



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
ENGENHARIA AUTOMOTIVA

PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA DELLAGIUSTINA

DESENVOLVIMENTO DE SIMULADOR PARA CUSTO DE CONVERSÃO DE
MATÉRIA PRIMA EM PRODUTO ACABADO APLICADO NA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA

Joinville, SC
2021

PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA DELLAGIUSTINA

DESENVOLVIMENTO DE SIMULADOR PARA CUSTO DE CONVERSÃO DE
MATÉRIA PRIMA EM PRODUTO ACABADO APLICADO NA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Automotiva do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Orientador: Prof. Dr. Modesto Hurtado Ferrer

Joinville, SC
2021

PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA DELLAGIUSTINA

DESENVOLVIMENTO DE SIMULADOR PARA CUSTO DE CONVERSÃO DE
MATÉRIA PRIMA EM PRODUTO ACABADO APLICADO NA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Automotiva do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Joinville, 06 de Maio de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Modesto Hurtado Ferrer
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Luan Dela Vedova Mathiola
Whirpool S.A.

Dedico este trabalho aos meus pais que nunca pouparam esforços para me oferecer as melhores condições de educação.

AGRADECIMENTOS

À instituição e todos seus funcionários, em especial ao professor, orientador e mentor Modesto Hurtado Ferrer, pelo seu carinho e atenção excepcional, seu comprometimento para com os alunos, seus puxões de orelha e sacudidas ao longo de toda graduação me fizeram um aluno e profissional melhor.

Aos amigos que tive o privilégio de conhecer ao longo desses anos de graduação, que ocupam um espaço especial na minha história que sempre lembrarei com carinho. André Bastos, Julia Abreu, Julia Pazian, Lucas Remor, Rafael Vandri, Renan Knabben, Matheus Beuther e tantos outros que me fogem a memória nesse momento, muitíssimo obrigado por tudo!

Aos inestimáveis Jorge Bandeira, Gabriel Borges Marthendal e Rodrigo Cane, que caminharam lado a lado comigo nesta jornada, os senhores são excepcionais e não poderia pedir a Deus por melhores amigos que vocês!

Com todo carinho e alegria do mundo, agradeço a minha família: Ana Rosa, minha mãe e fonte eterna de inspiração e força, Dionísio, meu pai e engenheiro que me levou a desejar a graduação em Engenharia, Arthur, meu irmão, Adriane, minha madrastra, Carlos Gilberto, meu padrasto, e todos que compõem minha família. Muito obrigado por todo suporte ao longo desses anos, essa conquista seria impossível sem o amor de vocês.

À minha segunda família: Bruna Maria, minha companheira de vida e seus pais Edvaldo e Jaqueline. Muito obrigado por todo o carinho e acolhimento.

À minha primeira gestora no universo corporativo Bruna Vilar, aos colegas Felipe Montilha, Jean Pierre e Zylk Oliveira, obrigado por toda atenção e ensinamentos neste começo de carreira. Por fim, agradeço especialmente ao Lucas Kerr e Luan Mathiola, amigos e companheiros de firma com quem tive a sorte de conhecer, vocês são referências de profissionais e foram indispensáveis para a criação deste trabalho, que honra é trabalhar com vocês!

"Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro de gigantes." (Isaac Newton)

RESUMO

O planejamento financeiro é um processo suporte essencial para o sucesso de uma empresa, principalmente para aquelas baseadas em atividades de manufatura. Com o aumento da volatilidade do mercado externo, há maior incerteza quanto à demanda de produtos e, conseqüentemente, maior a complexidade da etapa de planejamento que depende dessa informação. Tradicionalmente, o planejamento orçamentário é feito por múltiplas áreas da fábrica, que informam suas necessidades financeiras para cumprir com o volume de produção estipulado, que por sua vez é derivado da demanda externa. O tempo total de elaboração convencional é de dez dias úteis, caso haja alteração do volume de produção inicial, o tempo pode ser ainda maior. O objetivo deste trabalho é reformular a etapa de planejamento financeiro, a fim de comportar a análise de diferentes cenários de produção de maneira ágil gerando ganho de competitividade e eficácia operacional. A solução proposta faz uso de conceitos de simulação para desenvolver uma ferramenta capaz de calcular o orçamento necessário para a fabricação do volume de produção desejado, com base em parâmetros utilizados no processo tradicional de planejamento e no próprio volume de produção. O resultado do estudo é um modelo com alta acuracidade, quando comparado com o método tradicional, capaz de aumentar a competitividade por meio da drástica redução do tempo total necessário para obtenção do orçamento e número de funcionários necessários para o mesmo processo.

Palavras-chave: Gestão Orçamentária. Simulação. Custo Fabril.

ABSTRACT

Financial planning is an essential support process for a company's success, especially for those based on manufacturing activities. With the increase in the volatility of the foreign market, there is greater uncertainty as to the demand for products and, consequently, greater complexity of the planning stage that depends on this information. Traditionally, budget planning is carried out by multiple areas of the factory, which inform their financial needs to comply with the stipulated production volume, which in turn is derived from external demand, with a total elaboration time of up to ten working days, if any change in the initial production volume, the time may be even longer. The objective of this work is to reformulate the stage of financial planning, in order to support the analysis of different production scenarios in an agile way, to generate gains in competitiveness and operational efficiency. The proposed solution makes use of simulation concepts to develop a tool capable of calculating the necessary budget for the production of the desired product volume, based on parameters used in the traditional planning process and the production volume itself. The result of the study is a model with high accuracy, when compared to the traditional method, capable of increasing competitiveness by drastically reducing the total time required to obtain the budget and the number of employees needed for the same process.

Keywords: Budget Management. Simulation. Factory Cost.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Estrutura Multidivisional	17
Quadro 1 — Exemplo Orçamento Matricial	19
Figura 2 — Fronteira da produtividade	21
Figura 3 — Versão Simplificada do Processo de Modelagem	23
Figura 4 — Matriz de Responsabilidades	25
Figura 5 — Etapas do planejamento financeiro tradicional	25
Figura 6 — Quadro funcionários para produção de 100 produtos	26
Figura 7 — Variação do número de funcionários pelo volume equivalente	27
Figura 8 — Fornecedores de Informações	29
Figura 9 — Quadro de funcionários para volume equivalente de 135.000 produtos	30
Figura 10 — Custo salarial médio para área de estamperia	31
Figura 11 — Distribuição do orçamento de energia elétrica	32
Figura 12 — Etapas para obtenção de orçamento com o simulador	34
Figura 13 — Entrada do Volume de Produção	35
Figura 14 — Orçamento resultante simulador	35
Figura 15 — Comparativo de Orçamentos	36
Figura 16 — Fluxo de Atualização Simulador	37
Figura 17 — Entrada dos Custos Fixos	38
Figura 18 — Entrada Unitários Contas Variáveis	38
Figura 19 — Quadro de funcionários resultante	39
Figura 20 — Base salarial por cargo e turno	40
Figura 21 — Quadro de funcionários por cargo referência	40
Figura 22 — Fluxo de Validação dos resultados do simulador	41
Figura 23 — Novo processo de planejamento financeiro da empresa Alpha	42
Figura 24 — Comparação de Cenários	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CFC	Conselho Federal de Contabilidade
CPC	Comitê de Pronunciamentos Contábeis
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity (Volatilidade, Incerteza, Complexidade, Ambiguidade)
CMOD	Custo de mão-de-obra
CVT	Custo variável total
CV	Custo variável de uma conta
CFT	Custo fixo total
CT	Custo total
VP	Volume de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
2	CONCEITOS BÁSICOS ASSOCIADOS À PLANEJAMENTO FINANCEIRO	14
2.1	VOLUME DE PRODUÇÃO, VENDAS E ESTOQUE	14
2.2	ORÇAMENTAÇÃO	14
2.3	EXTERNALIZAÇÕES E INTERNALIZAÇÕES	14
2.4	INFLAÇÃO DE CONTRATOS	14
2.5	SALÁRIOS, BENEFÍCIOS E OBRIGAÇÕES TRABALHISTAS	15
2.6	COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS	15
2.7	CUSTO E DESPESA	15
2.8	CUSTOS VARIÁVEIS	15
2.9	CUSTOS FIXOS	15
2.10	ÁREA DE RECURSOS HUMANOS	16
2.11	ÁREA DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO	16
2.12	MANUFATURA	16
2.13	SUPRIMENTOS OU SUPPLY CHAIN	16
2.14	COMERCIAL	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	ESTRUTURA E ATIVIDADES DE UMA COMPANHIA INDUSTRIAL	17
3.2	ALOCAÇÃO DE CUSTOS DE CONVERSÃO	18
3.3	COMPETITIVIDADE	20
3.4	EFICÁCIA OPERACIONAL VERSUS ESTRATÉGIA	20
3.5	MÉTODOS ANALÍTICOS: OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO	22
3.6	VALIDAÇÃO DE MÉTODOS DE SIMULAÇÃO	22
4	DESENVOLVIMENTO	24
4.1	DIAGNÓSTICO INICIAL	24
4.2	ETAPAS DO PLANEJAMENTO	25
4.2.1	Quadro de Funcionários	26
4.2.2	Custo de Mão-de-Obra	27
4.2.3	Custo total de fabricação	28
4.3	CONSTRUÇÃO DE BASES DE DADOS	29
4.4	ROTINAS DE CÁLCULO	29
4.4.1	Quadro de funcionários	29
		30

4.4.2	Custo de mão-de-obra	30
4.4.3	Custo total de fabricação	31
5	RESULTADOS	34
5.1	SIMULADOR DE CUSTO DE CONVERSÃO	34
5.2	VALIDAÇÃO DO SIMULADOR DE CUSTO DE CONVERSÃO	41
5.3	ANÁLISE DE RESULTADOS	42
6	CONCLUSÕES	44
7	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	45
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE A — ORÇAMENTO BASE PARA COEFICIENTES DE PARTICIPAÇÃO ÁREA/CONTA VARIÁVEL	48
	APÊNDICE B — BASE DE VOLUME EQUIVALENTE E NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	49

1 INTRODUÇÃO

As necessidades fabris são extremamente relevantes para a humanidade desde a primeira revolução industrial em 1765, onde os produtos industrializados substituíram os produtos agrícolas como a espinha dorsal da civilização. De lá para cá, o processo de conversão da matéria prima em produto acabado foi objeto de estudo de múltiplas empresas, a fim de obter uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes.

Existem diversas empresas que atuam no ramo metalmeccânico, cada uma com suas peculiaridades e diferenciais, há porém um elemento essencial para todas elas e indispensável para a operação de fabricação: o dinheiro. O orçamento é capaz de comparar quaisquer setores de uma organização entre si, afinal, 1.000 reais gastos em luvas ou em água mineral custam exatamente a mesma coisa.

