serviço e lote serviram para identificar o item no orçamento, enquanto as datas de início e término foram utilizadas como dados de entrada do orçamento.

Figura 16 - Dados extraídos do *Prevision*

	Serviço	Lote	Data de Início	Data de Término
	SERVIÇOS PRELIMINARES	TÉRREO	01/11/2019	29/11/2019
	PAREDE DIAFRAGMA	TÉRREO	02/12/2019	13/12/2019
	INFRAESTRUTURA	SUBSOLO	16/12/2019	28/02/2020
	CANTEIRO DE OBRA	TÉRREO	16/12/2019	31/12/2019
	ESTRUTURA	TÉRREO	02/03/2020	20/03/2020
	ESTRUTURA	MEZANINO	23/03/2020	13/04/2020
	ESTRUTURA	2° PAVIMENTO	14/04/2020	06/05/2020
	ESTRUTURA	3° PAVIMENTO	07/05/2020	27/05/2020
	ALVENARIA	TÉRREO	12/05/2020	01/06/2020
	IMPERM. ESTRUTURA	SUBSOLO	20/05/2020	26/05/2020
	ESTRUTURA	4° PAVIMENTO	28/05/2020	18/06/2020
	ALVENARIA	MEZANINO	01/06/2020	22/06/2020
	INST. HID	TÉRREO	02/06/2020	23/06/2020
	ESTRUTURA	5° PAVIMENTO	19/06/2020	09/07/2020
	ALVENARIA	2° PAVIMENTO	23/06/2020	13/07/2020
	INFRA EXAUSTÃO	TÉRREO	24/06/2020	30/06/2020
	INST. HID	MEZANINO	24/06/2020	14/07/2020
	INST. ELE	TÉRREO	01/07/2020	21/07/2020
	ESTRUTURA	SÓTÃO	10/07/2020	30/07/2020

Fonte: Autoria própria (2021)

A elaboração dos custos associados as quantidades concentraram-se no software *Excel*, da criação de banco de dados de insumos e composições. Já os custos associados ao tempo foram detalhados no *Excel* (Figura 15), para que então no Power BI fosse determinar o tempo extraído do pacotes do *Prevision* e determinado o custo do item. A principal causa da escolha pelo software, ao invés de softwares/plataformas disponíveis no mercado específicas para o processo de orçamentação, foi a rigidez das opções analisadas para geração de custos ligados ao tempo e para geração de cenários físicos-financeiros. Com isso, seria necessário a

realização de ajustar nos dados e retornar os dados tratados para os programas a fim de criar a comunicação entre o planejamento e orçamento.

Para comunicar os itens no orçamento com os dados extraídos do *Prevision*, foi necessário gerar relações lógicas de programação que lesse os três níveis do orçamento. Com a finalidade de converter as datas do planejamento em informações de custo ou para gestão do orçamento.

Figura 17 - Estrutura dos dados inseridos no orçamento

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - RESIDENCIAL X										
GRUPO	CÓD.	PACOTE	DESCRIÇÃO	LOCAL	UNID.	QUANT.	UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	INÍCIO	TERMINO
SERVIÇO		PORTA E RODAPÉ	PORTA E RODAPÉ					R\$ 450.131,67	-	-
LOCAL		PORTA E RODAPÉ	PORTA E RODAPÉ - TÉRREO	TÉRREO				R\$ 30.972,63	20/04/2022	27/04/2022
GER.	3	PORTA E RODAPÉ	PORTA TRADA DE GIRO INTERNA 70X210X40cm FOLHA SÓLIDA C/ CAIXILHO EM MDF ULTRA E VISTA LISA DE 70mm C/ PINTURA LACA PU, INCLUSO FERRAGEM, ACESSÓRIOS E INSTALAÇÃO	TÉRREO	UN	1	R\$ 1.710,42	R\$ 1.710,42	20/04/2022	27/04/2022
GER.	6	PORTA E RODAPÉ	PORTA TRADA DE GIRO INTERNA 90X210X40cm FOLHA SÓLIDA C/ CAIXILHO EM MDF ULTRA E VISTA LISA DE 70mm C/ PINTURA LACA PU, INCLUSO FERRAGEM, ACESSÓRIOS E INSTALAÇÃO	TÉRREO	UN	5	R\$ 1.921,03	R\$ 9.605,15	20/04/2022	27/04/2022
GER.	8	PORTA E RODAPÉ	PORTA TRADA DE GIRO CORTA-FOGO 90X210X45cm FOLHA SÓLIDA C/ CAIXILHO EM MDF ULTRA E VISTA LISA DE 70mm C/ PINTURA LACA PU, INCLUSO FERRAGEM, ACESSÓRIOS E	TÉRREO	UN	2	R\$ 3.945,16	R\$ 7.890,32	20/04/2022	27/04/2022
GER.	9	PORTA E RODAPÉ	RODAPÉ EM POLIESTIRENO COM ACABAMENTO LACA PU 15X1.2X287cm. SERVIÇO DE MONTAGEM E MATERIAL INCLUSO	TÉRREO	M	201,08	R\$ 58,52	R\$ 11.766,74	20/04/2022	27/04/2022
LOCAL		PORTA E RODAPÉ	PORTA E RODAPÉ - MEZANINO	MEZANINO				R\$ 17.369,31	12/04/2022	19/04/2022
GER.	2	PORTA E RODAPÉ	PORTA TRADA DE GIRO INTERNA 80X210X40cm FOLHA SÓLIDA C/ CAIXILHO EM MDF ULTRA E VISTA LISA DE 70mm C/ PINTURA LACA PU, INCLUSO FERRAGEM, ACESSÓRIOS E INSTALAÇÃO	MEZANINO	UN	2	R\$ 1.710,42	R\$ 3.420,84	12/04/2022	19/04/2022
GER.	3	PORTA E RODAPÉ	PORTA TRADA DE GIRO INTERNA 70X210X40cm FOLHA SÓLIDA C/ CAIXILHO EM MDF ULTRA E VISTA LISA DE 70mm C/ PINTURA LACA PU, INCLUSO FERRAGEM, ACESSÓRIOS E INSTALAÇÃO	MEZANINO	UN	1	R\$ 1.710,42	R\$ 1.710,42	12/04/2022	19/04/2022

