

**Universidade Federal de Itajubá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Administração**

Rafael Mendes Moreira

**O uso dos conceitos de Custo Total de Propriedade
para modelar a decisão de aquisição de matérias-primas
em uma indústria cosmética**

Itajubá, Minas Gerais, 2018

Rafael Mendes Moreira

O uso dos conceitos de Custo Total de Propriedade para modelar a decisão de aquisição de matérias-primas em uma indústria cosmética.

(Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração como parte dos requisitos para obtenção do Título em Mestre em Administração).

Área de concentração: Finanças para tomada de decisão

Orientador: Prof. Dr. Edson Pamplona

Itajubá, Minas Gerais, 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela por ter me proporcionado todas as condições para que este importante projeto da minha vida pudesse ser concluído.

A minha esposa Ana Paula, por todo o suporte, companheirismo e cuidados durante os anos investidos nessa especialização. Aos meus pais, Wander e Rita, pela educação, incentivo e formação proporcionados ao longo da minha vida.

Agradeço ao meu amigo Guido Bacci pela imensurável ajuda na realização dessa pesquisa e por ter me representado em Itajubá quando minha presença não foi possível.

Expresso minha gratidão ao professor Edson Pamplona pela orientação durante todo o mestrado e principalmente pelos ensinamentos compartilhados ao longo desses anos. Agradeço também ao professor José Antônio de Queiroz e a professora Josiane Palma Lima pela orientação e cuidado na avaliação da minha dissertação na qualificação.

E finalmente agradeço a direção e aos funcionários da empresa onde o estudo foi conduzindo, pelo tempo disponibilizado, compartilhamento de informações e colaboração durante todo o processo.

RESUMO

Utilizando os conceitos da ferramenta contábil do Custo Total de Propriedade (TCO), este estudo propôs modelar a decisão de aquisição de matérias primas em uma indústria cosmética, mapeando e correlacionando todos os custos e despesas relacionados a aquisição e posse de insumos, para que estes pudessem ser utilizados na construção de um modelo decisório de compras. O TCO é referenciado por diversos autores como uma filosofia para que realmente se possa entender todos os custos relevantes relacionados a se fazer negócio com um fornecedor em particular, para um bem ou serviço. A teoria suporta a tese de que as empresas, ao definirem estratégias de compras, não devem somente olhar para os gastos nas aquisições de um insumo de um determinado fornecedor, mas avaliarem todos os custos referentes à posse desse ativo. Este estudo foi conduzido em uma empresa do segmento cosmético localizada no Brasil, e teve como direcionador o desejo da liderança em fomentar decisões operacionais que impactassem positivamente o negócio em sua totalidade, e não indicadores isolados. Foi criado um modelo conceitual e computacional de avaliação do TCO de insumos produtivos da empresa. Os resultados obtidos pelo modelo, através da aplicação em dois casos reais de compra de insumos, foram utilizados para ilustrar o funcionamento do TCO para os gestores da empresa. Concluiu-se com esse estudo que o TCO é uma ferramenta objetiva para a tomada de decisão, e que embora seja ideal a sua implementação em empresas que trabalhem com Custeio Baseado em Atividades (ABC), os benefícios de uma abordagem decisória fundamentada em seus conceitos justificam sua implementação, mesmo em empresas com outros métodos de custeio menos favoráveis.

Palavras-chaves: Custo Total de Propriedade. Experimentos Modelados. Estratégia de Compras de Matérias-Primas.

ABSTRACT

Using the concepts of the accounting theory of Total Cost of Ownership (TCO), this study proposed modelling the raw material acquisition decision in a cosmetic industry, mapping and correlating all costs and expenses related to the acquisition and possession of goods, so that they could be used in the construction of a purchasing decision model. The TCO is referred by several authors, as a philosophy for real understanding of all relevant cost related to doing business with a supplier, for a good or service. The theory supports the thesis that companies, in defining purchasing strategies, should not only look for acquisition expenses of an input of a certain supplier, but evaluate the cost related to the ownership of this asset. This study was conducted in a cosmetic company located in Brazil and had as a guide the leadership's desire to foster operational decisions that positively impact the business in its totality, rather than isolated indicators. It was created a conceptual and computational model to evaluate the TCO of productive assets in the company. The results obtained by the model, through the application in two real cases of purchase of goods, were used to illustrate the operation of the TCO for the managers of the company. It was concluded with this study that the TCO is an objective tool for decision making, and that although its implementation in companies that work with Activity Based Costing (ABC) is ideal, the benefits of a decision-making approach based on its concepts justify their implementation, even in companies with other less favorable costing methods.

Key-Words: Total Cost of Ownership. Modeling Experiments. Raw Materials Procurement Strategy.

Lista de Abreviações

- ABC (*Activity Based Costing*, em português, Custeio Baseado em Atividades)
- AHP (*Analytical Hierarchy Process*, em português, Método de Análise Hierárquica)
- DEA (*Data Envelopment Analysis*, em português, Análise Envoltória de Dados)
- DDP (*Delivered Duty Paid*, em português, Entregue com Impostos Pagos)
- DIO (*Days Inventory Outstanding*, em português, Dias de Inventário em Aberto)
- DPO (*Days Accounts Payable Outstanding*, em português, Dias de Contas a Pagar em Aberto)
- DSO (*Days Accounts Receivable Outstanding*, em português, Dias de Conta a Receber em Aberto)
- FCA (*Free Carrier*, em português, Livre Transportador)
- Incoterm* (*International Commercial Terms*, em português, Termos do Comércio Internacional)
- LCC (*Life Cycle Costing*, em português, Custeio do Ciclo de Vida)
- MFCA (*Material Flow Cost Accounting*, em português, Contabilidade de Custo do Fluxo de Material)
- MRP (*Material Requirements Planning*, em português, Planejamento das Requisições de Material)
- NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul)
- OAE (Eficiência Geral dos Ativos)
- OEEML (Eficiência Geral dos Equipamentos em uma linha de produção)
- OFE (Eficácia Geral da Fábrica).
- OPE (Eficiência Geral das Planta)
- PEE (Eficácia do Equipamento de Produção)
- PEE-cont (Eficácia do equipamento de produção em processos contínuos)
- PEE-disc (Eficácia do equipamento de produção em processos discretos)
- OTE (Eficácia Geral da Produção)
- TAC (Custo Anual Total de Importação)
- TCO (*Total Cost of Ownership*, em português, Custo Total de Propriedade)
- TEC (Tarifa Externa Comum)
- TEEP (Desempenho Total da Eficácia do Equipamento)
- TOEE (Eficiência Total do Equipamentos)
- WACC (*Weighted Average Cost of Capital*, em português, Custo Médio Ponderado de Capital)

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Número de publicações de TCO	12
Figura 1.2 – Custos Industriais no Segmento Cosmético	13
Figura 2.1 – Principais componentes do TCO	17
Figura 2.2 – Representação esquemática do CCC	35
Figura 2.3 – Representação esquemática dos fatores que influenciam preços globais	38
Figura 2.4 – Gráficos de Serra	40
Figura 2.5 – Fluxo de Armazenagem	43
Figura 2.6 - Etapas da Modelagem e Simulação	46
Figura 3.1 - Classificação da pesquisa segundo a proposta de Miguel <i>et al.</i> (2010)	48
Figura 3.2 - Fluxo do estudo	50
Figura 4.1 - Fluxo de compra e processamento de insumos	52
Figura 4.2 - Processos que compõem o TCO	53
Figura 4.3 – Representação esquemática dos custos logísticos	68
Figura 4.4 – Gráfico de Serra	72
Figura 4.5 – Representação esquemática do inventário e suas variáveis	73
Figura 4.6 - Visão do Modelo Computacional	85
Figura 4.7 - Visão TCO no Modelo Computacional	86

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Análise bibliométrica: número de trabalhos publicados por “Total Cost of Ownership”	15
Tabela 4.1 - Localização das fontes de fornecimento	51

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Comparação entre o AHP e o TCO	19
Quadro 2.2 – Classificação temporal das Atividades/Custo/Direcionador	20
Quadro 2.3 - Ocorrência dos direcionadores no tempo	20
Quadro 2.4 - Ocorrência dos direcionadores no tempo	21
Quadro 2.5 - Áreas de Pesquisa do TCO.....	22
Quadro 2.6 – Classificação dos Incoterms 2010 em E,F,C e termos D.	26
Quadro 2.7– Resumo das variáveis do cálculo landed	26
Quadro 2.8 – Base de Cálculo dos tributos incidentes na importação	31
Quadro 4.1 - Departamento e processos	56
Quadro 4.2A - Processos e Indicadores.....	58
Quadro 4.3A - Indicadores selecionados do TCO	59
Quadro 4.4- Análises da utilização dos indicadores.....	61
Quadro 4.5A- Base de dados dos indicadores do TCO	62
Quadro 4.6- Base temporal dos indicadores do TCO.....	64
Quadro 4.7- Custos e Despesas do TCO	65
Quadro 4.8- Custos e Despesas Pré-Transacionais	66
Quadro 4.9- Custos e Despesas Transacionais	67
Quadro 4.10 - Dados para análise, Caso 1	87
Quadro 4.11 - TCO Caso 1	87
Quadro 4.12 - Dados para análise, Caso1 - Nacionalização.....	89
Quadro 4.13 - TCO Caso 1 - Nacionalização.....	89
Quadro 4.14 - Dados para análise, Caso 2.....	90
Quadro 4.15 - TCO Caso 2.....	91