Nos dias de hoje o orçamento de uma fábrica metalmeccânica pode ser separado em três grandes grupos, com comportamentos distintos: Orçamento de Mão-de-Obra, que são as pessoas necessárias para rodar a operação fabril, desde funcionários da linha de produção conhecidos como colarinho azul, até os responsáveis pelos indicadores de performance, negociadores de matéria prima, controladores de custos e profissionais de RH que garantem o bom funcionamento da planta, conhecidos como colarinho branco; Orçamentos variáveis com a produção, como energia elétrica, materiais de segurança, gastos no processo de embalagem, materiais de processo como gás de solda, eletrodos e outros consumíveis; Orçamentos fixos independentes do volume de produção, como a manutenção das instalações físicas, sistemas utilizados na linha de produção como softwares e equipamentos alugados (Empilhadeiras, robôs, sensores).

No processo de planejamento tradicional cada área da fábrica é responsável por dimensionar suas necessidades com base no volume de produção, estipulado pelo time de marketing para atender a demanda do mercado, que ocasiona uma mobilização generalizada da empresa para conseguir entender as necessidades de orçamento para cada setor, repetida a cada variação de cenário.

Esses cenários estão em constante alteração, existe uma crescente volatilidade, incerteza e complexidade que ofusca a capacidade de prever a demanda do mercado (DOHENY; NAGALI; WEIG, 2012). No mesmo estudo, os autores executaram um levantamento de riscos corporativos onde o risco sobre a incerteza da previsão de demanda aparece em quinto lugar, mais relevante que riscos referentes a falha de equipamentos e problemas de TI, a instabilidade causa uma miríade de cenários para as multinacionais com portfólios diversificados, atuantes em diversos mercados.

Essa condição de incerteza é conhecida como mundo VUCA¹, acrônimo criado pelo exército americano no final dos anos 90 que foi rapidamente adaptado para o mundo dos negócios, descreve as condições de crescimento da variabilidade e incerteza de demanda, a complexidade e ambiguidade dos portfólios de produtos no qual as companhias atuam hoje (PACKOWSKI, 2014).

Na busca da aceleração do processo de planejamento, para obter ganho de competitividade a partir da capacidade de avaliar múltiplos cenários distintos, surgiu o simulador de custo de conversão de matéria prima em produto acabado, capaz de fornecer as necessidades teóricas de orçamento para operação fabril, a partir apenas do volume de produção.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos a serem atingidos com o desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um simulador de custo de conversão aplicável em uma empresa do setor metalmeccânico.

1.1.2 Objetivos específicos

Pode-se desdobrar o objetivo geral em objetivos específicos para melhor ilustrar o conhecimento esperado por este trabalho:

1. Entender as métricas de orçamentação de cada uma das áreas necessárias para a transformação da matéria prima em produto acabado e desenvolver um modelo matemático capaz de atender as expectativas dos responsáveis;
2. Correlacionar as métricas com a variável exógena do sistema: O volume de produção;
3. Expor o modelo concluído, sua operação e rotinas de manutenção;
4. Analisar os dados obtidos, com uso de métricas de gerenciamento de produção.

¹ VUCA - Volatility; Uncertainty, Complexity and Ambiguity - em tradução nossa: Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade.

2 CONCEITOS BÁSICOS ASSOCIADOS À PLANEJAMENTO FINANCEIRO

Para facilitar o entendimento do presente trabalho, abaixo estão expostos alguns termos que são comuns no ambiente de finanças corporativa.

2.1 VOLUME DE PRODUÇÃO, VENDAS E ESTOQUE

O volume de produção representa o número de produtos que serão produzidos dentro de um espaço de tempo, como um mês por exemplo. O volume de vendas refere-se ao número de produtos que serão vendidos pela empresa para seus clientes e o volume de estoque corresponde à quantidade de produtos que já foram produzidos porém não foram vendidos. Os três volumes obrigatoriamente são números inteiros positivos.

2.2 ORÇAMENTAÇÃO

Orçamentação é o ato de prever a quantidade de dinheiro necessária para determinada atividade, neste trabalho a orçamentação representa todo o recurso financeiro necessário para o cumprimento do volume de produção planejado

2.3 EXTERNALIZAÇÕES E INTERNALIZAÇÕES

A partir de certos volumes de produção, é possível que o maquinário disponível na fábrica não seja capaz de atender a necessidade de subprodutos como produtos injetados e chapas metálicas por exemplo. Nesses casos pode-se externalizar a produção dessas peças em fornecedores qualificados, isso implica no aumento do valor individual do componente e na economia nos custos de fabricação. O movimento inverso, ou internalização, pode ser feito uma vez que o volume reduza a patamares onde peças externalizadas passem a ser feitas 100% dentro da fábrica, o que aumenta os custos de fabricação e reduz o custo da peça.

2.4 INFLAÇÃO DE CONTRATOS

A inflação atua nos contratos dos custos indiretos de fabricação, como energia elétrica, materiais de limpeza, alugueis e materiais de segurança. Esses contratos são revisados anualmente e são importantes nas projeções anuais de orçamento.

2.5 SALÁRIOS, BENEFÍCIOS E OBRIGAÇÕES TRABALHISTAS

Os salários e benefícios dos colaboradores da linha de produção são negociados pelo time de recursos humanos com os sindicatos de categoria. As obrigações trabalhistas como INSS e FGTS também são percentuais impostos pelo governo.

2.6 COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS

O CPC é o órgão responsável pela emissão de normas de contabilidade validas em todo território nacional. Os pronunciamentos do CPC padronizam as práticas de contabilidade e são obrigatórios para empresas de capital aberto.

2.7 CUSTO E DESPESA

Os custo são todos o gastos feitos com o objetivo direto da obtenção do produto a ser vendido pela empresa como, por exemplo, energia elétrica e salários de funcionários da linha de produção. As despesas são outros gastos que não são obrigatórios para a obtenção do produto, como anúncios publicitários por exemplo. Por determinação do CPC os custos devem ser divididos em custos variáveis e fixos.

2.8 CUSTOS VARIÁVEIS

Os custos variáveis são relacionados com o aumento ou diminuição do volume de produção, classificados como:

1. Custos variáveis por pessoa: Contas que demonstram variação junto ao número de colaboradores, como Transportes, Material de segurança e restaurante.
2. Custos variáveis por produto: Contas que demonstram variação junto ao volume de produção como embalagens e material de processo.

2.9 CUSTOS FIXOS

Custos fixos se mantêm estáveis independente da variação de volume ou funcionários, contas como alugueis de máquinas e equipamentos, IPTU e depreciação.

2.10 ÁREA DE RECURSOS HUMANOS

O time de recursos humanos é o responsável por recrutar e garantir o bem-estar de todos os funcionários, além de cumprir com todas as obrigações trabalhistas da empresa, como pagamento de salários, obrigações trabalhistas e benefícios como: fretados para transporte dos colaboradores; seguro de vida; plano de saúde; restaurante entre outras.

2.11 ÁREA DE PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO

O time de planejamento de produção tem como objetivo atender o volume de produção recebido, a partir de limitações como intervalos de manutenção, dias úteis, férias obrigatórias e o estoque de matéria prima.

2.12 MANUFATURA

O time de manufatura supervisiona toda a área de produção e montagem, por meio do: dimensionamento do número necessários de funcionários para cada área da planta, monitoramento do tempo de fabricação de cada produto, elaboração e execução de planos de manutenção, controle do consumo de energia elétrica entre outras atividades.

2.13 SUPRIMENTOS OU SUPPLY CHAIN

A equipe de suprimentos é responsável por todas as negociações feitas com os fornecedores da empresa, como as variações dos preços de contratos de energia elétrica e tratamento de efluentes por exemplo.

2.14 COMERCIAL

A área comercial é responsável pela previsão da demanda de mercado, ou seja o volume de vendas possível de ser realizado no mês ou ano.

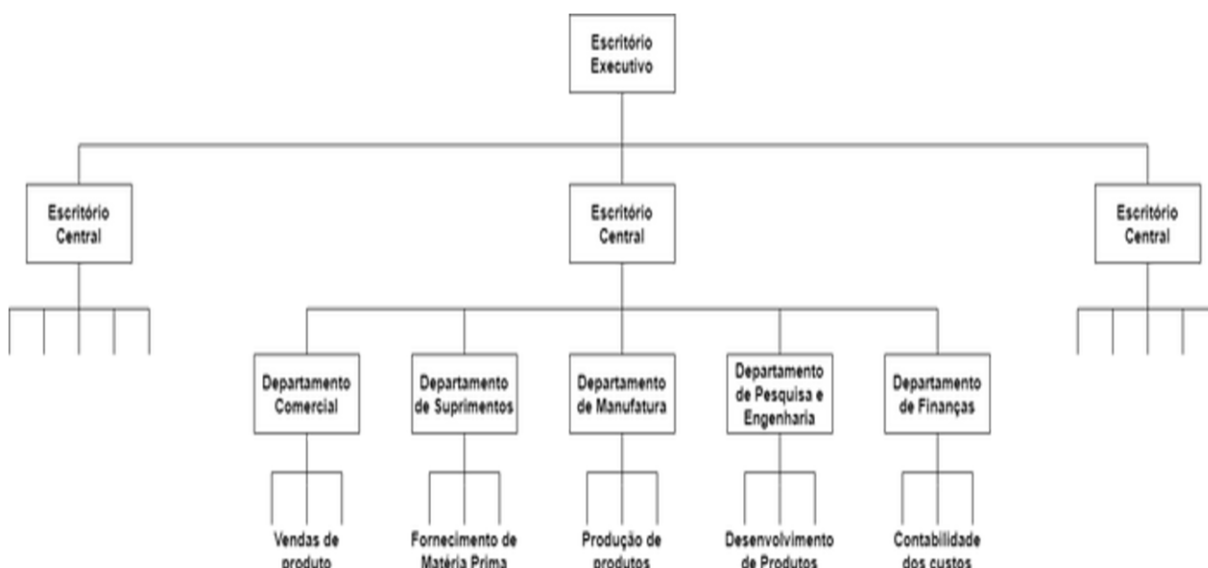
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ESTRUTURA E ATIVIDADES DE UMA COMPANHIA INDUSTRIAL.

Para ser considerada uma companhia industrial, uma empresa precisa ser orientada para os lucros, ter como atividade principal o processamento de matéria-prima para o consumidor, que pode ser outra empresa ou o usuário final (CHANDLER, 1963).

No seu estudo, Chandler (1963) encontrou a estrutura multidivisional nas grandes empresas do Estados Unidos: Dupont; General Motors; Sears e a Standard Oil Company, esse estudo apesar de antigo ilustra a realidade organizacional de várias multinacionais até os dias atuais.

