

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Jean Vinícius Anschau Corrêa**

**ESTUDO DE MÉTODO DE CONTROLE DE CUSTOS E PRAZOS EM  
OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CURVAS DE  
AGREGAÇÃO DE RECURSOS PREVISTAS E REALIZADAS**

Porto Alegre  
novembro 2021

**JEAN VINÍCIUS ANSCHAU CORRÊA**

**ESTUDO DE MÉTODO DE CONTROLE DE CUSTOS E PRAZOS EM  
OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CURVAS DE  
AGREGAÇÃO DE RECURSOS PREVISTAS E REALIZADAS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientadora: Iamara Bulhões**

Porto Alegre  
novembro 2021

**ESTUDO DE MÉTODO DE CONTROLE DE CUSTOS E PRAZOS EM OBRAS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CURVAS DE  
AGREGAÇÃO DE RECURSOS PREVISTAS E REALIZADAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, novembro de 2021

**BANCA EXAMINADORA**

**Iamara Rossi Bulhões (UFRGS)**

Dra. pela Universidade Estadual de Campinas  
Orientadora

**Daniela Dietz Viana (UFRGS)**

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Fabiana Maria Bonesi (MESTRANDA PPGCI-UFRGS)**

Engenheira civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha mãe, Silvia, por todo apoio, incentivo e investimento em minha formação. Também a Nicole, meu amor, por toda paciência, carinho e compreensão durante o período de graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

À Prof.<sup>a</sup> Iamara Bulhões, orientadora deste trabalho, por toda atenção, dedicação e comprometimento.

À Eng. Elisângela Huberty e ao Eng. Daniel Périco por todos conhecimentos e experiências adquiridos, os quais foram fundamentais para elaboração deste trabalho.

A todos amigos que fiz ao longo da graduação, em especial ao Vitor Hauschild e ao Rubens Junior, que me acompanharam e foram parceiros de trabalho em grande parte das disciplinas do curso.

A minha mãe, Silvia, principal responsável pela minha formação, por nunca ter poupado esforços para me ajudar e por todo apoio, incentivo e investimento em minha educação.

Ao meu amor, Nicole, pelo companheirismo, paciência, amizade e, principalmente, amor ao longo de todo período de graduação.

Aos meus avós, Maria e Lauro (in memoriam), por todo amor e carinho.

Aos meus sogros, Beatris e Ademar, por toda ajuda e preocupação.

Ao meu irmão, Cauê, pela parceria e amizade.

Aos meus tios e primos, Fernandão, Carla, Fernandinho, Patrícia, Yuna e Aymê pelo afeto e momentos vividos.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

*Arthur Schopenhauer*

## RESUMO

Tendo em vista a dificuldade de cumprir prazos, controlar custos e, conseqüentemente, gerenciar obras de construção civil de forma eficiente, este trabalho visa propor um método para elaborar curvas de agregação de recursos previstas e realizadas de uma obra de construção civil de ampliação industrial, de modo a compará-las periodicamente, a fim de identificar, com antecedência, as atividades que estão comprometendo os prazos e/ou custos inicialmente previstos e entender as causas desses desvios – o que permite corrigir possíveis erros operacionais nas fases de orçamento, planejamento e gerenciamento da obra, além de dar suporte a decisões futuras e proporcionar melhoria contínua do processo de gerenciamento como um todo. Para isso, atribuiu-se os itens do orçamento executivo aos itens do plano da produção de longo prazo - de modo que estes ficassem integrados, adotando-se, assim, o método de custeio baseado em atividades - ABC (Activity Based Control). Nesta etapa, foram discutidas as principais dificuldades encontradas. Após isso, todas atividades do plano da produção de longo prazo ficaram com um custo associado, além de uma data de início e de uma data de término já definidos na etapa de elaboração do plano. Isso permitiu a elaboração da curva de agregação de recursos ao longo do período da obra sob ótica de gasto, que consiste no custo orçado acumulado ao longo do tempo tendo as datas de execução das atividades como referência. Além disso, para cada atividade do plano da produção, foram estipuladas datas de pagamento dos valores orçados com base nas condições normalmente acertadas com os fornecedores – o que permitiu visualizar a curva de agregação de recursos sob ótica de desembolso, que consiste no custo orçado acumulado ao longo tempo tendo as datas de pagamento das atividades como referência. As curvas de agregação de recursos previstas geradas sob ótica de gasto e sob ótica de desembolso foram as curvas utilizadas como base para controle de prazos e custos, respectivamente, a partir da comparação com as curvas de agregação de recursos realizadas. O método proposto utilizou o software MS Project em conjunto com planilhas em Excel para elaboração da curva de agregação de recursos realizada sob ótica de gasto e o software Sienge, também em conjunto com planilhas em Excel, para elaboração da curva de agregação de recursos realizada sob ótica de desembolso. Após elaboração e comparação das curvas de agregação de recursos previstas e realizadas, foram feitas análises, interpretações, conclusões e considerações sobre método proposto pelo autor.

Palavras chave: Construção Civil, Prazos, Custos, Orçamento, BDI, Planejamento, Controle, Produção, Produtividade, Curvas de Agregação de Recursos, Cronograma, Valor Agregado, MS Project, Sienge.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de orçamentação conforme Mattos (2020) – Elaborado pelo autor .....	19
Figura 2: Ciclo do Planejamento (Laufer & Tucker apud FORMOSO, 2001 – pg.6) .....	25
Figura 3: Níveis do planejamento - Sistema Last Planner (Ballard e Howell, apud Moura, 2008) .....	27
Figura 4: Uma casa: Gráfico de Gantt – Elaborado pelo autor .....	28
Figura 5: Três Casas: Gráfico de Gantt – Elaborado pelo autor.....	29
Figura 6: Três Casas: Linha de Balanço – Elaborado pelo autor .....	29
Figura 7: EAP do plano da produção – Estrutura em Concreto Armado do Prédio Administrativo.....	34
Figura 8: Armação da laje do Prédio Administrativo junto aos pilares .....	35
Figura 9: Diagrama das etapas da pesquisa – Elaborado pelo autor .....	36
Figura 10: Implantação da obra – Adaptado pelo autor .....	39
Figura 11: Fundações profundas do tipo estaca hélice contínua – Prédio Administrativo.....	40
Figura 12: Blocos e vigas de fundação – Prédio Administrativo .....	40
Figura 13: Laje do pavimento térreo – Prédio Administrativo.....	41
Figura 14: Montagem de pilares – Prédio Administrativo .....	41
Figura 15: Concretagem de laje lisa protendida – Prédio Administrativo .....	42
Figura 16: Concretagem de laje lisa protendida – Prédio Administrativo .....	42
Figura 17: Montagem da estrutura metálica – Prédio Administrativo .....	43
Figura 18: Fechamento lateral em telha metálicas – Prédio Administrativo.....	43
Figura 19: Término da obra – Prédio Administrativo .....	44
Figura 20: Fundações profundas do tipo estaca hélice contínua – Prédio de Apoio .....	44
Figura 21: Blocos e vigas de fundação – Prédio de Apoio .....	45
Figura 22: Concretagem da laje térrea – Prédio de Apoio .....	45
Figura 23: Execução de alvenaria estrutural – Prédio de Apoio .....	46
Figura 24: Montagem da cobertura metálica – Prédio de Apoio.....	46
Figura 25: Cozinha industrial – Prédio de Apoio.....	47
Figura 26: Término da obra – Prédio de Apoio.....	47
Figura 27: Demolição do antigo restaurante .....	48
Figura 28: Perfuração HDD .....	48
Figura 29: Instalação de fossa e filtro .....	49
Figura 30: Escavação para readequação das redes enterradas existentes.....	49
Figura 31: Fluxograma do processo de Compra no Sienge.....	51
Figura 32: Fluxograma do processo de Medições no Sienge.....	53
Figura 33: Cronograma parcial – Prédio de Apoio .....	57
Figura 34: Curva de agregação de recursos prevista sob ótica de gasto .....	61
Figura 35: Medição referente ao 1º mês.....	62
Figura 36: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 1ª medição.....	63
Figura 37: Medição referente ao 2º mês.....	64
Figura 38: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 2ª medição.....	65
Figura 39: Medição referente ao 3º mês.....	66
Figura 40: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 3ª medição.....	66
Figura 41: Curva de desembolso previsto – Instalações Elétricas .....	69
Figura 42: Desembolso comprometido – Instalações Elétricas.....	73
Figura 43: Desembolso comprometido x A comprometer – Instalações Elétricas.....	76
Figura 44: Comprometido realizado x Tendência.....	76
Figura 45: Análise Global de Desembolso.....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: BDI aplicado linearmente.....	20
Tabela 2: BDI aplicado não linearmente.....	20
Tabela 3: Coeficientes de produtividade.....	32
Tabela 4: Planilha orçamentária – Estrutura em Concreto Armado do Prédio Administrativo .....	34
Tabela 5: Setores da empresa.....	37
Tabela 6: Relatório de Custo por Nível – Adaptado pelo autor .....	54
Tabela 7: Relatório Analítico de Apropriações por Obra – Adaptado pelo autor .....	55
Tabela 8: Percentual Concluído Acumulado por mês por atividade .....	58
Tabela 9: Peso Financeiro Acumulado por mês por atividade.....	60
Tabela 10: Orientações para medição física no MS Project.....	62
Tabela 11: Resumo de andamento físico – 1ª medição .....	63
Tabela 12: Resumo de andamento físico – 2ª medição .....	65
Tabela 13: Resumo de andamento físico – 3ª medição .....	67
Tabela 14: Discriminação orçamentária – Instalações Elétricas .....	69
Tabela 15: Desembolso previsto – Instalações elétricas .....	69
Tabela 16: Analítico de Apropriações por Obra – Instalações Elétricas.....	71
Tabela 17: Desembolso comprometido – Instalações Elétricas .....	72
Tabela 18: Relatório de Custo por Nível – Instalações Elétricas .....	74
Tabela 19: Cronograma de Compras e Contratações – Instalações Elétricas.....	75
Tabela 20: Relatório de Tendência – Instalações Elétricas.....	77

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Percentual de BDI (%BDI).....	18
Equação 2: Cálculo do Preço de Venda (PV).....	19
Equação 3: Cálculo do Preço de Venda (PV) prevendo faturamento direto .....	21
Equação 4: Atividades não iniciadas.....	59
Equação 5: Atividades concluídas.....	59
Equação 6: Atividades iniciadas e não concluídas .....	59
Equação 7: Classificação de títulos comprometidos .....	72
Equação 8: Determinação do mês de pagamento.....	72

## LISTA DE SIGLAS

ABC - *Activity Based Costing* (Custo Baseado em Atividades)

CUB - Custo Unitário Básico

INCC - Índice Nacional de Custo de Construção

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

HDD - *Horizontal Directional Drilling* (Perfuração Direcional Horizontal)

SC - Solicitação de Compra

PC - Pedido de Compra

PPC - Previsão de Pedido de Compra

PCT - Previsão de Contrato

DI - Data de Início

DT - Data de Término

DM - Data de Medição

DP - Data de Pagamento

PCA – Percentual Concluído Acumulado

PFA – Peso Financeiro Acumulado

BDI - Benefícios e Despesas Indiretas

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

PV – Preço de Venda

CD – Custo Direto

CI – Custo Indireto

ERP - *Enterprise Resource Planning* (Planejamento de Recursos Empresariais)

PCP – Planejamento e Controle da Produção

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1. ORÇAMENTAÇÃO .....	16
2.1.1. Etapas de orçamentação .....	16
2.1.2. Discussão.....	19
2.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	23
2.2.1. Conceito de Planejamento .....	23
2.2.2. Etapas e níveis hierárquicos do planejamento.....	25
2.2.3. Técnicas para elaboração dos planos.....	27
2.2.4. Curvas de Agregação de Recursos .....	30
2.2.5. Discussão.....	31
3. MÉTODO DE TRABALHO.....	36
3.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA .....	36
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	37
3.3. CARACTERIZAÇÃO DA OBRA.....	38
3.4. SOFTWARE SIENGE .....	49
4. RESULTADOS.....	56
4.1. CONTROLE DE PRAZOS .....	56
4.1.1. Proposta de Método.....	56
4.1.2. Considerações sobre o método proposto .....	67
4.2. CONTROLE DE CUSTOS.....	68
4.2.1 Proposta de Método.....	68
4.2.2. Considerações sobre o método proposto .....	78
5. CONCLUSÕES.....	79
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

A execução de obras de construção civil com custos que não ultrapassem os valores orçados é fundamental para a saúde financeira de qualquer construtora, afinal, isso é o que garante o lucro previamente estabelecido pela empresa para determinada obra. Caso o custo real ultrapasse o custo orçado, a expectativa de lucro inicialmente estabelecida pela empresa será comprometida. Um dos fatores primordiais para um resultado lucrativo e o sucesso do construtor é uma orçamentação eficiente (MATTOS, 2007). Segundo Mattos (2007), o primeiro passo de quem se dispõe a realizar um projeto é estimar quanto ele irá custar, portanto, pode-se dizer que o orçamento – produto do processo de orçamentação – é o primeiro e principal documento que se tem como referência para controlar os custos de uma obra durante sua execução.

Em obras de construção civil, devido à forte integração que existe entre prazo e custo, o sistema de controle dos custos deve, necessariamente, ser integrado à produção (TUCKER, 1984; NAVON, 1995 apud KERN, 2005). Por conta disso, é necessário que haja uma relação entre a modelagem do orçamento e a modelagem do plano da produção – para fins de controle, é desejável que a modelagem do orçamento seja a mesma do plano da produção. Entretanto, muitas vezes, os profissionais envolvidos nas etapas de planejamento da produção e execução da obra não participam da fase de orçamentação – o que contribui para que o orçamento não tenha uma visão operacional. Isso acarreta em modelagens diferentes entre o orçamento e o plano da produção, dificultando a sua integração – esta foi, inclusive, uma das dificuldades apontadas por Kern (2005). Para contornar essa dificuldade e integrar o orçamento ao planejamento da produção, Kern (2005) atribuiu os serviços orçados às atividades planejadas, de modo que cada atividade do plano da produção tivesse um custo associado.

Com a adaptação dos custos do orçamento às atividades do plano da produção, é possível visualizar o custo acumulado previsto para obra ao longo do tempo, como feito por Kern (2005) em sua tese. A visualização gráfica dessas informações é uma técnica denominada como Curvas de Agregação de Recursos – ou curvas S – que consiste, segundo Heineck (1986), em somar, de forma acumulada, de período a período, todos os recursos utilizados em uma obra. Heineck (1986) comenta que os recursos podem ser homens por hora, número de homens, volume ou quantidade de materiais, número de máquinas, ou o denominador comum de todos estes: o valor monetário em reais.

Segundo Kern (2005), a análise do desenvolvimento do consumo de recursos de um

empreendimento pode ser feita basicamente sob dois aspectos: gasto e desembolso. No primeiro, o custo do produto é analisado sem considerar condições de pagamento praticadas, enquanto que no segundo aspecto controla-se o desembolso resultante da aquisição do produto (KERN, 2005). A curva de agregação de recursos auxilia no controle de custos e prazos, pois, permite, à medida que o projeto evolui, estabelecer um comparativo entre o que foi originalmente previsto, com o que foi efetivamente realizado (BALARINE, 2001).

Com base na dificuldade de se gerenciar prazos e custos em obras de construção civil, o trabalho pretende responder as seguintes questões de pesquisa: “Durante a execução de uma obra, tanto para custos quanto para prazos, como verificar o que foi previsto e o que foi realizado até o presente momento? Como identificar quais as principais atividades responsáveis pelos desvios de custo e prazo? Como projetar a data de término e a tendência de custo final de uma obra?”.

Em função da importância do planejamento e controle de prazos e custos em obras de construção civil, este trabalho explora a elaboração das curvas de agregação de recursos previstas, tendo como base a metodologia disponibilizada por Heineck (1986) e utilizada por Kern (2005). Foi proposto, também, um método para elaboração das curvas de agregação de recursos realizadas, com auxílio dos softwares *MS Project*, *Excel* e *Sienge*.

O objetivo principal do trabalho é, através do método proposto, comparar as curvas de agregação de recursos previstas, realizadas e reprogramadas - a fim de visualizar a tendência de custo e de prazo da obra. As comparações foram feitas sob os dois aspectos citados por Kern (2005): gasto e desembolso. Na comparação sob aspecto de gasto, busca-se analisar o andamento físico e comparar as curvas de agregação de recursos previstas e realizadas a fim de controlar os prazos; na comparação sob aspecto de desembolso, analogamente, busca-se analisar o andamento financeiro e comparar as curvas de agregação de recursos previstas e realizadas a fim de controlar os custos.

O trabalho tem como pressuposto que todos os itens orçados para uma obra devem estar relacionados, direta ou indiretamente, às atividades do plano da produção – de modo que cada atividade do plano da produção tenha um custo associado e de modo que a soma dos custos de todas as atividades do plano da produção seja igual ao valor total orçado. O trabalho tem como premissa que um dos fatores responsáveis pelo sucesso de uma obra é a limitação do custo real ao custo orçado, sendo necessário, para isso, controle dos prazos e custos ao longo de sua execução. O trabalho tem como limitação a realização do estudo em apenas uma obra.

Este trabalho apresenta 6 capítulos e está organizado da seguinte forma: neste capítulo é introduzido o contexto da pesquisa, justificativa, objetivos e estrutura do texto do trabalho. O

capítulo 2 aborda a revisão bibliográfica a respeito do processo de orçamentação e planejamento da produção. O capítulo 3 trata do método de trabalho adotado, no qual é apresentada a empresa e a obra que serviram de base para a este estudo, bem como o software *Sienge*. O capítulo 4 traz os resultados da pesquisa, abordando o método de controle de prazos utilizado com uso do software *MS Project* e o método de controle de custos utilizado com o uso do software *Sienge* em conjunto com planilhas em *Excel*. Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões e considerações do autor. As referências bibliográficas do trabalho constam no capítulo 6.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. ORÇAMENTAÇÃO

O processo de estimativa dos custos de uma obra e consequente determinação do preço de venda, denominado como orçamentação, visa prever os custos de uma obra antes mesmo do início de suas atividades - tendo como referência os projetos e especificações disponíveis. Segundo Mattos (2020), a técnica orçamentária envolve identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica. O processo de orçamentação é importante não apenas pela estimativa dos custos, mas também para o controle dos mesmos - afinal, durante a execução da obra, os custos orçados são tomados como referência para os custos incorridos. Dada sua importância, neste capítulo são apresentadas as principais etapas do processo de orçamentação. O último tópico deste capítulo traz alguns exemplos e uma discussão do autor a respeito de alguns temas do processo de orçamentação.

#### 2.1.1. Etapas de orçamentação

Mattos (2020) resume as etapas de orçamentação em três grandes etapas de trabalho: estudo das condicionantes, composição de custos e fechamento do orçamento. A seguir são apresentadas cada uma dessas etapas.

- **Estudo das condicionantes**

Mattos (2020) entende a etapa de estudo das condicionantes como a etapa responsável por determinar as condições de contorno da obra. Nesta etapa, são avaliados os documentos disponíveis para orçamentação, como projetos, textos com especificações técnicas e editais, caso a obra seja objeto de uma concorrência, além de visitas e consultas ao cliente.

Para Mattos (2020), os **projetos** são compostos de plantas baixas, cortes, vistas, perspectivas, notas esclarecedoras, detalhes, diagramas, gráficos, tabelas, quadros, etc. O tempo de análise dos projetos dependerá de sua complexidade, bem como da experiência e familiaridade do orçamentista com o tipo de obra. As **especificações técnicas** são documentos de texto que trazem informações de natureza mais qualitativa do que quantitativa (MATTOS, 2020). Descrição de materiais empregados, padrões de acabamento, tolerâncias dimensionais de elementos e critérios de aceitação de materiais são exemplos de algumas especificações técnicas citadas por Mattos (2020) em sua publicação. O **edital** é o documento que rege a licitação e onde constam as exigências do contratante perante à preponente com relação a contratação, orçamentos, prazos, critérios de medição, pagamentos, dentro outros citados por Mattos (2020). Além da avaliação dos documentos disponíveis para o processo de

orçamentação, é importante que se faça uma **visita ao local** da obra. A visita serve para tirar dúvidas, levantar dados importantes para o orçamento, tirar fotos, avaliar o estado das vias de acesso e verificar disponibilidade de materiais, equipamentos e mão de obra na região (MATTOS, 2020). Para Dias (2011), é de fundamental importância ao orçamentista realizar visita técnica ao local de execução das obras para ter pleno conhecimento das dificuldades logísticas a serem encontradas.

- **Composição de Custos**

A segunda etapa do processo de orçamentação é a etapa de composição de custos - entendida por Mattos (2020) como a fase em que se identifica todos os serviços a serem realizados, se levanta as quantidades de cada serviço, discrimina-se os custos diretos e indiretos, busca-se por cotações de preço e define-se os encargos sociais e trabalhistas - permitindo, com isso, a determinação do custo direto total da obra.

Segundo Mattos (2020), um orçamento, por mais cuidadoso que seja, estará longe de ser completo se excluir algum serviço requerido para a obra. Portanto, é fundamental que se avalie todos os projetos disponíveis a fim de **identificar os serviços** que precisam ser feitos. Além de identificar, é preciso **quantificar os serviços**. Mattos (2020) trata a fase de levantamento de quantidades como uma das que mais exigem intelectualidade do orçamentista, porque demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consultas a tabelas de engenharia, tabulação de números, etc.

A composição dos **custos diretos** (aqueles facilmente atribuíveis a um determinado produto, como, por exemplo, os custos das matérias-primas) lista todos os insumos que entram na execução do serviço, com suas respectivas quantidades e seus custos unitários e totais (MATTOS, 2020). Para Mattos (2020), as composições são instrumentos não apenas para determinação do custo unitário de um serviço ou insumo, mas também para o controle de custos, pois após a execução permite ao construtor identificar possíveis fontes de erros na composição do orçamento original, sendo útil para estimativas futuras.

Com os custos diretos determinados, o próximo passo é a discriminação dos **custos indiretos**, definidos como aqueles que apresentam algum grau de dificuldade para serem atribuídos aos produtos ou às atividades produtivas, como, por exemplo, os salários dos supervisores. De uma forma mais operacional, Mattos (2020) define custo indireto como todo custo que não aparece nas composições de custo direto como material, mão de obra ou equipamento, ou seja, são custos que não fazem parte da planilha orçamentária. Segundo Vilela Dias (2004), o custo indireto é representado pelos itens de custo que não são facilmente mensuráveis na unidade de medição e pagamento dos serviços, e tem como variáveis os custos

com administração central, tributos sobre às notas fiscais, seguros, garantias, margens de erro, incertezas e eventuais.