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Figura 17 visualizamos uma parte do orçamento com os três níveis da EAP. Com isso, podemos analisar, a partir das linhas, os custos por pacote de trabalho, por localidade e por item do orçamento. Já nas colunas da tabela conseguimos verificar diferentes informações com diferentes propósitos.

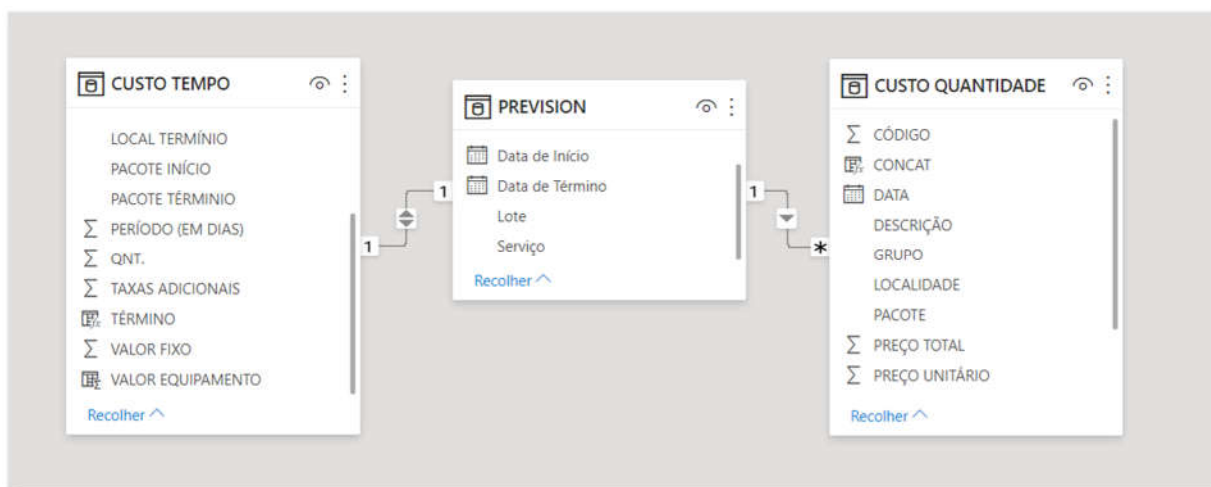
A primeira coluna busca setorizar o orçamento com o preenchimento dos níveis. As linhas com o serviço e local visam trazer o custo acumulado total ou da localidade específica, respectivamente, referente aos itens descritos no orçamento dos pacotes de trabalho, como também, apresentar uma melhor visibilidade.

A coluna código preenchida de forma manual serve para identificar nos bancos de dados a composição de custo unitário do item, de acordo com o código, a ser inserido no orçamento e preencher de forma automática as colunas de descrição, unidade, e custo unitário. Então, para a determinação dos custos totais dos itens com o custo relacionados a quantidade, ocorreu a partir de fórmulas inseridas nas células

para que ocorresse a multiplicação da coluna de custo unitário com a de quantidade, essa segunda preenchida de forma manual no trabalho.

Com a mesma estrutura das colunas serviço e local na planilha exportada da plataforma *Prevision*, as colunas pacote de trabalho e local tiveram como objetivo realizar a comunicação entre os dados para o preenchimento automático das colunas com as datas de início e término com os dados do orçamento, de cada pacote de trabalho de acordo com a sua localidade, no *Power BI*.

Figura 18 - Relação de dados no Power BI



Fonte: Autoria própria (2021)

O processo ocorreu tanto para os dados de custos associados a quantidade, como para os dados de custos associados ao tempo. Com a inserção do tempo a partir do planejamento no orçamento, as datas permitiram a definição de custos relacionados ao tempo e nortearam os itens do orçamento com o cronograma de execução elaborado.