Figura 1 — Estrutura Multidivisional



Fonte: Adaptado de Chandler (1963)

No modelo de Chandler (1963) o escritório executivo é a parte da organização responsável pela alocação de recursos financeiros e de mão-de-obra, planejamento e acompanhamento das metas de cada divisão. O escritório central é uma estrutura quase autônoma, responsável por dimensionar seus departamentos para o cumprimento das metas com os recursos recebidos do escritório executivo.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), as atividades das divisões de produção podem ser divididas da seguinte maneira:

1. Atividades Mercadológicas: Atividades que estão relacionadas com a busca de demanda, vendas e à imagem da organização.
2. Atividades contábeis, ligadas a produção de informações úteis para gestores, acionistas e instituições governamentais, podem ser divididas em três

finalidades:

- Contabilidade financeira: Com fins fiscais e de governança corporativa.
- Contabilidade de custos: Que garante a classificação dos custos de operação para cada produto produzido.
- Contabilidade gerencial: Responsável por compilar as informações financeiras importantes para a tomada de decisão.

4. Atividades de gestão de pessoas: Atividades como seleção, contratação, treinamento e demissão de funcionários, bem como conciliar as necessidades individuais com as metas da empresa.

5. Atividades logísticas: São todas as atividades relacionadas aos materiais físicos necessários para o funcionamento da organização, desde compra de matéria-prima para produção, suprimentos de escritório até o envio do produto acabado para estoques e consumidor final.

6. Atividades da operação: É o conjunto de atividades diretamente ligadas ao processo produtivo, como estampagem, montagem e controle de qualidade.

A separação das atividades e o entendimento da estrutura das companhias industriais é crucial para delimitar o escopo da ferramenta de simulação, a fim de compreender quais áreas da companhia são fornecedoras de informação e quais são clientes da informação final.

3.2 ALOCAÇÃO DE CUSTOS DE CONVERSÃO

Como visto no subcapítulo anterior, a contabilidade de custos é responsável pelo controle e distribuição dos custos de produção. O custo do produto acabado é definido pelos "[...] valores dos fatores de produção utilizados para sua obtenção, deixando-se de atribuir aqueles outros [...] considerados como despesas no período de sua incorrência: despesas administrativas, de vendas e financeiras" (MARTINS, 2003, p. 14).

É importante ressaltar que nem toda atividade administrativa deve ser considerada despesa, pois existem áreas suporte que são necessárias para o bom funcionamento da operação.

O CPC pro intermédio do pronunciamento técnico CPC 16(R1) item 12 determina o custo de conversão como:

Os custos de transformação de estoques incluem os custos diretamente relacionados com as unidades produzidas ou com as linhas de produção, como pode ser o caso da mão de obra direta. Também incluem a alocação sistemática de custos indiretos de produção, fixos e variáveis, que sejam

incorridos para transformar os materiais em produtos acabados. Os custos indiretos de produção fixos são aqueles que permanecem relativamente constantes independentemente do volume de produção, tais como a depreciação e a manutenção de edifícios e instalações fabris, máquinas, equipamentos e ativos de direito de uso utilizados no processo de produção e o custo de gestão e de administração da fábrica. Os custos indiretos de produção variáveis são aqueles que variam diretamente, ou quase diretamente, com o volume de produção, tais como materiais indiretos e certos tipos de mão de obra indireta.

A distinção entre custos fixos e variáveis configura os parâmetros de simulação, pois determina quais os custos variam com a variável exógena volume de produção e quais se mantêm constantes independentemente do volume.

A empresa onde o estudo foi realizado utiliza o Orçamento Matricial (OM) como ferramenta para gestão de custos, segundo Calvo et al. (2012) seu principal objetivo é ser um instrumento de elaboração e controle de orçamento e envolve toda a liderança em busca de oportunidades de redução de custos. Sua estrutura consiste numa matriz, como o próprio nome indica, onde as contas de despesas são dispostas nas linhas horizontais e os gestores cruzam essas linhas na vertical, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 — Exemplo Orçamento Matricial

MATRIZ PACOTE / ENTIDADE CONTA / GESTOR		Entidade A		Entidade B		ORÇAMENTO TOTAL CONTA
		Área A	Área B	Área C	Área D	
Pacote A	Conta A	R\$ 50	R\$ 150	R\$ 250	R\$ 800	R\$ 1.250
	Conta B	R\$ 100	R\$ 100	R\$ 100	R\$ 450	R\$ 750
Pacote B	Conta C	R\$ 150	R\$ 50	R\$ 50	R\$ 150	R\$ 400
	Conta D	R\$ 200	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 200
ORÇAMENTO TOTAL GESTOR		R\$ 500	R\$ 300	R\$ 400	R\$ 1.400	R\$ 2.600

Fonte: O autor (2020)

O cruzamento de responsabilidades no orçamento matricial gera maior controle e redução de gastos, onde os gestores das Entidades A e B respondem por todas as despesas de suas respectivas áreas, e os gestores dos pacotes são responsáveis por todo orçamento de suas respectivas contas (PADOVEZE; TARANTO, 2009 apud GALVAN; CARRARO, 2016).

3.3 COMPETITIVIDADE

Chudnovsky (1990) apud Kupfer (1992) separa a competitividade nos âmbitos macroeconômicos e microeconômicos, o primeiro refere-se a países inteiros e o último trata da competitividade no universo empresarial. No enfoque microeconômico a competitividade pode ser dividida em dois conceitos:

I. Competitividade como desempenho: Expressa pelo percentual de participação da empresa no mercado no qual atua, governada por indicadores externos.

II. Competitividade como eficiência: Nessa vertente, a competitividade faz referência a capacidade de uma empresa produzir determinado produto ou serviço com rendimento superior ao do concorrente com produto similar. A superioridade pode ser obtida pro meio de melhores preços, qualidade, tecnologia, salários e outros custos de produção por exemplo (HAGUENAUER, 1989) apud (KUPFER, 1992).

Já para Machado-da-Silva e Barbosa (2002) a competitividade engloba não apenas desempenho e eficiência, como também qualidades institucionais como adequação a normas de conduta e legitimidade organizacional perante aos acionistas.

A definição de competitividade empresarial pode então ser considerada como a capacidade de uma empresa em adequar suas estratégias a uma determinada condição de mercado, a fim de gerar e ocupar novos espaços econômicos na busca de lucros anormais e vantagem sobre empresas concorrentes (CARPINTÉRO, 2000).

3.4 EFICÁCIA OPERACIONAL VERSUS ESTRATÉGIA

O conceito de eficácia operacional e estratégia propostos por Porter (1996) fala da codependência de ambos para o sucesso de uma empresa.

Eficácia operacional (OE) significa realizar atividades similares melhor do que as rivais. Eficácia operacional inclui, mas não se limita à eficiência. Refere-se a qualquer número de práticas que permita que uma empresa utilize melhor seus insumos, por exemplo, reduzindo defeitos nos produtos ou desenvolvendo produtos melhores com maior agilidade (PORTER, 1996, p. 2).

O autor define estratégia como a realização de atividades diferentes em relação aos rivais ou atividades similares de forma diferente, a fim de obter vantagem competitiva por meio do posicionamento estratégico.

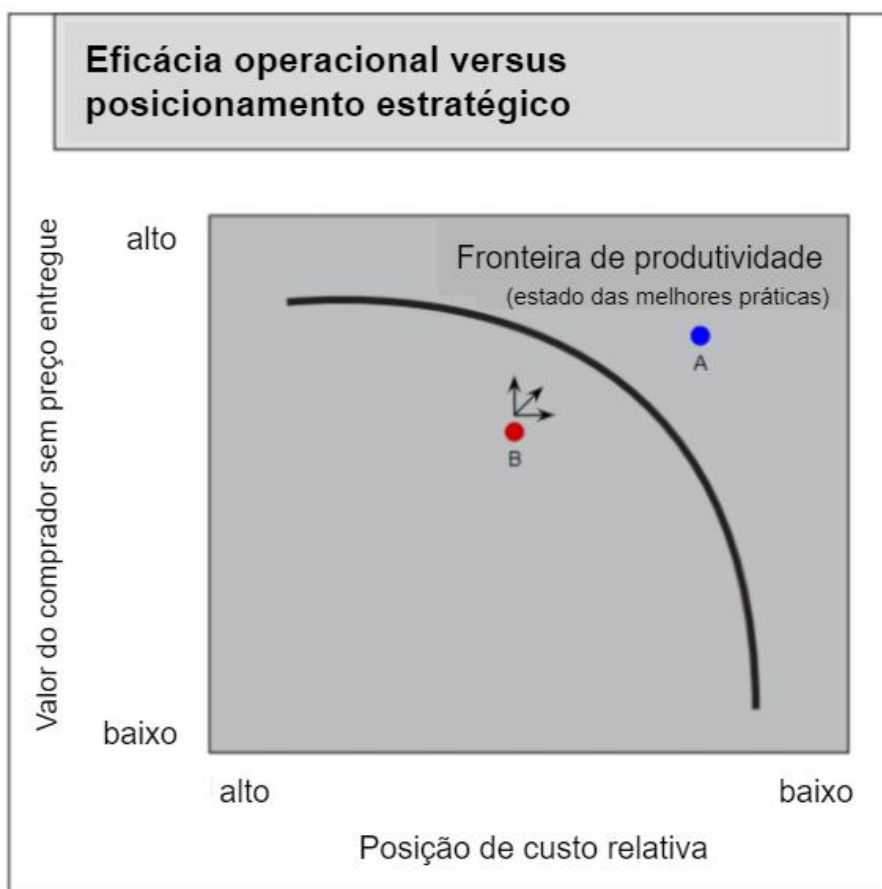
Já para Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2009) o conceito de estratégia é mais

complexo e abrangente, com múltiplas definições. A estratégia pode ser o planejamento para ir de um ponto para outro, um padrão em realizar as atividades que gera coerência ao longo do tempo, pode ser também posicionamento em determinados mercados ou até mesmo armadilha para ludibriar concorrentes.

Para Daniell (2004) o conceito de estratégia está ligado principalmente a ações e resultados, a capacidade de saber o que fazer e o que não fazer, alocação de recursos, comunicação e liderança para atingir os objetivos da empresa. O processo de criação de estratégia para Daniell passa por três etapas interligadas: Diagnóstico; *Design* e Implementação, na segunda etapa são definidos os objetivos e dimensionados os recursos necessários para o cumprimento das metas.

Pode-se concluir que estratégia está intrinsecamente ligada à objetivos e a maneira para alcançá-los, enquanto a eficácia operacional determina o quão otimizado o caminho é percorrido. Porter (1996) correlaciona os dois conceitos por intermédio da fronteira da produtividade ilustrada pela Figura 1.