A **Cotação dos Preços** é a fase subsequente. Nessa fase, o orçamentista entra em contato com os fornecedores para que os custos unitários considerados nas composições de custo sejam atualizados com cotações atuais. Mattos (2020) destaca algumas informações importantes as quais o orçamentista deve se atentar ao repassar aos fornecedores, pois influem no preço. São elas: especificações técnicas, unidade e embalagem, quantidade, prazo de entrega, condições de pagamento, validade da proposta, local e condições de entrega. Para Dias (2011), é importante que se disponha das quantidades e das especificações corretas dos materiais nessa etapa, de modo a se obter proveito na negociação de preços.

Por fim, para concluir a etapa de composição de custos, tem-se a fase de **definição de encargos sociais e trabalhistas**, aplicados à mão de obra. Não somente o salário que constitui o ônus do empregador – este arca com diversos encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação e pelas convenções do trabalho, que se somam ao salário-base ao qual o funcionário faz jus (MATTOS, 2020). Em sua publicação, Mattos (2020) cita diversos encargos que devem ser considerados. Dentre os citados, os mais comuns são INSS e FGTS, como exemplo de encargos sociais, e férias e 13º salário, como exemplo de encargos trabalhistas.

- **Fechamento do orçamento**

O fechamento do orçamento é última etapa do processo de orçamentação e é subdividido por Mattos (2020) em três fases: definição da lucratividade, cálculo do BDI e desbalanceamento da planilha orçamentária.

Para definição da **lucratividade**, o construtor deve levar em conta fatores como concorrência, risco do empreendimento, necessidade de conquistar aquela obra, etc. (MATTOS, 2020). O **BDI** (Benefícios e Despesas Indiretas) é um coeficiente calculado através da Equação 1, conforme Mattos (2020):

$$\%_{BDI} = \frac{PV}{CD} - 1$$

**Equação 1: Percentual de BDI (%BDI)**

Onde:

- $PV$  = Preço de Venda;
- $CD$  = Custo Direto.

Para se calcular  $\%_{BDI}$  deve-se, primeiro, calcular o  $PV$ . Conforme Mattos (2020), o Lucro e os Impostos devem incidir sobre faturamento da empresa, ou seja, sobre o Preço de Venda. Deduz-se, com isso, a Equação 2 para o cálculo de  $PV$ .

$$PV = \frac{Custo}{1 - \%_I - \%_L}$$

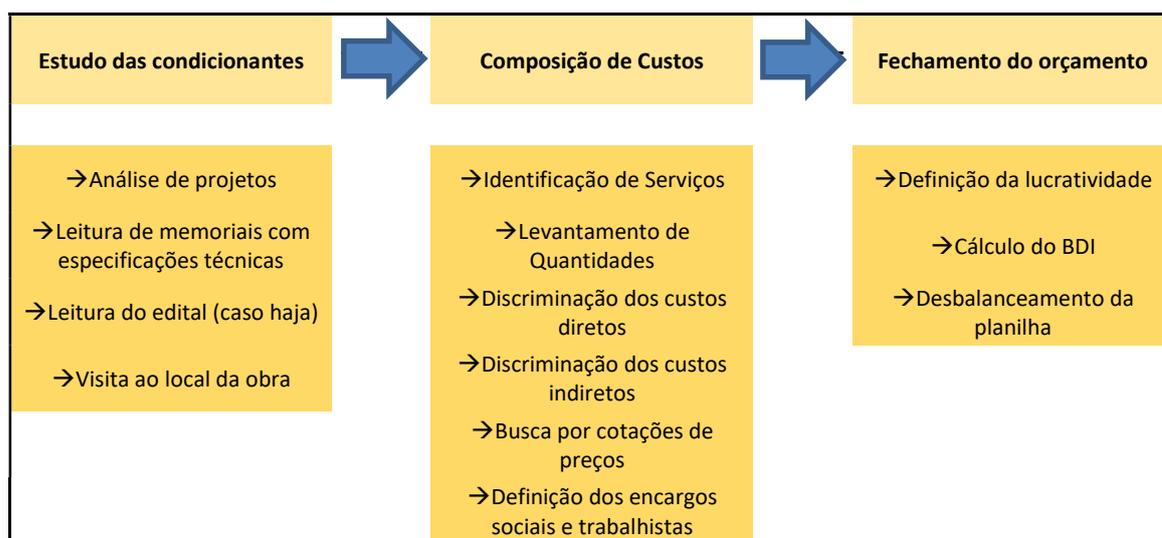
**Equação 2: Cálculo do Preço de Venda (PV)**

Onde:

- *PV* é o Preço de Venda;
- *Custo* é a soma dos custos diretos e indiretos;
- $\%_I$  é a taxa efetiva de imposto considerada;
- $\%_L$  é a taxa de lucro almejada.

De posse de *PV*, calcula-se o  $\%_{BDI}$  conforme a Equação 1. O acréscimo percentual de  $\%_{BDI}$  a todos os custos unitários dos objetos de custo da Planilha Orçamentária de Custo resulta na Planilha Orçamentária de Venda. Para Mattos (2020), entretanto, nada obriga o construtor a distribuir o BDI linearmente. Ele explica que o construtor pode, mantendo o Preço de Venda calculado, atribuir BDI diferente para cada item da planilha, de acordo com sua conveniência. A distribuição não linear do BDI é chamada por Mattos (2020) de **desbalanceamento do BDI**, uma prática comum entre as construtoras que tem como um de seus objetivos dar melhor viabilidade financeira às empresas. No tópico 2.1.2 é mostrado um exemplo de desbalanceamento do BDI.

A Figura 1 resume as etapas de trabalho do processo de orçamentação, bem como as fases inerentes a cada etapa abordadas neste tópico.



**Figura 1: Etapas de orçamentação conforme Mattos (2020) – Elaborado pelo autor**

### 2.1.2. Discussão

Neste tópico, são discutidos dois pontos em específico referente ao processo de orçamentação: desbalanceamento do BDI e as cláusulas de faturamento direto nos contratos por

empreitada. A motivação do autor para o tópico de discussão se deve pelo mesmo trabalhar no setor de orçamento e planejamento de uma construtora de médio porte da cidade de Porto Alegre/RS.

### Exemplo de desbalanceamento do BDI

Como comentado em 2.1.1, o acréscimo percentual de  $\%_{BDI}$  a todos os custos unitários dos objetos da Planilha Orçamentária de Custo resulta na Planilha Orçamentária de Venda. As Tabelas 1 e 2 ilustram o mesmo orçamento ( $\%_{BDI} = 30\%$ ): um com BDI aplicado linearmente e outro com BDI aplicado não linearmente

Grupo	Custo	Preço	%
MANUTENÇÃO DE CANTEIRO	R\$ 173.500,00	R\$ 225.550,00	15,28%
INFRAESTRUTURA	R\$ 101.240,00	R\$ 131.612,00	8,92%
SUPRAESTRUTURA	R\$ 308.868,00	R\$ 401.528,40	27,20%
FECHAMENTO E VEDAÇÕES	R\$ 59.150,00	R\$ 76.895,00	5,21%
COBERTURAS E TRATAMENTOS	R\$ 29.500,00	R\$ 38.350,00	2,60%
INSTALAÇÕES	R\$ 125.500,00	R\$ 163.150,00	11,05%
REVESTIMENTOS	R\$ 137.730,00	R\$ 179.049,00	12,13%
ESQUADRIAS E SERRALHERIAS	R\$ 132.500,00	R\$ 172.250,00	11,67%
PINTURAS E ACABAMENTOS	R\$ 67.410,00	R\$ 87.633,00	5,94%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.135.398,00</b>	<b>R\$ 1.476.017,40</b>	<b>100%</b>

Tabela 1: BDI aplicado linearmente

Grupo	Custo	Preço – BDI linear	%	Desbalanc.	% não linear	Preço - BDI não linear	BDI aplicado
MANUTENÇÃO DE CANTEIRO	R\$ 173.500,00	R\$ 225.550,00	15,28%	0,00%	15,28%	R\$ 225.550,00	30,00%
INFRAESTRUTURA	R\$ 101.240,00	R\$ 131.612,00	8,92%	1,20%	10,12%	R\$ 149.324,21	47,50%
SUPRAESTRUTURA	R\$ 308.868,00	R\$ 401.528,40	27,20%	1,50%	28,70%	R\$ 423.668,66	37,17%
FECHAMENTO E VEDAÇÕES	R\$ 59.150,00	R\$ 76.895,00	5,21%	0,50%	5,71%	R\$ 84.275,09	42,48%
COBERTURAS E TRATAMENTOS	R\$ 29.500,00	R\$ 38.350,00	2,60%	-0,40%	2,20%	R\$ 32.445,93	9,99%
REVESTIMENTOS	R\$ 137.730,00	R\$ 179.049,00	12,13%	-1,00%	11,13%	R\$ 164.288,83	19,28%
INSTALAÇÕES	R\$ 125.500,00	R\$ 163.150,00	11,05%	0,00%	11,05%	R\$ 163.150,00	30,00%
ESQUADRIAS E SERRALHERIAS	R\$ 132.500,00	R\$ 172.250,00	11,67%	-0,80%	10,87%	R\$ 160.441,86	21,09%
PINTURAS E ACABAMENTOS	R\$ 67.410,00	R\$ 87.633,00	5,94%	-1,00%	4,94%	R\$ 72.872,83	8,10%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.135.398,00</b>	<b>R\$ 1.476.017,40</b>	<b>100%</b>	<b>0,00%</b>	<b>100%</b>	<b>R\$ 1.476.017,40</b>	

Tabela 2: BDI aplicado não linearmente

Comparando as tabelas acima, percebe-se que não houve variação no preço total, apenas atribuiu-se maiores pesos às atividades iniciais e menores pesos às atividades finais. Sob o ponto de vista econômico, não houve diferença, pois a expectativa de lucro manteve-se a mesma,

afinal, o preço manteve-se o mesmo. Entretanto, sob o ponto de vista financeiro, tornou-se mais vantajoso para a empresa, pois a empresa irá receber antecipadamente – o que é benéfico para seu fluxo de caixa. Mattos (2007) ressalta que o desbalanceamento do BDI só tem validade se os preços apresentados ficarem dentro de uma faixa de tolerância plausível, de modo que não seja difícil, ou impossível, explicar preços muito altos ou muito baixos. O desbalanceamento do BDI não é, na visão do autor, fase essencial ao processo de orçamentação, e sim uma técnica que o construtor pode usar de modo a favorecê-lo.

### **Faturamento Direto**

Para participar de uma concorrência, o preço proposto pelo construtor não deve ser nem tão baixo a ponto de não permitir lucro, nem tão alto a ponto de não ser competitivo na disputa com os demais proponentes (MATTOS, 2007). Uma cláusula muito comum nos contratos de obras de construção civil contratadas sob regime de empreitada é a de faturamento direto. Neste modelo de contratação, parte dos custos diretos da obra são faturados em nome do contratante e não em nome da construtora, sendo estes pagamentos descontados diretamente do valor do contrato. Isso permite à construtora avaliar junto ao seu contador se a consideração do faturamento direto em suas propostas é válida ou não. É possível que a empresa consiga fornecer um preço mais baixo a contratante e manter sua expectativa de lucro – isso irá depender essencialmente da tributação considerada.

Dentre os aspectos que influem na determinação da tributação a ser considerada (taxa efetiva de impostos) no fechamento do orçamento, tem-se o regime de tributação da empresa (Simples Nacional, Lucro Presumido ou Lucro Real), a forma de contratação (empreitada global, empreitada parcial ou administração), o percentual do Custo que será faturado diretamente (caso a empresa esteja prevendo faturamento direto) e a distribuição do custo orçado com relação a material e mão de obra.

A Equação 3 mostra o cálculo do preço de venda prevendo faturamento direto

$$PV = \%_{FD} \cdot (Custo) + \frac{(1 - \%_{FD}) \cdot (Custo)}{1 - \%_I + \%_L}$$

#### **Equação 3: Cálculo do Preço de Venda (PV) prevendo faturamento direto**

Onde:

- *PV* é o Preço de Venda
- *Custo* é a soma dos custos diretos e indiretos
- $\%_{FD}$  é o percentual do custo total a ser faturado diretamente
- $\%_I$  é a taxa efetiva de imposto considerada

- $\%_L$  é a taxa de lucro almejada

A priori, infere-se que o Preço de Venda prevendo faturamento direto será menor do que se não houvesse faturamento direto, pois a taxa efetiva de imposto e a taxa de lucro não estão sendo calculadas integralmente sobre o custo. Entretanto, devido às condições expostas acima e à legislação tributária, a taxa efetiva de imposto considerada será diferente – possivelmente maior – motivo pelo qual a empresa deve avaliar junto ao seu contador. O percentual do valor do contrato correspondente a faturamento direto considerado no orçamento das obras deve ser determinado com base em uma análise estratégica da empresa construtora, levando em consideração, junto com o contratante, quais itens podem ser faturados diretamente.

Há diversas formas de contratação disponibilizadas na literatura para execução de obras de construção civil. Dentre as mais comuns, destacam-se as contratações por empreitada e por administração. Os contratos de obras aos quais as despesas são faturadas integralmente pelo contratante são contratos por administração e os contratos aos quais as despesas são faturadas integralmente pela construtora são contratos por empreitada global. Segundo Isatto (2018), em ambas modalidades a construtora possui responsabilidade técnica perante obra, mas, na modalidade por empreitada global, a construtora possui também responsabilidade econômica. Por esse motivo, normalmente as taxas de BDI ( $\%_{BDI}$ ) são sucintamente superiores às taxas de Administração ( $\%_{ADM}$ ) – o que indica maior possibilidade de lucro na modalidade por empreitada, devido, principalmente, ao maior risco associado. Os contratos com cláusulas de faturamento direto são contratos em que a responsabilidade econômica é dividida entre as partes, sendo, por isso, classificados pela literatura como empreitadas parciais.

Durante a execução da obra, é importante que a verba destinada para compras a serem faturadas diretamente contra o contratante sejam monitoradas – a fim de que essas não ultrapassem a verba prevista. Caso ultrapassem o valor previsto, o lucro da construtora será afetado – pois diminuirá a base de cálculo do lucro, dada pela diferença entre o valor do contrato e o montante destinado às compras faturadas diretamente contra o contratante. No estudo em questão, o controle dos custos é abordado no capítulo 4.

## 2.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O processo de planejamento e controle da produção (PCP) em obras de construção civil vem sofrendo mudanças significativas nos últimos anos. Essas mudanças se devem, segundo Formoso (2001), à crescente competição existente entre as empresas do setor - além de recursos financeiros cada vez mais limitados para realização dos empreendimentos e exigências cada vez mais altas do consumidor final. Por conta disso, as empresas estão investindo em gestão e tecnologia da produção. Diante desse cenário, o processo de planejamento e controle da produção passa a cumprir um papel fundamental nas empresas, à medida que o mesmo tem um forte impacto no desempenho da função produção (FORMOSO, 2001). Devido à importância e à relevância do tema para obras de construção civil, neste capítulo será abordado o tema planejamento com enfoque no planejamento da produção. Foram tratadas as etapas, hierarquias e principais técnicas de planejamento da produção. Além disso, foi abordado o tema de elaboração e interpretação das curvas de agregação de recursos, bem como suas aplicações ao processo de planejamento e controle da produção. O último tópico deste capítulo traz uma discussão do autor a respeito de alguns temas inerentes ao processo de planejamento e controle da produção.

### 2.2.1. Conceito de Planejamento

Segundo Formoso (2001), planejamento é conceituado como um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em conjunto com o controle. A indústria da construção civil é apontada por diversos autores como uma indústria deficiente, principalmente devido às elevadas perdas, à baixa produtividade e à baixa qualidade do produto. Segundo Defaveri (2019), muitas das razões para a deficiência do setor apontadas pela literatura se devem a um planejamento inadequado ou inexistente. Formoso (2001) divide em cinco categorias as causas pelas quais a falta de planejamento ocorre na construção civil: falta de visão de processo, negligência da incerteza, informalidade do planejamento, reduzido impacto dos computadores e necessidade de mudanças comportamentais – as quais são abordadas individualmente a seguir.

**Falta de visão de processo:** Muitas das construtoras não encaram o planejamento como um processo gerencial, sendo confundido, com frequência, como o trabalho isolado de um setor da empresa ou com a simples aplicação de técnicas para a geração dos planos (FORMOSO, 2001).

#### **Negligência da incerteza**

Segundo Formoso (2001), a incerteza é inerente ao processo de construção em função

da variabilidade do produto e das condições locais, da natureza dos seus processos de produção, cujo ritmo é controlado pelo homem, e pela própria falta de domínio das empresas sobre seus processos. Ele destaca que muitas pessoas possuem expectativa de eliminar as incertezas através de um maior detalhamento a respeito das atividades e operações já no início da obra. Entretanto, como ressalta Formoso (2001), os planos de longo prazo com alto grau de detalhamento tendem a ser pouco eficientes, pois quanto maior o período em que se planeja, maior o grau de incerteza.

### **Informalidade do planejamento**

A falta de planejamento operacional formal dificulta o estabelecimento de consistência entre diferentes níveis de planejamento, dificultando a comunicação entre os vários setores da empresa (FORMOSO, 2001). Portanto, é imprescindível que a empresa adote processos internos e que estes sejam claros, objetivos e de conhecimento de todos os envolvidos.

### **Reduzido impacto dos computadores**

Conforme Vieira (2006), a utilização de softwares de gestão é uma excelente opção que as construtoras têm a sua disposição para controlar e gerenciar a execução das obras, em qualquer etapa do estágio de trabalho. Entretanto, Formoso (2001) avalia que, quando a empresa ainda não possui processos de planejamento consolidados, o software automatiza processos ineficientes, dando à empresa a falsa impressão que as informações fornecidas pelo software são precisas. Além disso, para Formoso (2001), a implantação dos softwares muitas vezes não é feita de forma integrada. É citado como exemplo a elaboração do orçamento e do planejamento da produção, que são muitas vezes automatizados de forma isolada, sem troca de informações entre ambos – o que causa retrabalhos e dificulta o controle. Mainardes (2014) avalia como dificuldades para implantação dos softwares de gestão em empresas de construção civil a necessidade de treinamentos, mapeamento de processos e reengenharia dos fluxos informacionais – o que ratifica o exposto por Formoso (2001).

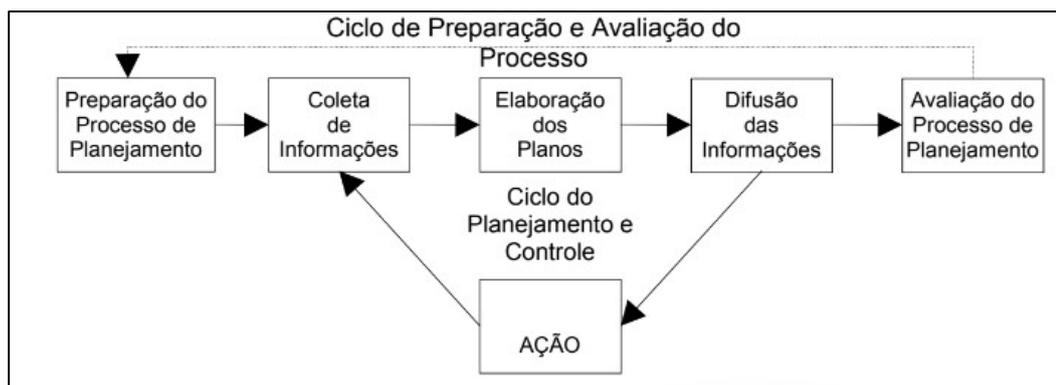
### **Necessidade de mudanças comportamentais**

Formoso (2001) ressalta que o planejamento precisa envolver todas as equipes da obra. De nada adianta planejar e não repassar ao mestre de obra, encarregados, empreiteiros e fornecedores aquilo que se está planejando. Por isso, Formoso (2001) considera importante a realização do planejamento em conjunto com todos envolvidos, para definir objetivos e responsabilidades, a fim de que todos fiquem cientes e busquem seus objetivos em prol das metas estabelecidas pela obra.

### 2.2.2. Etapas e níveis hierárquicos do planejamento

O processo de planejamento é subdividido por Laufer & Tucker (1987, apud FORMOSO, 2001) em cinco etapas: a primeira etapa é a **preparação do processo de planejamento**, que consiste em definir os principais envolvidos no planejamento e controle do empreendimento, as responsabilidades de cada um, os níveis hierárquicos a serem adotados, a periodicidade dos planos a serem gerados, as técnicas e ferramentas de planejamento a serem utilizadas, dentre outros. A segunda etapa é a **coleta de informações**, etapa em que se faz necessário a utilização de um sistema de informações relativamente complexo, onde as informações são produzidas pelos envolvidos conforme os objetivos e responsabilidades estabelecidos na etapa de preparação do processo de planejamento. A terceira etapa é a **elaboração dos planos**, onde são aplicadas as técnicas e ferramentas estabelecidas. Diversas técnicas podem ser utilizadas, inclusive de forma simultânea – cabe a empresa entender qual técnica é mais eficiente e se adequa melhor ao tipo de obra, ao nível do plano, a habilidade dos responsáveis, etc. A quarta etapa é a **difusão das informações**. Nessa etapa, é importante que sejam definidos, para cada um dos envolvidos, a natureza da informação demandada, sua periodicidade, o formato a ser apresentado e o ciclo de retroalimentação. A última etapa consiste na **avaliação do processo de planejamento**, a fim de avaliar as possibilidades de melhoria para empreendimentos futuros.

O processo é entendido por Laufer & Tucker (1987, apud FORMOSO, 2001) como um processo cíclico, como mostra a Figura 2:

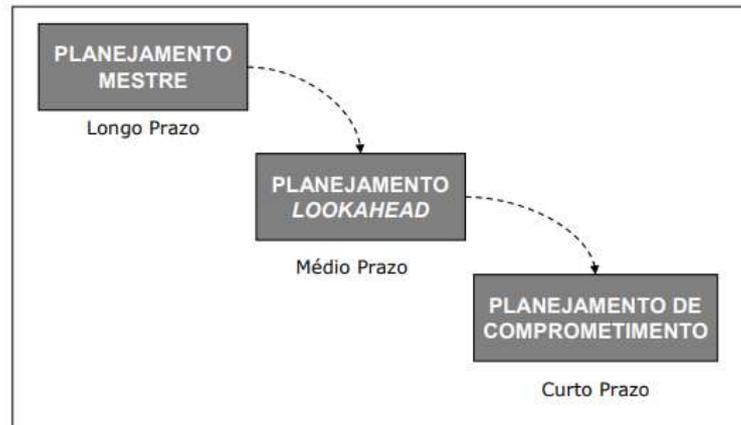


**Figura 2: Ciclo do Planejamento (Laufer & Tucker apud FORMOSO, 2001 – pg.6)**

Existe uma confusão bastante comum do processo de planejamento e controle da produção com a preparação de um plano, que se constitui somente em um de seus subprocessos (FORMOSO, 2001). Para Formoso (2001), os subprocessos de coleta de dados e difusão de informação são extremamente deficientes em muitas empresas, o que torna inócuo os esforços despendidos em qualquer outro aspecto do processo.