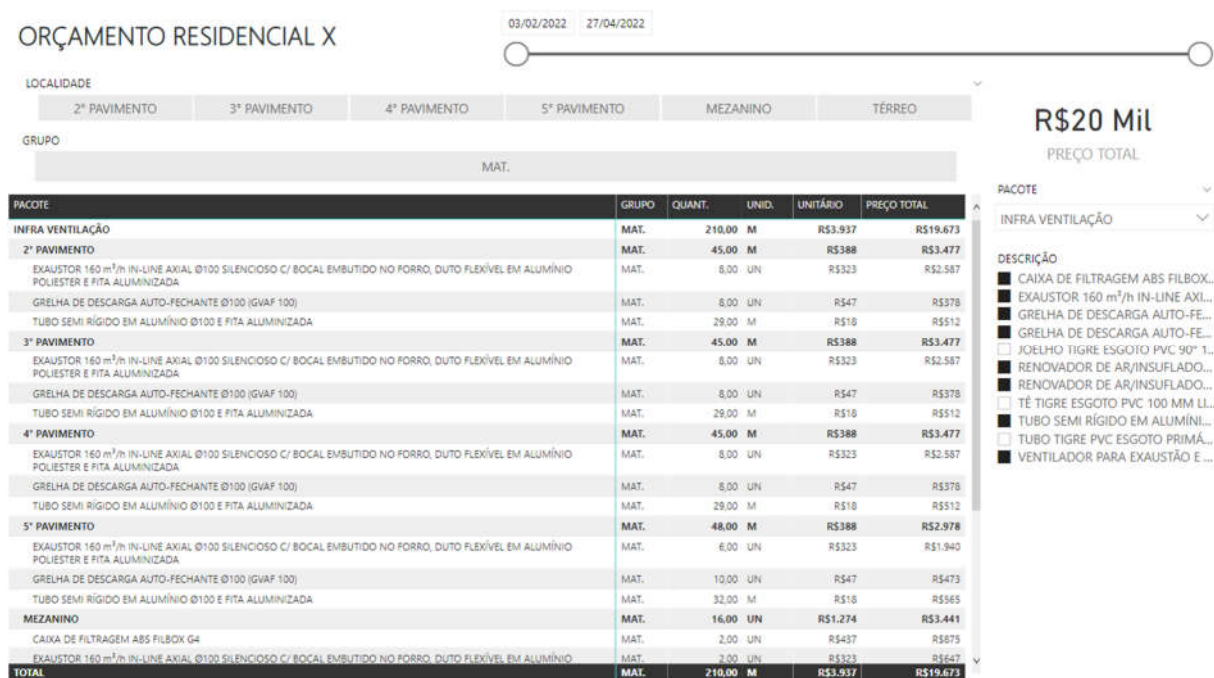
Apesar da determinação dos custos e estrutura com diretrizes diferentes do orçamento convencional, o formato apresentado para os custos associados a quantidade (Figura 17) e para os custos associados ao tempo (Figura 15) ainda possuíam uma visualização do orçamento de entrega de difícil acesso as informações disponíveis. Com uma listagem de custos segmentada pelos pacotes de trabalho, localidades e classificação dos custos. E, ainda, com uma maior quantidade de linhas visto o maior detalhamento das informações conforme a proposta apresentada.

4.4 Análise da Integração dos Dados

Tanto a construção do planejamento por meio da técnica da Linha de Balanço, quanto o orçamento com visão operacional trouxeram, descritos nos tópicos anteriores, diretrizes que permitissem uma comunicação direta entre eles. A estrutura proposta foi fundamentada nos processos de produção praticados pela empresa e, ainda, com a adição de conceitos do planejamento e controle da produção para agregar no formato de gestão de obra proposto.

No entanto, conforme mencionado anteriormente, apesar do valor dos dados obtidos pela integração entre o planejamento e orçamento, a estrutura do orçamento como uma listagem de custos dificulta o processamento dos dados disponibilizados para auxiliar em uma melhor gestão da obra. Dessa forma, buscou-se utilizar da setorização proposta por meio dos três níveis da EAP com os dados do planejamento inseridos no orçamento com visão operacional para gerar um orçamento dinâmico, conforme a Figura 19.

Figura 19 - Orçamento dinâmico



Fonte: Autoria própria (2021)

O orçamento dinâmico tem como propósito facilitar a análise das informações presentes no orçamento construído. Na Figura 19 verificamos o mesmo

intervalo do orçamento da Figura 14, no entanto, agora, em um formato de *dashboard* interativo e com campos de segmentação dos dados para diferentes análises.

Diante do orçamento dinâmico filtrado pelo pacote de trabalho “INFRA VENTILAÇÃO”, visualizamos o custo relacionado aos materiais selecionados, conforme as descrições selecionadas, nas respectivas localidades. E apesar do exemplo específico, a flexibilidade do formato, por conta dos dados, permite analisar os custos e as informações presentes no orçamento com inúmeras formas atreladas a gestão da obra.

A estrutura nas diretrizes do orçamento operacional consegue contribuir nos processos ligados a fases distintas da obra, como a de pré-obra e execução. Visto que, o planejamento físico de um empreendimento deve corresponder com o fluxo financeiro de entradas, nessa linha, deve ser validada de forma física-financeira. E os dados disponibilizados, ligados as operações em função do tempo, podem auxiliar no processo de compras e de estoque da obra.

4.4.1 Planejamento de Médio Prazo

Diante os principais objetivos do planejamento de médio prazo, seguindo o referencial teórico do LPS, está no processo de remoção de restrições para possibilitar a execução do plano de curto prazo de acordo com as metas estabelecidas no longo. Com um maior detalhamento das atividades a serem executadas nos lotes de produção visa analisar em um horizonte a frente de, geralmente, três meses qualquer tipo de restrições ligadas a mão de obra, espaço, materiais, equipamentos, projeto, segurança e, entre outros.

Na análise de remoção de restrições feito por Olivieri (2010), a maior parte das restrições identificadas correspondia aos itens de materiais e mão de obra, com a relação de 59%. Enquanto Olivieri (2016) identificou o grupo de materiais como principal grupo representativo, com cerca de 50% das restrições, e como segundo o grupo outros, correspondente a itens de suprimentos. Por motivos que variavam do processo de cotação até a efetivação contratação.

A elaboração do orçamento executivo para determinação de um custo preciso da obra requer o levantamento de informações que possuem valor para diferentes processos além da orçamentação. Mas, diante a forma que esses dados

são apresentados, torna-se comum essas informações servirem apenas para representação de custos em uma listagem. Como consequência, gera um retrabalho para o levantamento das mesmas informações em diferentes momentos da obra.

Alinhado com o LBMS, a ideia de pacotes de trabalho exibidos na LOB concede informações sobre o progresso das atividades, como a atividade a ser realizada (o que); a equipe que irá executar a atividade (quem); o local de execução da atividade (onde); e o momento em tempo que a atividade seja executada (quando) (MOURA *et al.*, 2014). Enquanto, a aplicação no trabalho do orçamento com visão operacional com o detalhamento alinhado com a gestão de compras, inclui ao pacote de trabalho informações quanto aos recursos necessários e suas quantidades (o que precisa), e o que isso corresponde em relação aos custos (quanto).