Sumário

1. Introdução.....	10
1.1. Justificativa	11
1.2. Objetivos gerais e específicos	13
1.3. Estrutura da dissertação	13
2. Fundamentação teórica.....	15
2.1. Considerações iniciais.....	15
2.2. Contribuições científicas e tecnológicas	15
2.3. Custo Total de Propriedade (TCO)	16
2.4. Comparação do TCO com outros modelos de determinação de custo e ferramentas de decisão.....	18
2.5. Aplicações do TCO.....	22
2.6. Custos e despesas relacionadas à aquisição e posse de matérias-primas.....	24
2.6.1. Custos logísticos.....	24
2.6.1.1. Incoterms	25
2.6.1.2. Custos na cadeia logística.....	26
2.6.1.3. Especificidades de importação no Brasil.....	29
2.6.1.3.1. Tributos na importação brasileira	31
2.6.1.3.2. Drawback.....	33
2.6.2. Capital de Giro	33
2.6.3. Custo de Capital	36
2.6.4. Preço do insumo	37
2.6.5. Inventário	39
2.6.6. Armazenagem.....	42
2.6.7. Performance produtiva e perdas de materiais	44
2.6.7.1. Performance Produtiva	44
2.6.7.2. Perdas de materiais	44
2.7. Modelagem e Simulação.....	45
2.7.1. Validação.....	47
3. Metodologia.....	48
3.1. Classificação da Pesquisa	48
3.2. Etapas do Trabalho e Método de Pesquisa	49

4. Desenvolvimento da pesquisa	51
4.1. Concepção do problema e modelo conceitual	51
4.1.1. Identificação do problema.....	51
4.1.2. Modelagem conceitual	52
4.1.2.1. Cálculo do Modelo Conceitual	65
4.1.2.1.1. Total Cost of Ownership	65
4.1.2.1.2. Custos e Despesas Pré-Transacionais.....	66
4.1.2.1.3. Custos e Despesas Transacionais	66
4.1.2.1.4. Custo de Aquisição do Insumo.....	67
4.1.2.1.5. Custo Logístico.....	68
4.1.2.1.6. Despesa Financeira de Inventário.....	71
4.1.2.1.7. Estoque do Ciclo de Reposição	74
4.1.2.1.8. Estoque de Segurança.....	75
4.1.2.1.9. Estoque por Obsolescência e Eventos	77
4.1.2.1.10. Despesas de Prazo de Pagamento	78
4.1.2.1.11. Custo de Armazenagem	79
4.1.2.1.12. Custo de Movimentação e Preparação do Insumo.....	81
4.1.2.1.13. Custo da Performance Produtiva	82
4.1.2.1.14. Custo de Perdas Normais	84
4.1.2.1.15. Despesas de Perdas Anormais e Custo de Produto Acabado Rejeitado	84
4.1.2.1.16. Custos e Despesas Pós-Transacionais.....	84
4.1.2.2. Validação do modelo conceitual	85
4.2. Implementação do modelo computacional	85
4.3. Análise da Simulação.....	86
4.3.1. Caso 1 – Análise do TCO da proposta de concorrentes.....	87
4.3.2. Caso 1 - Proposta de nacionalização através de um distribuidor	88
4.3.3. Caso 2 – Mudança de embalagem e armazenamento.....	90
4.3.4. Apresentação dos Resultados	91
4.3.5. Avaliação dos resultados	92
5. Conclusão	94
Referências bibliográficas	96

1. Introdução

Empresas tem buscado tornarem-se cada vez mais eficientes para sobreviverem e prosperarem em um ambiente altamente competitivo como o atual, acirrado pela globalização econômica. Com o avanço das estruturas logísticas tornou-se possível comprar e vender de todas as partes do mundo, fazendo com que empresas tenham que competir em um nível global, independentemente do país onde estejam localizadas. Adicionalmente, a necessidade de retorno aos acionistas de empresas de capital aberto é outro fator que demanda ainda mais a melhoria dos resultados das corporações. Para uma melhor performance as empresas podem vender mais ou terem um retorno financeiro maior sobre as vendas. Essa melhoria do retorno se dá quando os preços podem ser elevados, o que é mais difícil de ser feito em um ambiente competitivo, ou pela redução de custos e despesas. Esse estudo analisou a utilização de uma ferramenta contábil chamada de Custo de Total de Propriedade (TCO, do inglês, *Total Cost of Ownership*), como um auxílio ao controle desses custos e despesas, fornecendo uma ótica focada na aquisição de insumos e seus impactos ao longo do ciclo produtivo e de vendas. Essa análise se deu em uma indústria cosmética localizada no Brasil.

O TCO, de acordo com Ellram and Siferd (1998), é uma ferramenta contábil e uma filosofia que busca entender o verdadeiro custo de se comprar um bem ou serviço de um fornecedor específico. Uyar (2014), explicou que a frase “Custo Total de Propriedade” foi originalmente desenvolvida em 1987 por Bill Kirwin, diretor na Gartner Inc, para se referir a todos os custos associados com a aquisição, licença, implementação, manutenção, atualização e suporte técnico dos sistemas computacionais nas organizações.

Degraeve, Roodhooft e Van Doveren (2005) explicaram que a implementação do TCO implica, inicialmente, na determinação de todos os custos gerados por fornecedores na cadeia de valor das empresas compradoras. A etapa seguinte, envolve a alocação dos custos sobre diferentes atividades identificadas, típicas do sistema de Custeio Baseado em Atividade (ABC, do inglês, *Activity Based Costing*). Como etapa final, ocorre a determinação da influência dos diferentes fornecedores na cadeia de valor da empresa compradora. O objetivo dessa abordagem é minimizar o custo total de propriedade, quando desenvolvida uma estratégia de compras. Wouters, Anderson, Wynstra (2005) também descreveram as dificuldades da implementação do TCO em empresas que não trabalham com o sistema de custeio ABC, ficando o TCO resignado a uma análise fora dos livros contábeis.

Uma análise de TCO pode envolver diferentes custos, dependendo da natureza da empresa, mercadoria produzida ou serviço prestado. Cavinato (1991), em um dos estudos pioneiros em TCO, analisou as estruturas de custos dentro da cadeia de fornecimento, como mão de obra, eficiência de processo, custo de capital, impostos e depreciação. Ferrin e Plank (2002), através de uma pesquisa com 73 diferentes empresas, mapearam 237 indicadores de custos que poderiam ser utilizados na definição do TCO.

Dessa forma, esse trabalho teve como intuito utilizar os conceitos da ferramenta do TCO para modelar um processo de aquisição de insumos em uma indústria cosmética, a fim de propiciar uma ótica diferente dos custos e despesas, auxiliando a tomada de decisão no processo de compra.

1.1. Justificativa

De acordo com o estudo de Ferrin e Plank (2002), diferentes pesquisas acadêmicas tem abordado o conceito de custo total, e seu intuito principal é a necessidade do gestor em concentrar ou reduzir os custos indiretos. Os estudos Custo Total (CAVINATO, 1991), Custo Total de Propriedade (ELLRAM, 1993), Custos do Ciclo de Vida do Produto (SHIELDS E YOUNG, 1991), ou Custeio do Ciclo de Vida (JACKSON E OSTROM, 1980) tem propostas semelhantes, de entender os custos além da aquisição e gerar uma visão administrativa que permita a atuação do gestor em suas mitigações.

O estudo de Uyar (2014) listou uma série de benefícios em se utilizar o TCO na determinação dos custos relacionados ao ciclo de vida dos produtos:

- O TCO é uma abordagem lógica e de fácil entendimento;
- A abordagem traz o custo total de um item em perspectiva, portanto, uma melhor seleção de fornecedores pode ser feita;
- Os modelos podem fornecer importantes dados para análise, negociação, e redução do custo do custo total de compra, e assim, aumentar a rentabilidade;
- O TCO auxilia empresas a planejarem performance futura de fornecedores;
- O TCO auxilia empresas a preverem o desempenho de novos itens baseados em dados históricos.

Wouters, Anderson e Wynstra (2005) explicaram em seu estudo que entender as vantagens e desvantagens dos diversos custos relacionados as decisões de compra é extremamente relevante para que se possa diferenciar entre opções que agregam ou não valor,

tanto da ótica do fornecedor como do cliente, e que o TCO torna a função de compras mais orientada a esse valor.

Existe um crescente interesse pelo tema TCO em publicações acadêmicas. Em pesquisa realizada na base de dados *on-line* Scopus, efetuada em 05/02/2018 pelo termo “Total Cost of Ownership”, foram encontrados os seguintes números de publicações por ano, apresentados na Figura 1.1. O número crescente de publicações indica que essa área de pesquisa tem ganhado relevância entre os pesquisadores.