Figura 2 — Fronteira da produtividade



Fonte: Adaptado de Porter (1996, p. 4)

Empresas posicionadas no ponto A estão fora da fronteira e possuem vantagem competitiva em relação a seus concorrentes. Todavia, o movimento da

fronteira ocorre com a aparição de novas tecnologias e concorrentes, capaz de levar a companhia do ponto A para o ponto B, onde é necessário tomar a decisão de redução de custos sem perda de valor para o cliente, reposicionar os produtos para agregar mais valor ao consumidor ou seguir com um movimento oblíquo de inovação e redução de custos (PORTER, 1996).

3.5 MÉTODOS ANALÍTICOS: OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO

A pesquisa operacional é "a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nas mais diversas áreas de atuação humana." SOBRAPO (1969), onde dois tipos de modelos são usuais: Otimização e simulação. O primeiro é aplicável quando todas as variáveis de entrada possuem o carácter determinístico, ou fixo, e são estruturados para o retorno de uma única alternativa ótima a partir de parâmetros preestabelecidos. O segundo é aplicado quando as variáveis são estocásticas, ou seja, variam durante sua ocorrência e podem ser vistas como configurações do sistema estudado, o que permite a análise de diversos cenários do modelo em análise (SOUZA, 2009).

Para McLean e Leong (2001) *apud* Banks (1998) a simulação é uma ferramenta de imitação de uma operação do mundo real que permite a análise do resultado de diferentes condições que podem impactar o sistema real que ela representa.

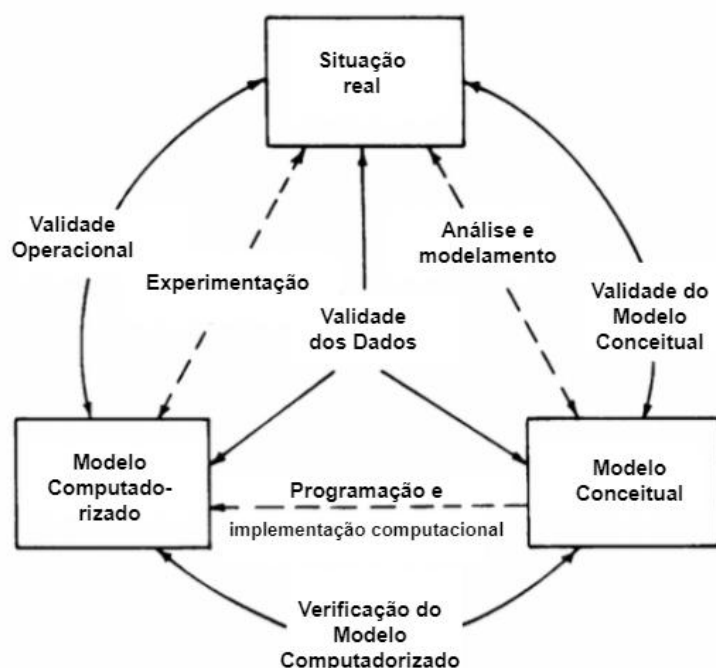
3.6 VALIDAÇÃO DE MÉTODOS DE SIMULAÇÃO

Um modelo de simulação deve ser projetado para um propósito específico e ter seu resultado validado para o dito propósito. Essa validação ocorre quando a precisão dos resultados está dentro dos limites aceitáveis propostos pelo usuário para a aplicação. Todavia, não é prudente determinar que o modelo é absolutamente válido para toda extensão de variáveis de seu domínio devido aos elevados custos e tempo necessários para testar e avaliar todos possíveis cenários de entrada, logo o processo de validação deve considerar o nível de confiança do usuário quanto aos resultados simulados (ÖREN; ZEIGLER; ELZAS, 2012).

Para Sargent (1991) o processo de validação possui três abordagens para determinar se um modelo de simulação pode ser considerado válido. Todas exigem a atenção do desenvolvedor para a validação como parte da fase de projeto do modelo, como visto na Figura 3 abaixo. O mais comum consiste na equipe de desenvolvimento determinar que o modelo é válido de maneira arbitrária com base

nos resultados obtidos em vários testes de uso da ferramenta de simulação. A segunda alternativa é por intermédio da contratação de uma consultoria externa e independente que avaliará a validade do simulador, a terceira e última abordagem é a pontuação subjetiva e arbitrária de diferentes aspectos do modelo, posteriormente consolidadas em uma média numérica que pode satisfazer ou não a equipe de desenvolvimento.

Figura 3 — Versão Simplificada do Processo de Modelagem



Fonte: Sargent (1991, p. 186)

A Validade do Modelo Conceitual é definida como a determinação da validade das teorias e premissas adotadas e que a representação do sistema real está coerente com o propósito do modelo. A Verificação do Modelo Computadorizado garante que a programação e a implementação do código está correta tecnicamente. A Validade Operacional determina que os resultados da ferramenta são satisfatórios e estão dentro das expectativas dos desenvolvedores. A Validade dos Dados certifica que as informações utilizadas nos modelos são adequadas e estão corretas.

4 DESENVOLVIMENTO

Devido a questões de confidencialidade, o seguinte capítulo tratará de uma empresa fictícia chamada Alpha, multinacional com diversas linhas de produto e parques fabris.

4.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

Para desenvolvimento da ferramenta de simulação, é necessário a avaliação do atual processo de planejamento financeiro na empresa Alpha, que pode ser dividido em dois tipos:

- Planejamento de baixo para cima: Orçamentação feita conforme a necessidade de cada área, posteriormente agrupados e validados pela diretoria da empresa, feito anualmente ou em situações de grande variação de demanda. Esse modo de planejamento tem prazo de execução total de aproximadamente um mês, da disponibilização do volume de produção pelo time comercial até a aprovação do orçamento pela diretoria.
- Planejamento de cima para baixo: Executado nas revisões mensais do planejamento anual, onde apenas os desvios do plano são considerados para o mês seguinte. O prazo para entrega das revisões é de 4 dias úteis a partir da divulgação do volume de produção para os próximos meses.

Para ambos os processos, a mudança brusca de demanda é um risco para o cumprimento dos prazos, pois resulta na revisão de premissas para todas as áreas sensíveis ao volume de produção. A dependência de muitas áreas para a orçamentação acurada também apresenta-se como uma deficiência marcante do processo.

Nas Figuras 4 e 5 abaixo observa-se a matriz de responsabilidade com todos os envolvidos no processo de orçamentação e as etapas convencionais de planejamento.

Figura 4 — Matriz de Responsabilidades

Responsáveis	Consultados / Parceiros	Informados
Finanças	Recursos Humanos Eng. Industrial Comercial Manufatura Planejamento de Produção	Diretoria

Fonte: O autor (2021)

Figura 5 — Etapas do planejamento financeiro tradicional



Fonte: O autor (2021)

Na empresa Alpha, o processo total de planejamento de baixo para cima soma 10 dias úteis (DU), do início ao fim.

4.2 ETAPAS DO PLANEJAMENTO

Conforme a Figura 5, pode-se identificar 6 variáveis que governam o processo de planejamento financeiro:

- I. Demanda de Mercado;
- II. Demanda de Vendas;
- III. Volume de Produção;
- IV. Quadro de Funcionários;
- V. Custo de Mão-de-Obra;
- VI. Custo total de fabricação.

As variáveis são relacionadas por meio das 5 etapas: Análise comercial; Análise de capacidade; Análise de mão-de-obra necessária; Orçamento de mão-de-obra e Orçamento de contas fixas e variáveis.

Observa-se que as três primeiras variáveis são caracterizados pelo número de produtos. As etapas de Análise comercial e Análise de capacidade são limitadoras do volume, no sentido de transformarem um volume de produtos fictício em um volume que pode ser atendido pelo time de manufatura.

Os demais processos utilizam o volume como variável porém possuem saídas distintas, nos próximos subcapítulos será abordado como cada uma dessas variáveis se relacionam com o volume.

4.2.1 Quadro de Funcionários

A correlação do volume de produção com a quantidade de funcionários no chão da fábrica é a etapa mais complexa do processo de planejamento observada nos estudos realizados na empresa Alpha, pois sua variação está ligada tanto a quantidade total de produtos vendidos quanto aos tipos de produto, exemplificado no quadro abaixo.

Figura 6 — Quadro funcionários para produção de 100 produtos

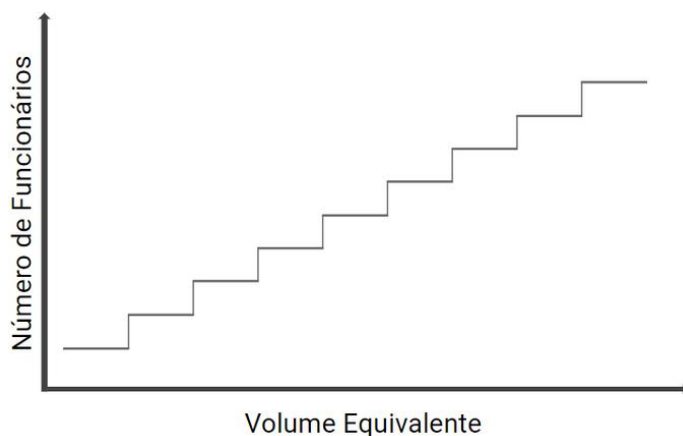
Número de Funcionários	Produto A	Produto B	Produto C
Estamparia	11	5	2
Plásticos	8	20	5
Montagem	3	8	4
Qualidade	2	3	1
Total	24	36	12

Fonte: O autor (2021)

Por meio do exemplo acima, conclui-se que é possível relacionar as diferentes complexidades entre produtos por intermédio de um coeficiente de equivalência, a partir da referência produto C, pode-se afirmar que o produto A é duas vezes mais complexo e o produto B é três vezes mais complexo quando comparados com a referência.

Com o volume equivalente é possível comparar o comportamento do número de funcionários em diferentes volumes já realizados pela empresa Alpha, a abordagem histórica facilita a identificação de padrões em funções complexas. Com o auxílio do time de engenharia industrial e com as análises históricas, a relação do número de funcionários pode ser descrito pelo gráfico abaixo:

Figura 7 — Variação do número de funcionários pelo volume equivalente



Fonte: O autor (2021)

Esse comportamento em platôs ocorre devido às diferentes configurações de turnos produtivos, onde a abertura de turno implica na contratação de vários funcionários, o que justifica o comportamento descontínuo para algumas áreas da fábrica. Porém, pode-se observar a redução de funcionários com o aumento de volume, como um reflexo da estratégia de externalização de serviços de fabricação para fornecedores terceiros.