A informações geradas pela interação do orçamento e o planejamento no presente trabalho buscam proteger a produção e gerar previsibilidade no controle de custos. As datas do planejamento atreladas aos pacotes de trabalho dentro do orçamento permitem a filtragem das informações relativas as quantidades e custos dos itens que compõem os pacotes em um espaço de tempo. Por conta da estrutura dinâmica, possibilita auxiliar na gestão de médio prazo, mas não só para verificar os recursos que precisam estar disponíveis para o início da atividade conforme a data planejada, mas também para auxiliar no controle de custos e margens de negociação no processo de compras.

4.4.2 Gestão de Compras e Controle de Estoque

Conforme apresentado pelo planejamento de médio prazo, o processo de eliminação de restrições para efetivação do horizonte de curto prazo reforça a relação com o cronograma da obra com o processo de compras. Da mesma forma que o processo de compras interfere no controle de estoque de materiais, uma vez que o momento de aquisição dos recursos determina o período de permanência na obra, até que o mesmo seja utilizado/consumido. Nessa linha, o trabalho segue conceitos da filosofia *Lean Construction*, a fim de disponibilizar os recursos necessários nos momentos certos.

A definição dos pacotes de trabalho e ELP nos diferentes níveis do orçamento proporcionaram uma melhor gestão operacional dos custos pela

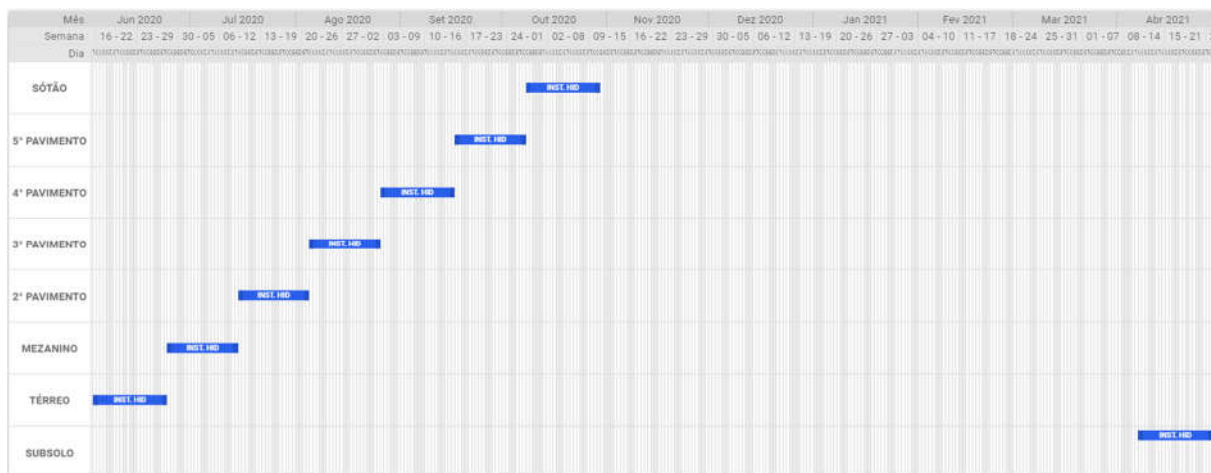
introdução da gestão visual por meio da linha de balanço. Dados de custos para aquisição de uma parcela ou a totalidade dos recursos de um pacote pela estrutura segmentada no orçamento dinâmico, podem ser melhor analisados por conta dos aspectos ligados a forma de pagamento, dimensão do lote de compra, fretes de transportes na gestão de compras e estoque. Além dos próprios conceitos já aplicados na construção do planejamento pela técnica da Linha de Balanço, com influência nos processos de compra e gestão de estoque.

Na Figura 10, que analisava os fluxos de trabalho, a aplicação do fluxo ininterrupto com a eliminação dos tempos de espera entre os lotes de produção reforçar a busca por minimizar os estoques de recursos em obra. Visto que, os recursos de pacotes e trabalho com curtos ciclos de duração tendem a serem adquiridos em uma compra única. Assim, a existência de tempo de espera para o início do serviço em outro lote forçam a permanência dos recursos em obra e podem gerar restrição de espaço para outros serviços.

Ao contrário dos serviços de curto ciclo de duração, para os serviços de longos ciclos de duração nos lotes de produção as vezes torna-se mais interessante o processo de compra dos materiais por partes em canteiros com limitação de espaço. A prática possibilita a utilização de locais menores para o armazenamento de materiais e/ou elimina o deslocamento de materiais ao longo da obra para, também, não gerar restrições de espaço para outros serviços.

O empreendimento em estudo possuía um espaço para canteiro de obra limitado e, ainda, utilizava de áreas comuns para o depósito de materiais. Com isso, exemplos como o pacote de trabalho “INST. HID”, correspondente aos serviços de instalações da infraestrutura hidrossanitária do empreendimento, possibilitam por meio da interação dos dados uma análise integrada dos processos de planejamento até compra. Na Figura 20 verifica-se o planejamento por meio da técnica da LOB para o pacote “INST. HID”.