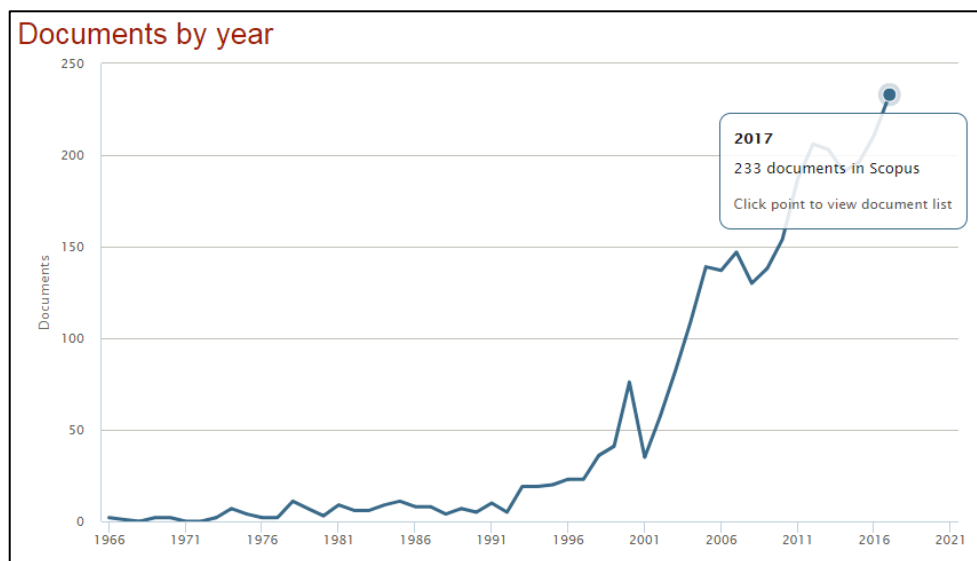


Figura 1.1 - Número de publicações de TCO

Fonte: *Scopus*

Este estudo foi conduzido em uma empresa multinacional do segmento cosmético localizada no Brasil. A escolha por essa companhia foi feita pelo impacto majoritário que a aquisição de insumos tem em seus custos, permitindo, assim, que ações com a finalidade de melhorar as decisões de compras sejam desejadas e relevantes para a organização. Adicionalmente, a diversidade da cadeia de fornecimento desse segmento gera complexidade na análise dos diferentes impactos oriundos de uma decisão de compra. Entretanto, ao mesmo tempo em que dificulta, essa complexidade gera um cenário rico para que diferentes opções de compras sejam analisadas e consideradas. Conforme relatório de Panteva (2011), apresentado na Figura 1.2, compras de insumos são os maiores componentes de custos da indústria cosmética, contabilizando 58,1%, e quaisquer mudanças nos preços das matérias primas afetam os custos dos produtos e o lucro das empresas.

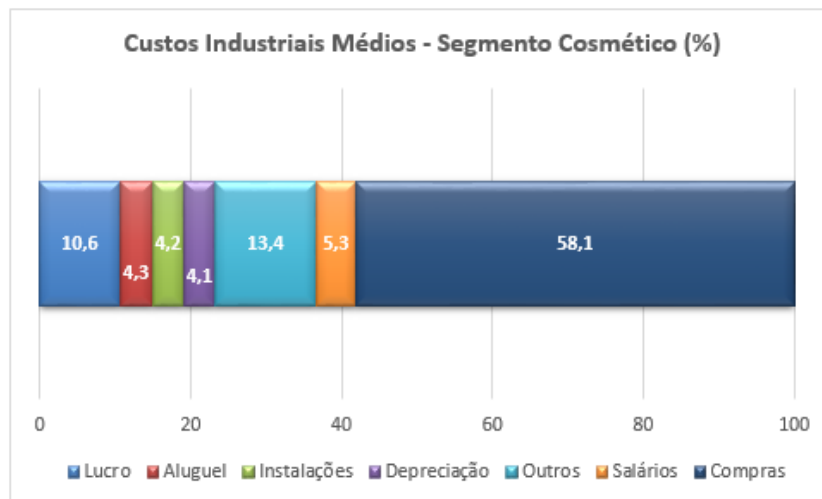


Figura 1.2 – Custos Industriais no Segmento Cosmético

Fonte: Panteva (2011)

Por fim, a decisão de se propor um modelo conceitual de decisão de compras, baseado nos conceitos de TCO, deve-se pelo desejo da liderança em fomentar decisões que impactassem positivamente o negócio em sua totalidade, e não indicadores operacionais isolados.

1.2. Objetivos gerais e específicos

O objetivo geral desse estudo foi propor um modelo conceitual de decisão de compras, baseados na filosofia do TCO, para uma empresa do segmento cosmético localizada no Brasil. Para facilitar o entendimento, e ilustrar de forma mais clara a aplicação dos conceitos de TCO, foi criado um modelo computacional para a aplicação do modelo conceitual, simulando alguns casos práticos.

O objetivo específico desse estudo foi mapear e correlacionar todos os custos e despesas relacionados a aquisição e posse do insumo, para que pudessem ser utilizados na construção de um modelo de TCO de insumos produtivos.

1.3. Estrutura da dissertação

Para atingir os objetivos definidos, esta dissertação foi estruturada em cinco capítulos, sendo o primeiro, esse de Introdução.

O Capítulo 2 apresentou a fundamentação teórica da metodologia do TCO, e uma revisão dos trabalhos publicados nessa área de pesquisa. Adicionalmente, foi apresentada uma

análise da contribuição científica e tecnológica desse estudo para a academia. Por fim, foi feita uma breve revisão dos componentes contábeis que farão parte da análise do TCO nesse estudo, assim como uma revisão sobre modelagem e simulação.

No Capítulo 3, foi apresentada a classificação acadêmica da pesquisa, considerando sua natureza, objetivo e abordagem. Adicionalmente, foi descrito o método de pesquisa e as etapas do trabalho.

O Capítulo 4 apresentou a construção detalhada do modelo conceitual do TCO, descrevendo os métodos de cálculos de seus componentes e suas inter-relações. Nesse capítulo, foi descrito em detalhes como se chegou ao modelo conceitual, através de entrevistas com especialistas e mapeamentos produtivos. Adicionalmente, foi apresentado o modelo computacional e sua validação. Também foram apresentados os resultados da simulação de dois casos práticos na empresa. Finalmente, apresentou-se a avaliação dos gestores sobre o modelo proposto, e a viabilidade de implementação como ferramenta decisória.

O Capítulo 5, por fim, encerrou o trabalho, apresentando as conclusões do autor sobre o tema pesquisado. Foi feita também a verificação do cumprimento dos objetivos propostos, e, finalmente, foram feitas algumas sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

2.1. Considerações iniciais

Nesse capítulo apresentou-se a fundamentação teórica sobre o tema TCO, e uma revisão dos estudos que abordaram o assunto. De forma a destacar a contribuição científica e tecnológica desse estudo, foi realizada uma análise bibliométrica sobre o TCO em publicações acadêmicas. Também foi apresentado uma comparação do TCO com outros modelos de determinação de custo e ferramentas de decisão. Adicionalmente, apresentou-se uma breve revisão teórica sobre os componentes do TCO que fizeram parte do modelo conceitual. A seleção de tais componentes foi feita no Capítulo 4 desse trabalho, entretanto, tanto pela organização lógica do estudo, quanto pela relevância dos conceitos abordados para a pesquisa, considerou-se mais adequado apresentar a teoria antecipadamente, dentro da fundamentação teórica. Finalmente, foi feita uma breve fundamentação teórica sobre modelagem e simulação.

2.2. Contribuições científicas e tecnológicas

Buscando-se avaliar a relevância do TCO em estudos acadêmicos, foi realizada uma pesquisa bibliométrica sobre o assunto. A pesquisa foi efetuada em 11/09/2017 pelo termo “*Total Cost of Ownership*”, considerando o período de 10 anos, e utilizando os *websites Scopus, Emerald Insight, e Web of Science*, amplamente utilizados para a busca de produções acadêmicas. Os resultados foram apresentados na Tabela 2.1. Concluiu-se, com bases nos resultados, que o tema possui um número relevante de publicações, e dessa forma, possui relevância acadêmica.

Tabela 2.1 - Análise bibliométrica: número de trabalhos publicados por “Total Cost of Ownership”

Ano	Scopus	Emerald	Web of Science
2017	76	18	44
2016	130	19	93
2015	130	28	66
2014	134	32	70
2013	128	19	59
2012	141	27	56
2011	125	23	55
2010	108	31	45
2009	82	28	43
2008	78	40	33
Total	1132	265	564

Fonte: *Scopus, Emerald Insight e Web of Science*

Não foi objetivo desse estudo ser inédito quanto a aplicação da metodologia do TCO, mas somente no segmento industrial, e dentro da abordagem definida. Para esse fim, utilizou-se a ferramenta “busca dentro de resultados”, disponíveis nos *websites* consultados. As palavras chaves consultadas foram *Cosmetic* e *Personal Care*, que descrevem o segmento industrial da empresa onde esse estudo foi conduzido. Na base de dados da *Emerald Insight* foi encontrado o trabalho de Kumar, Degroot e Choe (2008), que apresentou a palavra *Cosmetic*, entretanto, não se tratava de um estudo de aplicação do TCO no segmento cosmético. Nenhuma publicação com as palavras chaves foi encontrada nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Dessa forma, verificou-se que o trabalho era inédito dentro do segmento industrial e abordagem definidas, contribuindo cientificamente sobre o tema.