4.2.2 Custo de Mão-de-Obra

O custo de mão-de-obra é dependente do quadro de funcionários dimensionado na etapa anterior e pode ser calculado por meio da equação abaixo:

$$CMOD = \sum_{i=1}^i (SB_i * NF_i * Imp) \quad (1)$$

Onde:

CMOD - Custo de mão-de-obra;

SB - Salário base do cargo;

Imp - Percentual de Impostos, benefícios e obrigações trabalhistas;

NF - Número de funcionários;

i - Índice de cargo e turno.

4.2.3 Custo total de fabricação

O custo total de fabricação engloba os custos fixos, variáveis e de mão-de-obra necessários para operação fabril. Sua relação com o volume de produção é bem direta e pode ser analisada a partir de exemplos de custos: Aluguel de escritório e Embalagens.

Para os gastos fixos como aluguel de área de armazenagem, não há variação com o volume, pois são feitos por meio de contratos anuais com valores fixos mês a mês. Logo, no processo de revisões financeiras, esses valores só são alterados em caso de negociações de contrato.

Os gastos com o processo de embalagem se enquadram na categoria de custos variáveis pois para cada produto produzido é necessário um valor pré determinado para embalá-lo, governado pela equação abaixo:

$$CTE = CE * VP \quad (2)$$

Onde CTE é o custo total de todo processo de embalagem, CE é o custo necessário para embalar apenas um produto e VP é o volume de produção. A mesma equação pode ser reescrita de forma genérica para todos os custos variáveis.

$$CVT = \sum_{i=1}^i CV_i * VP \quad (3)$$

CVT é o custo variável total, CV o custo unitário de cada conta variável i . Por fim, o custo total de fabricação CT é apresentado pela seguinte equação:

$$CT = CVT + CFT + CMOD \quad (4)$$

4.3 CONSTRUÇÃO DE BASES DE DADOS

Após o entendimento das relações entre as etapas de planejamento, inicia-se o processo de construção das bases de dados que serão utilizadas para os cálculos do simulador de custo de conversão. A ferramenta computacional utilizada para essa etapa foi o Google Planilhas.

A primeira base de dados está relacionada aos produtos produzidos pela empresa Alpha, contém as informações de volume produção histórico e volume equivalente de cada produto, a segunda base de dados contém o histórico do número de funcionários por área, a terceira base possui as informações salariais por cargo e turno de trabalho, a quarta base possui unitários de custos variáveis por conta, a quinta e última base consolida todos o orçamento de contas fixas por conta e área, os responsáveis por essas informações podem ser identificado no quadro abaixo:

Figura 8 — Fornecedores de Informações

Responsáveis	Informação
Recursos Humanos	Histórico de número de funcionários, Salário por cargo e turno, Obrigações trabalhistas e Benefícios
Eng. Industrial	Histórico de volume e Coeficientes de volume equivalente
Manufatura	Custos unitários das contas variáveis, orçamento fixo total por conta e área

Fonte: O autor (2021)

A partir dessas informações consolidadas, inicia-se a etapa de programação do modelo operacional.

4.4 ROTINAS DE CÁLCULO

As rotinas de cálculo tem como objetivo comprimir os 7 dias úteis necessários das etapas IV, V e VI do planejamento financeiro ao menor tempo possível, com o uso da combinação das bases de dados e automatização de operações matemáticas com o uso do software Google Planilhas.

4.4.1 Quadro de funcionários

O quadro de funcionários é dimensionado conforme o volume equivalente recebido da área de planejamento de produção, a abordagem adotada inicialmente é

a comparação histórica, a partir da premissa que o número de funcionários necessários para executar um determinado volume se mantem constante num intervalo de 1 ano. São desconsiderados os meses influenciados por fatores externos que prejudicaram a capacidade produtiva. O quadro abaixo exemplifica o processo:

Figura 9 — Quadro de funcionários para volume equivalente de 135.000 produtos

Volume de entrada equivalente	135.000						
Volume equivalente histórico	70.000	90.000	110.000	130.000	150.000	180.000	200.000
Número de funcionários por área da fábrica							
Estamparia Linha 1	30	30	45	45	55	55	70
Estamparia Linha 2	10	15	15	20	25	25	10
Injeção de Plásticos	7	7	7	7	7	7	7
Qualidade	4	5	6	7	8	9	10
Almoxarifado	5	5	5	10	10	10	10
Total	56	62	78	89	105	106	107

Fonte: O autor (2021)

Conforme o comportamento descrito na Figura 7, o número de funcionários pode ser considerado constante entre intervalos de volume, logo para 135.000 produtos o número de funcionários necessário é de 105, essa abordagem é simplificada por desconsiderar projetos de redução de mão de obra, por meio da implementação de robôs por exemplo. Na empresa Alpha essa lógica foi aplicada para 84 áreas diferentes.

Com o número de funcionários por área em mãos, inicia-se o processo de orçamentação dos custos de mão-de-obra.

4.4.2 Custo de mão-de-obra

Nessa etapa é feito a automatização do cálculo de *CMOD* por meio da utilização das bases de dados disponibilizadas pelo time de recursos humanos, existe porém uma hipótese simplificadora necessária para esse processo.

Pode-se observar que no resultado da etapa anterior, tem-se o quadro de funcionários por área e não por carga e turno. A solução para essa simplificação é, considerar o custo de 1 funcionário a média ponderada dos salários de todos os funcionários da área em questão, para a estamparia por exemplo:

Figura 10 — Custo salarial médio para área de estamperia

Cargo	Turno	Área	Salário mensal	Número de funcionários	Percentual de participação na média	Contribuição do salário médio
Operador de Prod. 1		1 Estamperia	R\$ 1.180	9	20,0%	R\$ 236,0
Operador de Prod. 2		1 Estamperia	R\$ 1.800	5	11,1%	R\$ 200,0
Operador de Prod. 3		1 Estamperia	R\$ 2.750	3	6,7%	R\$ 183,3
Operador de Empilhadeira		1 Estamperia	R\$ 2.250	3	6,7%	R\$ 150,0
Operador de Prod. 1		2 Estamperia	R\$ 1.180	9	20,0%	R\$ 236,0
Operador de Prod. 2		2 Estamperia	R\$ 1.800	5	11,1%	R\$ 200,0
Operador de Prod. 3		2 Estamperia	R\$ 2.750	2	4,4%	R\$ 122,2
Operador de Empilhadeira		2 Estamperia	R\$ 2.250	2	4,4%	R\$ 100,0
Operador de Prod. 1		3 Estamperia	R\$ 1.770	3	6,7%	R\$ 118,0
Operador de Prod. 2		3 Estamperia	R\$ 2.700	2	4,4%	R\$ 120,0
Operador de Prod. 3		3 Estamperia	R\$ 4.125	1	2,2%	R\$ 91,7
Operador de Empilhadeira		3 Estamperia	R\$ 3.375	1	2,2%	R\$ 75,0
Total			R\$ 2.328	45	100,0%	R\$ 1.832,2

Fonte: O autor (2021)

Com o uso de um volume de 130.000 produtos como referência, é possível determinar o custo salarial médio apesar dos diferentes cargos e do aumento devido ao adicional noturno no terceiro turno, o erro relativo entre essa abordagem e a média simples para o caso acima é de 27%. A partir desse simplificação pode-se reescrever a equação 1 como:

$$CMOD = \sum_{n=1}^n (SBMn * NF_n * Imp) \quad (5)$$

Onde *SBM* é o custo salário médio da área e *n* é número de áreas do processo produtivo. Na empresa Alpha, a metodologia foi aplicada para 84 áreas, utilizou-se uma base com 345 combinações de salário-turno. Com o custo de mão-de-obra calculado, inicia-se a orçamentação do restante dos custos de produção.

4.4.3 Custo total de fabricação

Nesta última etapa, é feita o cálculo dos custos variáveis a combinação dos custos fixos e de mão-de-obra para obtenção do orçamento total da fábrica, existe porém duas hipóteses simplificadoras para esse momento:

- I. Os custos fixos só são alterados pelos responsáveis de cada área, com aprovação da área de finanças;
- II. Os custos variáveis são distribuídos entre as áreas pro meio da sua participação no montante total de cada conta.

A hipótese I excluí a necessidade de qualquer revisão dos custos fixos, logo o

processo a ser automatizado é a orçamentação variável com respeito a hipótese II, como exposto na Figura 8 o time de manufatura só fornece o valores unitários de cada conta variável, porém não determina como esse orçamento deve ser distribuído entre as áreas para controle dos gastos, a solução adotada para essa limitação é a distribuição dos gastos conforme um mês de referência, como pode-se ver no exemplo abaixo para a conta de energia elétrica:

Figura 11 — Distribuição do orçamento de energia elétrica

Conta Variável:	Energia Elétrica
Mês de referência	nov.20
Custo Unitário da Conta (R\$/Produto)	5,35
Volume de produção equivalente	135.000

Área	Custo total no mês Referência	Percentual Mês de Referência	Custo Mês planejado
Estamparia Linha 1	R\$ 173.875	25,00%	R\$ 180.563
Estamparia Linha 2	R\$ 139.100	20,00%	R\$ 144.450
Injeção de Plásticos	R\$ 278.200	40,00%	R\$ 288.900
Qualidade	R\$ 34.775	5,00%	R\$ 36.113
Almoxarifado	R\$ 69.550	10,00%	R\$ 72.225
Total	R\$ 695.500	100,00%	R\$ 722.250

Fonte: O autor (2021)

A fórmula do custo planejado para cada área é dada por:

$$CVA_{(n,i)} = CVi * VP * PRn \quad (6)$$

Onde CVA é o custo planejado da área n para a conta i e PR é a participação % na referência da área n para conta i . O custo variável total pode ser reescrito como:

$$CVT = \sum_{i=1}^i \sum_{n=1}^n CVA_{(n,i)} \quad (7)$$

O modelo acima foi aplicado nas 18 contas variáveis da empresa Alpha, com as contas variáveis calculadas, obtêm-se o custo total pela Equação 4 e, como

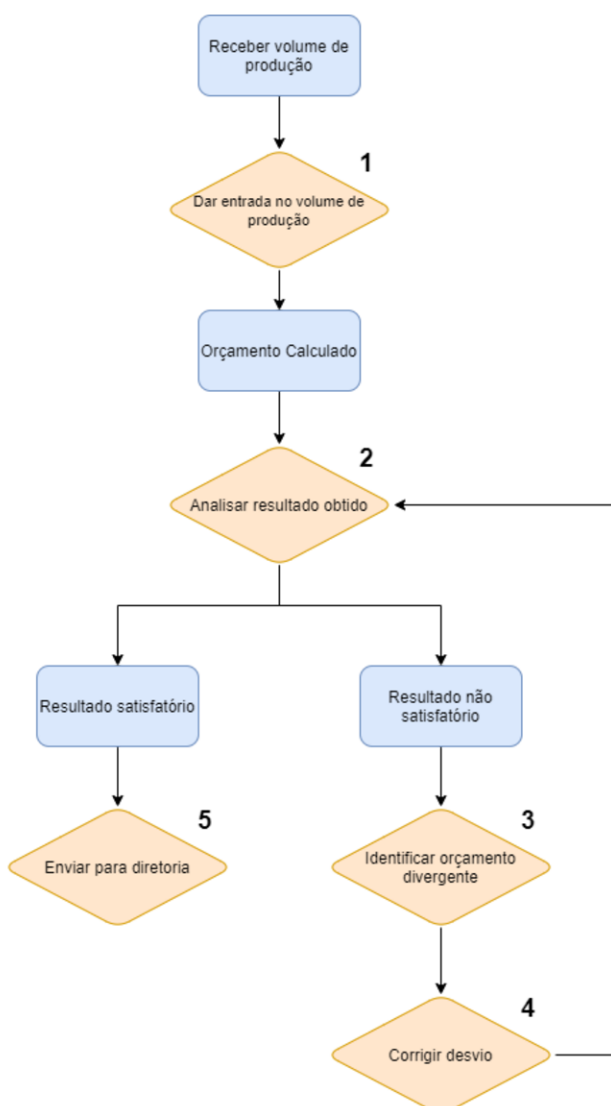
resultado da consolidação das bases de dados e das planilhas de cálculo automatizadas, o simulador de custo de conversão está concluído.