Os níveis hierárquicos do planejamento são divididos por Neale & Neale (apud Formoso, 2001) em três: estratégico, tático e operacional. O nível estratégico refere-se à definição dos objetivos do empreendimento, levando em consideração o tipo de cliente, prazo da obra, fontes de financiamento, parcerias; o nível tático envolve essencialmente a seleção e aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos definidos no nível estratégico e o nível operacional refere-se à definição detalhada das atividades a serem realizadas. Formoso (2001) ressalta que o grau de detalhe de cada nível hierárquico depende do grau de incerteza envolvido – para graus de incerteza maiores, não convém fazer, antecipadamente, um planejamento muito detalhado, a fim de se evitar retrabalhos; e para graus de incerteza menores, a ausência de um planejamento mais detalhado impede o planejamento de cumprir sua função básica: orientar a execução. A hierarquização do planejamento citada por Neale & Neale (apud Formoso, 2001) visa a produção dos planos com graus de detalhamento em conformidade com o grau de incerteza envolvido. Com base nessa ideia, surge em meados dos anos 90 o Sistema Last Planner.

No sistema Last Planner, os planos são produzidos à medida que são obtidas informações sobre o status do sistema, fornecida por alguém em um nível hierárquico acima (MOURA, 2008). Com isso, uma atividade só entra no nível operacional quando é considerada pelo nível tático com prioritária e quando são eliminadas as restrições envolvidas. Da mesma forma, antes de fazer parte do nível tático, esta atividade foi programada no nível estratégico. O planejamento para os níveis estratégico, tático e operacional denominados por Neale & Neale (apud Formoso, 2001) são chamados pelo Sistema Last Planner, respectivamente, como Planejamento Mestre (longo prazo), Planejamento Lookahead (médio prazo) e Planejamento de Comprometimento (curto prazo). Moura (2008) destaca que no Last Planner, o ciclo de controle normalmente é semanal (curto prazo), e é feito através da medição das atividades realizadas em comparação com as atividades previstas e da análise sistemática das causas para o não cumprimento das tarefas, de modo a identificar falhas no processo, agir sobre as causas raiz e propiciar melhoria contínua no planejamento da produção.



**Figura 3: Níveis do planejamento - Sistema Last Planner (Ballard e Howell, apud Moura, 2008)**

### 2.2.3. Técnicas para elaboração dos planos

A elaboração do plano, um dos subprocessos do processo de planejamento da produção, tem como objetivo identificar, ordenar e condicionar todas as atividades cuja realização é necessária para que se obtenha o produto final, visando otimizar o fluxo de trabalho para que as atividades possam ser executadas com qualidade, segurança e dentro dos prazos e custos estabelecidos. Em obras de construção civil, a elaboração do plano da produção pode ser realizada com a utilização de diversas metodologias, sendo as redes PERT/CPM, o Gráfico de Gantt e a Linha de Balanço os mais utilizados. A seguir, são descritas cada uma dessas técnicas.

#### **Redes PERT/CPM**

Segundo Martins e Laugeni (2005), um projeto é constituído por um conjunto de atividades independentes, mas logicamente ligadas, e pode ser representado por meio de uma rede. A técnica de redes para planejamento e controle de obras é conhecida como Redes PERT/CPM. As técnicas denominadas PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas para o Planejamento e Controle de Projetos em torno de 1950, porém a grande semelhança entre estas fez com que o termo PERT/CPM seja utilizado corriqueiramente com apenas um técnica (NOGUEIRA, 2017). Entre as principais vantagens da técnica de rede estão a ajuda para determinar a lógica de construção da obra, e a visualização dos desvios no tempo e sua influência adiante na obra (MENDES JR, 1999). Entre suas desvantagens, destaca-se a ausência da escala de tempo na duração das atividades, dificultando assim a leitura analógica do andamento do programa (HEINECK, 1996).

#### **Gráfico de Gantt**

Trata-se do método mais simples e ainda mais utilizado para planejamento e controle de obras na construção civil (MENDES JR, 1999). Consiste em ordenar as atividades planejadas no eixo das ordenadas e o tempo no eixo das abcissas. Como vantagem, Assumpção (1988)

destaca a clareza, pois é de fácil compreensão até para quem não está habituado com a técnica, e como desvantagem Assumpção (1988) cita o fato de não mostrar a interdependência entre as atividades e a representação confusa em projetos longos.

### Linha de Balanço

A linha de balanço é uma técnica de programação essencialmente gráfica. As atividades são dispostas e representadas num eixo cartesiano, de forma que no eixo das ordenadas se encontram as unidades de repetição previamente definidas, e no eixo das abcissas o tempo (LIMMER, 1997). Para Prado (2002), a linha de balanço é uma técnica capaz de destacar graficamente as informações que podem passar despercebidas devido ao grande volume de dados. A técnica é utilizada majoritariamente em obras que possuem atividades repetitivas e visa linearizar a obra de modo a condensar o grande volume de informações – o que permite, para Heineck (1996), maior agilidade no manuseio das informações e, conseqüentemente, melhor comunicação no canteiro de obra.

### Exemplos das técnicas abordadas

O *MS Project*, um dos principais software utilizados para elaboração de planos da produção, utiliza como ferramenta de visualização o Gráfico de Gantt juntamente com as redes PERT/CPM, pois apresenta as barras, característica do gráfico de Gantt, junto com as setas de relação de dependência entre as atividades, característica das Redes PERT/COM. Pode, também, ser programado para utilização da técnica de Linha de Balanço.

A Figura 4 mostra o plano de produção simplificado, elaborado no *MS Project*, referente a construção de uma casa.

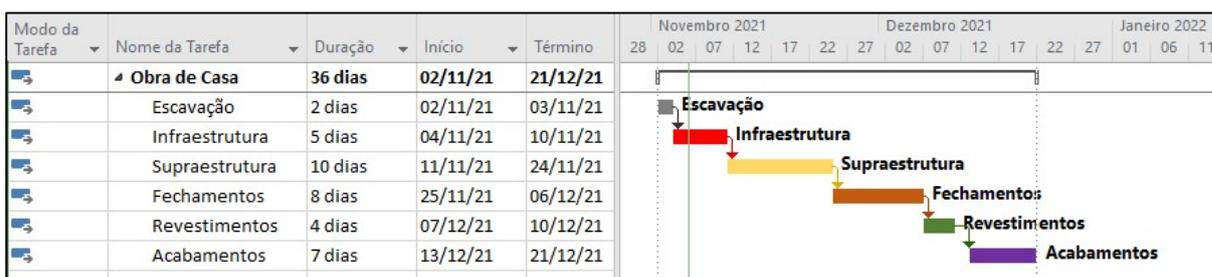


Figura 4: Uma casa: Gráfico de Gantt – Elaborado pelo autor

A representação através do Gráfico de Gantt junto com as Redes PERT/CPM como mostrado na Figura 4 é simples, de fácil entendimento e visualização. Para Martins e Laugeni (2005), a utilização das redes PERT/CPM e do Gráfico de Gantt são aplicáveis quando se pretende programar produtos únicos e não repetitivos – como é o caso do plano da produção da Figura 4.

A Figura 5 mostra o plano de produção simplificado para a construção de três casas.

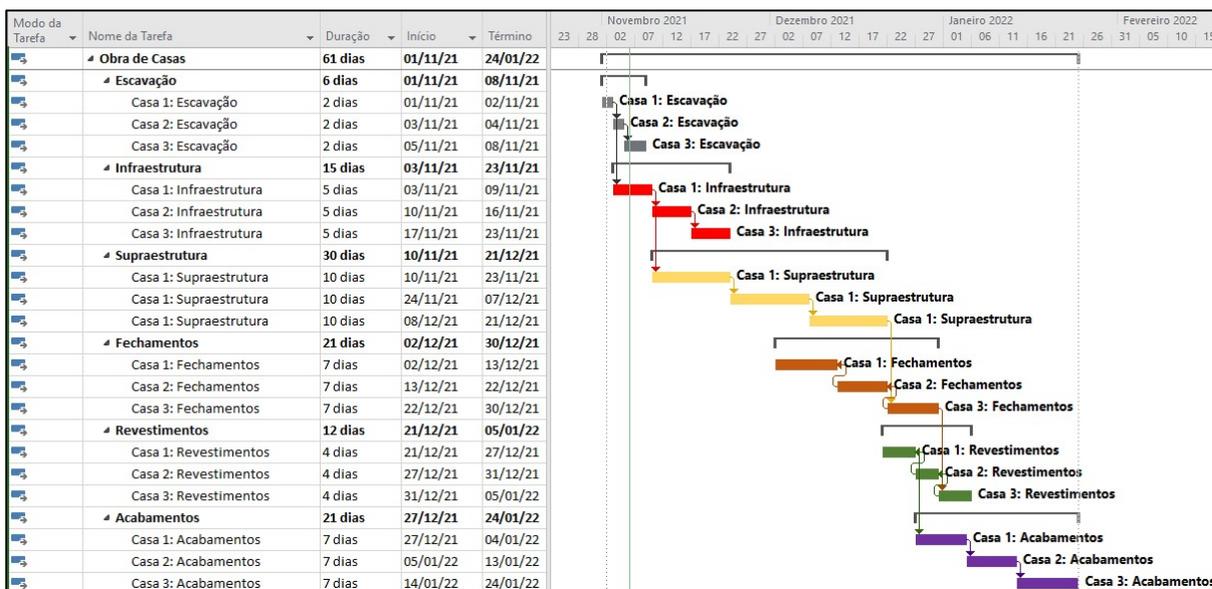


Figura 5: Três Casas: Gráfico de Gantt – Elaborado pelo autor

A partir da Figura 5, percebe-se que o entendimento e a visualização do cronograma são afetados ao passo que se aumenta o número de repetições das atividades. Para Limmer (1997), a técnica da Linha de Balanço é a mais indicada quando se programa atividades repetitivas. A Figura 6 mostra o mesmo plano da produção indicado pela Figura 5, mas com a utilização da técnica de Linha de Balanço.



Figura 6: Três Casas: Linha de Balanço – Elaborado pelo autor

A técnica da Linha de Balanço simplifica o entendimento do cronograma, pois lineariza as atividades classificando-as por casas, pavimentos, trechos, etc. Além disso, permite visualizar com mais facilidade a sequência das atividades e avaliar os prazos de forma mais rápida - o que justifica o exposto por Limmer (1997).

As técnicas abordadas são diferentes maneiras para se elaborar o plano da produção. Para Bernardes (2008), a escolha da técnica ideal para elaboração do plano da produção de uma obra deve levar em consideração o tipo de obra. Além disso, ressalta-se que diferentes técnicas de elaboração do plano da produção resultam em diferentes formas de controle – devendo essas ser estabelecidas juntamente com a escolha da técnica de elaboração do plano ainda na fase de preparação do processo de planejamento.

#### 2.2.4. Curvas de Agregação de Recursos

A elaboração das curvas de agregação de recursos é uma técnica para gerenciamento e acompanhamento de projetos amplamente utilizada em diversos setores da indústria, inclusive pelo setor da construção civil. A técnica consiste simplesmente na agregação, na soma, na totalização dos recursos utilizados em uma obra, período a período (HEINECK, 1986). O tradicional cronograma físico-financeiro, geralmente apresentado junto aos orçamentos e propostas para execução de obras, é um dos membros da família de curvas de agregação de recursos, como destacado por Heineck (1986) em sua publicação. A curva de agregação de recursos é uma ferramenta de controle de empreendimentos que integra programação da produção e custo (KIM e BALLARD, 2001 apud KERN, 2005). Portanto, pode-se entender as curvas de agregação de recursos como uma ferramenta gerencial que integra informações de prazo e de custo de uma obra – o que explica o motivo pelo qual é bastante utilizada pelo setor da construção civil. A maior dificuldade para elaboração das curvas de agregação de recursos reside na diferença de modelagem entre o orçamento e plano da produção, como ressaltado por Kern (2005) em seu estudo. A diferença de modelagem entre o orçamento e plano da produção é melhor abordada no tópico 2.2.5.

Segundo Kern (2005), a análise do desenvolvimento do consumo de recursos de um empreendimento pode ser feita basicamente sob dois aspectos: gasto e desembolso. No primeiro, o custo do produto é analisado sem considerar condições de pagamentos praticadas, enquanto que no segundo controla-se o desembolso resultante da aquisição do produto (KERN, 2005). A desconsideração da diferença entre gasto e desembolso é comumente observada nos programas computacionais utilizados para realização do cronograma físico-financeiro das obras. Na grande maioria dos softwares comerciais, os cronogramas financeiros são gerados sob o aspecto de gasto, levando em conta o consumo dos insumos na execução, utilizando, para isso, informações do planejamento da produção (DIAS, 2003 apud KERN, 2005).

A diferença temporal que pode haver entre o momento em que um recurso é utilizado no canteiro (gasto) e o momento em que o mesmo é pago aos fornecedores (desembolso) é um ponto importante a ser considerado por um sistema de gestão de custos. Esse intervalo de tempo pode ser positivo ou negativo, a depender do método de pagamento da empresa (PETER, 1984; SILVA, 1989 apud KERN, 2005). Algumas atividades de obra requerem pagamento antes mesmo de serem executadas, para que os fornecedores já possam iniciar a compra dos insumos necessários para montagem do produto final. Esquadrias, estruturas metálicas e elevadores são exemplos de atividades que exigem contratação antecipada por conta do tempo de produção e, por conta disso, normalmente são acordados pagamentos antecipados com os fornecedores

dessas atividades. Outras atividades, entretanto, são pagas somente após a sua execução na obra - como serviços de mão de obra em geral, por exemplo.

A previsão da utilização dos recursos sob aspecto de gasto é entendida por Kern (2005) como a data em que o recurso será efetivamente utilizado na obra e, portanto, está atrelado ao planejamento da produção. A previsão da utilização dos recursos sob aspecto de desembolso, entretanto, está atrelada ao planejamento financeiro, sendo importante para o fluxo de caixa da empresa. Para Madoni (2017), o fluxo de caixa é uma ferramenta essencial para que as organizações venham a ter um controle e um planejamento financeiro efetivo, adquirindo saúde financeira satisfatória para evitar a mortalidade precoce. Para Lana (2000), um dos principais motivos do fracasso das empresas é a falta de qualquer tipo de planejamento financeiro e, principalmente, a não utilização do fluxo de caixa. Para Sá (2006), a geração de caixa é mais importante do que a geração de lucro, já que o que quebra uma empresa não é a falta de lucro, e sim a falta de caixa. Com base no exposto por Madoni (2017), Lana (2000) e Sá (2006), pode-se dizer que a previsão do desembolso de uma obra juntamente com sua receita é fundamental para a saúde financeira da empresa e que não basta saber apenas quanto será o custo, mas também quando este dinheiro será utilizado – a fim de que a empresa programe o seu fluxo de caixa de modo a não se comprometer negativamente com seus credores.

#### 2.2.5. Discussão

Neste tópico, são discutidos dois temas em específico referentes ao processo de planejamento e controle de custos: determinação da duração das atividades e diferença de modelagem entre orçamento e planejamento.

##### **Determinação da duração das atividades**

Programar a execução de uma atividade de construção demanda conhecimento prático do dia a dia de uma obra (CBIC, 2017). Apesar do conhecimento prático ser necessário para planejar uma obra, determinar a produtividade e, conseqüentemente, a duração de cada atividade a ser executada em um canteiro de obra não é algo fácil, principalmente devido aos diversos fatores que influenciam sua duração, tais como: método construtivo empregado, materiais e equipamentos utilizados, riscos associados, condições climáticas, organização do serviço, qualificação dos trabalhadores, motivação dos trabalhadores, prazos de fornecedores, dentre outros. Mattos (2007) destaca que o estabelecimento da produtividade é um processo empírico, que depende de uma série de fatores, tais como os citados acima.

A maneira mais simples para se estimar a duração de uma atividade é através dos coeficientes de produtividade. Para Mattos (2007), a produtividade deve ser continuamente

aferida em obra, para que os coeficientes calculados sejam adotados como referência para orçamentos e planejamentos de obras futuras. Para um planejamento assertivo quanto às durações de cada atividade, é fundamental que a obra controle a produtividade dos trabalhadores de cada serviço, a fim de verificar se as considerações feitas na fase de planejamento são coerentes com o que está sendo executado, retroalimentando os coeficientes de modo a melhorar e atualizar continuamente os coeficientes adotados.

Koskela (1992) entende o processo de produção como um fluxo de materiais ou informações desde a matéria prima ao produto final e a classifica em duas categorias: atividades de conversão (que agregam valor) e atividades de fluxo (que não agregam valor), que incluem transporte, estoque e inspeção. Na elaboração do plano de longo prazo – plano considerado neste estudo –, o autor entende que seja mais adequado considerar apenas as atividades de conversão, para que a facilidade de entendimento não seja comprometida. Entretanto, para os planos de médio e curto prazo, a consideração das atividades de fluxo faz-se necessária para que os planos sejam eficientes. O entendimento do processo de produção como fluxo, como proposto por Koskela (1992), é fundamental para interpretação e proposição de melhorias de produtividade.

Para Mattos (2007), a produtividade depende intrinsecamente das circunstâncias em que o serviço é realizado. Por isso, ao se medir a produtividade, é importante que sejam explicitadas as condições de trabalho, para que, quem utilize os coeficientes, leve isso em consideração. A Tabela 3 mostra algumas atividades da obra estudada - cuja apresentação completa encontra-se no capítulo 3 -, com as unidades de medida que podem ser adotadas para os coeficientes de produtividade e algumas condicionantes que devem ser levadas em consideração para utilização dos coeficientes.

<b>Atividade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Condicionantes</b>
Escavações	m <sup>3</sup> /dia/máquina	Tamanho da máquina
		Resistência e empolamento do solo
		Disponibilidade/Logística de caminhões
Supraestrutura de concreto armado	m <sup>3</sup> /dia/homem	Complexidade do projeto
		Solução construtiva
		Elemento estrutural
Alvenaria	m <sup>2</sup> /dia/homem	Tamanho do bloco
		Material do bloco
Reboco	m <sup>2</sup> /dia/homem	Aplicação (manual ou mecanizada)
		Esquadro da parede
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup> /dia/homem	Tamanho da peça
		Condições do substrato

**Tabela 3: Coeficientes de produtividade**

Para esta pesquisa, não foram medidos in loco as produtividades das atividades listadas na Tabela 3.

Muitas das atividades inerentes a construção de um empreendimento são realizadas através da terceirização dos serviços, tanto para fornecimento apenas de mão de obra quanto para fornecimento de material e mão de obra. Nesses contratos com os fornecedores, o regime de contratação normalmente é por empreitada global – ou seja, a empresa construtora contrata por um preço fechado, proporcional à quantidade de serviço. Nesses casos, como já se sabe de antemão quanto será pago, não é necessário avaliar a produtividade para se controlar os custos, embora ainda seja necessário o controle dos prazos. Há outras atividades, entretanto, que a empresa construtora contrata de forma proporcional ao tempo empregado. Nessas, a produtividade influencia diretamente no custo do serviço.

Os coeficientes de produtividade, quando bem utilizados, fornecem estimativas precisas, mas não exatas - pois dependem dos fatores de incerteza já citados. A utilização desses coeficientes permite dimensionar quantos homens ou máquinas são necessários para atingir o prazo desejável ou, inversamente, determinar um prazo a partir de uma quantidade de homens ou máquinas já definida.

#### **Diferença de modelagem entre planejamento e orçamento**

A identificação de todas as atividades e serviços a serem executados é a primeira etapa na elaboração do plano de produção de uma obra. É fundamental que o gestor da obra tenha em mente todas as atividades a serem realizadas, bem como seu sequenciamento. Para Isatto (2021), tanto o plano da produção quanto discriminação orçamentária podem ser feitos a partir de uma análise de Estrutura Analítica do Projeto (EAP). A EAP é uma decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe do projeto a fim de alcançar os objetivos do projeto e criar as entregas requeridas (PMBOK, 2013). Para Mattos (2010), não existe regra definida para construir uma EAP - segundo ele, duas pessoas podem construir duas EAPs diferentes para o mesmo projeto.