2.3. Custo Total de Propriedade (TCO)

Armstrong (2002) descreveu o TCO como o rastreamento de todos os custos para processar materiais ou componentes para um fornecedor específico (armazenagem, manuseio, processamento, inspeção, retrabalho, devolução e etc.), de modo que os benefícios em se utilizar um com maior qualidade possam compensar o uso de outro, com um custo menor. De acordo com Ellram (2002), o Custo Total de Propriedade é definido como uma filosofia para que realmente se possa entender todos os custos relevantes relacionados ao se fazer negócio com um fornecedor em particular, para um bem ou serviço.

O estudo de Ellram (1995) descreveu uma pesquisa feita com onze empresas que optaram por trabalhar com uma abordagem TCO, e proveu doze razões pelas quais as empresas utilizavam essa metodologia:

1. Suportar seleção de fornecedores;
2. Premiar fornecedores por performance;
3. Direcionar melhorias com fornecedores e identificar prioridades;
4. Direcionar grandes mudanças de processo;
5. Planejar ou antecipar performance futura de fornecedores;
6. Medir performance atual de fornecedores;
7. Prover informações para negociação;
8. Prever a performance de novos itens baseados em informações históricas;
9. Concentrar recursos em poucas e importantes compras;

10. Comparar a performance de fornecedores;
11. Suportar alianças estratégicas;
12. Reduzir a base de fornecedores e suportar decisões de alocação de volume.

Ellram (1993) apresentou um modelo lógico de avaliar os elementos de custo que impactam uma avaliação por TCO, conforme Figura 2.1.

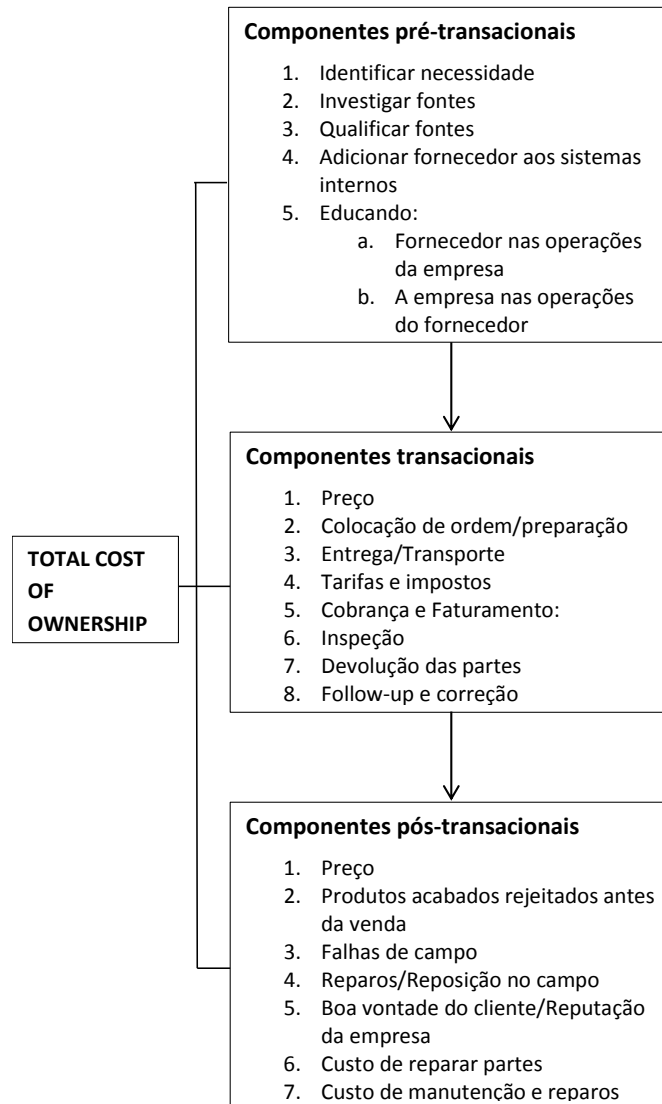


Figura 2.1 – Principais componentes do TCO
Fonte: Adaptado Ellram (1993)

Os elementos apresentados são baseados em todas as etapas que compõem a manufatura e venda de um produto. São os componentes pré-transacionais, transacionais e pós-transacionais. Os componentes transacionais são relacionados à operação de produção ou

prestação de serviço, enquanto os pré-transacionais se referem à preparação para a etapa posterior. Finalmente, o pós-transacional descreve as atividades e os custos de venda e pós-venda, como manutenção e reabastecimento de clientes por produtos defeituosos.

Ellram (1995) afirmou em seu estudo que adicionalmente ao preço pago pelo item, o TCO pode incluir alguns outros elementos, como, por exemplo, envio de ordem, pesquisa e qualificação de fornecedores, transporte, recebimento, inspeção, rejeição, reposição, parada de máquina causada por falhas, custo de destruição e assim por diante.

2.4. Comparação do TCO com outras ferramentas de decisão

Existem diferentes modelos de determinação de custo que podem ser utilizados para se entender o custo de determinado bem ou serviço, ao longo do seu ciclo de vida. De acordo com Uyar (2014), vários tipos de modelos de custos são usados para entender o custo total nas decisões de compras e avaliações de fornecedores, como o Custeio do Ciclo de Vida, Tarifa Base Zero, Custo Alvo, Custeio Baseado em Atividade (ABC) e o próprio TCO. Saccani, Perona e Bacchetti (2017) afirmaram em seu estudo que a diferença principal entre o Custeio do Ciclo de Vida e o TCO é que o primeiro adota a perspectiva do produto, os custos de computação ligados à concepção, design, fabricação, distribuição, operação e eliminação do bem, enquanto o segundo adota o ponto de vista do comprador, calculando os custos relacionados à pesquisa, aquisição, instalação, operação e disposição para um cliente, e, portanto, um horizonte de tempo mais curto do que todo o ciclo de vida do produto.

Quanto as ferramentas que suportam a decisão, o estudo de Bhutta e Huq (2002) apresentou uma comparação entre os métodos TCO e o Método de Análise Hierárquica (AHP, do inglês, *Analytical Hierarchy Process*) para a seleção de fornecedores. Na análise de TCO foram utilizados exemplos como custo do material, mão de obra, custo de qualidade, retrabalho, custo de atrasos, custos de design, custo pós-vendas entre outros. O AHP considera fatores e pesos para compor a decisão final, como nível de serviço preferível, extremamente preferível, pouco preferível entre outros. O resultado comparativo menciona que o AHP está mais focado em decisões com fatores intangíveis, enquanto o TCO tende a ser mais utilizado para decisões onde o custo é mais relevante. O AHP necessita de mais alinhamento gerencial para ser

implementado, enquanto o TCO requer uma maior rastreabilidade e manutenção de dados de custo. A Quadro 2.1 traz o resultado comparativo entre os dois métodos.

Quadro 2.1 – Comparação entre o AHP e o TCO

Características importantes	AHP	TCO
Procedimento	São utilizadas escalas hierarquizadas e proporções para integrar e então utilizar a comparação em pares e eventuais sínteses para encontrar a "melhor" solução	Olha além do preço de compra para incluir todos os custos relacionados a compra
Situações de decisão	Priorização de decisões feitas com fatores intangíveis, conjuntamente com fatores intuitivos, qualitativos e aspectos racionais	Seleção de fornecedores, assim como avaliação de fornecedores
Vantagens	Utiliza critérios de comparação e aspectos individuais, e dentro de cada critério os aspectos podem ser abordados. Força gestores a fazerem escolhas. É simples.	Provê uma clara e quantitativa avaliação e critério de seleção. Muda o foco de custo de compra para custo total. Ajuda a encontrar custos que poderiam ficar escondidos. Provê mensagens consistentes para fornecedores como requerimentos e critérios de seleção.
Desvantagens	Requer enumeração de todos os problemas. Requer envolvimento intenso do gerência. Força escolhas.	Complexo. Requer rastreabilidade intensa e manutenção dos dados de custo. Requer mudança cultural. Geralmente aplicado em uma situação específica.
Categoria de avaliações de fornecedores	Performance, capacidade, estrutura de negócio, sistema de qualidade.	
Aplicações	Conflitos de múltiplos interesses, seleção de fornecedores baseado em numerosos fatores, quando o preço somente não é fator determinante na seleção de fornecedores.	Avaliação de fornecedores assim como seleção, quando custo é a alta prioridade

Fonte: Bhutta e Huq (2002)

Os métodos AHP e TCO também podem existir conjuntamente, Ramanathan (2007), combinou o TCO e o AHP para a tomada de decisão na seleção de fornecedores. Utilizando três diferentes versões de modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA, do inglês, *Data Envelopment Analysis*), o autor demonstra a aplicação da combinação de TCO e AHP.