5 RESULTADOS

5.1 SIMULADOR DE CUSTO DE CONVERSÃO

Após as validações, pode-se demonstrar a usabilidade do programa desenvolvido e sua rotina de manutenção e atualização por meio de fluxogramas e fotos de tela. A Figura 12 abaixo ilustra a sequência de atividades necessárias para a utilização normal do simulador em exercícios de planejamento.

Figura 12 — Etapas para obtenção de orçamento com o simulador



Fonte: O autor (2021)

1. Dar entrada no volume de produção:

O volume de produção é inserido em sua aba exclusiva, mantendo a estrutura

de dados definida durante a programação da ferramenta, como mostrado na Figura 13 abaixo:

Figura 13 — Entrada do Volume de Produção

Produto	Jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Produto A	1500	1200	1800	2000	1200	2150	1428	1624	1487	1953	2300	1233
Produto B	800	950	1600	500	781	987	850	632	723	498	905	565
Produto C	1880	2233	3760	1175	1835	2319	1996	1485	1699	1170	2127	1328
Produto D	351	417	703	220	343	433	373	278	318	219	398	248
Produto E	2025	1620	2430	2700	1620	2903	1928	2192	2007	2637	3105	1665

Fonte: O autor (2021)

As informações da foto foram censuradas por questões de sigilo da empresa Alpha, porém a estrutura de dados pode ser analisada. O volume de produção deve estar aberto pelo código do produto, para possibilitar o cálculo do volume equivalente.

2. Analisar os resultados obtidos:

Com o volume de produção desejado dentro da ferramenta o modelo automaticamente calcula o orçamento, na maior granularidade possível, com base nos parâmetros já definidos.

Figura 14 — Orçamento resultante simulador

Centro de Custo	Conta	Entidade	Pacote	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Estamparia	Energia elétrica	Manufatura	Utilidades													
Inspeção	Limpeza	Qualidade	Manutenção	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	14.400
Montagem L15	Salários Diretos	Manufatura	Salários	22.000	20.000	28.000	30.000	28.000	25.000	32.000	32.000	28.000	35.000	30.000	25.000	325.000
Inspeção	Energia elétrica	Qualidade	Manutenção	2.381	1.905	2.857	3.571	2.381	2.282	4.288	4.762	3.689	5.238	4.405	2.381	48.111

Fonte: O autor (2021)

A abordagem de utilizar a maior abertura disponível na estrutura matricial se mostra vantajosa pois possibilita a comparação para cada combinação de área e conta, além da análise de entidades e pacotes, pois o orçamento já é controlado com essa mesma estrutura.

Cabe ao responsável pela simulação analisar os resultados obtidos com base em informações passadas como planos orçamentários antigos ou resultados financeiros de outros meses.

3 - 4. Identificar orçamento divergente e Corrigir desvios:

Para facilitar a identificação de resultados inconsistentes, a ferramenta possui uma aba que facilita a comparação entre diferentes orçamentos, no exemplo abaixo pode-se observar a quebra orçamentária por Pacote e Conta.

Figura 15 — Comparativo de Orçamentos

		Simulador	2018	2019	2020	Outlook
Conta	Descrição	FY	FY	FY	FY	FY
3	701000000 SALÁRIOS MENSALISTA					
4	7003000070 SALÁRIOS GERENTES					
5	7021000005 LUMP SUM					
6	7010600006 ENCARGOS SOCIAIS M.O.M.					
7	7010600000 INSS M.O.M.					
8	7010600004 FGTS M.O.M.					
9	7010700000 13º SALARIO M.O.M.					
10	7010900001 FERIAS M.O.M.					
11	7011500000 PRORROGAÇÃO LICENÇA MATERNIDADE M					
12	* Mão de Obra Mensalista					
20	* Mão de Obra Direta					
28	* Mão de Obra Indireta					
31	* Mão de Obra Temporaria					
33	* Estagiários					
35	* Ajustes e Abono					
37	Salários e Encargos					
72	Pessoal – Indiretos					
82	Manutenção					
87	Utilidades e Energéticos					
96	Alugueis e Facilities					
101	Indiretos Processos					
116	Serviços profissionais					
128	Viagens, Veículos e Despesas de Escritório					
143	Assuntos institucionais e legais					
153	Tecnologia					
158	Comercial					
171	Ti e Telecom					
174	Depreciação					
177	Recuperação de Custos					
184	Rateios					
186	Transferências / Ajustes					
187	TOTAL					

Fonte: O autor (2021)

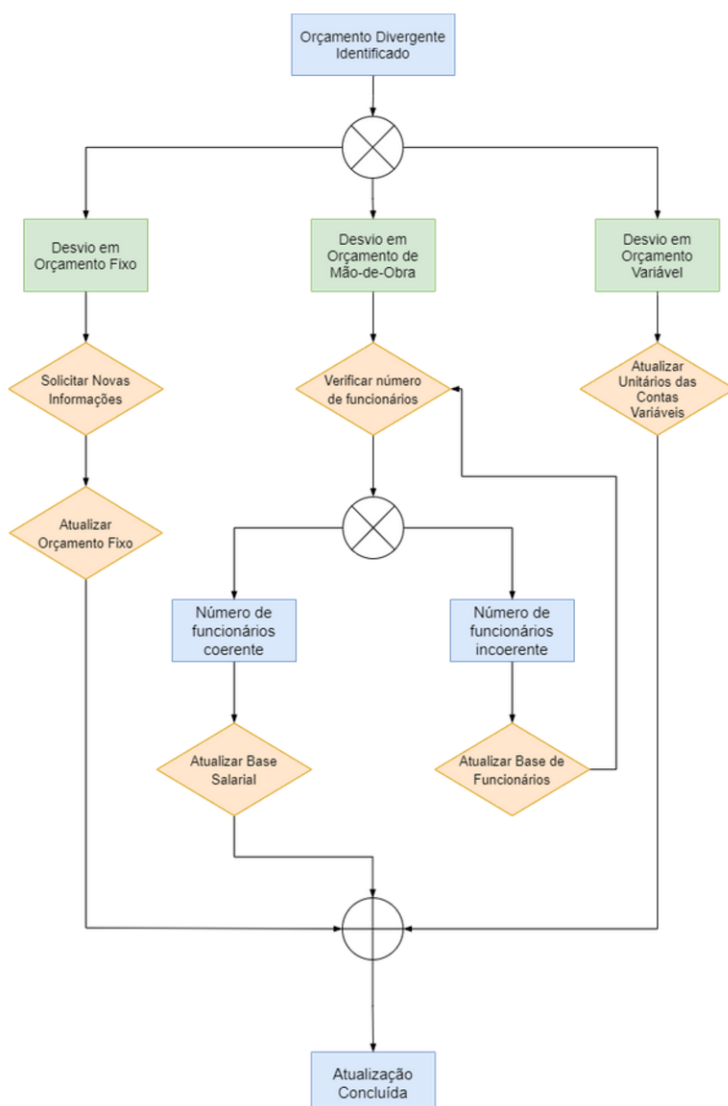
Por meio do comparativo é possível identificar desvios na simulação com maior agilidade. Estes erros podem ocorrer devido à premissas desatualizadas, erros de programação ou no modelo conceitual. A causa de erro mais comum observada foi a de premissas desatualizadas e, com menor ocorrência, erros no código computacional. A correção desses erros é feita conforme o processo de atualização que será apresentado mais adiante neste mesmo subcapítulo.

5. Enviar para diretoria:

Após a validação dos resultados, o orçamento está pronto para ser enviado para diretoria e finaliza-se a etapa de planejamento.

Já para a atualização e manutenção da ferramenta, o procedimento é similar ao processo de validação, pois é necessário realizá-lo toda vez que o resultado da simulação não atende as expectativas do usuário. Durante o uso, observou-se três tipos desvios possíveis e com processos de atualização distintos: Desvio em orçamento fixo; Desvio em Mão-de-Obra; Desvio em orçamento variável.

Figura 16 — Fluxo de Atualização Simulador



Fonte: O autor (2021)

Para o orçamento fixo, a atualização é relativamente simples, basta solicitar à entidade responsável a revisão dos valores previstos e atualizar a aba de entrada de todos os custos fixos. Neste caso, essa etapa pode ser feita para múltiplas áreas simultaneamente.

Figura 17 — Entrada dos Custos Fixos

Centro de C	Conta	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MO15501	7150000000													
MO15501	7301000000													
MO15501	7322500001													
MO15501	7323300000													
MO15501	7130701000													
MO15501	7160700000													
MO15501	7130600000													
MO15501	7321504000													
MO15501	7010000000													
MO15501	7003000000													
MO15501	7001000010													
MO15501	7010000000													
MO15501	7010800004													
MO15501	7010800006													
MO15501	7010700000													
MO15501	7010900001													
MO15501	7003000002													
MO15501	7003000003													
MO15501	7003000004													
MO15501	7003000005													
MO15501	7010700001													
MO15501	7001000002													
MO15501	7001000003													
MO15501	7001000004													
MO15501	7001000006													
MO15501	7010700002													
MO15501	7001000005													
MO15501	7011000000													
MO15501	7021000000													
MO15501	7321900000													
MO15501	7323100003													
MO15501	7323301000													
MO15501	7330000000													
MO15501	7340700000													

Input Custos Fixos -

Fonte: O autor (2021)

Após a atualização desta aba, os custos fixos estarão corretos na saída do modelo. A atualização dos custos variáveis por sua vez é feita em outra aba dedicada, onde é possível definir manualmente os valores unitários de cada conta variável.