Figura 20 - Linha de balanço do pacote de trabalho "INST. HID"

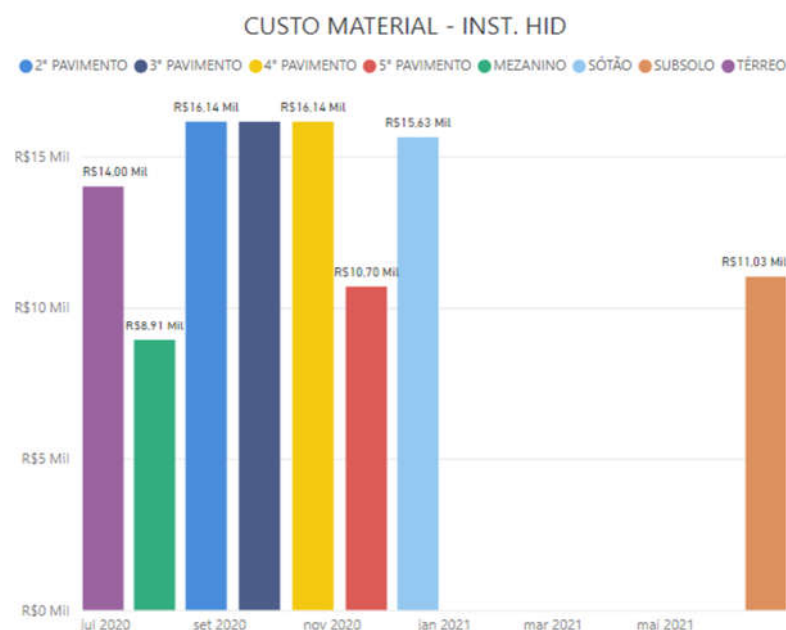


Fonte: Autoria própria (2021)

A partir do planejamento conseguimos visualizar o fluxo ininterrupto do pacote de trabalho do Térreo até o Sótão, com uma duração em torno de 05 meses para atender todas as localidades. Com a quebra do fluxo ininterrupto, no Subsolo o pacote inicia em torno de 05 meses após o término do Sótão. Justificado pelas diferenças de execução do pacote no local, já que no Subsolo não ocorre a instalação do forro de gesso e requer o tratamento e pintura das lajes nervuradas antes da sua execução.

Frente a gestão visual gerada pela interação dos custos com os dados da LOB na Figura 21, verifica-se que a compra da totalidade dos materiais para execução do pacote de "INST. HID" geraria um estoque de material destinado a execução do subsolo. A presença do material pelo longo período reforça os pontos mencionados de geração de restrições pelo estoque de material e, ainda, gera um gasto, de forma antecipada, sem geração de valor a obra.

Em questão de custos conseguimos visualizar o valor de R\$ 11.027,40 para realização da compra dos materiais do subsolo. A segmentação dos custos por localidade e alinhadas com as datas de início dos pacotes permitem a criação de planos de compras embasados com a produção. Até mesmo em pacotes com fluxo ininterrupto.

Figura 21 - Análise de custos por localidades ao longo do tempo

Fonte: Autoria própria (2021)

A execução dos pacotes de instalações hidrossanitárias do Térreo até o Sótão requer uma grande quantidade de material. E por conta dos ciclos de duração nas localidades serem longos, até a utilização efetiva dos materiais nas localidades uma grande quantidade de material seria armazenada, prejudicando o próprio controle dos materiais em obra.

Dessa forma, a realização de três ciclos de compra conforme ilustrado na Figura 22 auxilia em uma melhor gestão de material na obra. Além de que, o alto custo ligado a aquisição dos materiais acaba sendo minimizado com a distribuição dos custos ao longo do tempo.

Figura 22 - Análise para o processo de compras

DATA	LOCALIDADE	PREÇO TOTAL
30/06/2020	TÉRREO	R\$14.002,31
28/07/2020	MEZANINO	R\$8.912,74
25/08/2020	2º PAVIMENTO	R\$16.140,96
23/09/2020	3º PAVIMENTO	R\$16.140,96
22/10/2020	4º PAVIMENTO	R\$16.140,96
20/11/2020	5º PAVIMENTO	R\$10.702,49
18/12/2020	SÓTÃO	R\$15.629,60
25/06/2021	SUBSOLO	R\$11.027,40
TOTAL		R\$108.697,40

Fonte: Autoria própria (2021)

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo elaborar uma proposta de integração entre o planejamento baseado em localização e o orçamento com visão operacional. A motivação para escolha do tema partiu de uma análise do pesquisador frente aos processos de elaboração do planejamento de longo prazo e do orçamento executivo para os empreendimentos no qual o mesmo trabalhava. A falta de interação entre os dados do planejamento com o orçamento, como também com a própria produção, apresentava dificuldades para o gerenciamento de forma integrada ao longo da execução das obras.

A elaboração da pesquisa teve como método adotado *Constructive Approach* (abordagem construtiva). Segmentado em seis etapas, inicia com a escolha de uma problemática relevante e após uma compreensão do tópico escolhido para a construção de uma possível solução, finaliza com análise da solução junto a suas conexões geradas e sua aplicabilidade.

Para a construção do planejamento de longo prazo foi definido a técnica da Linha de Balanço por meio da plataforma *Prevision*. A praticidade e gestão visual proporcionada pela plataforma, embasada nos conceitos da filosofia *Lean Construction*, permitiu uma elaboração atrelada a validação dos fluxos de trabalho e na eliminação de desperdícios de tempo, espaço e custo. Além da possibilitar a extração de dados para permitir a integração com a elaboração do orçamento e gestão de processos da obra.

A utilização dos pacotes de trabalho ao longo das localidades do planejamento para possibilitar a comunicação direta com o orçamento gerou vários benefícios para gestão da obra mais transparente e rastreável. No entanto, na LOB foi necessário o detalhamento de serviços com curta duração e sem repetição, geralmente não expressos no planejamento de longo prazo, para permitir a centralização das informações pelos pacotes. Como consequência, gerou um pouco de poluição visual no planejamento.