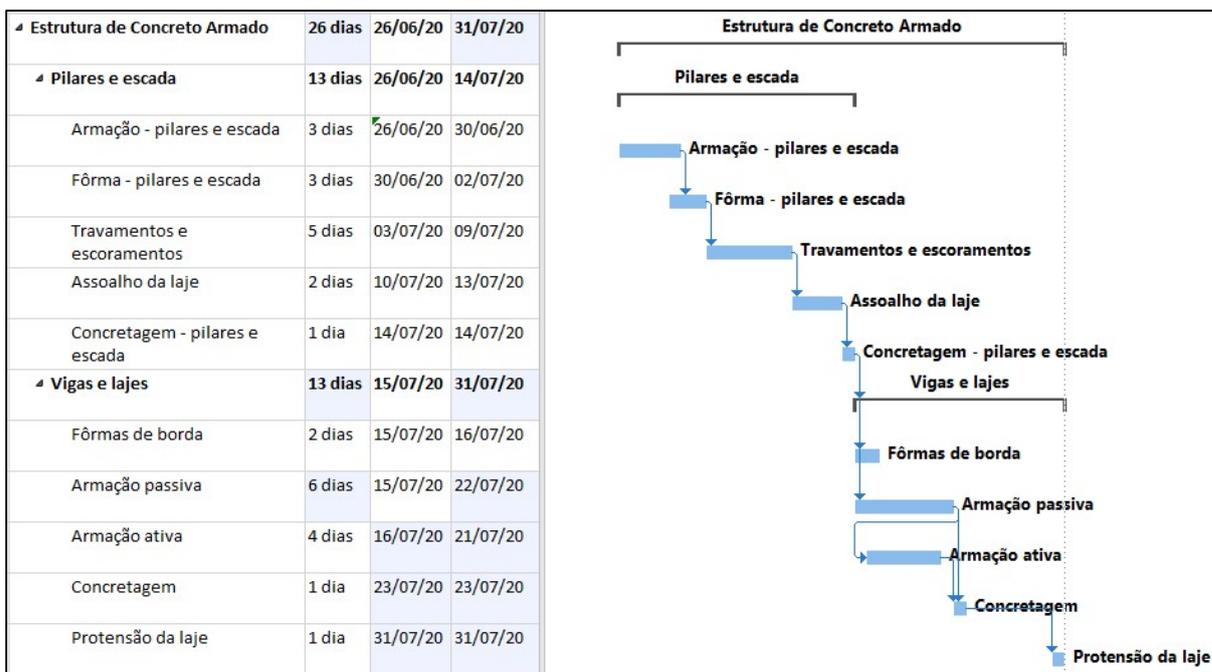
Isatto (2021) ressalta que o ideal é que estrutura analítica da discriminação orçamentária seja a mesma do plano da produção, entretanto, dificilmente são idênticas, pois a lógica e as funções de cada etapa são diferentes: enquanto na fase de orçamentação busca-se por tipos de serviços semelhantes, na fase de elaboração do plano da produção busca-se identificar a sequência de atividades. Embora essas estruturas normalmente sejam distintas por conta da lógica e da função de cada etapa, Isatto (2021) ressalta que é importante que os primeiros níveis das EAPs sejam iguais, pois isso facilita a integração do plano da produção ao orçamento e, como consequência, o controle dos custos da obra durante sua execução. Portanto, infere-se que

a diferença de modelagem entre as estruturas analíticas do orçamento e do plano da produção dificulta a alocação dos objetos de custo do orçamento às atividades do plano da produção – o que é necessário para elaboração das curvas de agregação de recursos para fins de controle e o que foi, inclusive, uma das principais dificuldades apontadas por Kern (2005) em seu estudo.

Para melhor exemplificar esse problemática, toma-se como exemplo a atividade de Estrutura em Concreto Armado do Prédio Administrativo da obra estudada – cuja apresentação completa encontra-se no capítulo 3. A Tabela 4 e a Figura 7, mostradas a seguir, mostram a estrutura analítica adotada para o orçamento e para o plano da produção, respectivamente.

Item	Atividade	Unidade	Quantidade
<b>4.</b>	<b>SUPRAESTRUTURA</b>		
<b>4.1</b>	<b>ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO</b>		
	Estrutura metálica para escoramento	Mês	2
	Frete (2 para entrega e 2 para devolução)	un.	4
	Concreto Usinado fck 35Mpa (+10%) - pilares, vigas e lajes	m <sup>3</sup>	104,50
	Taxa de Bomba	Dia	2,00
	M.O. Execução de Estrutura em Concreto Armado	m <sup>3</sup>	95,00
	Armadura Supraestrutura CA50/CA60 (+7%)	Kg	7115,50
	Armadura Supraestrutura CP 190 (+7%)	Kg	2033,00
	Forma de Madeira (+10%)	m <sup>2</sup>	712,50
	Serviço de protensão e acompanhamento técnico	Kg	2033,00

**Tabela 4: Planilha orçamentária – Estrutura em Concreto Armado do Prédio Administrativo**



**Figura 7: EAP do plano da produção – Estrutura em Concreto Armado do Prédio Administrativo**

Percebe-se que a estrutura analítica do orçamento e do plano da produção são distintas. Enquanto na fase de orçamentação considerou-se os objetos de custo em único item de *Estrutura de Concreto Armado*, na fase de planejamento dividiu-se este item em pilares/escadas e vigas/laje, pois essas atividades foram feitas em momentos distintos por questões executivas (principalmente devido à alta densidade de armadura junto aos pilares, que impossibilitaria a vibração adequada do concreto, como mostra a Figura 8).



**Figura 8: Armação da laje do Prédio Administrativo junto aos pilares**

Para que a estrutura analítica da discriminação orçamentária pudesse ser utilizada como estrutura analítica para o planejamento da produção, os objetos de custo indicados na Tabela 4 deveriam ser divididos conforme a sequência executiva – o que dá, por ser voltada para a produção, caráter operacional ao orçamento. O orçamento operacional, entretanto, requer mais tempo para sua elaboração, principalmente para obras mais complexas. Kern (2005) destaca que outro empecilho para implementação do orçamento operacional é a necessidade de elaborar todos os projetos da obra e o planejamento da produção antes de se iniciar o processo de orçamentação, o que não é uma prática comum entre as construtoras. Além disso, como a empresa muitas vezes ainda não está contratada para execução da obra na fase de orçamentação, muitas vezes opta-se por orçamentos com caráter não operacional, pois são menos trabalhosos.

### 3. MÉTODO DE TRABALHO

#### 3.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa utilizada para elaboração do presente trabalho foi estudo de caso. De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e contexto não estão claramente definidos. Yin (2005) considera a estratégia como uma investigação que parte do desenvolvimento prévio de proposições teóricas a partir de inúmeras fontes de evidências coletadas e analisadas durante o processo de pesquisa. A motivação do estudante para escolha do Estudo de Caso como estratégia de pesquisa se deve ao fato do tema abordado ser algo do cotidiano do estudante, pois o mesmo trabalha no setor de planejamento e orçamento de uma construtora de médio porte da cidade de Porto Alegre/RS. Além disso, o controle de prazos e custos é um problema real existente dentro da empresa. O estudo foi realizado conforme as etapas de pesquisa indicadas abaixo e na Figura 9.

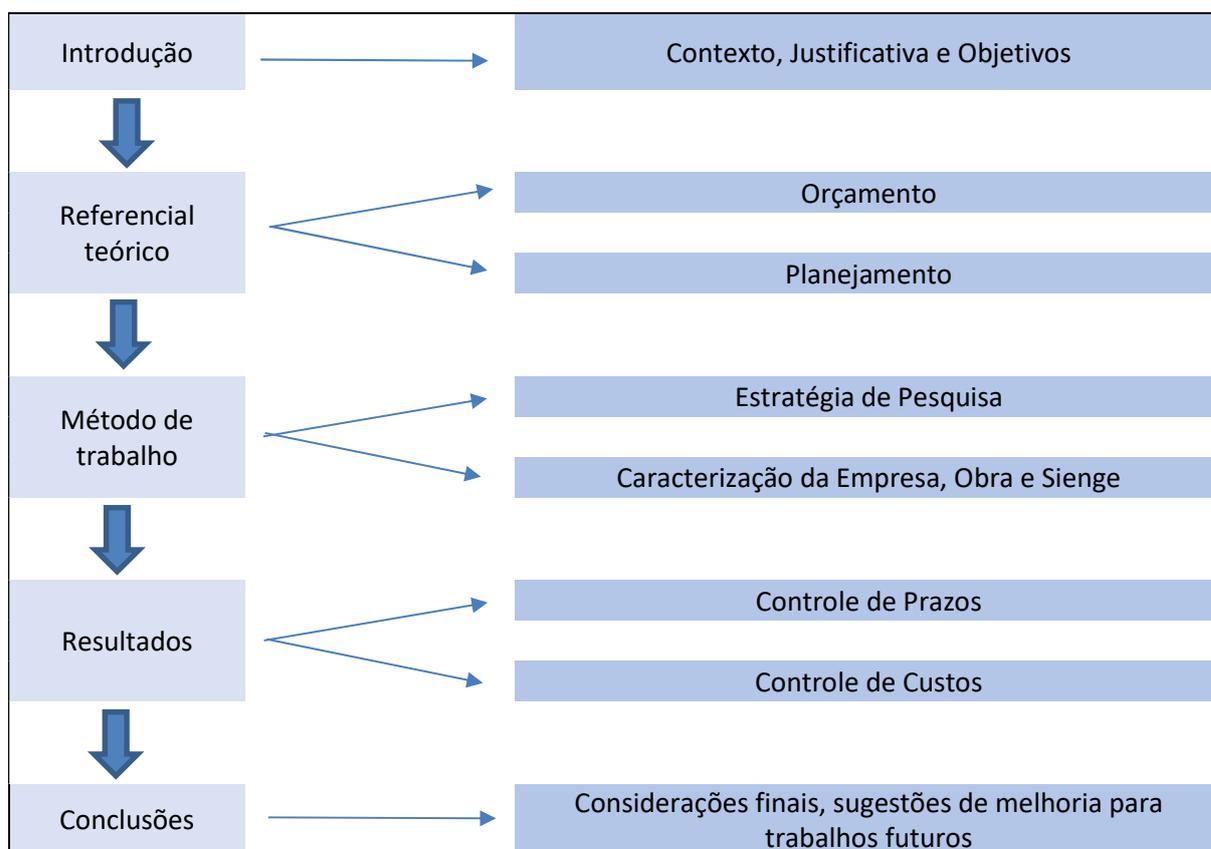


Figura 9: Diagrama das etapas da pesquisa – Elaborado pelo autor

Primeiramente, na etapa de **Introdução** foi contextualizado o tema e definido o objetivo do trabalho. Em seguida, na etapa de **Referencial Teórico**, foi feita uma revisão bibliográfica

a respeito dos processos de orçamentação e planejamento no setor da construção civil. Nessa etapa, abordou-se os graus e as etapas inerentes ao processo de orçamentação e as etapas, níveis hierárquicos e técnicas inerentes ao planejamento da produção, com enfoque na elaboração das curvas de agregação de recursos e sua aplicabilidade para controle de prazos e custos. Em seguida, na etapa de **Método de Trabalho**, apresentou-se o a estratégia de pesquisa e caracterizou-se a empresa, a obra e sistema de gestão utilizada pela empresa (*Sienge*). Após isso, na etapa de **Resultados**, foram apresentados os resultados, onde foi proposto um método para geração das curvas de agregação de recursos realizadas sob ótica de gasto – a fim de controlar prazos - com auxílio de cronogramas elaborados em MS Project e planilhas eletrônicas em Excel e proposto um método para geração das curvas de agregação de recursos realizadas sob ótica de desembolso – para controlar custos – com auxílio do software Sienge e planilhas eletrônicas em Excel. Por fim, na etapa de **Conclusões**, foram feitas as considerações finais do autor a respeito do trabalho desenvolvido.

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada nesta pesquisa é uma construtora de médio porte do município de Porto Alegre/RS – que atua em obras residenciais, comerciais, hospitalares e industriais. Cada empreendimento realizado pela construtora possui características bem específicas. Por conta disso, não há semelhança ou padrões de repetição entre as obras. Os clientes da empresa buscam, em sua maioria, por empreendimentos com arquitetura diferente e exclusiva. A empresa não atua com elaboração de projetos e com incorporação - apenas com execução de obras - e a modalidade de contratação da empresa é por empreitada ou por administração, a depender da preferência de cada cliente. A Tabela 5 indica os setores da construtora, bem como suas funções dentro da empresa.

Setor	Função
Diretoria	Decisões gerenciais, técnicas e comerciais da empresa.
Comercial	Novos empreendimentos, marketing e relacionamento com cliente.
Recursos Humanos e Contabilidade	Gestão de pessoas e documentação contábil e fiscal.
Financeiro	Programação de contas a pagar e a receber
Compras	Cotações e compras para obras em andamento
<b>Orçamento, custos e planejamento</b>	<b>Orçamentos, Custos e Planejamento</b>
Obras	Execução, gerenciamento e segurança das obras
Pós-obra	Assistência técnica

**Tabela 5: Setores da empresa**

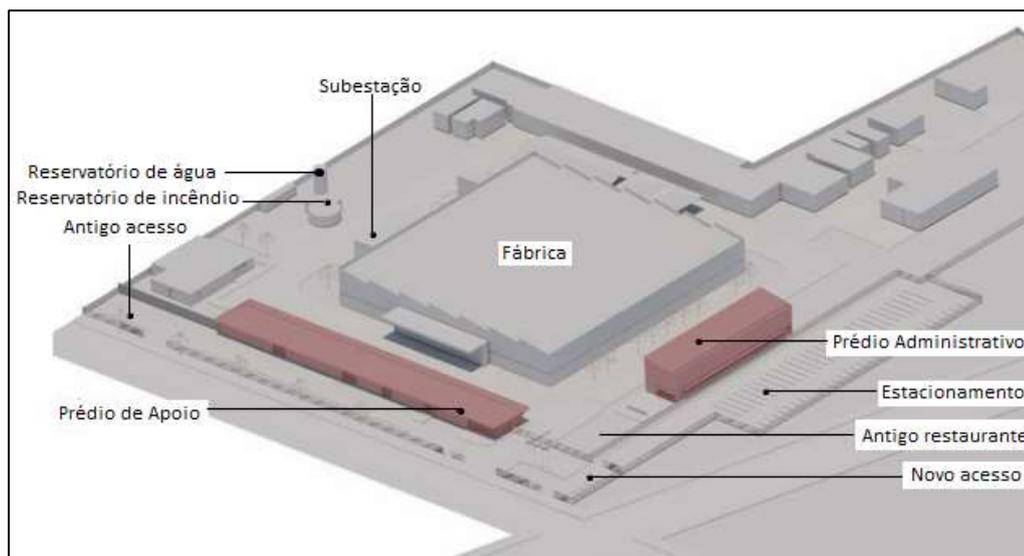
O foco dessa pesquisa está no setor de Orçamento, Custos e Planejamento, como destacado em negrito na Tabela 5.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra considerada neste estudo localiza-se na cidade de Porto Alegre – RS e trata-se de uma ampliação industrial de uma fábrica do ramo automotivo. A obra possui aproximadamente 1900 m<sup>2</sup> de área construída e tempo de execução previsto de 10 meses – o qual se estendeu devido a pandemia de Covid-19. A escolha pela obra se deve a participação do autor durante parte da fase executiva. O modelo de contratação da obra foi o de empreitada parcial. O contrato para a obra de ampliação da fábrica contempla os seguintes serviços:

- Demolição do atual restaurante da fábrica;
- Construção de um Prédio Administrativo, destinado a nova sede administrativa da fábrica, composto por dois pavimentos, com estrutura do primeiro pavimento em concreto armado moldado in loco com sistema de laje lisa protendida e do segundo pavimento em estrutura metálica com cobertura em telhas metálicas com isolamento térmico. Fechamento lateral externo em telhas metálicas simples, divisórias internas em Drywall e esquadrias externas em perfis de alumínio com vidros temperados;
- Construção de um Prédio de Apoio, destinado ao novo restaurante, a nova cozinha e aos novos vestiários da fábrica, composto apenas pelo pavimento térreo, com estrutura e fechamento em alvenaria estrutural, cobertura em estrutura metálica com telhas metálicas com isolamento térmico e esquadrias externas em perfis de alumínio com vidros temperados;
- Execução de um estacionamento em brita graduada simples junto ao pátio interno da fábrica;
- Mudança do acesso principal da fábrica.

A Figura 10 mostrada abaixo ilustra os prédios construídos junto ao pátio da fábrica, bem como o estacionamento e o novo acesso.



**Figura 10: Implantação da obra – Adaptado pelo autor**

Dentre as especificidades da obra, destacam-se:

- Diversidade de soluções construtivas adotadas, como estrutura metálica, alvenaria estrutural e protensão em estrutura de concreto armado moldado in loco;
- Instalação de um sistema de fossa e filtro seguido de estação elevatória de esgoto;
- Execução de escavações direcionais não destrutivas (*HDD – Horizontal Directional Drilling*) para interligar a subestação e os reservatórios de água da fábrica aos novos prédios, sem destruir e/ou interromper a via de acesso de caminhões à fábrica.
- Readequação das redes enterradas existentes;

A seguir, são mostradas algumas fotos, em sequência cronológica, das etapas executivas da obra para os prédios Administrativo e de Apoio e para os serviços externos.



**Figura 11: Fundações profundas do tipo estaca hélice contínua – Prédio Administrativo**



**Figura 12: Blocos e vigas de fundação – Prédio Administrativo**



**Figura 13: Laje do pavimento térreo – Prédio Administrativo**



**Figura 14: Montagem de pilares – Prédio Administrativo**



**Figura 15: Concretagem de laje lisa protendida – Prédio Administrativo**



**Figura 16: Concretagem de laje lisa protendida – Prédio Administrativo**



**Figura 17: Montagem da estrutura metálica – Prédio Administrativo**



**Figura 18: Fechamento lateral em telha metálicas – Prédio Administrativo**



**Figura 19: Término da obra – Prédio Administrativo**



**Figura 20: Fundações profundas do tipo estaca hélice contínua – Prédio de Apoio**



**Figura 21: Blocos e vigas de fundação – Prédio de Apoio**



**Figura 22: Concretagem da laje térrea – Prédio de Apoio**



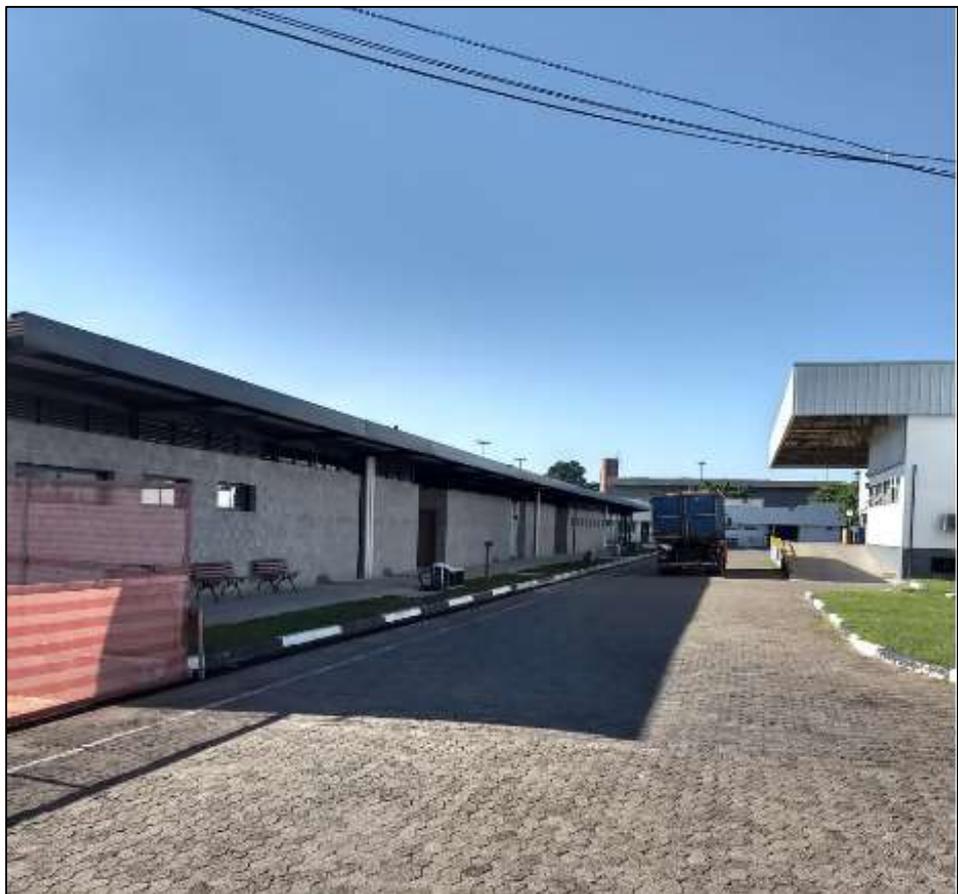
**Figura 23: Execução de alvenaria estrutural – Prédio de Apoio**



**Figura 24: Montagem da cobertura metálica – Prédio de Apoio**



**Figura 25: Cozinha industrial – Prédio de Apoio**



**Figura 26: Término da obra – Prédio de Apoio**



**Figura 27: Demolição do antigo restaurante**



**Figura 28: Perfuração HDD**



**Figura 29: Instalação de fossa e filtro**



**Figura 30: Escavação para readequação das redes enterradas existentes**

### 3.4. SOFTWARE SIENGE

O software *Sienge* foi a principal ferramenta para coleta dos dados utilizados para realização deste estudo. Os relatórios de custo a serem apresentados neste tópico foram extraídos a partir do programa. Além do *Sienge*, utilizou-se projetos executivos e planilhas da equipe de obra para complementar alguns dados necessários. Conversas informais com a equipe de produção também foram de grande valia para coleta dos dados.

O *Sienge* é um programa bastante utilizado pelas empresas atuantes no ramo da construção civil. O *Sienge* é dividido em módulos: Engenharia, Suprimentos, Financeiro, dentre outros. Neste tópico, é mostrada a estrutura organizacional do *Sienge* com foco no módulo de

Suprimentos, com objetivo de mostrar a maneira como cada setor da empresa utiliza o programa, a fim de se entender o fluxo da informação dentro do *software* e, subsequentemente, os relatórios que podem ser extraídos e utilizados para gestão e controle dos custos.

Os custos previstos para uma obra são registrados no *Sienge* ao início da obra pelo setor de Orçamento, enquanto que os realmente incorridos são registrados pelo setor de Obras ao longo do andamento do empreendimento. No *Sienge*, os custos realmente incorridos provêm de duas formas: compras ou medições de contratos. As compras são utilizadas para requerimento de materiais, enquanto que os contratos são utilizados para requerimento de serviços - que podem incluir o fornecimento de material e mão de obra ou apenas de mão de obra. A seguir, são explicados os processos de compras e medições de contratos dentro do *Sienge*.

### **Compras**

Para realização de uma compra para a obra, deve-se fazer uma Solicitação de Compra (SC) no *Sienge*, onde são exigidos pelo programa:

- Insumo(s);
- Quantidade;
- Data de Entrega;
- Apropriação de custo ao item do orçamento;

A apropriação de custo de cada insumo solicitado ao seu respectivo item do orçamento, durante a elaboração da solicitação de compra, é fundamental para o controle de custos, pois uma apropriação errada compromete a confiabilidade da análise dos custos incorridos na obra.

Com a Solicitação de Compra feita pelo setor de Obras no *Sienge*, o setor de Compras é notificado pelo programa, e inicia o processo de cotação junto aos fornecedores para fazer a compra do(s) insumo(s) requerido(s). Após decidido o fornecedor, é gerado pelo setor de Compras no *Sienge* um Pedido de Compra (PC), que precisa ser autorizado pela obra a fim de confirmar se o que está pedido está em conformidade com o que foi solicitado. Após autorização, é cadastrado automaticamente no *Sienge* uma Previsão de Pedido de Compra (PPC), conforme a data e condições de pagamento acertadas pelo setor de Compras com o fornecedor. Com o recebimento do material na obra, a Nota Fiscal recebida é lançada pelo setor de Obras para pagamento no *Sienge* através da substituição da previsão de pagamento - gerada no momento da autorização do Pedido de Compra – pelo título de pagamento. Com isso, a previsão de pagamento deixa de ser uma previsão e passa a ser um título de pagamento, ficando liberado para o setor financeiro.