Bezerra e Nascimento (2005) propuseram um modelo de integração entre o TCO e o ABC, que exemplificou como as atividades relacionadas ao processo de compra e ciclo de vida do insumo podem ser utilizadas apropriar os custos indiretos. O Quadro 2.2 apresenta as atividades relevantes e os direcionadores de custos que foram utilizados para apropriar os custos.

Quadro 2.2 – Classificação temporal das Atividades/Custo/Direcionador

FORNECEDOR A - EQUIPAMENTO X			
	ABC	UNITÁRIO	DIRECIONADOR
Pré-Transacional	Identificar necessidades	(345.00)	Número de Fornecedores
	Identificar alternativas de fornecedores	(367.00)	Número de Fornecedores
	Qualificar os fornecedores	(2.345.00)	Número de Treinamentos
	Adaptar sistemas internos	(150.00)	Tempo Consumido (horas)
	Adaptar mecanismos de recebimento	(150.00)	Tempo Consumido (horas)
Transacional	Preço da compra	(120.000.00)	---
	Impostos de aquisição e desembaraço	(12.000.00)	---
	Fazer pedido de compra	(24.00)	Número de Pedidos
	Acompanhar processo de compra	(36.00)	Número de Pedidos
	Transportar equipamento	(1.500.00)	---
	Inspeccionar material	(120.00)	Número de Inspeções
	Instalar	(150.00)	Tempo Consumido (horas)
	Receber fatura de fornecedor	(70.00)	Número e Faturas
	Pagar fornecedor	(80.00)	Número de Pagamentos
	Corrigir documentos com falha	(230.00)	Número de Falhas
	Devolver pedidos incorretos	(134.00)	Número de Devoluções
Pós-Transacional	Manter equipamento	(780.00)	Número de Manutenções
	Rejeitar produtos finais antes da venda	(458.00)	Número de Rejeições
	Identificar falhas	(456.00)	Número de Falhas
	Reparar equipamento	(834.00)	Número de Reparos
	Trocar equipamento (Garantia)	(150.00)	Tempo Consumido (horas)
	Descartar equipamento	30.000.00	---

¹ Custos Diretos ao Fornecedor/Produto

² Resíduo de valor esperado (receita líquida)

Fonte: Bezerra e Nascimento (2005)

O Quadro 2.3 apresenta o número de ocorrências de direcionadores ao longo do período de 6 anos.

Quadro 2.3 - Ocorrência dos direcionadores no tempo

		OCORRÊNCIAS EM 6 ANOS					
ABC	HOJE	1	2	3	4	5	6
Identificar necessidades	1						
Identificar alternativas de fornecedores	1						
Qualificar os fornecedores	1		1		1		
Adaptar sistemas internos	230						
Adaptar mecanismos de recebimento	134						
Preço da compra	1						
Impostos de aquisição e desembaraço	1						
Fazer pedido de compra	30	33	36	39	42	46	46
Acompanhar processo de compra	30	33	36	39	42	46	46
Transportar equipamento	1						
Inspeccionar material	30	33	36	39	42	46	46
Instalar	24						
Receber fatura de fornecedor	30	33	36	39	42	46	46
Pagar fornecedor	30	33	36	39	42	46	46
Corrigir documentos com falha	3	3	3	4	4	4	4
Devolver pedidos incorretos	5	5	5	6	6	6	6
Manter equipamento		3	3	3	3	3	3
Rejeitar produtos finais antes da venda		2	2	2	2	2	2
Identificar falhas		3	4	4	3	3	3
Reparar equipamento			1	1	1	1	1
Trocar equipamento (Garantia)							
Descartar equipamento							1

Fonte: Bezerra e Nascimento (2005)

O Quadro 2.4 descreve o resultado da apropriação dos custos. Adicionalmente, o estudo apresenta uma análise do valor do TCO para fornecedores dentro de intervalo de 6 anos, retornando os impactos ao valor presente através da utilização de uma taxa de retorno.

Quadro 2.4 - Ocorrência dos direcionadores no tempo

ABC	HOJE	CUSTO POR ANO						Valor Presente*
		1	2	3	4	5	6	
Identificar necessidades	(345,00)	-	-	-	-	-	-	(345,00)
Identificar alternativas de fornecedores	(367,00)	-	-	-	-	-	-	(367,00)
Qualificar os fornecedores	(2.345,00)	-	(2.345,00)	-	(2.345,00)	-	-	(6.079,10)
Adaptar sistemas internos	(34.500,00)	-	-	-	-	-	-	(34.500,00)
Adaptar mecanismos de recebimento	(20.100,00)	-	-	-	-	-	-	(20.100,00)
Preço da compra	(120.000,00)	-	-	-	-	-	-	(120.000,00)
Impostos de aquisição e desembaraço	(12.000,00)	-	-	-	-	-	-	(12.000,00)
Fazer pedido de compra	(720,00)	(792,00)	(864,00)	(936,00)	(1.008,00)	(1.104,00)	(1.104,00)	(5.125,08)
Acompanhar processo de compra	(1.080,00)	(1.188,00)	(1.296,00)	(1.404,00)	(1.512,00)	(1.656,00)	(1.656,00)	(7.887,82)
Transportar equipamento	(1.500,00)	-	-	-	-	-	-	(1.500,00)
Inspecionar material	(3.600,00)	(3.960,00)	(4.320,00)	(4.680,00)	(5.040,00)	(5.520,00)	(5.520,00)	(25.825,41)
Instalar	(3.600,00)	-	-	-	-	-	-	(3.600,00)
Receber fatura de fornecedor	(2.100,00)	(2.310,00)	(2.520,00)	(2.730,00)	(2.940,00)	(3.220,00)	(3.220,00)	(14.948,16)
Pagar fornecedor	(2.400,00)	(2.640,00)	(2.880,00)	(3.120,00)	(3.360,00)	(3.680,00)	(3.680,00)	(17.083,81)
Corrigir documentos com falha	(690,00)	(690,00)	(690,00)	(920,00)	(920,00)	(920,00)	(920,00)	(4.532,90)
Devolver pedidos incorretos	(670,00)	(670,00)	(670,00)	(804,00)	(804,00)	(804,00)	(804,00)	(4.147,84)
Manter equipamento	-	(2.340,00)	(2.340,00)	(2.340,00)	(2.340,00)	(2.340,00)	(2.340,00)	(10.817,54)
Rejeitar produtos finais antes da venda	-	(916,00)	(916,00)	(916,00)	(916,00)	(916,00)	(916,00)	(4.234,56)
Identificar falhas	-	(1.368,00)	(1.824,00)	(1.824,00)	(1.368,00)	(1.368,00)	(1.368,00)	(7.077,03)
Reparar equipamento	-	-	(834,00)	(834,00)	(834,00)	(834,00)	(834,00)	(3.083,26)
Trocar equipamento (Garantia)	-	-	-	-	-	-	-	-
Descartar equipamento	-	-	-	-	-	-	30.000,00	18.905,09
TCO - FORNECEDOR A - EQUIPAMENTO X								(283.949,02)

* Taxa de retorno de 8%

Fonte: Bezerra e Nascimento (2005)

Wouters, Anderson, Wynstra (2005) combinaram o TCO com o sistema de custeio ABC, desenvolvendo um modelo que explicasse o relacionamento entre oito diferentes hipóteses para justificar a adoção do TCO, sendo elas, a pressão competitiva no mercado, orientação para compras estratégicas, suporte a decisão gerencial, comprometimento gerencial funcional, experiência em análise de valor, adequação das informações de TCO, sucesso das iniciativas de TCO, e revisão baseado em TCO e sistema de recompensa. Devido à utilização do custeio ABC, foi possível capturar com mais fidelidade os benefícios da adoção do TCO.

Degraeve e Roodhooft (1999) explicam em seu estudo que a maioria dos sistemas existentes de custeio baseado em atividades, como o ABC, se concentram principalmente em atividades relacionadas a produtos, serviços, departamentos e, em menor escala, clientes (análise de lucratividade do cliente). Esses sistemas raramente são configurados com o propósito de selecionar fornecedores e definir a política de compras de uma organização. Isso exigiria informações muito mais detalhadas relativas à aquisição de bens e serviços do que o

previsto na maioria dos sistemas de custeio baseados em atividades. Entretanto, o TCO faz uso do ABC para a identificação dos custos relacionados a fornecedores, selecionando atividades e direcionadores que estejam relacionados aos mesmos.

Garfamy (2006) apresentou a metodologia de aplicação da DEA para comparar os desempenhos gerais dos fornecedores com base no conceito de TCO, para fins de avaliação e seleção de fornecedores. Utilizando um modelo simplificado, e visando reduzir o TCO, foram utilizadas as variáveis de entrada como o custo de fabricação, custo de qualidade, custo de tecnologia, custo do serviço pós-venda e preço por unidade de peças. Os resultados do modelo DEA sugerem fornecedores alternativos adicionais aos selecionados pela técnica TCO. O artigo conclui que as técnicas de contabilidade gerencial, como o TCO, devem ser utilizadas de forma holística e complementadas por outra abordagem de avaliação, como a DEA, para serem mais adequadas e aplicáveis no processo de seleção de fornecedores.