A escolha do software *Microsoft Excel 2016* para a elaboração do orçamento com visão operacional ocorreu pela flexibilização do software, enquanto o *Power BI* permitiu a criação de processos para comunicação entre os dados e geração de análises. A utilização dos dois software possibilitou que todos os objetivos fossem

cumpridos, tendo como principal problemática o manuseio no *Excel*. O peso do arquivo devido as automatizações de preenchimento pelo banco de dados de composições unitárias, insumos dificultou a construção.

Com objetivo de disponibilizar os dados do orçamento, muitas vezes escondidos por meio das composições unitárias, para diferentes processos da gestão da obra, a proposta buscou apresentar os itens de forma mais segmentada. A prática demandou do pesquisador mais esforço pelo aumento de trabalho para o levantamento dos custos e pela necessidade de um bom entendimento das práticas executivas para locação dos custos nos pacotes de trabalho, conforme a execução. Mesmo sem a realização do detalhamento das composições unitárias para todos os pacotes, em função do curto tempo disponível para elaboração do trabalho.

A introdução do tempo foi fundamental para gerar uma análise dinâmica dos custos de acordo com a produção. Visto que, os pacotes de trabalho no orçamento tempo permitiu visualizar os custos distribuídos pelo período da obra e validar diferentes cenários para analisar os custos atrelados ao tempo. Assim, trouxe a visão operacional ao orçamento por alocar os custos nos respectivos pacotes de trabalho em função do tempo.

Diante a proposta apresentada os dados do orçamento passaram a se deslocar no tempo conforme o plano de ataque estabelecido no planejamento de longo prazo, possibilitando análises além do cenário físico-financeiro. O formato dinâmico do orçamento agregou na disponibilização de dados para auxiliar na gestão de restrição de médio prazo e, ainda, para visualizar as margens de negociação no processo de compras para evitar desvios do orçamento da obra.

Com base nas experiências do pesquisador com a empresa que trabalhou como estagiário, o trabalho foi moldado segundo as diretrizes dos empreendimentos no formato de SPE. Entretanto, a proposta pode ser aplicada e adaptada para construções de diferentes formatos, sua conforme a realidade. Tendo como ponto fundamental, organizar os dados físicos-financeiros de uma forma que auxilie na validação de cenários e gerenciamento da produção.

Nesse viés, para efetivação da proposta a construção do planejamento e orçamento deve ocorrer de forma colaborativa entre os responsáveis pela elaboração. E no caso de os responsáveis serem terceirizados e não conhecerem os processos construtivos da empresa, a elaboração ainda deve contar com o auxílio dos

responsáveis pela execução da obra para que a integração traga dados compatíveis com a forma de gerenciamento da empresa.

Mas vale ressaltar, que a proposta de integração possui maior aplicabilidade para empresa que já possuem padrões executivos e processos bem definidos. Decorrente a necessidade de um maior detalhamento das informações nas etapas iniciais da obra a fim de gerencia-las ao longo da obra.

Por fim, apesar da relevância dos dados para a gestão da obra nos três horizontes do LPS, o trabalho se limitou em propor uma integração entre o planejamento e orçamento e analisar os benefícios gerados para os diferentes processos ligados a construção. Logo, não foi proposto um processo integrado de acompanhamento da obra a partir da retroalimentação de dados físicos-financeiros.

5.1 Recomendações para Trabalhos Futuros

Frente as recomendações de possíveis trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir da discussão apresentada nesta pesquisa, onde abordou-se uma proposta de integração entre o planejamento baseado em localização e o orçamento com visão operacional, destacam-se:

- a) Utilizar da metodologia BIM no processo de orçamentação (BIM 5D) na proposta de integração, com o objetivo de auxiliar na elaboração do orçamento com visão operacional de forma mais eficaz;
- b) Utilizar da metodologia BIM no processo de planejamento (BIM 4D) na proposta de integração, com o objetivo de validar os fluxos de trabalho e auxiliar na análise de restrições;
- c) Integrar os dados obtidos com o planejamento e do orçamento da proposta com um sistema de gestão integrado (ERP), para que possibilite a comunicação com todas as áreas da empresa e a retroalimentação de informações da execução para gestão da obra;

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Artemária C. de; SOUZA, Ubiraci E. L. de. **Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., São Carlos, 2003.

ANDRADE, Vanessa Adriano. **Modelagem dos custos para casas de classe média**. 1996. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

ANTUNES JÚNIOR, J.A.V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. 1998, 399f. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

ARDITI, David; TOKDEMIR, Onur B.; SUH, Kangsuk. Challenges in Line-of-Balance Scheduling. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Nova Iorque, p. 545-556. nov. 2002.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. Análise de investimentos na construção civil. In: **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 3. São Carlos, 2003.

BALLARD, Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering: Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, 1998. v. 124, n. 1, p. 11–17.

BARCAUI, A. B. **Gerenciamento do tempo em projetos**. Rio de Janeiro; EDITORA FGV, 3ª edição, 2010.

BERNARDES, M. M. E S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BIOTTO, Clarissa *et al.* **Comparing production design activities and location-based planning tools**. In: **IGLC 2017 - Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2017. v. II, n. July, p. 705–712.

BIOTTO, Clarissa. **Last Planner e Linha de Balanço**. 2020. 176 slides.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos em empresas modernas**. Porto Alegre: Boockman, 2002.

BUCHMANN-SLORUP, R. **Criticality in Location-Based Management of Construction**. Tese (Doutorado) - DTU Management Engineering: The Technical University of Denmark, Dinamarca, 2012.

CABRAL, E. C. C. **Proposta de Metodologia de Orçamento Operacional para Obras de Edificação**. 1988. 151 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.