O fluxograma mostrado na Figura 31 resume o processo de compra dentro do *Sienge*.

ETAPA	OBSERVAÇÕES
1. <b>Solicitação de Compra</b> Responsável: Setor de Obras	Especificação de material, quantidade, data para entrega e apropriação de custo ao item do orçamento
↓	
2. <b>Cotação junto aos fornecedores</b> Responsável: Setor de Compras	Avaliação de disponibilidade, preço e prazo de entrega dos itens solicitados junto aos fornecedores
↓	
3. <b>Pedido de Compra</b> Responsável: Setor de Compras	Cadastro do custo de cada item solicitado, bem como da(s) data(s) de pagamento acordada(s)
↓	
4. <b>Autorização de Pedido de Compra</b> Responsável: Setor de Obras	Conferência do pedido. Após autorização do pedido, é gerado uma previsão de pagamento com valor e data(s) cadastrado(s) na Etapa 3.
↓	
5. <b>Recebimento do material na obra</b> Responsável: Setor de Obras	Conferência da nota fiscal recebida com o Pedido de Compra autorizado na Etapa 4.
↓	
6. <b>Lançamento da nota fiscal</b> Responsável: Setor de Obras	Substituição da previsão de pagamento gerada na Etapa 4 pelo título de pagamento correspondente a nota fiscal recebida. Após substituição, o pagamento fica liberado para o setor financeiro.
↓	
7. <b>Pagamento</b> Responsável: Setor Financeiro	Pagamento referente a nota fiscal cadastrada na Etapa 6.

**Figura 31: Fluxograma do processo de Compra no Sienge**

### **Medições de contratos**

A realização de contratos no Sienge é realizada pela equipe de Obras. Na elaboração de um contrato, são exigidos pelo programa:

- Itens;
- Índices;
- Previsões financeiras;

Os itens do contrato são as subdivisões referentes ao objeto contratado. Em um contrato de fornecimento de mão de obra para execução das instalações hidrossanitárias, por exemplo, pode-se dividir o contrato em esgoto cloacal, esgoto pluvial, água fria, água quente, instalação de louças e metais, etc. – indicando a quantidade, unidade e custo unitário de cada um dos itens. A discriminação e custeio de todos os serviços que são escopo de um contrato é de suma importância, pois deixa claro, para quem for fazer a medição, qual é o escopo do contrato e quais itens devem ser medidos. Para cada item do contrato, deve-se atribuir/apropriar um ou

mais itens do orçamento. Os índices são preenchidos para indicar se o contrato terá o seu saldo reajustado ou não por algum índice, como CUB, INCC, etc. As Previsões do Contrato (PCT) são preenchidas para programar os pagamentos referentes ao contrato. É de suma importância que as previsões financeiras do contrato estejam sempre atualizadas - a fim de que o desembolso indicado pelos relatórios de Contas a Pagar, extraídos pelo setor financeiro, seja o mais assertivo possível.

Para que as previsões financeiras do contrato se tornem títulos de pagamento, devem ser realizadas medições dos itens do contrato. Em cada medição é cadastrado, para cada item do contrato, a quantidade que se pretende liberar para pagamento e a data para o pagamento. Após feita a medição, a previsão financeira do contrato não é convertida automaticamente em um título de pagamento, pois é preciso associar um documento fiscal a um título de pagamento. Portanto, deve-se solicitar ao contratado que emita sua nota fiscal com base na medição realizada. No *Sienge*, é possível extrair um boletim de medição, relatando todos os itens do contrato e indicando quais itens foram medidos, bem como suas respectivas quantidades. Com isso, a partir do custo unitário e da quantidade medida de cada item, tem-se o valor total da medição. Este boletim é encaminhado ao contratado, concedendo-o autorização para emissão de sua nota fiscal. Após recebimento da nota fiscal encaminhada pelo contratado, a medição pode ser liberada para pagamento no *Sienge* e, com isso, a previsão de pagamento do contrato deixa de ser uma previsão e passa a ser um título de pagamento, ficando liberado para o setor financeiro.

O fluxograma mostrado na Figura 32 logo abaixo resume o processo de elaboração de contratos e medições dentro do *Sienge*.

ETAPA	OBSERVAÇÕES
1. <b>Cadastro do contrato</b> Responsável: Setor de Obras	Cadastro dos itens do contrato - indicando sua quantidade, custo unitário e apropriação do item de orçamento. Cadastro de índices e previsões financeiras referentes ao contrato.
↓	
2. <b>Realização da medição</b> Responsável: Setor de Obras	Cadastro da quantidade, para cada item, que se pretende liberar para pagamento e da data de pagamento.
↓	
3. <b>Envio do boletim de medição ao contratado</b> Responsável: Setor de Obras	-
↓	
4. <b>Recebimento da nota fiscal do contratado</b> Responsável: Setor de Obras	Conferência do valor e da data de pagamento da nota fiscal com o valor indicado no boletim de medição encaminhado ao contratado na Etapa 3.
↓	
5. <b>Liberação da medição</b> Responsável: Setor de Obras	De posse da nota fiscal recebida, esta é cadastrada através da liberação da medição realizada. Com a liberação da medição, cria-se um título de pagamento, ficando o pagamento liberado para o setor financeiro.
↓	
6. <b>Pagamento</b> Responsável: Setor Financeiro	Pagamento referente a nota fiscal cadastrada na Etapa 5.

Figura 32: Fluxograma do processo de Medições no Sienge

### Relatórios de custo

O Sienge possibilita a extração, de forma instantânea, de diversos relatórios para acompanhamento dos custos incorridos. Foram utilizados neste estudo dois relatórios: O relatório de *Custo por nível* e o relatório *Analítico de apropriações por Obra* – os quais são abordados a seguir.

O relatório de *Custo por Nível* consiste na estrutura analítica do orçamento, identificando, para cada item, os seus custos orçados, realizados e comprometidos. A Tabela 6 mostra o relatório de *Custo por Nível* para o item do orçamento de Operação da obra, cujos valores apresentados são fictícios.

Relatório de Custo por Nível						
<b>Obra</b>	<b>66 - OBRA X</b>					
<b>Unidade construtiva</b>	<b>1 – OBRA</b>					
Código	Item	Unidade	Custo			Verba disponível
			Orçado	Comprometido Realizado	Comprometido	
<b>1</b>	<b>Operação da obra</b>		<b>R\$ 130.780,00</b>	<b>R\$ 60.050,00</b>	<b>R\$ 121.590,00</b>	<b>R\$ 9.190,00</b>
1.1	Corpo técnico	vb	R\$ 55.000,00	R\$ 23.400,00	R\$ 60.000,00	-R\$ 5.000,00
1.2	Assessoria contábil e de RH	vb	R\$ 12.500,00	R\$ 3.400,00	R\$ 11.000,00	R\$ 1.500,00
1.3	Serviços técnicos	vb	R\$ 10.500,00	R\$ 5.600,00	R\$ 9.000,00	R\$ 1.500,00
1.4	Seguros, taxas e emolumentos:	vb	R\$ 3.200,00	R\$ 2.400,00	R\$ 6.000,00	-R\$ 2.800,00
1.5	Consumos	vb	R\$ 6.480,00	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00	R\$ 2.980,00
1.6	Transportes	vb	R\$ 14.700,00	R\$ 6.500,00	R\$ 7.000,00	R\$ 7.700,00
1.7	Locação de máquinas e equipamentos	vb	R\$ 12.000,00	R\$ 4.700,00	R\$ 11.000,00	R\$ 1.000,00
1.8	Segurança do trabalho	vb	R\$ 8.300,00	R\$ 5.000,00	R\$ 8.300,00	R\$ -
1.9	Ferramentas	vb	R\$ 1.800,00	R\$ 650,00	R\$ 890,00	R\$ 910,00
1.10	Instalações provisórias	vb	R\$ 6.300,00	R\$ 4.900,00	R\$ 4.900,00	R\$ 1.400,00

**Tabela 6: Relatório de Custo por Nível – Adaptado pelo autor**

Os itens de custo do relatório de *Custo por Nível* são divididos em três grupos: *Orçado*, *Comprometido Realizado* e *Comprometido*. O valor orçado representa, como o nome já sugere, o valor determinado na fase de orçamento; o valor *Comprometido Realizado* representa a soma de todos os títulos de pagamento, ou seja, a soma do que já foi pago ou liberado para pagamento; e o valor *Comprometido* representa soma do *Comprometido Realizado* (títulos de pagamento) com o *Comprometido Não Realizado* (previsões de pagamento) – representando, portanto, a soma de tudo que está apropriado no respectivo item.

A análise do relatório de *Custo por Nível* permite identificar o custo incorrido até o momento para cada item do orçamento, bem como os custos não incorridos, mas já previstos. A subtração do custo comprometido com o custo orçado resulta na verba disponível, que representa o valor que a obra pode gastar para determinado item sem comprometer negativamente o orçamento inicial e, conseqüentemente, o lucro estipulado pela construtora. A análise da verba disponível do relatório de *Custo por Nível*, ao término da obra, permite visualizar facilmente quais itens tiveram custo superior ao orçado e quais tiveram uma economia. Durante a obra, entretanto, essa análise é dificultada pelo fato de alguns materiais e serviços não terem sido contratados ainda e, por conta disso, não estarem com custos comprometidos no *Sienge* - este tema é melhor abordado no capítulo 4.

O relatório *Análítico de Apropriações por Obra* permite identificar o que está

comprometido em cada item do orçamento - ou seja, todos os títulos e previsões de pagamento apropriados em cada item. Com isso, pode-se confirmar as informações obtidas no relatório de *Custo por Nível* e analisar se não há apropriações erradas ou títulos e/ou previsões equivocadas. É, em outras palavras, um extrato do relatório de *Custo por Nível*.

A Tabela 7 mostra o *Relatório Analítico de Apropriações por Obra* para o item do orçamento de Instalações hidrossanitárias, cujos valores apresentados são fictícios

Relatório Analítico de Apropriações por Obra						
<b>Obra</b>	66 - OBRA X					
<b>Unidade construtiva</b>	1 – OBRA					
<b>Total do serviço</b>						<b>R\$ 35.355,00</b>
<b>Serviço</b>	01.001 - Instalações hidrossanitárias					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
02/02/2020	NFM/0000	0001/1	AC	Fornecedor A	R\$ 10.500,00	R\$ 10.500,00
16/03/2020	NFM/0000	0002/1	AC	Fornecedor B	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
05/07/2020	NFS/0000	0003/1	ME	Fornecedor C	R\$ 7.000,00	R\$ 5.000,00
06/07/2020	NFM/0000	0004/1	AC	Fornecedor A	R\$ 2.700,00	R\$ 2.000,00
01/08/2020	CF/0000	0005/1	CF	Fornecedor A	R\$ 200,00	R\$ 200,00
27/09/2020	NFM/0000	0006/1	AC	Fornecedor D	R\$ 8.200,00	R\$ 5.000,00
11/10/2020	NFS/0000	0007/1	ME	Fornecedor C	R\$ 4.600,00	R\$ 4.600,00
17/10/2020	NFS/0000	0008/1	ME	Fornecedor E	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
04/11/2020	GUIA/0000	0009/1	GI	Fornecedor F	R\$ 35,00	R\$ 35,00
15/12/2020	PCT/0000	0010/1	AC	Fornecedor A	R\$ 760,00	R\$ 520,00

**Tabela 7: Relatório Analítico de Apropriações por Obra – Adaptado pelo autor**

O relatório permite ordenar os títulos e previsões conforme a data de pagamento cadastrada, o que é fundamental para geração da curva de agregação de recursos real sob ótica de desembolso – tema a ser abordado no capítulo 4.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CONTROLE DE PRAZOS

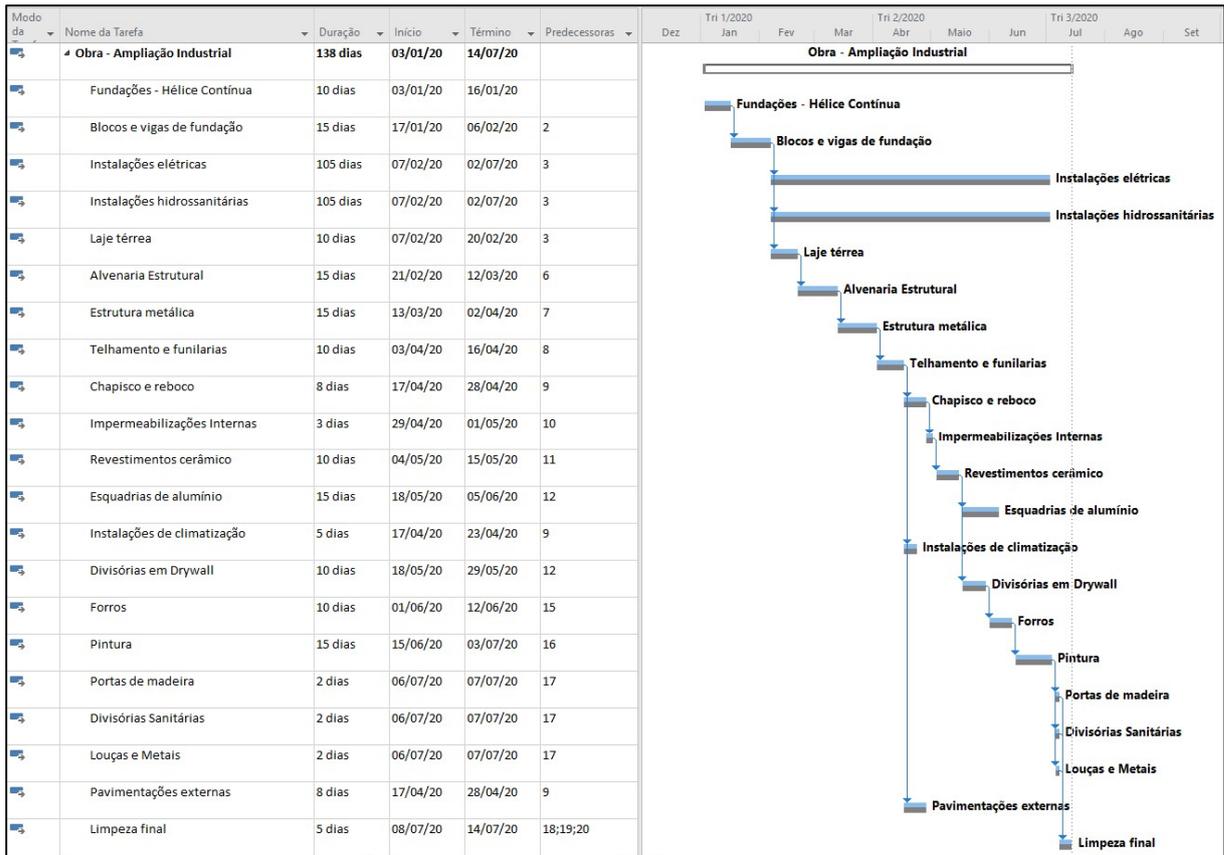
Este capítulo tem como objetivo propor um método de controle de prazos para as atividades previstas no plano da produção a partir da sobreposição das curvas de agregação de recursos planejada, real e reprogramada - o que permite ao gestor responsável pela obra identificar, todos os meses, o status da obra com relação ao seu prazo, isto é: atrasada, dentro do prazo ou adiantada, além de visualizar o andamento físico para os meses seguintes e, com isso, dar suporte à tomada de decisões gerenciais que busquem garantir o cumprimento dos prazos e metas inicialmente planejados. É apresentado o método de cálculo utilizado para o controle dos prazos a partir da comparação da curva de agregação de recursos planejada com as curvas de agregação de recursos reais e reprogramadas, com utilização de planilhas em *Excel*. Após isso, são feitas medições hipotéticas, a fim de explicar como devem ser feitas as medições mensais com a utilização do *MS Project*, abordando suas principais particularidades, e ilustrar o funcionamento do método na prática. Por fim, são feitas considerações do método proposto.

#### 4.1.1. Proposta de Método

Neste tópico é apresentado o cálculo utilizado para fazer o controle do andamento físico da obra. Primeiramente, é abordado o método de cálculo da planilha em *Excel*. Na sequência, é mostrado como devem ser feitas as medições no *MS Project* e como inserir as informações da medição na planilha em *Excel* para acompanhamento do andamento físico da obra.

O método consiste em copiar as colunas de *Início*, *Término* e *% concluído* do *MS Project* para a planilha em *Excel*, de modo que esta, a partir dos dados inseridos, calcule o percentual de obra executado até a data de medição e gere, sob ótica de gasto, a curva de agregação de recursos real – do início da obra até a data da medição –, bem como a curva de agregação de recursos reprogramada – da data de medição até o término da obra. Sobreposta a essas duas curvas, mostra-se também a curva de agregação de recursos prevista - a curva de base -, cuja elaboração ocorreu na etapa de planejamento da obra.

Para facilitar o entendimento do cálculo e não estender em demasia as figuras e tabelas, é considerado neste tópico apenas o cronograma do Prédio de Apoio, com algumas simplificações. A Figura 33, mostrada abaixo, ilustra o cronograma do Prédio de Apoio.



**Figura 33: Cronograma parcial – Prédio de Apoio**

A partir das datas de início e término de cada atividade do cronograma, determina-se a distribuição do percentual concluído previsto acumulado de cada atividade da obra. Para isso, toma-se como hipótese que toda atividade tem seu percentual concluído crescente e linear ao longo do tempo. Em outras palavras, se o revestimento cerâmico, por exemplo, foi planejado para ser executado em 10 dias, pressupõe-se que, ao final do 1º dia, este item estará 10% executado; ao final do 2º dia, estará 20% executado – e assim sucessivamente. A Tabela 8 ilustra o Percentual Concluído Acumulado (PCA) por mês para cada atividade do plano da produção.

Atividade	Início	Término	Percentual concluído acumulado por mês						
			jan-20	fev-20	mar-20	abr-20	mai-20	jun-20	jul-20
<b>Obra - Ampliação Industrial</b>	03/01/2020	14/07/2020							
Fundações - Hélice Contínua	03/01/2020	16/01/2020	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Blocos e vigas de fundação	17/01/2020	06/02/2020	81,58%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Instalações elétricas	07/02/2020	02/07/2020	0,00%	18,83%	38,96%	59,09%	78,57%	98,70%	100,00%
Instalações hidrossanitárias	07/02/2020	02/07/2020	0,00%	18,83%	38,96%	59,09%	78,57%	98,70%	100,00%
Laje térrea	07/02/2020	20/02/2020	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Alvenaria Estrutural	21/02/2020	12/03/2020	0,00%	69,05%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Estrutura metálica	13/03/2020	02/04/2020	0,00%	0,00%	91,18%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Telhamento e funilarias	03/04/2020	16/04/2020	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Chapisco e reboco	17/04/2020	28/04/2020	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Impermeabilizações Internas	29/04/2020	01/05/2020	0,00%	0,00%	0,00%	96,88%	100,00%	100,00%	100,00%
Revestimentos cerâmico	04/05/2020	15/05/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Esquadrias de alumínio	18/05/2020	05/06/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	83,33%	100,00%	100,00%
Instalações de climatização	17/04/2020	23/04/2020	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Divisórias em Drywall	18/05/2020	29/05/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Forros	01/06/2020	12/06/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Pintura	15/06/2020	03/07/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	91,18%	100,00%
Portas de madeira	06/07/2020	07/07/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Divisórias Sanitárias	06/07/2020	07/07/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Louças e Metais	06/07/2020	07/07/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Pavimentações externas	17/04/2020	28/04/2020	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Limpeza final	08/07/2020	14/07/2020	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

**Tabela 8: Percentual Concluído Acumulado por mês por atividade**

A formulação utilizada para determinação do PCA para cada atividade e para cada mês é demonstrada a seguir.

Adota-se na formulação abaixo a seguinte legenda:

- Data de Medição ( $DM_i$ )
- Data de Início da atividade ( $DI$ )
- Data de Término da atividade ( $DT$ )
- Percentual Concluído Acumulado do mês vigente ( $PCA_i$ )
- Percentual Concluído Acumulado do mês anterior ( $PCA_{i-1}$ )
- Data da medição do mês seguinte ( $DM_{i+1}$ ) – adotado como dia 30 de todo mês,

exceto fevereiro, que é adotado o dia 28.

Para cada célula, questiona-se

Se:

$$DI \geq DM, \text{ então } PCA_i = 0\%$$

**Equação 4: Atividades não iniciadas**

Se:

$$DT < DM, \text{ então } PCA_i = 100\%$$

**Equação 5: Atividades concluídas**

Se nenhuma das condições acima for satisfeita, então:

$$PCA_i = PCA_{i-1} + (1 - PCA_{i-1}) \cdot \frac{DM_{i+1} - DM}{DT - DM}$$

**Equação 6: Atividades iniciadas e não concluídas**

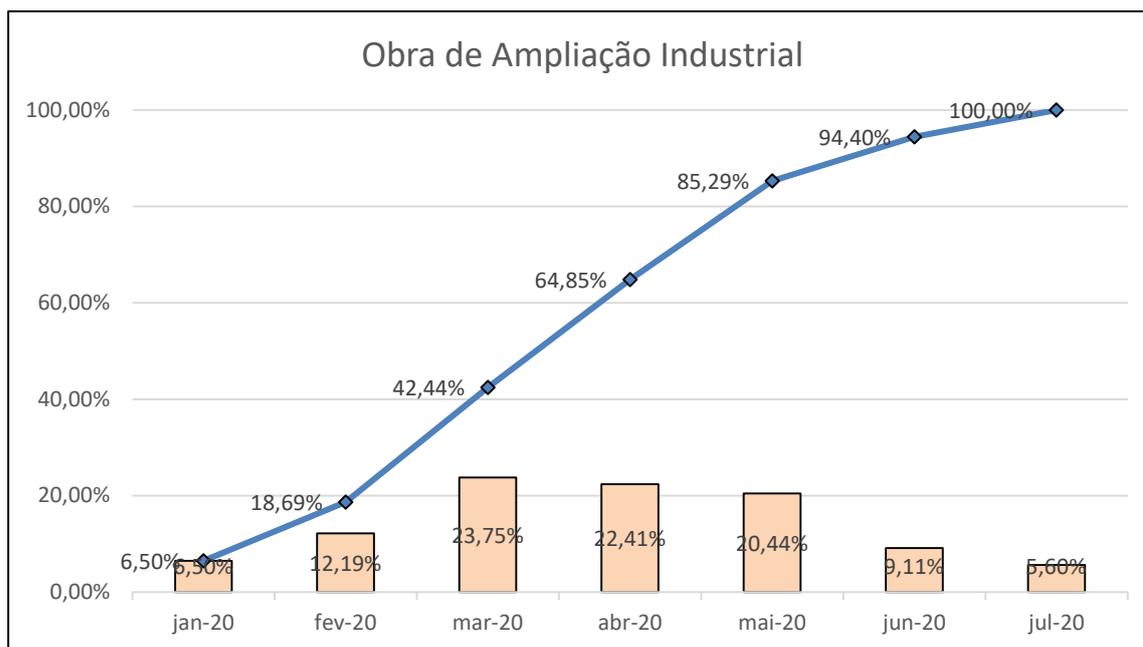
As fórmulas acima identificam se a respectiva atividade já iniciou, já terminou ou se está em andamento. Com base nisso, projeta-se o percentual concluído para cada mês tendo como base a hipótese de que toda atividade tem seu percentual concluído crescente e linear ao longo do tempo.