2.5. Aplicações do TCO

O tema TCO tem sido estudado em diferentes áreas de conhecimento ao longo dos anos. Em pesquisa realizada na base de dados *on-line Web of Science*, efetuada em 05/11/2017 pelo termo “Total Cost of Ownership” para o período de 10 anos, foram encontradas as seguintes área de pesquisa mais utilizadas, apresentados no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 - Áreas de Pesquisa do TCO

Área de pesquisa	Número de ocorrências
Engenharia	461
Negócios e Economia	274
Ciência da Computação	234
Telecomunicações	117
Energia e Combustível	101
Transporte	78
Ciências do Meio Ambiente e Ecologia	62

Fonte: *Web of Science*

A literatura em TCO é vasta e o tema foi pesquisado para diferentes aplicações. Grande parte das publicações segue a linha da seleção de fornecedores e análises de compra versus fabricação. O estudo de Degraeve, Roodhooft e Van Doveren (2005) apresentou um modelo de TCO desenvolvido junto à empresa Usinor, uma companhia multinacional de produção de aço,

onde conjuntamente com o corpo de engenheiros da empresa, foi desenvolvido uma matriz para capturar os custos incorridos em cada etapa de aquisição e utilização de insumos pela empresa. Com base no resultado dessa matriz se desenvolve um modelo matemático para cálculo do TCO.

Ellram e Maltz (1995) analisaram o uso do TCO para medir os impactos nas escolhas de *outsourcing*, utilizando como variáveis de comparação o preço, o juros sobre capital próprio, transporte, a mão de obra utilizada no suporte das atividades internas e o impacto em dólares pela redução de obsolescência.

Algumas pesquisas de campo também foram publicadas sobre o TCO, como Al-Alawi e Bradley (2013), que o analisaram do ponto de vista de clientes de carros híbridos, que funcionam com energia elétrica e combustível fóssil, nos USA. Visando entender o prazo de retorno na aquisição, o autor criou um modelo que considerava não somente o custo de aquisição dos veículos, mas os gastos com manutenção, seguro, registro e combustível. Os resultados foram então comparados com os obtidos por outros modelos de carro, por análise de sensibilidade.

O estudo de Hurkens, Valk e Wynstra (2006) propôs uma série de indicadores de custos para a mensuração do impacto do TCO dentro de uma empresa de prestação de serviços de troca de vidro automotivos, no processo de pós-venda. O intuito dessa análise foi suportar as equipes de compras na alocação de volume para determinados fornecedores, uma vez que alguns parâmetros que geravam custo se diferenciavam entre as empresas. Para essa análise, foi construída uma planilha de cálculo incorporando equações matemáticas dos indicadores selecionadas. Foram abordados na mensuração do TCO os impactos no fluxo de caixa e custos de estoque, como manuseio, armazenagem e custo de inventário. Problemas relacionados a qualidade do item e reembolso do fornecedor também foram mensurados. O autor conclui que a complexidade de um estudo TCO aumenta com a agregação de diferentes custos nas análises, e sua condução depende do nível de informação disponível.

Dogan e Aydin (2011) utilizaram o conceito de TCO combinado com redes Bayesianas na seleção de novos fornecedores *Tier-1* na indústria automotiva. Os critérios de seleção foram custo de design do produto, logística, operações, confiança nas entregas, entre outros.

Song (2007) fez uma análise profunda dos custos de terceirização de um componente de um produto de uma empresa britânica para a China, que anteriormente era produzido na Grã-Bretanha, buscando avaliar a real redução de custo gerado pela mudança. O estudo foi definido como Custo Total de Aquisição, que se assemelha aos conceitos ao TCO e ao Custo do Ciclo

de Vida (LCC, do inglês, *Life Cycle Costing*). Originalmente no estudo a redução estimada pelos métodos convencionais era de 388 mil libras esterlinas, quando se consideravam somente preço, transporte, impostos e custos diretos, passando a 294 mil libras utilizando o modelo TCO proposto. As categorias de custo listadas foram, Coleta de Informação, Seleção de Fornecedores e negociação (*one off*), Preço (*on going*), Administração (*ongoing*), Logística e Inventário (*ongoing*), Problema de Qualidade (*ongoing*), Gerenciamento de Fornecedores (*ongoing*) e outros custos. Custos que inicialmente não haviam sido considerados se demonstraram impactantes. O custo de capital necessário para financiar inventário, por exemplo, subiu 12840 libras pelo fato do *lead time* ter aumentado em 8 semanas. O preço da embalagem para transporte entre os países, que necessita ser mais robusto, aumentou em 59%, considerando seu custo e mais o preço de sua remoção na chegada ao país de destino. Apesar de ter gerando um ganho no primeiro ano de 27045 mil libras no primeiro ano, a variação da moeda mostrou-se um fator de risco na avaliação desses custos, uma vez que a sua falta de previsibilidade gerou uma necessidade de cobertura financeira não prevista. A discussão do estudo trouxe uma frase de um gestor da empresa que é de grande valia, não somente para o trabalho desenvolvido por Song (2007), mas também para todos estudos que buscam mensurar custos de maneira total. Esse gestor afirmou que a empresa não necessitava de um modelo científico complexo, mas de um modelo suficientemente acurado para a tomada de decisão.

2.6. Custos e despesas relacionadas à aquisição e posse de matérias-primas

Nesse subcapítulo foi apresentada uma fundamentação teórica sobre os custos e despesas relacionados a aquisição e posse de insumos. O modelo conceitual proposto no Capítulo 4 desse estudo abordou esses temas, e essa fundamentação contribui com o melhor entendimento da proposta.

2.6.1. Custos logísticos

Custos logísticos são definidos como todos os gastos incorridos desde a saída da mercadoria da planta do vendedor até sua entrega ao comprador, incluindo fretes, custos de portos, aeroportos, taxas alfandegárias, impostos não recuperáveis e outros tributos que necessitem ser pagos durante o trajeto. Existem três modais utilizados para transporte de

mercadorias: aéreo, marítimo e terrestre. Ao se optar por um deles, a equação custo, velocidade e segurança é alterada em maior ou menor grau para cada uma dessas variáveis. Se tende, como regra geral, transportar mercadorias de maior valor e menor volume em modais aéreos, onde os custos incorridos tem um impacto proporcionalmente reduzido ao valor de venda. Os riscos de deterioração da carga tendem a ser menores. *Commodities* de baixo valor são geralmente transportados em modais marítimos e terrestre, onde o custo por aérea tende a ser menor. O tempo de transporte nesse modal tende a ser superior ao aéreo, ocorrendo também exposições mais acentuadas a variações de temperatura, e os riscos de deterioração da carga tendem a serem maiores.

2.6.1.1. Incoterms

O contrato de compra e venda definido entre as partes determina quais custos logísticos serão pagos por cada uma delas, e a responsabilidade e risco de cada um nessa cadeia. Os *Incoterm (International Commercial Terms)* são normas que regulam alguns aspectos do comércio internacional, mas que também são utilizados na definição dos termos em comércio interno dos países. A escolha de determinado *Incoterm*, de acordo com Malfliet (2011), tem um grande impacto em custos, riscos, responsabilidades e formalidades na importação.

Em Janeiro de 2011 os *Incoterm 2010* se tornaram vigentes, fornecendo interpretação harmonizada de regras para onze termos de comércio comuns. Cada sigla de *Incoterm* define uma combinação de responsabilidades que devem ser seguidas por vendedores e compradores. Um exemplo é o *Incoterm EXW (Ex Works)*, onde o comprador coleta o material na planta do vendedor e fica responsável por todo o transporte, onde se incluem os custos logísticos, seguros, e documentações de importação e nacionalização de determinado item. O Quadro 2.6 do estudo de Malfliet (2011) apresenta uma divisão dos *Incoterms* determinada pelo pagamento do frete principal. Contratos E, ou de partida, é o modelo no qual o comprador se responsabiliza por todos os fretes e todos os outros custos da cadeia. Termos F e C são os quais o vendedor não paga e paga o frete principal, respectivamente. Os contratos D são chamados de contrato de chegada, onde o vendedor se responsabiliza por todos os fretes e quase a totalidade de custos da cadeia. Dentro de cada categoria existem subdivisões que determinam o momento do faturamento do material, onde a posse contábil se altera, assim como a responsabilidade por pagamento de seguro e taxas alfandegárias.

Quadro 2.6 – Classificação dos Incoterms 2010 em E,F,C e termos D.