CAIXA, Caixa Econômica Federal. **SINAPI: Metodologias e Conceitos**: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Brasília, 2020.

CARVALHO, Marcio Santana de. **Método de intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através do seu sistema de informação**: proposta baseada em estudos de caso. 1998. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 1998.

COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de obras na construção civil**. São Luís: Autor, 2015. 354 p.

DAVIS, Gordon B. **Management information systems**: conceptual foundations, structure and development. New York: McGraw-Hill Inc., 1985. 708p.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de custos**: uma metodologia de orçamentação para obras civis. 9. ed. Curitiba: Copiare, 2011.

FARIA, Silvio Oliveira. **Contabilidade das empresas Construtoras: aspectos contábeis e fiscais**. São Paulo: Atlas, 2004.

FORMOSO, Carlos Torres. **A knowledge based framework for planning house building projects**. Tese (Doutorado) - Department of Quantity and Building Surveying: University of Salford - Manchester, 1991.

_____; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, K. A. Z.; OLIVEIRA, L. F. M. **Termo de Referência para Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil**. São Paulo: SINDUSCON-SP, 1999. 50 p. (Relatório Técnico). Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras. 1999.

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. **Lean Construction Journal**, 2012. v. 2012, n. 2014, p. 15–34.

HEINECK, L. F. M. **Orçamento e programação de custos na Indústria da Construção Civil**. Porto Alegre: PPGE/UFRGS, 1986.

HOWELL, G.; BALLARD, G. CAN PROJECT CONTROLS DO ITS JOB? In: **Annual Conference on the International Group of Lean Construction**, 4, Birmingham, UK, 26-27 aug, 1996. **Proceedings...**

HUBER, B.; REISTER, P. **The Marriage of CPM and Lean Construction**. 2003.

JUNQUEIRA, I. E. L. **Aplicação da *lean construction* para redução dos custos de produção da casa 1.0**. 2006. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KASANEN, E.; LUKKA, K. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**. Florida, p. 243-264. 1993.

KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. Location-based management of construction projects: Part of a new typology for project scheduling methodologies. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, 2009. n. December, p. 2563–2570.

_____; _____. **Location-based management for construction: planning, scheduling and control**. Spon, London, 2010.

KERN, Andrea Parisi. **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, Porto Alegre, 2005.

_____; FORMOSO, C. T. Integração dos setores de produção e orçamento na gestão de custos de empreendimentos de construção civil. **Revista Tecnologia**, 2004. v. 25, n. 1, p. 11–17.

KIM, Y.-W.; BALLARD, G. Earned Value Method and Customer Earned Value. **Journal of Construction Research**, 2001. v. 03, n. 01, p. 55–66.

KNOLSEISEN, Patrícia Cecília. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

KOCH, Bruna. **Planejamento De Obra: Estudo De Ca: Em Uma Edificação Industrial para Supermercado**. 2019. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 298 f. Tese (Doutorado) - VTTechnical Research Centre of Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

_____. *et al.* If CPM is so bad, why have we been using it so long? In: **22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014**, 2014. p. 27–37.

_____; HOWELL, G. The underlying theory of project management is obsolete. In: PMI RESEARCH CONFERENCE, Newtown Square, 2002. **Proceedings...** Newtown Square, 2002.

KNOLSEISEN, Patrícia Cecília. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LAUFER, B. A. **Essentials of project planning**: Owner's perspective. 1990. v. 6, n. 2, p. 162–176.

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

_____. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997.

KOCH, Bruna. **Planejamento De Obra: Estudo De Ca: Em Uma Edificação Industrial para Supermercado**. 2019. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

LOWE, R. H.; D'ONOFRIO, M. F.; FISK, D. M.; SEPPÄNEN, O. A comparison of location- based scheduling with the traditional critical path method. Paper prepared for the American College of Construction Lawyers, 2012 Annual Meeting, San Francisco, 2012. **Proceedings...** San Francisco, 2012.

LUCKO, G.; ALVES, T. da C. L.; ANGELIM, V. L. Challenges and opportunities for productivity improvement studies in linear, repetitive, and location-based scheduling. **Construction Management and Economics**, 2013. V. 32, n. 6, p. 575-594.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações**. 2009. 238 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. São Paulo: Editora Pini, 2019a.

_____. Construção a Preço de Custo Vale a Pena? 2014. **Pini**. Disponível em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/construcao-apreco-de-custo-vale-a-pena-319447-1.aspx>. Acesso em: 4 abr. 2021.

_____. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Editora Pini Uda, 2019b.

MENDES JR., R.; HEINECK, L. F. M. Towards Production Control on Multi-Story Building Construction Sites. **7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 1999. p. 313–324.

MENDONÇA, A. M. De. **Análise de Metodologias de Orçamento para Obras de Construção Civil**: Orçamento Convencional, Orçamento Operacional e Orçamento por Módulos. 2006. 54 f. n. February.

MUTTI, Cristine do Nascimento. **Apostila da disciplina Administração da Construção**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. 141 p.

OLIVIERI, Hylton. **Metodologia para o planejamento físico de empreendimentos habitacionais**. 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

2020. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2020.

_____. **Integração de sistemas de planejamento e controle da produção**. 2016. 279f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2016.

_____; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, 2015. p. 265–283.

OJO, Grace Kehinde. Project characteristics influence on risk associated with construction clients' cash flow prediction. *Journal Of Research In International Business And Management*. Ile-Ife, p. 142-150. maio 2012.

PLOSS, G.W. Cost accounting manufacturing: dawn of a new era. *Production Planning & Control*, London, v.1, n.1, p.61-68, Jul/Aug, 1999.