Figura 18 — Entrada Unitários Contas Variáveis

Conta	Descrição	Unid. Mensal	Conta de Custo	Custo	Unidade	Valor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
713040000	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS	M030708	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
732310000	TRANSPORTE	M012349	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
733070100	RESTAURANTE	M015501	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713040000	MATERIAL AVIA PRODUTO	M015502	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
718140000	MATERIAL MANUTENÇÃO FERRAMENTARIA	M015503	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
732340000	MATERIAL DE SEGURANÇA	M015506	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713030000	MATERIAL DE LIMPEZA	M015508	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713060000	MATERIAIS DE PROCESSO	M015510	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
718140010	MANUTENÇÃO CORRETIVA MECÂNICA	M015511	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
732300000	GASTOS COM EMBALAGEM	M015513	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713090000	GÁS SULFATURAL	M015514	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
718110000	FERRAMENTAS DE USINAGEM	M015515	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713110000	ENERGIA ELÉTRICA	M015516	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
713120000	COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES	M015517	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
732300000	BENEFÍCIOS OUTROS	M015518	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
732150400	ASSISTÊNCIA MÉDICA EXTERNA	M015520	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
705100000	ALIMENTAÇÃO E TRANSPORTE EM HORA EXTRA	M015522	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
719100000	ÁGUA E ESgoto	M015524	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015525	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015527	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015528	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015529	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015530	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015531	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015532	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015533	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015534	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015535	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015536	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015537	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015538	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015539	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015540	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015541	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015542	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015544	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015545	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							
		M015546	7130400000	7130400000001	TRATAMENTO DE EFLUENTES/RESÍDUOS							

Contas Variáveis -

Fonte: O autor (2021)

Destacado em laranja na imagem acima fica a área onde o usuário pode

alterar os valores unitários de cada uma das contas variáveis de maneira individual. No lado direito está a distribuição final, já aplicados os coeficientes de participação de cada área para cada uma das contas do quadro. Caso o erro seja identificado apenas na distribuição entre áreas, basta atualizar o orçamento base utilizado como referência exposto no Apêndice A. Os ajustes são refletidos automaticamente na saída do simulador.

O desvio de Mão-de-Obra por sua vez precisa ser tratado em duas etapas sequenciais, sendo que na primeira verifica-se os resultados obtidos no cálculo do quadro de funcionários.

Figura 19 — Quadro de funcionários resultante

CC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MO15620												
MO15733												
MO15730												
MO15732												
MO15584												
MO15701												
MO15702												
MO15704												
MO15708												
MO15710												
MO15711												
MO15713												
MO15714												
MO15715												
MO15716												
MO15718												
MO15719												
MO15720												
MO15721												
MO15723												
MO15726												
MO15729												
MO15735												
MO15755												
MO15758												
MO15766												
MO15767												
MO15768												
MO15769												
MO15768												
MO15769												
MO15768												
MO15792												
MO15795												
MO15796												
MO15803												
MO15810												
MO15817												
MO25710												

Fonte: O autor (2021)

O resultado, conforme apresentado no desenvolvimento, é o número total de funcionários por área, sem o detalhamento de funções ou cargos. Na situação onde o número de funcionários não está coerente para o usuário, como grandes oscilações entre meses com volumes similares ou entre meses sequenciados, deve atualizar a base de volumes equivalentes e número de funcionários para valores mais recentes exibida no Apêndice B.

Caso não seja identificados erros na quantidade total de colaboradores, é necessária a atualização da base salarial, exibida abaixo:

Figura 20 — Base salarial por cargo e turno

Cargo	Turno	Montante	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
27912415	A.005-02													
60000602	A.004-02													
60000602	A.045-03													
60000603	A.003-01													
60000603	A.004-02													
60000603	A.005-02													
60000603	A.006-02													
60000603	A.045-04													
60000604	A.004-02													
60000604	A.005-02													
60000604	A.006-02													
60000604	A.020-06													
60000604	A.045-08													
60000605	A.008-01													
60000605	A.011-02													
60000605	A.020-01													
60000605	A.045-03													
60000606	A.005-02													
60000606	A.006-02													
60000606	A.045-02													
60000606	A.045-08													
60000607	A.003-01													
60000607	A.004-02													
60000607	A.005-02													
60000607	A.006-02													
60000607	A.020-02													
60000607	A.020-06													
60000608	A.003-01													
60000608	A.004-02													
60000608	A.005-02													
60000608	A.006-02													
60000608	A.020-06													
60000608	A.045-02													

Fonte: O autor (2021)

A informação salarial é controlada por cargo e turno e, conforme visto no desenvolvimento, existe um quadro de funcionários com o detalhe de cargo por centro de custo utilizado como referência para o cálculo do custo médio por funcionário de cada área. Essa atualização também é recomendada para melhorar os resultados.

Figura 21 — Quadro de funcionários por cargo referência

CC	CÓDIGO CARGO	CARGO	FORMAÇÃO	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
MD14756	60006736	OP PRODUÇÃO II	RC001-01												
MD14758	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC073-04												
MD14829	60006884	OP LABORATORIO III	RC001-01												
MD14708	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC073-03												
MD14709	60006743	OP PRODUÇÃO III	RC013-01												
MD14643	60006705	CONTR PROCESSOS III	RC043-01												
MD14759	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC001-01												
MD14702	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC001-01												
MD14706	60006743	OP PRODUÇÃO III	RC004-01												
MD14829	60006884	OP LABORATORIO III	RC001-01												
MD14759	60006743	OP PRODUÇÃO III	RC001-01												
MD14724	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC001-01												
MD14706	60006674	OP EMRILHADORA	RC070-03												
MD14706	60006736	OP PRODUÇÃO II	RC009-01												
MD14759	60006736	OP PRODUÇÃO II	RC001-01												
MD14513	60006703	CONTR PROCESSOS I	RC043-01												
MD14706	60006736	OP PRODUÇÃO II	RC002-01												
MD14706	60006674	OP EMRILHADORA	RC002-01												
MD14706	60006743	OP PRODUÇÃO III	RC074-01												
MD14708	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC072-03												
MD14706	60006744	OP PROD ESPECIALIZADO I	RC013-01												
MD14724	60006736	OP PRODUÇÃO II	RC001-01												
MD14702	60006743	OP PRODUÇÃO III	RC001-01												
MD14702	60006744	OP PROD ESPECIALIZADO I	RC001-01												
MD44538	60006703	CONTR PROCESSOS I	RC043-01												
MD14538	60006744	OP PROD ESPECIALIZADO I	RC075-01												
MD14705	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC001-01												
MD14705	60006742	OP PRODUÇÃO I	RC001-01												

Fonte: O autor (2021)

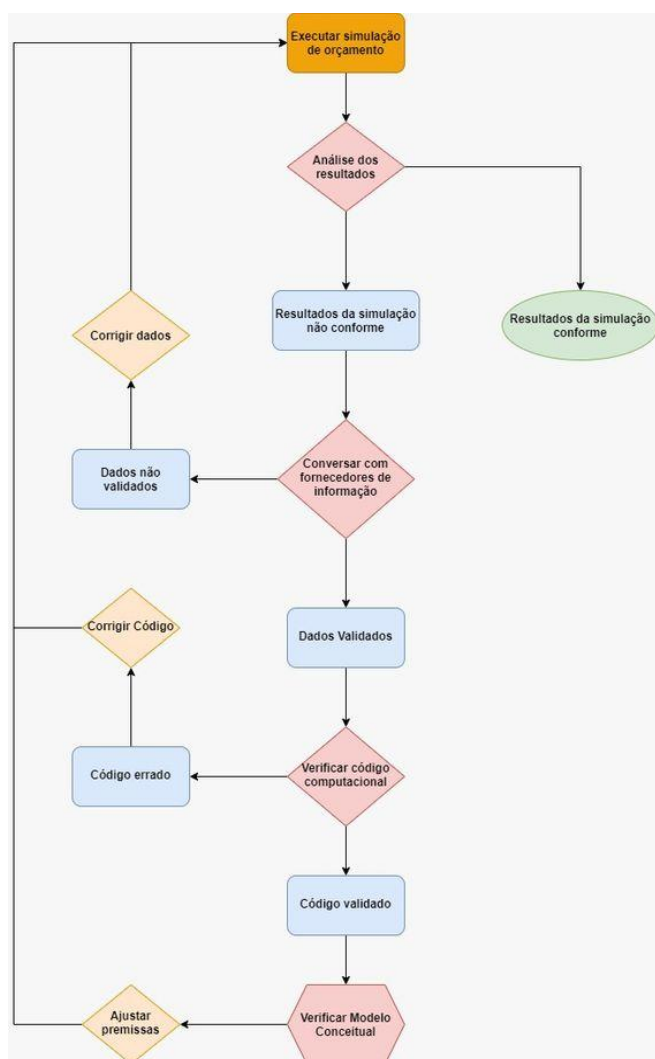
Após as correções, a ferramenta está pronta para o cálculo de múltiplos cenários e, caso os resultados ainda não estiverem satisfatórios é necessário refazer a etapa de validação do modelo conceitual.

5.2 VALIDAÇÃO DO SIMULADOR DE CUSTO DE CONVERSÃO

As quatro validações necessárias estão destacadas em vermelho na Figura 22. Observa-se que neste modelo, a validação do sistema operacional ocorre com a após a validação das três partes restantes, o modelo conceitual, os dados recebidos e a correta aplicação da ferramenta computacional.

A validação operacional, computacional e dos dados de entrada foram feitas por meio da comparação do resultados obtidos com a utilização de cenários do passado e com o orçamento executado para o mesmo período, bem como comparações com orçamentos feitos pelo modelo tradicional segundo as mesmas premissas. O fluxo de validação pode ser visto na Figura 22:

Figura 22 — Fluxo de Validação dos resultados do simulador



Fonte: O autor (2021)

Conforme a abordagem proposta por Sargent (1991), a validação do modelo conceitual de simulação esteve presente em ao longo de todo desenvolvimento apresentado no capítulo anterior, por meio da aprovação das áreas envolvidas nas premissas adotadas, um exemplo é o método de cálculo dos custos de mão-de-obra que anteriormente era feito pelo time de recursos humanos e foi validado pelo mesmo para integrar o simulador.

5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A acuracidade da ferramenta foi de 98% ao ser comparada com o método tradicional de planejamento financeiro e, o ponto mais importante, os processos de planejamento IV, V e VI foram totalmente substituídos pela ferramenta, com uma redução do tempo total de 99,4%, de sete dias úteis e mobilização de múltiplos colaboradores para uma hora de trabalho de apenas um colaborador.