Partida			Chegada
Categoria E	Categoria F	Categoria C	Categoria D
EXW	FCA	CPT	DAT
	FAS	CIP	DAP
	FOB	CFR	DDP
		CIF	

Fonte: Malfliet (2011)

2.6.1.2. Custos na cadeia logística

De acordo com o estudo de Hausman, Lee e Subramanian (2005), uma forma de se estimar os custos inseridos na aquisição de uma mercadoria de um país para o outro é chamado de *landed cost*. Em seu cálculo estão inseridos o preço do produto, o valor do transporte, os pagamentos efetuados no processo alfandegário (processamento, tarifas alfandegárias, operações de porto, entre outros), os custos de inventário em trânsito e o de estoque de segurança. Young (2009), através de uma pesquisa com empresas americanas de segmentos distintos, identificou seis fatores que compõem o cálculo do *landed cost* em cada uma delas. Preço dos insumos e transporte faziam parte da composição de cálculo em 100% das empresas entrevistadas. 83% das empresas utilizavam impostos alfandegários em sua composição, sendo que algumas delas também computavam taxas de manutenção portuária e de processamento de materiais. 66% delas consideravam algum custo de inventário na avaliação, e somente 17% incluíam custos administrativos com pessoas e alguma mensuração qualitativa para o risco.

O estudo de Young (2009) consolidou em um quadro resumo os fatores relevantes na decisão de se importar uma mercadoria. O resultado dessa análise é apresentado no Quadro 2.7.

Quadro 2.7– Resumo das variáveis do cálculo landed

Resumo dos módulos do modelo do cálculo landed					
Módulo 1: Preço	Módulo 2: Transporte	Módulo 3: Despesas Alfandegárias	Módulo 4: Inventário	Módulo 5: Despesas Administrativas	Módulo 6: Despesas Administrativas
Preço	Transporte na origem	Tarifa alfandegária	Estoque cíclico	Compras	Conformidade
Termos de venda	Transporte entre origem e destino	Taxa de processamento da mercadoria	Estoque de Segurança	Verificação prévia	Reputação
Prazo de pagamento	Transporte no destino	Taxa de manutenção do porto	Inventário em trânsito	Manutenção da conformidade do relacionamento	Saúde
Custo do processo de pagamento	Taxas suplementares	Custo de processamento alfandegário	Custo de vencimento de estoque	Curva de aprendizado do fornecedor e desenvolvimento do fornecedor	Meio ambiente
	Seguro			Gerenciamento de impostos	Riscos legais
	Embalagem				

Fonte: Young (2009)

O estudo de Brady, Swan e Young (2010) fez algumas considerações ao modelo proposto por Young (2009), que apesar de identificar as variáveis teóricas do processo de importação não permite uma estimação prática do valor final. A necessidade de se mapear alguns custos de difícil mensuração, como os administrativos, e a mistura entre fixos e variáveis são fatores que inviabilizam a utilização diária em análises de negócio. Buscando criar um modelo ágil de estimação do custo de importação, Brandy (2009) propôs o cálculo do Custo Anual Total de importação (TAC), descrito na Equação 2.1. A proposta se assemelha a uma análise do TCO na aquisição de uma mercadoria, pois considera o custo do inventário necessário para suportar o processo de importação, não ficando atrelado somente aos gastos da operação logística.

$$TAC = P + I + CAF + INV + CAP + INVT + T + ES \quad (2.1)$$

Sendo:

P, o Preço

I, os Impostos

CAF, os Custos Administrativos Fixos

INV, o Inventário

CAP, os Custos Administrativos dos Pedidos

INVT, o Inventário em Trânsito

T, o Transporte

ES, o Estoque de Segurança

O estudo de Blanco e Ponce Cueto (2015) propôs uma função matemática de custo para avaliar o Custo Total do Comércio Internacional entre comprador e o vendedor. O modelo proposto foi utilizado para comparar o impacto em diferentes regras de *Incoterm*. Foram comparados 3 modelos de *Incoterms* diferentes, *EXW (Ex Works)*, *DDP (Delivery Duty Paid)* e *FCA (Free Carrier)*. Finalmente uma análise de sensibilidade foi proposta para avaliar os impactos de mudança nas variáveis que impactam o modelo, custo médio de inventário, custo de ordem, custo de transporte, custo de estoque de segurança, custo de *supply out* (ou de falta de determinado material). As Equações 2.2 a 2.7 demonstram o cálculo do Custo Total de Comércio Internacional.

$$TC = CMI + CO + CT + CES + CFE \quad (2.2)$$

$$CMI = \frac{Q}{2} * \pi * h_1 + d * T * \pi * h_2 \quad (2.3)$$

$$CO = A * \frac{D}{Q} \quad (2.4)$$

$$CT = c_Q * \frac{D}{Q} \quad (2.5)$$

$$CES = I_{ss} * \pi * h_3 \quad (2.6)$$

$$CFE = I_{ss} * \pi_1 * \xi * \frac{D}{Q} \quad (2.7)$$

Sendo:

D, a demanda anual esperada

d, a demanda diária esperada (unidades), igual a D/365

π , o custo por unidade (dólares)

π_1 , o preço unitário de venda (dólares) igual a $\pi * (1 + p)$, onde p representa a margem unitária

Q, a quantidade de ordem econômica, EOQ (unidades)

A, o custo da ordem por ordem (dólares)

c_Q , o custo de transporte por ordem de Q unidades (dólares)

h_1 , o custo de inventário por ano por item (percentual de custo unitário)

h_2 , o custo de inventário por ano por item em trânsito (percentual de custo unitário)

h_3 , o custo de inventário por excesso de inventário por ano por item ((percentual de custo unitário)

ξ , o custo *supply out* (falta) por unidade de itens faltantes (percentual de preço unitário de venda)

T, o *lead time* esperado das ordens de compra (dias)

I_{ss} , o inventário esperado para estoque de segurança (unidades)

2.6.1.3. Especificidades de importação no Brasil

O processo de importação no Brasil possui regulamentação e documentações próprias, exigindo pagamento de tributos definidos em lei, em um processo burocrático para a liberação da mercadoria ao importador.

A mercadoria ingressada no país é submetida ao despacho aduaneiro de importação, por meio do qual a Aduana verifica a exatidão das informações prestadas pelo importador e o cumprimento da legislação. Quando a mercadoria é importada a título definitivo, o despacho é para consumo, e a mercadoria é nacionalizada. Nacionalização é a satisfação de todas as exigências legais para que a mercadoria estrangeira possa circular na economia nacional como se nacional fosse. (WERNECK, 2015, p. 23).

Quando uma mercadoria cruza as fronteiras alfandegárias brasileiras ela estará submetida ao processo de nacionalização, devendo ter tributos recolhidos e ser executado o pagamento de diferentes taxas referentes ao desembarço, transbordo da carga do navio ou avião, transporte no porto ou aeroporto e armazenagem.

As taxas de Importação envolvem o adicional ao frete para renovação da Marinha Mercante (AFRMM), o adicional de tarifas aeroportuárias (ATA), as taxas de armazenagem e capatazia, a declaração de importação (DI), as despesas bancárias e as taxas sobre o conhecimento de embarque. As taxas sobre o conhecimento de embarque são as desconsolidações da mercadoria no destino, se for consolidada; a taxa de entrega para a liberação dos documentos originais; e a taxa de coleta que é cobrada pelo agente para coletar a mercadoria no local indicado pelo embarcador. (DE OLIVEIRA *et al*, 2008, p. 20).

São cobradas taxas específicas para a descarga, movimentação e armazenagem de mercadorias nos diferentes modais existentes. Essas taxas devem ser pagas pelo importador ao operador portuário, aeroportuário ou estabelecimento alfandegário. Essas atividades, assim como seus executores, são definidas na Lei 12.815/2013.

Art. 40. O trabalho portuário de capatazia, estiva, conferência de carga, conserto de carga, bloco e vigilância de embarcações, nos portos organizados, será realizado por trabalhadores portuários com vínculo empregatício por prazo indeterminado e por trabalhadores portuários avulsos.

I - Capatazia: atividade de movimentação de mercadorias nas instalações dentro do porto, compreendendo o recebimento, conferência, transporte interno, abertura de volumes para a conferência aduaneira, manipulação, arrumação e entrega, bem como o carregamento e descarga de embarcações, quando efetuados por aparelhamento portuário; (Lei 12.815, 2013, Art. 40, §, I).

II - estiva: atividade de movimentação de mercadorias nos conveses ou nos porões das embarcações principais ou auxiliares, incluindo o transbordo, arrumação, peação e despeação, bem como o carregamento e a descarga, quando realizados com equipamentos de bordo; (Lei 12.815, 2013, Art. 40, §, II).

III - conferência de carga: contagem de volumes, anotação de suas características, procedência ou destino, verificação do estado das mercadorias, assistência à pesagem, conferência do manifesto e demais serviços correlatos, nas operações de carregamento e descarga de embarcações; (Lei 12.815, 2013, Art. 40, §, III).

IV - conserto de carga: reparo e restauração das embalagens de mercadorias, nas operações de carregamento e descarga de embarcações, reembalagem, marcação,

remarcação, carimbagem, etiquetagem, abertura de volumes para vistoria e posterior recomposição; (Lei 12.815, 2013, Art. 40, §, IV).

O documento básico no processo de importação de uma mercadoria é o Conhecimento de Carga, também chamado de Conhecimento de Frete, Embarque, ou Transporte, o qual descreve a mercadoria e define o seu proprietário, sendo esse o contrato de transporte. No Brasil, todos os bens transportados com essa documentação precisam passar pelo Despacho Aduaneiro de Importação.