De posse do custo orçado de cada atividade do cronograma, pode-se determinar a fração que cada atividade prevista corresponde com relação ao custo total da obra, ou seja, o seu peso financeiro. A multiplicação do peso financeiro de cada atividade pela Tabela 8 resulta no Peso Financeiro Acumulado (PFA) de cada atividade ao longo do tempo, como mostra a Tabela 9 - cujos valores orçados indicados são fictícios.

Código	Atividade	Custo orçado	Peso financeiro	Peso x percentual concluído acumulado por mês						
				jan-20	fev-20	mar-20	abr-20	mai-20	jun-20	jul-20
<b>1.</b>	<b>Obra - Ampliação Industrial</b>	<b>R\$ 1.607.000,00</b>	<b>100%</b>	<b>6,50%</b>	<b>18,69%</b>	<b>42,44%</b>	<b>64,85%</b>	<b>85,29%</b>	<b>94,40%</b>	<b>100,00%</b>
1.1.	Fundações - Hélice Contínua	R\$ 67.000,00	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%
1.2.	Blocos e vigas de fundação	R\$ 46.000,00	2,86%	2,34%	2,86%	2,86%	2,86%	2,86%	2,86%	2,86%
1.3.	Instalações elétricas	R\$ 250.000,00	15,56%	0,00%	2,93%	6,06%	9,19%	12,22%	15,35%	15,56%
1.4.	Instalações hidrossanitárias	R\$ 116.000,00	7,22%	0,00%	1,36%	2,81%	4,27%	5,67%	7,12%	7,22%
1.5.	Laje térrea	R\$ 66.000,00	4,11%	0,00%	4,11%	4,11%	4,11%	4,11%	4,11%	4,11%
1.6.	Alvenaria Estrutural	R\$ 76.000,00	4,73%	0,00%	3,27%	4,73%	4,73%	4,73%	4,73%	4,73%
1.7.	Estrutura metálica	R\$ 312.000,00	19,42%	0,00%	0,00%	17,70%	19,42%	19,42%	19,42%	19,42%
1.8.	Telhamento e funilarias	R\$ 50.000,00	3,11%	0,00%	0,00%	0,00%	3,11%	3,11%	3,11%	3,11%
1.9.	Chapisco e reboco	R\$ 16.000,00	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
1.10.	Impermeabilizações Internas	R\$ 4.500,00	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	0,28%	0,28%	0,28%
1.11.	Revestimentos cerâmico	R\$ 50.000,00	3,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,11%	3,11%	3,11%
1.12.	Esquadrias de alumínio	R\$ 210.000,00	13,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,89%	13,07%	13,07%
1.13.	Instalações de climatização	R\$ 176.000,00	10,95%	0,00%	0,00%	0,00%	10,95%	10,95%	10,95%	10,95%
1.14.	Divisórias em Drywall	R\$ 32.000,00	1,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,99%	1,99%	1,99%
1.15.	Forros	R\$ 15.000,00	0,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,93%	0,93%
1.16.	Pintura	R\$ 25.000,00	1,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,42%	1,56%
1.17.	Portas de madeira	R\$ 22.000,00	1,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,37%
1.18.	Divisórias Sanitárias	R\$ 45.000,00	2,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,80%
1.19.	Louças e Metais	R\$ 13.000,00	0,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,81%
1.20.	Pavimentações externas	R\$ 12.500,00	0,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,78%	0,78%	0,78%	0,78%
1.21.	Limpeza final	R\$ 3.000,00	0,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%

**Tabela 9: Peso Financeiro Acumulado por mês por atividade**

A soma dos pesos de todas atividades para cada mês, como mostrada na linha verde da Tabela 9, resulta no Percentual Físico Previsto, cujo ponderador é o custo orçado de cada atividade. A visualização gráfica do apresentado na Tabela 9 corresponde a curva de agregação de recursos prevista sob ótica de gasto, como mostra a Figura 34.



**Figura 34: Curva de agregação de recursos prevista sob ótica de gasto**

A medição de andamento físico da obra é feita utilizando o software *MS Project*. Toma-se como premissa a existência de apenas 3 (três) tipos de atividades no cronograma da obra: atividades concluídas, atividades em andamento e atividades não iniciadas. Partindo dessa premissa, para que haja coerência, as seguintes condições para cada tipo de atividade devem ser satisfeitas:

- Atividade concluída

As datas de início real e término real devem ser preenchidas e devem, obrigatoriamente, ser inferiores à data da medição. Com isso, a data de Início será atualizada para a mesma data de início real e a data de Término será atualizada para a mesma data de término real. O % *concluído* da atividade será atualizado para 100% automaticamente.

- Atividade em andamento

A data de início real deve ser inferior à data da medição, enquanto que a data de término real não deve estar preenchida, pois a atividade ainda não terminou. A data de Início será atualizada para a mesma data de Início real e a data de término deverá ser superior à data da medição. O % *concluído* deve ser preenchido e deve estar entre 0% e 100%.

- Atividade não iniciada

As datas de início real e término real não devem estar preenchidas, pois a atividade ainda não começou. As datas de início e término devem ser superiores à data da medição. O % *concluído* da atividade deve ser 0%.

A Tabela 10 mostrada a seguir resume as condições supracitadas:

	Coluna no MS Project				
Tipo de atividade	Início	Término	Início Real	Término Real	% concluído (PC)
Concluída	Início real	Término real	Preencher	Preencher	100%
Em andamento	Início real	Término previsto	Preencher	Não preencher	0%<PC<100%
Não iniciada	Início previsto	Término previsto	Não preencher	Não preencher	0%

**Tabela 10: Orientações para medição física no MS Project**

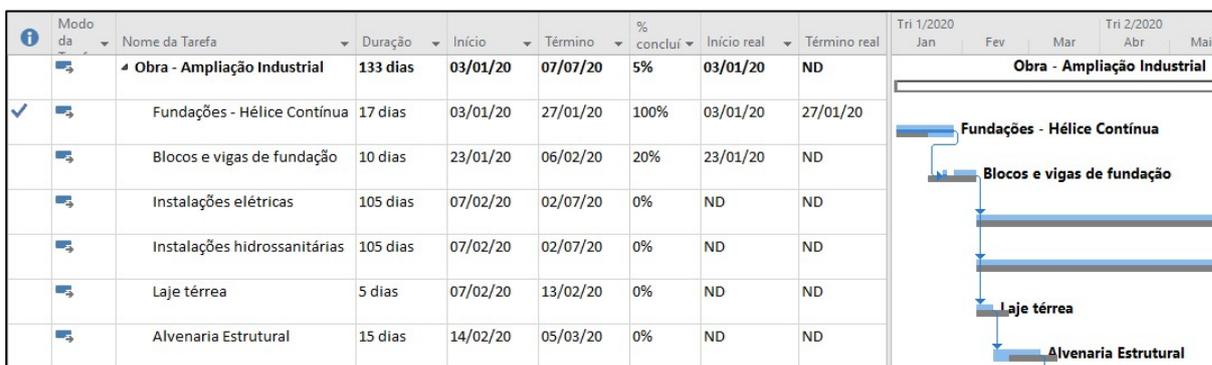
A realização da medição se atentando para as orientações da Tabela 10 é fundamental para a interpretação correta dos dados pela planilha em Excel.

A seguir, será mostrado a realização de três medições hipotéticas consecutivas, a fim de exemplificar o método apresentado e analisar os resultados obtidos.

### **1ª MEDIÇÃO**

Consideremos, por exemplo, que as fundações atrasaram no 1º mês. Estava previsto o seu término para o dia 16/01, mas, por conta de uma produtividade abaixo do esperado da perfuratriz, a atividade foi concluída apenas no dia 27/01. Por conta disso, a execução dos blocos de fundação, com previsão de início para 17/01, teve seu início no dia 23/01. Embora a perfuratriz ainda não tivesse terminado seus trabalhos nessa data, em um dos lados do prédio já foi possível iniciar os serviços inerentes aos blocos e vigas de fundação – concluindo 20% da atividade. Além de fazer a medição do mês que encerra, deve-se reprogramar as atividades futuras conforme a realidade da obra. Suponha que a obra opte, para ao mês seguinte, por aumentar a equipe de armação e carpintaria, de modo que os blocos e vigas de fundação sejam executados em 10 dias e a laje térrea seja executada em 5 dias.

A medição e a reprogramação no *MS Project* referente ao 1º mês são mostradas pela Figura 35.



**Figura 35: Medição referente ao 1º mês**

Na Figura 35, as linhas cinzas mostradas no gráfico indicam a linha de base, isto é, o planejamento inicial da obra – enquanto que as linhas azuis indicam a reprogramação feita pela obra. Percebe-se que a obra pretende recuperar o atraso com o aumento da equipe de carpintaria, concluindo os blocos e vigas de fundação na data planejada inicialmente e concluindo a laje térreo antes do previsto, o que fará com que a equipe de alvenaria inicie o serviço antes do planejado.

Após feita a medição, copia-se as colunas *Início*, *Término* e *% concluído* para a planilha de cálculo no Excel, obtendo-se, a partir da metodologia de cálculo já explicada, os resultados mostrados na Figura 36 e na Tabela 11.

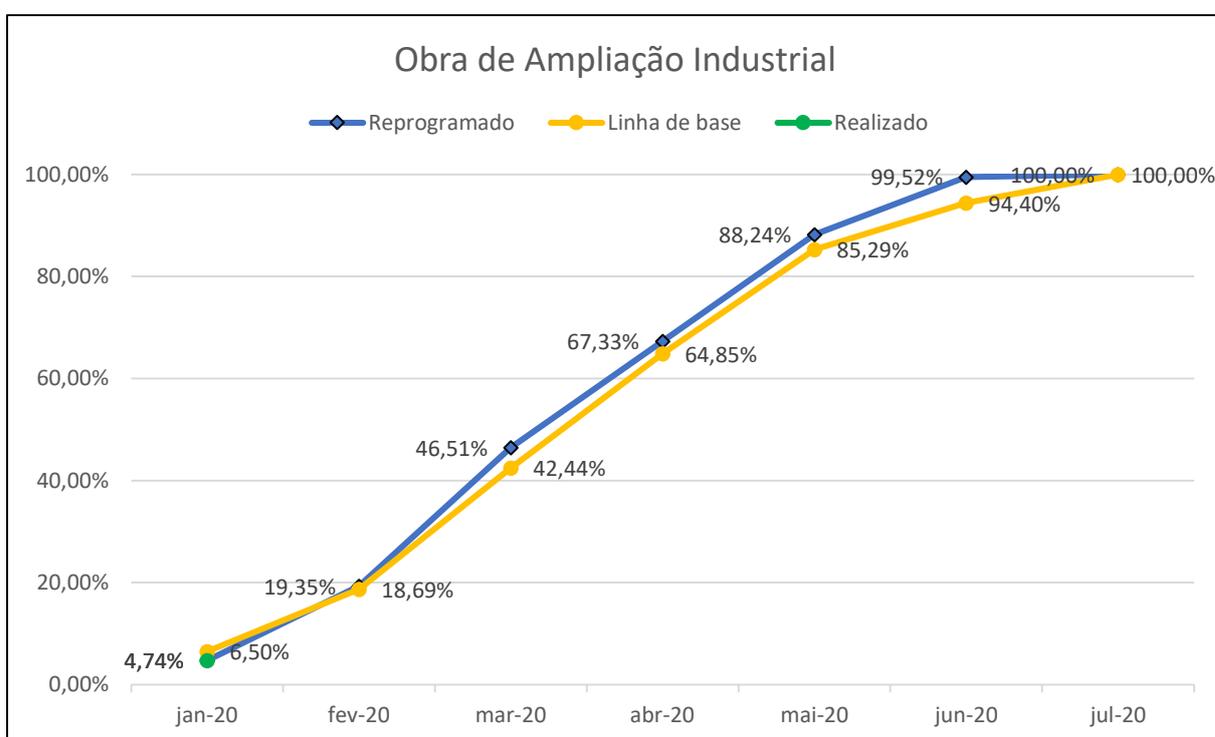


Figura 36: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 1ª medição

Mês	Realizado		Reprogramado		Linha de base	
	Mensal	Realizado	Mensal	Reprogramado	Mensal	Linha de base
jan-20	4,74%	4,74%		4,74%	6,50%	6,50%
fev-20			14,60%	19,35%	12,19%	18,69%
mar-20			27,16%	46,51%	23,75%	42,44%
abr-20			20,82%	67,33%	22,41%	64,85%
mai-20			20,91%	88,24%	20,44%	85,29%
jun-20			11,27%	99,52%	9,11%	94,40%
jul-20			0,48%	100,00%	5,60%	100,00%

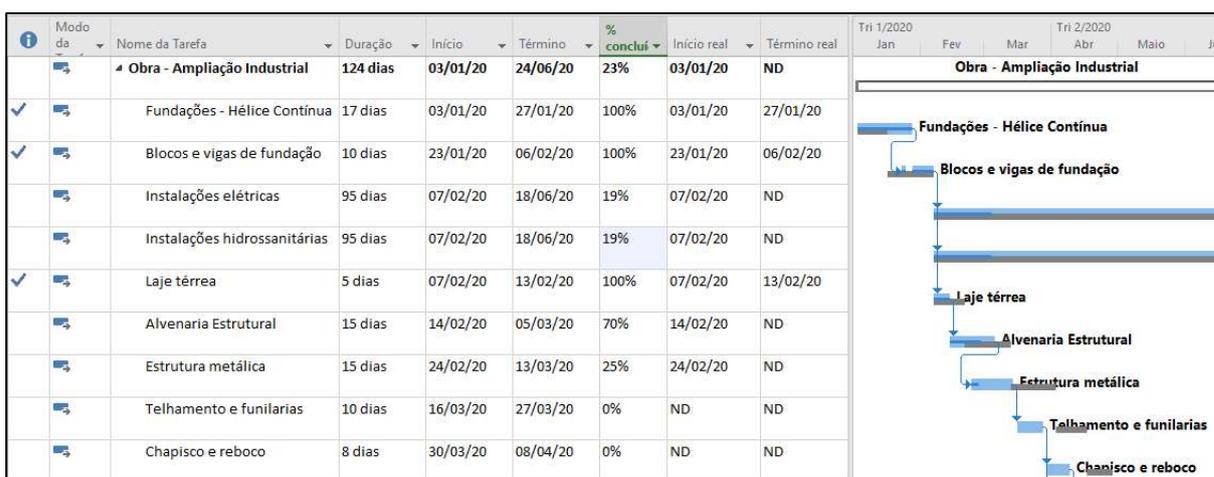
Tabela 11: Resumo de andamento físico – 1ª medição

Interpreta-se que a medição do mês foi inferior ao planejado por conta do atraso na execução das estacas, que foram 100% concluídas, mas impediram que os blocos e vigas de

fundação fossem 81,58% concluídos como previsto – sendo executado apenas 20%. Entretanto, devido a medida de aumento de equipe de armação e carpintaria adotada pela obra e consequente redução das durações, busca-se para o mês seguinte recuperar o atraso, como mostra a curva de agregação de recursos reprogramada. Para o próximo mês, tem-se como objetivo atingir 19,35% de obra executada, superior ao planejado para o período: 18,69%.

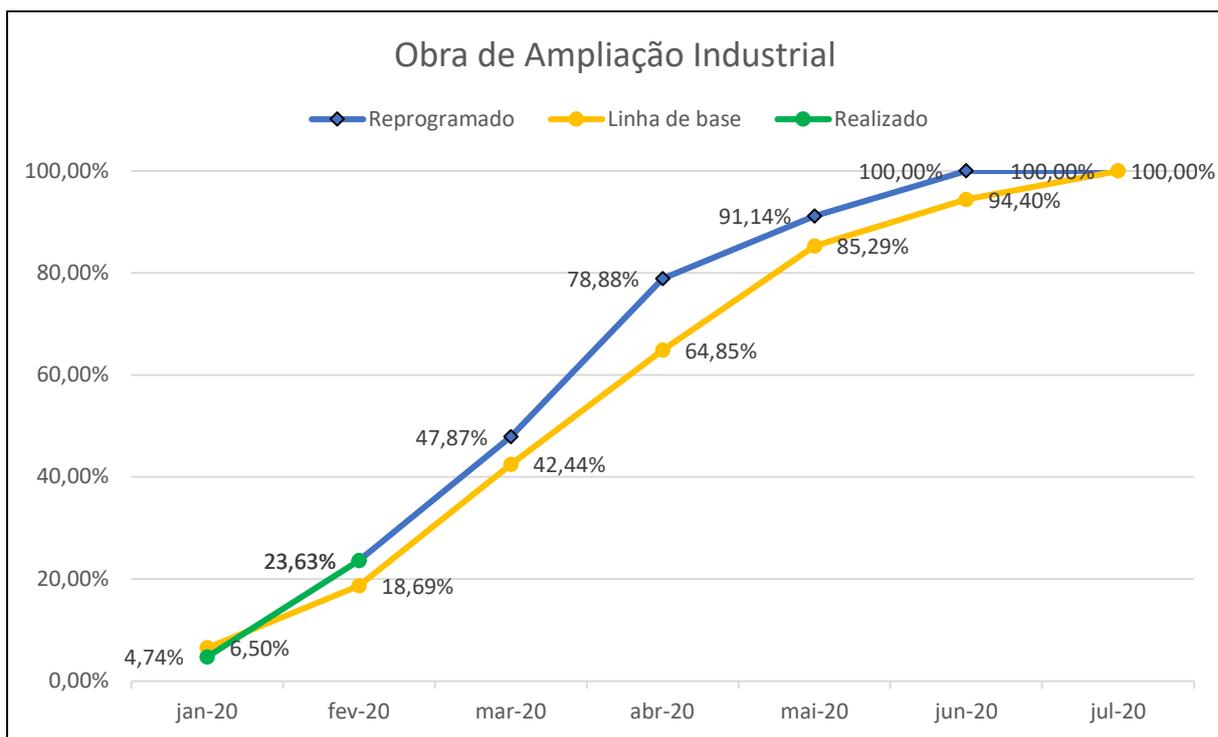
## 2ª MEDICÃO

Ao término do mês de fevereiro, suponhamos que a obra conseguiu concluir os blocos e vigas de fundação, bem como a laje térrea – conforme o previsto. Com isso, a equipe de alvenaria entrou antecipada com relação ao planejamento inicial e concluiu 70% do serviço previsto. Além disso, como metade do prédio já havia sido liberado pela equipe de alvenaria, a equipe de estrutura metálica deu início a colocação das tesouras e terças nesse local, concluindo cerca de 25% do serviço. A Figura 37 mostra a medição no *MS Project* referente ao mês de fevereiro, bem como a reprogramação para o mês de março, que se pretende concluir a estrutura metálica, o telhamento e as funilarias.



**Figura 37: Medição referente ao 2º mês**

Percebe-se pelo gráfico que as atividades de Alvenaria Estrutural e Estrutura Metálica estão adiantadas com relação a linha base. Copiando-se as colunas *Início*, *Término* e *% concluído* para a planilha de cálculo no Excel, obtém-se os resultados mostrados na Figura 38 e na Tabela 12.



**Figura 38: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 2ª medição**

Mês	Realizado		Reprogramado		Linha de base	
	Mensal	Realizado	Mensal	Reprogramado	Mensal	Linha de base
jan-20	4,74%	4,74%			6,50%	6,50%
fev-20	23,63%	23,63%		23,63%	12,19%	18,69%
mar-20			24,24%	47,87%	23,75%	42,44%
abr-20			31,01%	78,88%	22,41%	64,85%
mai-20			12,26%	91,14%	20,44%	85,29%
jun-20			8,86%	100,00%	9,11%	94,40%
jul-20			0,00%	100,00%	5,60%	100,00%

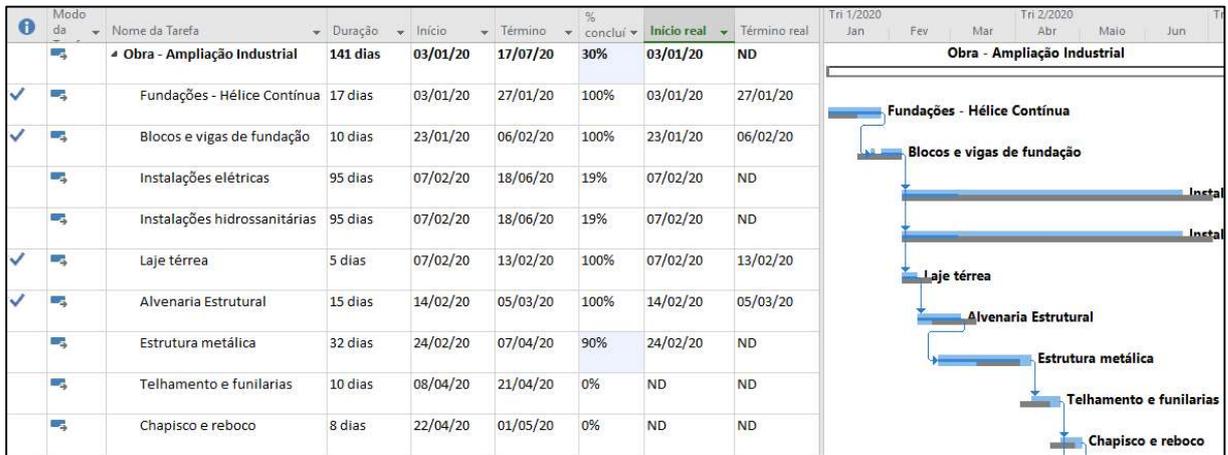
**Tabela 12: Resumo de andamento físico – 2ª medição**

Interpreta-se que a medição do mês foi boa, afinal, a curva de agregação de recursos realizada ultrapassou a linha de base – o que indica que a obra está adiantada. Para o próximo mês, tem-se como objetivo atingir 47,87% de obra executada - superior ao planejado para o período: 42,44%. Com esse adiantamento, a obra pretende concluir suas atividades em junho, e não mais em julho – como planejado inicialmente.