Pode-se redefinir o processo de orçamentação de baixo para cima como:

Figura 23 — Novo processo de planejamento financeiro da empresa Alpha



Fonte: O autor (2021)

À luz da competitividade de Carpintéro (2000), a possibilidade de analisar diferentes cenários de demanda permite a melhor adequação da empresa ao mercado, capaz de gerar maior competitividade. Sob a ótica de Kupfer (1992), o ganho de competitividade surge no ganho de eficiência, pela execução do planejamento com menos recursos financeiros. Pelo conceito de Porter (1996), a ferramenta traz diretamente maior eficácia operacional e, indiretamente, benefícios para o planejamento estratégico pelas informações robustas fornecidas à liderança.

O ganho estratégico, no conceito de Daniell (2004) é obtido por meio do

conhecimento do que fazer e o que não fazer, adquirido na comparação dos resultados para múltiplos cenários.

Figura 24 — Comparação de Cenários

Número de Funcionários	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E	Cenário F
Volume Equivalente	110.000	123.000	155.000	175.000	190.000	200.000
Custo de Fabricação	6.000.000	6.200.000	7.100.000	8.500.000	9.000.000	9.300.000
Vendas	11.000.000	12.300.000	15.500.000	17.500.000	19.000.000	20.000.000
Custo Unitário	54,5	50,4	45,8	48,6	47,4	46,5
Unitário de Vendas	100	100	100	100	100	100
% de Rentabilidade	45,5%	49,6%	54,2%	51,4%	52,6%	53,5%

Fonte: O autor (2021)

Os valores acima são genéricos e não representam a realidade da empresa Alpha, porém exemplificam bem os benefícios da comparação de cenários, com a hipótese que todo o volume de produção será convertido em vendas e que o unitário de vendas é constante, observa-se que o cenário C é mais vantajoso que os cenários adjacentes B e D, e que uma rentabilidade similar só é vista novamente no cenário F.

6 CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados pode-se concluir que, apesar das premissas simplificadoras, os objetivos propostos foram atendidos.

1. Foi possível desenvolver um simulador de custo de conversão de matéria prima em produto acabado, aplicável à indústria metalmeccânica, capaz de reduzir o tempo total de planejamento financeiro e gerar ganho de competitividade empresarial.

2. Por intermédio de diferentes modelos matemáticos para o dimensionamento dos custos fixos, variáveis e de mão-de-obra, foi possível atender às expectativas dos envolvidos no processo, com um resultado cujo erro relativo final é menor que 2%, quando comparado com o planejamento tradicional.

3. A partir do padrão em platôs, identificado nas análises do histórico e do equacionamento para as contas variáveis propostos no desenvolvimento, foi possível confirmar que as métricas necessárias para a orçamentação se relacionam com a variação do volume de produção e que podem ser dimensionadas com base neste.

4. A construção do modelo computacional em um programa de linguagem simples e difundido como o Google Planilhas, possibilita a fácil operação e atualização da ferramenta de simulação, inclusive por pessoas com pouco conhecimento técnico em programação.

5. A análise dos indicadores de rentabilidade e custos unitários, obtidos a partir dos resultados simulados com auxílio desta nova e dinâmica ferramenta de planejamento financeiro, torna evidente os ganhos estratégicos e de competitividade para a organização.

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Aplicação do modelo de otimização para encontrar o custo ótimo de produção a partir do volume de produção;
- Desenvolvimento de simulador para o custo de matéria prima;
- Aplicação de novas rotinas computacionais e refino de conceitos para melhoria contínua do simulador de custo de conversão.
- Desenvolver código computacional que permita o trabalho com maiores bancos de dados.

REFERÊNCIAS

- CALVO, Ivan Pricoli *et al.* **Orçamento empresarial**. 1. ed. Editora FGV, 2012. 164 p.
- CARPINTÉRO, José Newton Cabral. **NOVAS TÉCNICAS E VELHOS PRINCÍPIOS: COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL E FORMAS DE GESTÃO**. Campinas, f. 190, 2000. 186 p. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- CASARIN, Helen de Castro Silva; CASARIN, Samuel José. **Pesquisa Científica: Da Teoria à Prática**. 1. ed. Curitiba: InterSaber, 2012. 200 p.
- CHANDLER, Alfred Dupont. **Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise**. 2. ed. Cambridge, Massachusetts: The M.I.T Press, f. 232, 1963. 463 p.
- CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. Resolução nº 1055, de 07 de outubro de 2005. Ata CFC nº 878, 7 out. 2005. Disponível em: http://static.cpc.aatb.com.br/Imagens/Res_1055.pdf?_ga=2.19788920.1756134231.1607089641-488839974.1607089641&_ga=2.19788920.1756134231.1607089641-488839974.1607089641. Acesso em: 3 dez. 2020.
- DANIELL, Mark. **Strategy: A step-by-step approach to development and presentation of world class business strategy**. Springer, v. 3, f. 150, 2004. 300 p.
- DOHENY, Mike; NAGALI, Venu; WEIG, Florian. **Agile operations for volatile times**. **McKinsey**. 2012. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/agile-operations-for-volatile-times#>. Acesso em: 2 dez. 2020.
- GALVAN, Dalmo; CARRARO, Wendy Beatriz Witt Haddad. GESTÃO MATRICIAL DE DESPESAS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE COMPONENTES DE BORRACHA. **Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión**, v. XIV, Julio - Diciembre 2016. Disponível em: http://www.observatorio-iberoamericano.org/ricg/n_28/dalmo_galvan_wendy_witt.pdf. Acesso em: 2 dez. 2020.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.
- KUPFER, David. Padrões de Concorrência e Competitividade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC, 20. 1992. **Anais [...]** Campos do Jordão, 1992. 16 p.
- MACHADO-DA-SILVA, Clóvis L.; BARBOSA, Solange de Lima. Estratégia, fatores de competitividade e contexto de referência das organizações: uma análise arquetípica. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, n. 3, p. 7-32, Set/Dez 2002. Disponível em: <https://rac.anpad.org.br/index.php/rac/issue/view/23>. Acesso em: 12 mar. 2021.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 9. ed, f. 185. 2003. 370 p.

MCLEAN, Charles R.; LEONG, Swee. The Role of Simulation in Strategic Manufacturing. **Working Group on Integrated Production**, Gaithersburg, p. 12, 1 Junho 2001. Disponível em: <https://www.nist.gov/publications/role-simulation-strategic-manufacturing>. Acesso em: 2 abr. 2021.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safari da estratégia**. Bookman Editora, f. 196, 2009. 392 p.

NASCIMENTO, Francisco Paulo Do; SOUSA, Flávio Luís Leite. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTIFICA: TEORIA E PRATICA**, f. 192. 2016. 384 p.

PACKOWSKI, Josef. **LEAN Supply Chain Planning: The New Supply Chain Management Paradigm for Process Industries to Master Today's VUCA World**. Boca Raton: CRC Press, 2014. 493 p.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. 1. ed. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

PORTER, Michael E.. **What is Strategy?**. Harvard Business Review, f. 11, 1996. 21 p.

SARGENT, Robert G.. SIMULATION MODEL VERIFICATION AND VALIDATION. *In: WINTER SIMULATION CONFERENCE*. 1991, Syracuse, New York: Syracuse University, 1991. 11 p. Disponível em: https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.4/5965/1991_0006.pdf?sequence=1. Acesso em: 1 abr. 2021.

SOBRAPO. **O que é pesquisa operacional?**. **SOBRAPO**. 1969. Disponível em: <https://www.sobrao.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>. Acesso em: 1 abr. 2021.

SOUZA, Tiago Francioli. **A Simulação a Eventos Discretos como ferramenta de apoio à Tomada de Decisão em empresas do ramo de mineração: Aplicação em uma unidade da Yamana Gold**. Ouro Preto – MG, f. 86, 2009. 73 p. Dissertação (Engenharia Mineral) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG, 2009.

ÖREN, Tuncer I.; ZEIGLER, B.P.; ELZAS, M.S.. **Simulation and Model-Based Methodologies: An Integrative View**. Springer Science & Business Media, v. 1, f. 327, 2012. 654 p.

APÊNDICE A — ORÇAMENTO BASE PARA COEFICIENTES DE PARTICIPAÇÃO ÁREA/CONTA VARIÁVEL

Base para definição dos coeficientes, calculados à direita da foto de tela abaixo, esses coeficientes são utilizados no modelo para distribuição acurada entre áreas.

CC	Conta	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Base(%)	Total
MD15501	7130000000														0.16%
MD15501	7021100000														9.28%
MD15501	7022400000														0.77%
MD15506	7021504000														0.11%
MD15506	7021100000														0.06%
MD15506	7021300000														0.13%
MD15506	7130701000														0.10%
MD15508	7021504000														0.71%
MD15508	7021100000														0.67%
MD15508	7021300000														0.82%
MD15508	7130701000														0.61%
MD15508	7151100002														9.37%
MD15508	7161400013														20.42%
MD15508	7161400001														24.79%
MD15508	7022400000														0.98%
MD15508	7130600000														0.68%
MD15511	7021504000														0.10%
MD15511	7021100000														0.08%
MD15511	7021300000														0.13%
MD15511	7130701000														0.10%
MD15515	7021504000														0.05%
MD15515	7021100000														0.04%
MD15515	7021300000														0.07%
MD15515	7130701000														0.05%
MD15518	7021504000														0.08%
MD15520	7021504000														1.69%
MD15520	7021100000														1.25%
MD15520	7021300000														1.95%
MD15520	7130701000														1.46%
MD15520	7151100002														8.25%
MD15520	7161400013														36.95%

Fonte: O autor (2021)

APÊNDICE B — BASE DE VOLUME EQUIVALENTE E NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS

As informações necessárias são o número de funcionários por Centro de Custo, no exemplo abaixo observa-se a evolução com o aumento do volume equivalente

Volume de Produção Equivalente		87.480	95.435	103.392	111.346	127.245	135.199	143.157	151.108	167.008
Centro de custo	Processo	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD	Qtde de MOD
M014763	Aciclicos									
M014772	Cabine Pintura									
M014762	Colagem da porta									
M014706	Estamparia Cocção									
M014776	Estamparia Lavanderia									
M014515	Seção Metal Lavanderia									
M044538	Controlador									
M014710	Alimentação									
M014712	Automáticas F1									
M014713	Trocador	54	59	62	65	66	78	78	85	85
M014708	Torno 1									
M014773	Rebocador									
M014718	Movimentação Cesto - Fab 2									
M014755	Pintor									

Fonte: O autor (2021)