POPESCU, C. M.. Why it is Difficult to Implement a "Resource Scheduling Computer System" in a Construction Firm. In: SYMPOSIUM ON ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION. Proceedings, v. II, p. IV.196-208. Washington D. C.: CIB W65, may 1976.

RUSSELL, Jeffrey S.; JASELSKIS, Edward J.. Predicting Construction Contractor Failure Prior to Contract Award. *Journal Of Construction Engineering And Management*. Reston, p. 791-811. 01 dez. 1992.

SAUER, Natacha. Integração da Gestão de Custos ao Planejamento e Controle da Produção baseado em Localização na Construção com apoio de BIM. 2020. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2020.

SCHMITT, C. M. A nova NB 140 e os custos unitários básicos. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 1991, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 1991.

SEPPANEN, O.; BALLARD, Glenn; PESONEN, S. The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. *Lean Construction Journal*, 2010. p. 43–54.

Seppänen, O., Kankainen, J. (2004) "Empirical research on deviations in production and current state of project control." In S. Bertelsen, Formoso, C.T. (eds) IGLC-12,

12th Conference of the International Group for Lean Construction, Helsingor, Denmark, 206-219

Seppänen, O. , Modrich, R. & Ballard, G. 2015, 'Integration of Last Planner System and Location-Based Management System' In: Seppänen, O., González, V. A. & Arroyo, P., 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth, Australia, 29-31 Jul 2015. pp 123-132

SOUSA LEAL MARTINS MOURA, R. DE; MONTEIRO, J. M. F.; HEINECK, L. F. M. Line of balance - Is it a synthesis of lean production principles as applied to site programming of works?. In: 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014, 2014. p. 703–714.

SUHAIL, S. A. CPM/LOB: New Methodology to Integrate CPM and Line of Balance. [S.l.]: Loughborough University, 1995. ISBN 0401217256.

TOLEDO, Margheita Coelho. A sociedade de propósito específico no âmbito do direito empresarial brasileiro. Dissertação. Mestrado em Direito Empresarial. Faculdade Milton Campos, Minas Gerais, 2009, p.17.

TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Look-ahead Planning: Screening and Pulling. In: Proceedings of the Second International Seminar on Lean Construction, [S.l.], 1997. p. 1–12.

TOMMELEIN, I. Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of Lean Construction Technique. Journal of Construction Engineering and Management, v.124, n.4, p. 279-288, 1998.

Valente, C.P. et al., 2014. Guidelines for Developing a Line of Balance for Non-Repetitive Areas (Common Areas) at a Vertical Residential Building. In B. T. Kalsaas, L. Koskela, & T. A. Saurin, eds. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Oslo, Norway, pp. 763–774.

VIANA, Daniela Dietz. **Integrated production planning and control model for engineer-to-order prefabricated building systems**. 2015. 265 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2015.

WILLEMANN, D. P. **A Sociedade de Propósito Específico – SPE no setor da construção civil**. 2019. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

WOLFF, J. P. **Diretrizes para a estruturação de informações de edificações visando a integração de dados para o BIM 5D**. 2019. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

APÊNDICES

ESTRUTURA ANÁLITICA DE PROJETO

RESIDENCIAL X

- 1 SERVIÇOS PRELIMINARES
- 2 PAREDE DIAFRAGMA
- 3 INFRAESTRUTURA
- 4 CANTEIRO DE OBRA
- 5 ESTRUTURA
- 6 ALVENARIA
- 7 IMPERMEABILIZAÇÃO ESTRUTURA
- 8 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
- 9 INFRAESTRUTURA VENTILAÇÃO
- 10 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
- 11 CHAPISCO EXTERNO
- 12 REBOCO EXTERNO
- 13 INFRAESTRUTURA AR-CONDICIONADO
- 14 CHAPISCO INTERNO
- 15 INFRAESTRUTURA GÁS E SHP
- 16 PINTURA EXTERNA
- 17 REBOCO ÁREA PRIVATIVA
- 18 ACABAMENTOS EXTERNOS
- 19 PINTURA ÁREA COMUM
- 20 IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS
- 21 REBOCO ÁREA COMUM
- 22 CONTRAPISO ÁREA PRIVATIVA
- 23 IMPERM. ÁREA COMUM
- 24 ESCADA MARINHEIRO/ALÇAPÃO
- 25 PEITORIL
- 26 CONTRAPISO ÁREA COMUM
- 27 AZULEJO
- 28 FIAÇÃO
- 29 GESSO
- 30 PINTURA ÁREA PRIVATIVA
- 31 ESQUADRIAS
- 32 CERÂMICA ÁREA PRIVATIVA

33	ESTRUTURA TELHADO
34	TELHA SHINGLE
35	GRANITO CHURRASQUEIRA
36	VIDRO CHURRASQUEIRA
37	PINTURA POÇO
38	PISO VINÍLICO
39	ELÉTRICA POÇO
40	PORTA E RODAPÉ
41	BRISES / GUARDA-CORPOS
42	ACABAMENTOS ELÉTRICO
43	CERÂMICA ÁREA COMUM
44	EQUIPAMENTOS CFTV / PPCI
45	PEÇAS HIDROSSANITÁRIAS
46	LIMPEZA
47	ELEVADOR
48	HIDROSSANITÁRIO ENTORNO
49	ELÉTRICA ENTORNO
50	ESTRUTURA ENTORNO
51	INTERIORES
52	GLAZING
53	IMPERMEABILIZAÇÃO ENTORNO
54	CERÂMICA ENTORNO
55	CALÇADA
56	GUARDA-CORPO
57	PAISAGISMO
58	EQUIPAMENTOS
59	CUSTO INDIRETOS