### **3ª MEDIÇÃO**

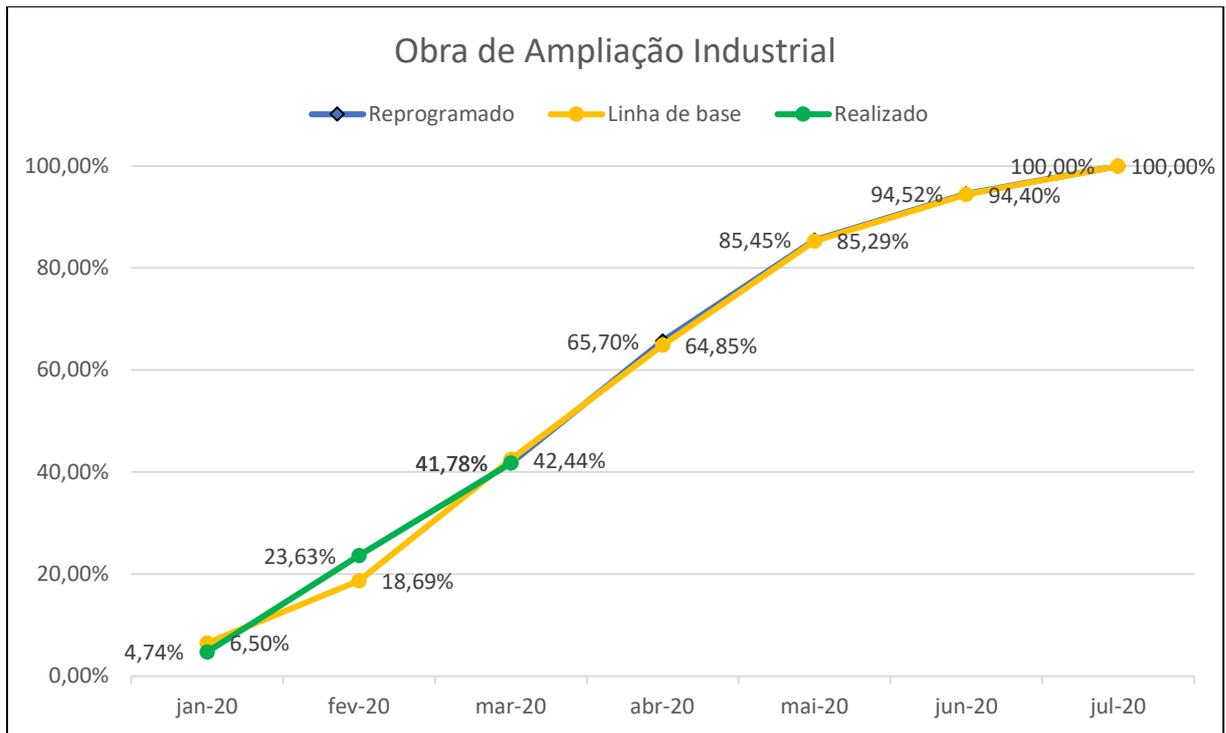
Ao término do mês de março, suponhamos que a obra teve problemas com a equipe de estrutura metálica. Erros de montagem e falta de comprometimento da equipe fizeram com que essa atividade atrasasse. Além disso, o fornecedor das telhas para o telhado não cumpriu o prazo de entrega previsto para março, que serão entregues apenas em abril. Nesse mês, a obra concluiu a atividade de alvenaria e 90% da estrutura metálica ao final do mês. A Figura 39 mostra a

medição no *MS Project* referente ao mês de março, bem como a reprogramação para o mês de abril, que se pretende instalar as telhas e dar início aos revestimentos argamassados de parede.



**Figura 39: Medição referente ao 3º mês**

Copiando-se as colunas *Início*, *Término* e *% concluído* para a planilha de cálculo no Excel, obtém-se os resultados mostrados na Figura 40 e na Tabela 13.



**Figura 40: Curva de agregação de recursos Prevista x Realizado x Reprogramado – 3ª medição**

Mês	Realizado		Reprogramado		Linha de base	
	Mensal	Realizado	Mensal	Reprogramado	Mensal	Linha de base
jan-20	4,74%	4,74%			6,50%	6,50%
fev-20	23,63%	23,63%			12,19%	18,69%
mar-20	42,21%	42,21%		42,21%	23,75%	42,44%
abr-20			23,11%	65,33%	22,41%	64,85%
mai-20			19,98%	85,30%	20,44%	85,29%
jun-20			9,21%	94,52%	9,11%	94,40%
jul-20			5,48%	100,00%	5,60%	100,00%

**Tabela 13: Resumo de andamento físico – 3ª medição**

Interpreta-se que a medição do mês não foi como planejado, entretanto, a curva de agregação de recursos realizada está praticamente encostada na linha de base – o que indica que a obra está no prazo, embora tenha sido prejudicada pela atividade estrutura metálica.

#### 4.1.2. Considerações sobre o método proposto

O acompanhamento físico mensal da obra utilizando as curvas de agregação de recursos através do método aqui apresentando permite visualizar o andamento da obra e comparar com o que foi planejado inicialmente a partir da atualização do cronograma no *MS Project*. O método considera a dinamicidade da obra, principalmente por conta das curvas de reprogramação dificilmente se manterem as mesmas entre uma medição e outra - justamente pelo caráter dinâmico das obras de construção, sujeitas a imprevistos, atrasos de fornecedores, falta de mão de obra, dentre outros. Ressalta-se que a hipótese considerada para o método de que toda atividade tem seu percentual concluído crescente e linear ao longo do tempo é válida para grande parte das atividades. Para algumas atividades, entretanto, pode ser necessário que se distribua o percentual concluído ao longo do tempo de forma não linear, a fim de que a curva de reprogramação seja a mais assertiva. É o caso das instalações elétricas e hidrossanitárias, que começam no início da obra, após as fundações rasas, e terminam ao final da obra, com acabamentos, louças, metais, etc. Ressalta-se também que a diferença entre a curva realizada e a curva prevista – o desvio – pode estar dentro de uma faixa para mais ou para menos que a construtora considere aceitável. Desvios maiores, entretanto, requerem avaliação do setor de obras e planejamento, pois podem estar associados a problemas na execução da obra ou a erros de planejamento.

A medição das atividades executadas no *MS Project* é relativamente rápida de ser feita, sendo mais demorado o processo de replanejamento das atividades, que depende essencialmente das dificuldades encontradas na obra. Dentre as limitações do método, destaca-se a não identificação das atividades que contribuíram positiva ou negativamente para o prazo

da obra no mês de análise. Esta identificação fica como sugestão para trabalhos futuros, podendo ser feita a partir de elaboração de planos de médio e curto prazo - os quais devem conter maior detalhamento das atividades.

## 4.2. CONTROLE DE CUSTOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar um método de controle de custos para os itens previstos na fase de orçamentação a partir da sobreposição das curvas de agregação de recursos planejada, real e reprogramada sob ótica de desembolso - o que permite à empresa visualizar o desembolso incorrido referente à obra até o presente momento, compará-lo com o desembolso previsto inicialmente e projetá-lo para os meses futuros. Para isso, o capítulo será dividido em duas etapas: primeiramente será apresentado e proposto o método para geração das curvas de agregação de recursos sob ótica de desembolso através do uso de planilhas em Excel e dos relatórios extraídos do software Sienge apresentados no capítulo 3 e, após isso, serão feitas considerações a respeito do método.

### 4.2.1 Proposta de Método

Neste tópico é apresentado o método de cálculo para geração das curvas de agregação de recursos sob ótica de desembolso com uso de planilhas em Excel e com auxílio dos relatórios do software *Sienge*. Primeiramente, é abordada a elaboração da linha de base, isto é, a curva de agregação de recursos prevista sob ótica de desembolso. Após isso, é abordada a curva de agregação de recursos real – a qual será subdividida em valores já desembolsados e valores a desembolsar, de modo a obter a tendência de custo final da obra. Vale ressaltar que a ótica das curvas de agregação de recursos apresentadas neste capítulo é de desembolso, não de gasto – como apresentado no tópico anterior. Portanto, o custo será distribuído no tempo não conforme a sua execução na obra, e sim conforme a sua efetiva data de pagamento.

Para exemplificação do método proposto, será considerado apenas o item de Instalações Elétricas do Prédio de Apoio de forma enxuta, para não estender em demasia as tabelas e relatórios a serem apresentados, facilitando o entendimento. Ressalte-se que o procedimento de cálculo, caso fosse considerado todas as atividades da obra, é o mesmo.

A discriminação orçamentária para as instalações elétricas do Prédio de Apoio é mostrada pela Tabela 14 a seguir:

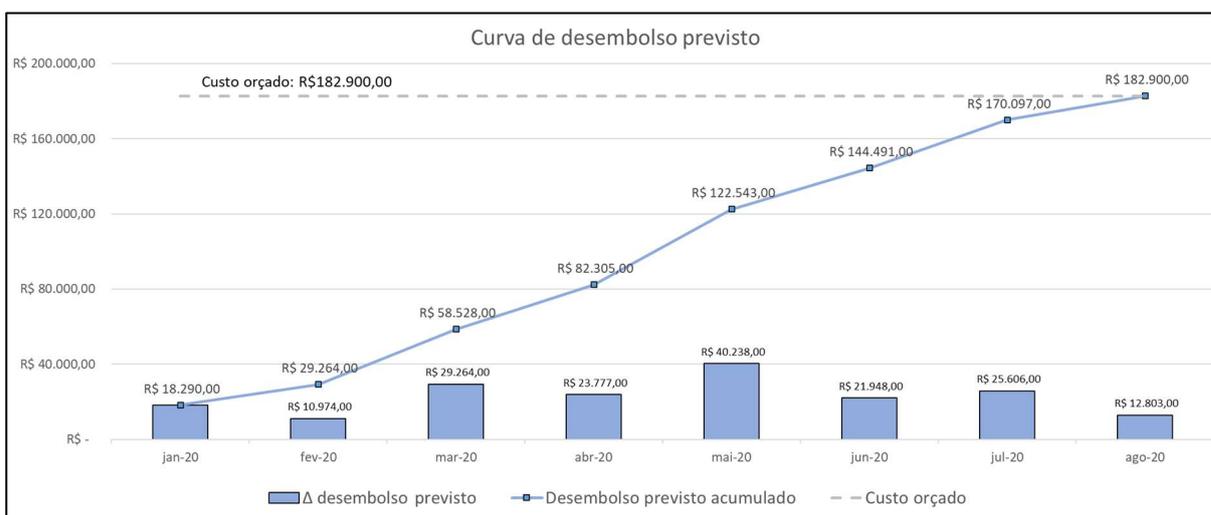
Atividade	Instalações elétricas		
	Material	MO	Total
Interligação subestação QGBT	R\$ 25.690,00	R\$ 11.010,00	R\$ 36.700,00
Infraestrutura - Eletrocalhas e perfilados	R\$ 14.820,00	R\$ 9.880,00	R\$ 24.700,00
Cabeamento	R\$ 24.780,00	R\$ 16.520,00	R\$ 41.300,00
Quadros e disjuntores	R\$ 12.900,00	R\$ 8.600,00	R\$ 21.500,00
Tomadas e interruptores	R\$ 15.900,00	R\$ 10.600,00	R\$ 26.500,00
Luminárias	R\$ 9.520,00	R\$ 4.080,00	R\$ 13.600,00
SPDA	R\$ 13.020,00	R\$ 5.580,00	R\$ 18.600,00
<b>Subtotal</b>			R\$ 182.900,00

**Tabela 14: Discriminação orçamentária – Instalações Elétricas**

De posse da planilha orçamentária, deve-se programar o desembolso do custo orçado ao longo do período da obra, como demonstrado na Tabela 15, que ilustra o desembolso previsto para as instalações elétricas para cada mês. A Figura 41 mostra a representação gráfica da Tabela 15.

Desembolso previsto – Instalações elétricas								
	jan-20	fev-20	mar-20	abr-20	mai-20	jun-20	jul-20	ago-20
<b>Parcial</b>	R\$ 18.290,00	R\$ 10.974,00	R\$ 29.264,00	R\$ 23.777,00	R\$ 40.238,00	R\$ 21.948,00	R\$ 25.606,00	R\$ 12.803,00
<b>Acumulado</b>	R\$ 18.290,00	R\$ 29.264,00	R\$ 58.528,00	R\$ 82.305,00	R\$ 122.543,00	R\$ 144.491,00	R\$ 170.097,00	R\$ 182.900,00

**Tabela 15: Desembolso previsto – Instalações elétricas**



**Figura 41: Curva de desembolso previsto – Instalações Elétricas**

### Desembolso comprometido

A curva de desembolso prevista deve ser elaborada antes mesmo do início da obra, como forma de programar o desembolso com base nos valores orçados e como já mostrado anteriormente. No decorrer da obra, entretanto, deve-se controlar os custos realmente

incorridos. Isso pode ser obtido a qualquer momento a partir da extração dos relatórios de *Custo por nível* e *Analítico de Apropriações por Obra* do software *Sienge*, apresentados no capítulo 3.

Os relatórios extraídos do *Sienge* são dinâmicos pois, diariamente, podem ser feitos contratos, medições, pagamentos, lançamentos de notas fiscais, solicitações e pedidos de compra no sistema por todos setores da empresa. Por conta disso, os relatórios sempre são emitidos com data e horário da emissão. Para o exemplo aqui apresentado, consideremos que os relatórios foram emitidos no último dia do mês de abril, para avaliação ao término do mês. A data de medição (DM) aqui considerada é, portanto, dia 30/04/2020. A Tabela 16 mostra o relatório *Analítico de Apropriações por Obra* do item de Instalações Elétricas do Prédio de Apoio, cujos valores, datas e documentos são fictícios.

Relatório Analítico de Apropriações por Obra						
<b>Obra</b>	66 - OBRA X					
<b>UC</b>	1 – OBRA					
<b>Total do serviço</b>						<b>R\$ 158.880,00</b>
<b>Serviço</b>	17 - Instalações elétricas					
<b>Item</b>	17.1 - Interligação subestação QGBT					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
05/01/2020	NF/0000	0001	-	Fornecedor XX	R\$ 12.500,00	R\$ 12.500,00
05/02/2020	NF/0000	0002	-	Fornecedor XX	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
16/02/2020	NF/0000	0003	-	Fornecedor XX	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
<b>Total do item</b>						<b>R\$ 39.500,00</b>
<b>Item</b>	17.2 - Infraestrutura - Eletrocalhas e perfilados					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
06/03/2020	NF/0000	0004	-	Fornecedor XX	R\$ 4.600,00	R\$ 4.600,00
06/03/2020	NF/0000	0005	-	Fornecedor XX	R\$ 400,00	R\$ 400,00
30/03/2020	NF/0000	0006	-	Fornecedor XX	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00
04/04/2020	NF/0000	0007	-	Fornecedor XX	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
06/04/2020	NF/0000	0008	-	Fornecedor XX	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
<b>Total do item</b>						<b>R\$ 23.000,00</b>
<b>Item</b>	17.3 – Cabeamento					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
15/04/2020	NF/0000	0009	-	Fornecedor XX	R\$ 120,00	R\$ 120,00
15/05/2020	PPC/0000	0010	-	Fornecedor XX	R\$ 15.800,00	R\$ 15.800,00
15/05/2020	PCT/0000	0011	-	Fornecedor XX	R\$ 27.660,00	R\$ 27.660,00
<b>Total do item</b>						<b>R\$ 43.580,00</b>
<b>Item</b>	17.4 - Quadros e disjuntores					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
03/06/2020	PPC/0000	0012	-	Fornecedor XX	R\$ 11.400,00	R\$ 11.400,00
14/06/2020	PCT/0000	0013	-	Fornecedor XX	R\$ 13.100,00	R\$ 13.100,00
<b>Total do item</b>						<b>R\$ 24.500,00</b>
<b>Item</b>	17.5 - Tomadas e interruptores					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
14/06/2020	PPC/0000	0014	-	Fornecedor XX	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
15/06/2020	PPC/0000	0015	-	Fornecedor XX	R\$ 200,00	R\$ 200,00
04/07/2020	PCT/0000	0016	-	Fornecedor XX	R\$ 4.700,00	R\$ 4.700,00
15/07/2020	PCT/0000	0017	-	Fornecedor XX	R\$ 15.400,00	R\$ 15.400,00
<b>Total do item</b>						<b>R\$ 28.300,00</b>
<b>Item</b>	17.6 – Luminárias					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
<b>Total do item</b>						<b>R\$ -</b>
<b>Item</b>	17.7 - SPDA					
<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Título/Parcela</b>	<b>Origem</b>	<b>Credor</b>	<b>Valor do documento</b>	<b>Valor apropriado</b>
<b>Total do item</b>						<b>R\$ -</b>

Tabela 16: Analítico de Apropriações por Obra – Instalações Elétricas

O relatório *Análítico de Apropriações por Obra* apresenta todos os documentos, com seus respectivos valores, que estão comprometidos – ou seja, todos títulos e previsões de pagamento referentes a obra já lançados no *Sienge*, ordenando-os por item do orçamento e/ou por data de pagamento, como mostrado na Tabela 16. Todos os títulos cuja data de pagamento é anterior à data de medição (DM) estão pagos e, portanto, são aqui classificados como valores *comprometidos realizados*, enquanto que todos os títulos ou previsões cuja data de pagamento é posterior à data de medição (DM) não foram pagos ainda e, portanto, são aqui classificados como *comprometidos não realizados*.

A curva de desembolso já comprometido pode ser obtida através do relatório *Análítico de Apropriações por Obra* no software Excel através de algumas formulações, como mostrado a seguir.

Primeiramente, deve-se identificar quais títulos são *comprometidos realizados* e quais títulos ou previsões são *comprometidos não realizados*. Para isso, cria-se uma coluna auxiliar que, para cada linha, verifica se a data de pagamento (DP) é superior, igual ou inferior a data de medição (DM).

*Se  $DP > DM \rightarrow$  Comprometido não realizado*

*Caso contrário  $\rightarrow$  Comprometido realizado*

#### **Equação 7: Classificação de títulos comprometidos**

Após feita essa identificação, cria-se uma nova coluna auxiliar para identificar o mês de pagamento de cada título ou previsão. Considerando  $Mês_i$  como o primeiro dia do respectivo mês, tem-se que:

*Se:  $DP \geq Mês_i$*

*E se:  $DP < Mês_{i+1}$*

*Então: DP pertence a  $Mês_i$*

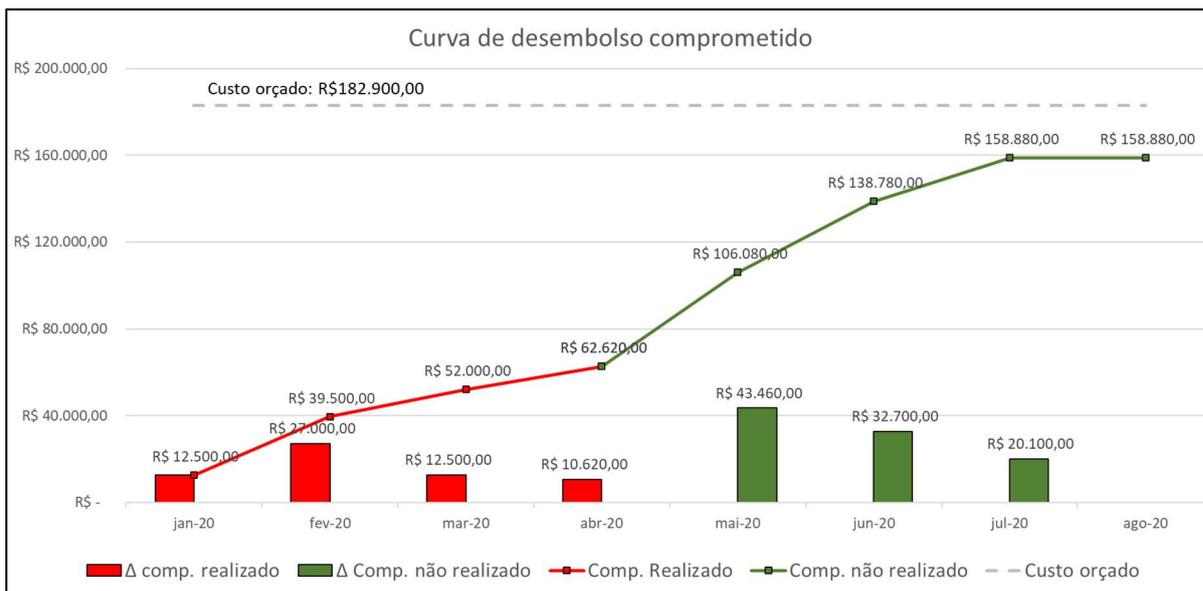
#### **Equação 8: Determinação do mês de pagamento**

Após feitas essas classificações, pode-se somar de forma condicionada os valores previstos apresentados no relatório, de modo a obter a tabela de desembolso comprometido mostrada na Tabela 17.

	Mês						
	jan-20	fev-20	mar-20	abr-20	mai-20	jun-20	jul-20
<b>Comprometido realizado</b>	R\$ 12.500,00	R\$ 27.000,00	R\$ 12.500,00	R\$ 10.620,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>Comprometido não realizado</b>	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 43.460,00	R\$ 32.700,00	R\$ 20.100,00

**Tabela 17: Desembolso comprometido – Instalações Elétricas**

A Figura 42 mostrada a seguir representa a curva de desembolso comprometido.



**Figura 42: Desembolso comprometido – Instalações Elétricas**

Além do relatório *Análítico de Apropriações por obra*, pode-se extrair, também, o relatório de *Custo por Nível*. O Relatório de *Custo por Nível* é, como já comentado, um resumo do relatório *Análítico de Apropriações por obra*, onde pode-se obter as mesmas informações, mas sem a possibilidade de analisar os custos distribuídos ao longo do tempo. A vantagem do relatório de *Custo por Nível* é a comparação imediata dos valores orçados com os valores comprometidos para todos os itens da planilha orçamentária, o que permite identificar quais itens estão com valores superiores ao orçado - gerando gastos acima do previsto - e quais itens estão com valores inferiores ao orçado, gerando economia. A Tabela 18 apresenta o relatório de *Custo por Nível*.

Relatório de Custo por Nível						
<b>Obra</b>	66 - OBRA X					
<b>Unidade construtiva</b>	1 – OBRA					
Código	Item	Unidade	Custo orçado	Realizado	Comprometido	Verba disponível
17	Instalações elétricas		R\$ 182.900,00	R\$ 62.620,00	R\$ 158.880,00	R\$ 24.020,00
17.1	Interligação subestação QGBT	vb	R\$ 36.700,00	R\$ 39.500,00	R\$ 39.500,00	-R\$ 2.800,00
17.2	Infraestrutura - Eletrocalhas e perfilados	vb	R\$ 24.700,00	R\$ 23.000,00	R\$ 23.000,00	R\$ 1.700,00
17.3	Cabeamento	vb	R\$ 41.300,00	R\$ 120,00	R\$ 43.580,00	-R\$ 2.280,00
17.4	Quadros e disjuntores	vb	R\$ 21.500,00	R\$ -	R\$ 24.500,00	-R\$ 3.000,00
17.5	Tomadas e interruptores	vb	R\$ 26.500,00	R\$ -	R\$ 28.300,00	-R\$ 1.800,00
17.6	Luminárias	vb	R\$ 13.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 13.600,00
17.7	SPDA	vb	R\$ 18.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 18.600,00

**Tabela 18: Relatório de Custo por Nível – Instalações Elétricas**

A análise dos relatórios do desembolso comprometido juntamente com o relatório de *Custo por Nível* permite identificar que os itens 17.1, 17.3, 17.4 e 17.5 estão com valores comprometido superiores aos valores orçados. Além disso, para que se respeite o orçamento inicial, há uma verba disponível de R\$24.020,00. Entretanto, percebe-se que não há valores comprometidos para os itens 17.6 e 17.7. Estes valores são aqui definidos como custos *a comprometer*, ou seja, são valores que não foram lançados no *Sienge* ainda pois ainda foram contratados/comprados e, por isso, não há previsões de pagamento para esses itens. Os custos *a comprometer* são abordados no próximo tópico.

#### **Desembolso a comprometer**

O desembolso *a comprometer* representa tudo que será custo de obra, mas que ainda não está previsto no *Sienge*. Ao início da obra, todos os itens orçados são itens *a comprometer* e, ao passo que a obra evolui em suas contratações, estes itens passam a ficar comprometidos. A determinação da curva de desembolso *a comprometer* está, portanto, diretamente relacionada com o cronograma de compras e contratações da obra. A planilha de compras e contratações tem como objetivo organizar e programar as contratações de modo a não prejudicar o prazo da obra e, também, em determinar o desembolso *a comprometer*.

A estrutura da planilha de compras e contratações é idêntica à estrutura da planilha orçamentária. Ao final de cada mês, deve-se marcar o status de cada contratação para cada item do orçamento, o qual pode ser:

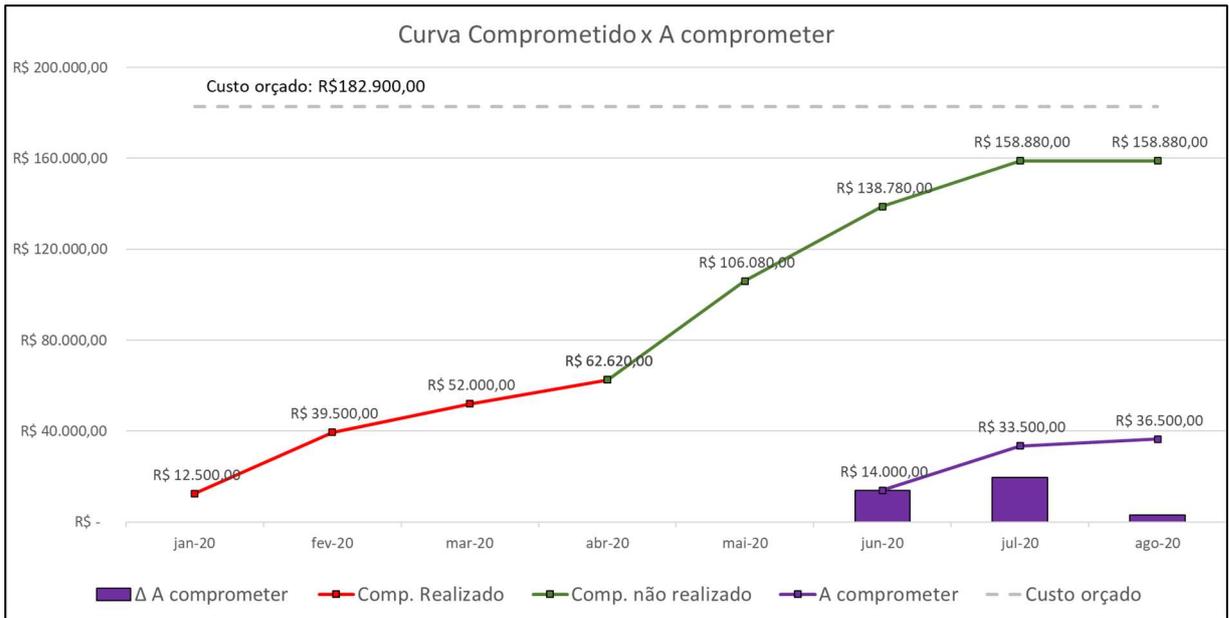
- Contratado;
- Parcialmente contratado;
- Não contratado.

Quando o item é classificado pela obra e pelo setor de compras como *Contratado*, entende-se que mais nenhum custo além dos que já estão comprometidos no *Sienge* será apropriado dentro do respectivo item. Se a atividade está *Parcialmente contratada* ou *Não contratada*, a obra e o setor de compras devem preencher o custo esperado para aquela atividade, bem como as prováveis condições de pagamento - com base em cotações atualizadas de fornecedores. A Tabela 19 mostra o cronograma de compras referente às Instalações Elétricas do Prédio de Apoio.

Planejamento de compras e contratações										
ITEM	Status	Custo esperado	jan-20	fev-20	mar-20	abr-20	mai-20	jun-20	jul-20	ago-20
Interligação subestação QGBT	CONTRATADO									
Infraestrutura - Eletrocalhas e perfilados	CONTRATADO									
Cabeamento	CONTRATADO									
Quadros e disjuntores	CONTRATADO									
Tomadas e interruptores	CONTRATADO									
Luminárias	A CONTRATAR	R\$ 17.500,00							R\$ 14.500,00	R\$ 3.000,00
SPDA	A CONTRATAR	R\$ 19.000,00						R\$14.000,00	R\$ 5.000,00	
<b>Total</b>		R\$ 36.500,00	R\$ -	R\$ 14.000,00	R\$ 19.500,00	R\$ 3.000,00				
<b>Total acumulado</b>			R\$ -	R\$ 14.000,00	R\$ 33.500,00	R\$ 36.500,00				

**Tabela 19: Cronograma de Compras e Contratações – Instalações Elétricas**

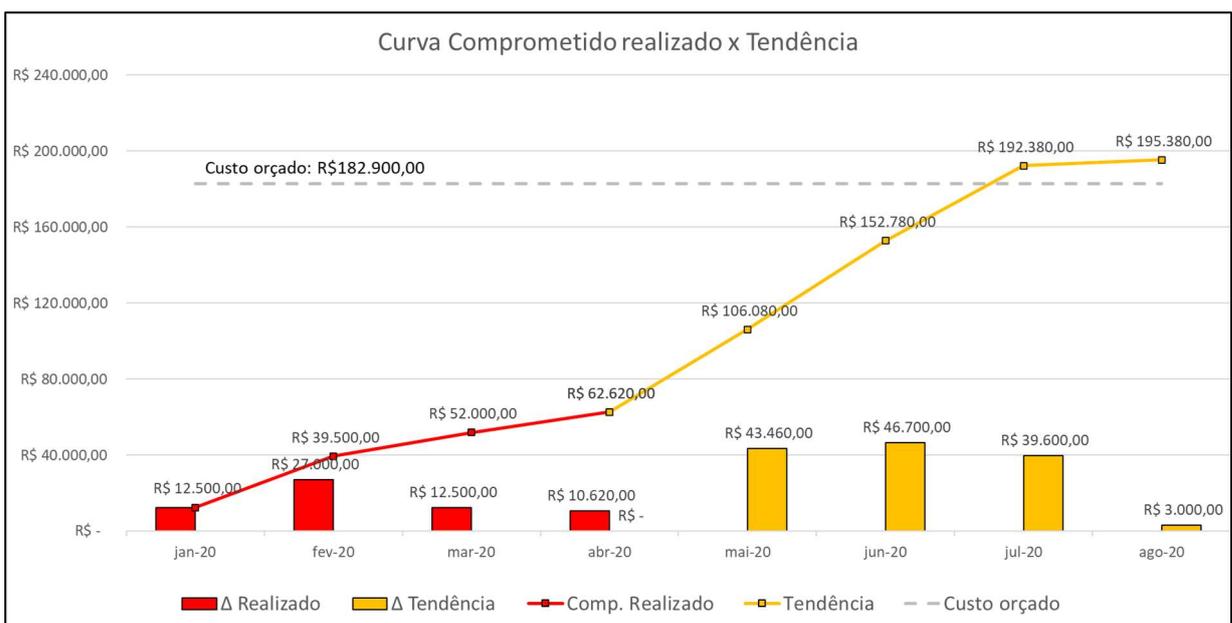
A Figura 43 apresenta a curva de desembolso comprometida juntamente com a curva de desembolso a comprometer.



**Figura 43: Desembolso comprometido x A comprometer – Instalações Elétricas**

### Tendência

A soma dos valores *comprometidos não realizados* com os valores *a comprometer* ao longo do tempo resulta em uma nova curva, aqui denominada de *Tendência*, pois representa a tendência de custo final do item em análise. A Figura 44 mostra o gráfico de Comprometido realizado x Tendência, que representa tudo o que já foi pago até o momento (em vermelho) e tudo que tende a ser pago do momento atual até o término da obra, tendo como base as previsões e títulos de pagamento já lançados no *Sienge* e o cronograma de compras e contratações aferido pela obra e pelo setor de compras.



**Figura 44: Comprometido realizado x Tendência**

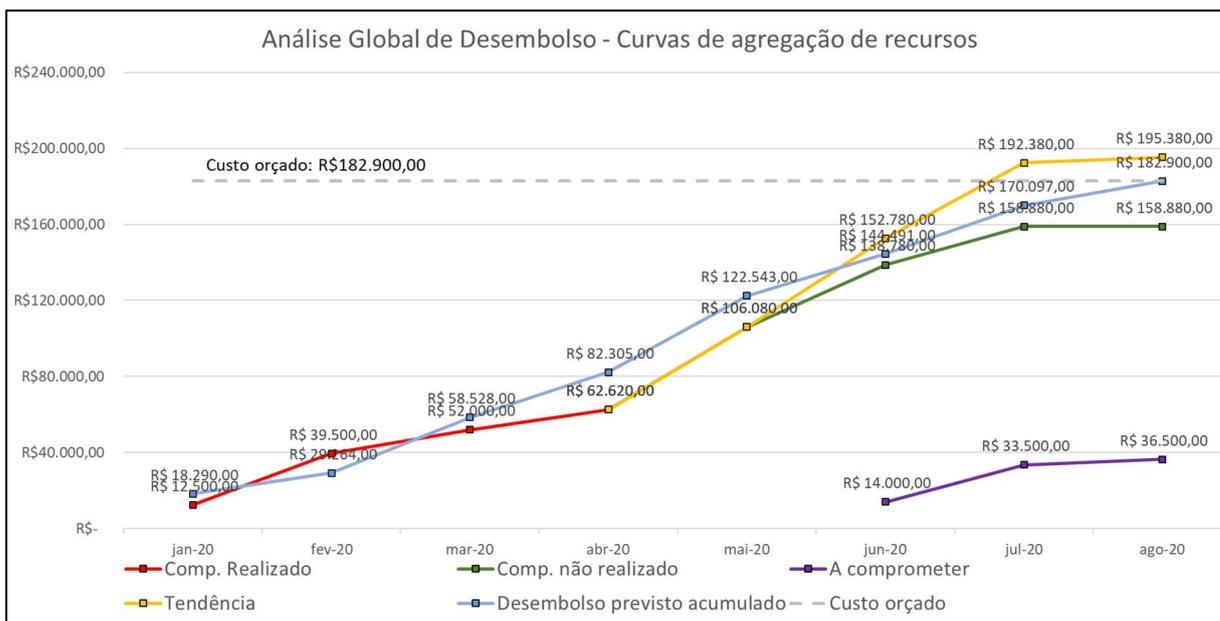
A análise do gráfico acima permite identificar o fluxo de desembolso da empresa para os próximos meses, além de permitir identificar uma tendência de custo final superior ao valor orçado. A identificação dos itens mais comprometedores do custo pode ser analisada a partir do relatório de tendência, como mostra a Tabela 20:

Relatório de tendência							
Item	Orçado	Realizado	Comprometido	A realizar	Custo a comprometer	$\Delta$	Tendência
Interligação subestação QGBT	R\$ 36.700,00	R\$ 39.500,00	R\$ 39.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.800,00	R\$ 39.500,00
Infraestrutura - Eletrocalhas e perfilados	R\$ 24.700,00	R\$ 23.000,00	R\$ 23.000,00	R\$ -	R\$ -	-R\$ 1.700,00	R\$ 23.000,00
Cabeamento	R\$ 41.300,00	R\$ 120,00	R\$ 43.580,00	R\$ 43.460,00	R\$ -	R\$ 2.280,00	R\$ 43.580,00
Quadros e disjuntores	R\$ 21.500,00	R\$ -	R\$ 24.500,00	R\$ 24.500,00	R\$ -	R\$ 3.000,00	R\$ 24.500,00
Tomadas e interruptores	R\$ 26.500,00	R\$ -	R\$ 28.300,00	R\$ 28.300,00	R\$ -	R\$ 1.800,00	R\$ 28.300,00
Luminárias	R\$ 13.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 17.500,00	R\$ 3.900,00	R\$ 17.500,00
SPDA	R\$ 18.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 19.000,00	R\$ 400,00	R\$ 19.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 182.900,00</b>	<b>R\$ 62.620,00</b>	<b>R\$ 158.880,00</b>	<b>R\$ 96.260,00</b>	<b>R\$ 36.500,00</b>	<b>R\$ 12.480,00</b>	<b>R\$ 195.380,00</b>

**Tabela 20: Relatório de Tendência – Instalações Elétricas**

O relatório de Tendência, conforme a Tabela 20, permite identificar os valores orçados, comprometidos, realizados, a realizar e a comprometer para cada item da planilha orçamentária, além de apresentar a variação ( $\Delta$ ) entre a tendência e o valor orçado, permitindo identificar os itens de gasto e economia. No exemplo aqui analisado, todos itens tendem a apresentar gasto superior ao valor orçado, exceto o item de *Infraestrutura – Eletrocalhas e perfilados*, que apresenta economia.

A análise global de todas as curvas aqui apresentadas é mostrada na Figura 45. Em azul, tem-se o desembolso inicialmente previsto. Em vermelho, está indicada a curva de valores *comprometidos realizados*, ou seja, tudo o que já foi pago até a data de análise. Em verde, está representado todos os valores *comprometidos não realizados*, ou seja, o que está previsto no *Sienge* e ainda não foi pago. Em roxo, está representado os valores *a comprometer*, ou seja, o que ainda não está contratado ou comprado e, por isso, não está previsto no *Sienge*. Por fim, em amarelo, tem-se a curva de Tendência, que representa a tendência de desembolso da obra para os meses a partir da data de análise até o término da obra, dada pela soma das curvas de valores comprometidos não realizados com a de valores a comprometer.



**Figura 45: Análise Global de Desembolso**

#### 4.2.2. Considerações sobre o método proposto

O método aqui proposto permite analisar não somente os custos já incorridos, mas também projetar o custo final da obra e identificar quais atividades estão comprometendo positiva e negativamente o custo orçado inicialmente e, conseqüentemente, o lucro previsto pela empresa. Para que os a análise dos resultados permita à empresa tomar decisões gerenciais importantes com relação a obra, é fundamental que estes sejam verídicos. Para que isso ocorra, é imprescindível a correta apropriação dos itens do orçamento aos custos de obra, a constante atualização das previsões de pagamento dos contratos de obra no *Sienge* e a devida atenção ao cronograma de compras e contratações. Em outras palavras, é fundamental que os processos operacionais da empresa estejam bem definidos e claros para todos os envolvidos.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização de ferramentas tecnológicas gerenciais vem sendo cada vez mais necessária na indústria da construção civil. Isso se deve principalmente ao grande volume de informação associado a execução de um empreendimento, que compreende diversos setores, como orçamento, planejamento, obras, segurança do trabalho, qualidade, comercial, financeiro, contabilidade, suprimentos, recursos humanos, legalização, pós obras, dentre outros. Muitos desses setores são interdependentes e, por isso, a realização da atividade de um depende da atividade do outro, o que torna a comunicação e a padronização de processos operacionais algo fundamental para um fluxo de trabalho eficiente. Os softwares ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos Empresariais), como o *Sienge*, tem como objetivo automatizar, otimizar e facilitar a gestão das obras e dos recursos empresariais através da padronização de processos e da integração de setores.

Considerou-se que o objetivo principal deste trabalho foi atingido, pois foi proposto um método para controle de prazos com auxílio do *MS Project* e um método para controle de Custos a partir do software *Sienge*, ambos com a comparação das curvas de agregação de recursos previstas, realizadas e reprogramadas. O método permite visualizar o andamento da obra e o custo realizado até o presente momento e projetar seu andamento físico e sua tendência de custo para os meses seguintes, permitindo a empresa analisar seus prazos e custos para tomada de decisões gerenciais estratégicas em prol do resultado da obra. Essa análise permite, ao se identificar problemas, propor pontos de melhoria nas atividades operacionais e produtivas. Para aplicação do método, é necessária a integração entre o orçamento e o planejamento da produção – o que é facilitado quando o orçamento possui caráter operacional.

Sugere-se, para trabalhos futuros, o levantamento in loco dos índices de produtividade das principais atividades executivas de obra, levando em consideração as particularidades e condições de trabalho de cada serviço. Sugere-se, também, o estudo de ferramentas de controle dos prazos com utilização de planos de médio e curto prazo, de modo a identificar com maior facilidade quais atividades estão comprometendo os prazos através da análise de produtividades previstas e produtividades reais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUMPCÃO, J. Programação de obras – **Uma abordagem sobre técnicas de programação e uso de softwares**. 1988, 143p., Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Planejamento.

BALARINE, O. F. O. **O controle de projetos através dos conceitos de Desempenho Real (Earned Value)**. Produção, v.10, n. 2, p. 31-40, maio 2001.

CANTANHEDE, G. A. DAVID. **Custo Unitário Básico (CUB): Verificação e validação do modelo de cálculo**. Porto Alegre, 2003, UFRGS.

CARVALHO, J. M. C. de. **Logística**. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.

CBIC, **Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil**. Vol 1. Brasília, 2017.

DEFAVERI. DAIELE. **Implantação do processo de planejamento de controle da produção em uma empresa de construção civil na cidade de Curitiba**. Curitiba, 2019, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: Estimativa de Custo de Obras e Serviços de Engenharia**. 1º Edição. Rio de Janeiro, 2004

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: Uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9º Edição. Rio de Janeiro, 2011

DIAS P. M. A. **Administração de materiais: Uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2010.

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

FORMOSO T. CARLOS. **Planejamento e Controle da Produção em Empresas de Construção**. Porto Alegre, 2001, UFRGS.

HEINECK, L. F. **Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço**. In: Congresso Técnico – Científico de Engenharia Civil. Anais, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996

HEINECK, L.F.M. **Curvas de agregação de recursos no planejamento e controle da edificação** – aplicação a obras e a programas de construção. Porto Alegre, PPGE/UFRGS, 1990. (Caderno de Engenharia).

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C.T.; CESARE, C.M. de.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. da C. L. A. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE, 2000. Série Construção Civil n.5.

ISATTO, E. L. **Organização de empreendimentos e contratação de obra**. Porto Alegre, 2018, UFRGS: Notas de Aula, Edificações III. ENG01015.

ISATTO, E. L. **Orçamentos discriminados: Composições de custo e discriminação orçamentária**. Porto Alegre, 2021, NORIE/UFRGS: Notas de Aula, Prática do Orçamento para Obras de Edificação. ENG01017.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992. (CIFE Technical Report, n. 72).

LIMMER, C. **Planejamento, Orçamentação e Controle de projeto de obras**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos Editora S.A, 1997. Volume 1. 232p.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. M. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean Construction**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. Anais...São Paulo, 2006.

MABONI, V. Estudo de Caso: **Planejamento Financeiro em uma microempresa familiar do ramo de eventos com atualização do fluxo de caixa**, 2017, UFRGS, Porto Alegre RS.

MAINARDES, C. W; KRAINER, J. A; NETO, A. I; ROMANO, C. A; SILVA, H. F. N. **Análise dos impactos da utilização do ERP nos processos organizacionais de empresas de construção civil**. *Revista Engenharia e Construção Civil*. Curitiba, Paraná, 2014.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed., rev. aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005. TUB

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1. Ed (4. Tiragem). São Paulo: Pini, 2007.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 3. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI, 2010. 420 p.

MENDES Jr., R; VARGAS, C. L. S. **Programação de Obras com a técnica da Linha de Balanço**. Curitiba, 1999. Apostila do curso de Programação de Obras. Cursos de Especialização de Engenharia Civil – Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.

MESQUITA, Eduardo Paro (2012). **Mini Curso Lean Construction, capítulo 4**,

**ministrado à PET Engenharia civil.** Universidade Federal do Ceará.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Plannet no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil,** Porto Alegre, 2008.

NEALE, H; NEALE, D. **Construction planning.** London: Thomas Telford Ltda, 1989.160p.

NOGUEIRA, Fernando; **Notas de Aula – IME, USP,** 2017

PROJECT MANAGENT INSTITUTE, INC. (PMI®). **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®).** Project Management Institute, Inc. Newtown Square, Pensilvânia, EUA, 2013;

QUEIROZ, M.N. **Programação e Controle de Obras.** Juiz de Fora, UFJF, 2001.

SÁ, Carlos Alexandre. **Fluxo de caixa:** a visão da tesouraria e da controladoria. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA, H.F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras.** São Paulo: Pini, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** / Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre: Bookman, 2001.