O despacho aduaneiro é um conjunto de atos praticados pelo Fiscal que tem por finalidade o desembaraço aduaneiro (autorização da entrega da mercadoria ao importador) mediante a conclusão de conferência da mercadoria, o cumprimento da legislação tributária e a identificação do importador. No SISCOMEX a Receita Federal emitirá um comprovante de importação (CI) que comprovará a liberação alfandegária. (DE OLIVEIRA *et al.*, 2004, p. 75).

Exceções ao despacho aduaneiro são as bagagens e entregas via-postal, as quais o procedimento é aplicado de maneira aleatória. Por definição de lei, no transporte marítimo, o pagamento do AFRMM conjuntamente com a Taxa de Utilização do Mercante TUM deverá ser feito antes do desembaraço da mercadoria. O Sistema Mercante é o sistema computacional da Receita Federal do Brasil utilizado para controle e arrecadação dos adicionais ao frete, como o Conhecimento de Carga, e o recolhimento do AFRMM e a TUM, por débito em conta corrente. A mercadoria somente pode ser desembaraçada se os pagamentos tiverem disso executados. Para que o importador inicie o despacho aduaneiro, será necessário ter concluída a etapa do registro do Sistema Mercante.

De acordo com Werneck (2015), para auxiliar o processo de despacho aduaneiro, a Receita Federal do Brasil (RFB) implementou um sistema computacional chamado de Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX). No sistema, o importador ou seu consignatário devem preencher os dados da carga importada, para emissão da Declaração de Importação (DI). A DI é o ponto chave do processo de despacho, pois através dessa declaração serão fornecidos ao importador os valores dos impostos que deverão ser pagos para a nacionalização da mercadoria. Os Imposto de Importação (II), o Imposto sobre produto industrializado (IPI), a Contribuição para os programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio Público (PIS + PASEP) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) são debitados imediatamente na conta corrente fornecida pelo importador.

Após a conclusão do processo de emissão do comprovante de importação DI, e a comprovação do pagamento do ICMS, que deve ser feito por DARF (Documento de Arrecadação de Receitas Federais), o importador segue para a etapa de desembaraço da mercadoria, quando ocorre sua liberação.

2.6.1.3.1. Tributos na importação brasileira

O Código Tributário Nacional (Código Tributário Nacional, 1966) divide tributos em três modalidades, impostos, taxas e contribuições, sendo todos “prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir” (CÓDIGO TRIBUTÁRIO NACIONAL, 1966, Art. 3.), ou seja, valores monetários que devem ser obrigatoriamente pagos. De maneira simplificada, os tributos são classificados conforme a destinação da verba arrecadada. O imposto independe da atividade estatal e sua arrecadação não tem destinação específica. A taxa pressupõe uma prestação de serviço do estado, e sua arrecadação destina-se ao seu pagamento. A Contribuição é uma arrecadação para um fim específico, onde a verba arrecada será utilizada para o financiamento de uma obra, serviço ou assistência provida pelo estado.

No processo de importação são cobrados os impostos II, IPI e ICMS, as contribuições, PIS + PASEP e COFINS, e a Taxa de utilização do Sistema Siscomex. O Quadro 2.8 do estudo de Werneck (2015) correlaciona cada um de seus tributos com sua base de cálculo, e onde se entende como Valor Aduaneiro o somatório do frete internacional, seguro e valor da mercadoria. No Quadro 2.8 o C significa contido e X não está contido.

Quadro 2.8 – Base de Cálculo dos tributos incidentes na importação

Tributo	Valor Aduaneiro	Taxa Siscomex	II	IPI	ICMS	PIS + PASEP	COFINS
II	C	X	X	X	X	X	X
IPI	C	X	C	X	X	X	X
ICMS	C	C	C	C	C	C	C
PIS + PASEP	C	X	X	X	C	C	C
COFINS	C	X	X	X	C	C	C

Fonte: Werneck (2015)

A alíquota do imposto de importação (II) é *ad valorem*, ou seja, é um percentual aplicado sobre a base de cálculo. Para definição de seu valor deve-se consultar a TEC (Tarifa Externa Comum), baseado na classificação fiscal do material. Nos países integrantes do Mercosul, no qual o Brasil está incluído, essa classificação é chamada de NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul). O código NCM é uma composição de oito dígitos, sendo os seis primeiros harmonizados com o acordo global conhecido como Convenção do Sistema Harmonizado, e os outros dois específicos do Mercosul. A descrição do item, o qual tem um código NCM atribuído, busca ser o mais fidedignamente preciso com suas características, dividindo-se em capítulos e

subcapítulos para atingir tal acuracidade. O II é um imposto federal, e o seu cálculo foi descrito na Equação 2.8.

$$II = VAM \times AII \quad (2.8)$$

Sendo:

VAM, o Valor aduaneiro da mercadoria

AII, a Alíquota do Imposto de Importação

O IPI é um imposto federal utilizado de maneira extrafiscal, isso significa, para estímulo e inibição do consumo. É tributo não acumulativo, ou seja, são gerados créditos nas operações anteriores. De maneira simplificada, o pagamento de IPI na aquisição de um insumo gera um crédito no mesmo valor no momento da venda do produto final, e dessa forma, não ocorre à dupla tributação. O cálculo do IPI foi descrito na Equação 2.9.

$$IPI = (VAM + II) \times AIIPI \quad (2.9)$$

Sendo:

AIIPI, a Alíquota do IPI

O PIS + PASEP e o COFINS são contribuições federais. Estes tributos podem ser ou não acumulativos. Como regra geral, com diversas exceções dentro da legislação brasileira, empresas que optem pelo lucro real estão obrigadas ao regime não acumulativo, e empresas que optam pelo lucro presumido estão obrigadas ao regime cumulativo. Os cálculos do PIS PASEP e COFINS se diferenciam entre importação e produção nacional. Nas Equações 2.10 e 2.11 são apresentadas as fórmulas de cálculo da importação.

$$PIS \ PASEP = VAM \times APP \times [(1+AIISS)/((1- APP - AC))] \quad (2.10)$$

Sendo:

APP, a Alíquota do PIS PASEP na importação

AIISS, a Alíquota do ISS

AC, a Alíquota do COFINS na importação

$$COFINS = VAM \times AC \times [(1 + AIISS)/((1-APP - AC))] \quad (2.11)$$

Sendo:

APP, a Alíquota do PIS PASEP na importação

AISS, a Alíquota do ISS

AC, a Alíquota do COFINS na importação

O ICMS é um imposto estadual aplicado sobre o valor agregado, ou seja, a tributação é não acumulada ao longo das etapas produtivas e operações de venda de um determinado produto, quando existe adição de valor. O seu cálculo foi descrito na Equação 2.12.

$$\text{ICMS} = [(\text{VAM} + \text{TxS} + \text{II} + \text{IPI} + \text{IOFC} + \text{PISPASEP} + \text{COFINS}) \times \text{AICMS}] / (1 - \text{AICMS}) \quad (2.12)$$

Sendo:

TxS, a Taxa SISCOMEX

IOFC, o IOF de operações de câmbio

AICMS, a Alíquota de ICMS

2.6.1.3.2. Drawback

Caso uma mercadoria seja importada para a produção de um produto destinado à exportação, a empresa importadora pode-se valer um recurso previsto na legislação tributária chamado de Drawback. Como regra geral, ao utilizar esse sistema, o importador não precisará pagar os tributos devidos na importação do material.

De acordo com Werneck (2015) existem três tipos de modelos que podem ser escolhidos pelo importador, o Drawback Suspensão, Isenção e Restituição. No Suspensão ocorre a suspensão do pagamento dos tributos no ato da importação, e a extinção da obrigação no momento da exportação. No Isenção ocorre o pagamento dos tributos no momento da importação, o que gera um crédito para ser utilizado na próxima importação, com isenção do pagamento. No Restituição os tributos são pagos e é solicitado a restituição do valor com a apresentação de documentação que comprove a exportação.

2.6.2. Capital de Giro

O Capital de Giro é o dinheiro empregado na empresa para financiar suas atividades de ciclo operacional, e conhecer esse montante é fundamental para garantir sua liquidez operacional da empresa. De acordo com Hawawini e Viallet (2009), a Necessidade de Capital de Giro é a diferença entre os Ativos operacionais e Passivos operacionais, ou seja, é a

quantidade de investimento líquido que a empresa deve manter para sustentar seu ciclo operacional, que vai da compra da matéria-prima ao recebimento do pagamento de seus clientes. A Equação 2.13 demonstra seus componentes de cálculo.

$$\text{NCC} = (\text{CR} + \text{E} + \text{DPA}) - (\text{CP} + \text{DP}) \quad (2.13)$$

Sendo:

CR, as Contas a Receber

E, os Estoques

DPA, as Despesas Pagas Antecipadamente

CP, as Contas a Pagar

DP, as Despesas a Pagar

Quando uma empresa tem sua Necessidade de Capital negativa, o ciclo operacional da empresa começa a ser fonte de caixa, e não existe a necessidade de buscar recursos para manter as atividades operacionais. Entretanto, quando positivas, o ciclo operacional não é suficientemente equilibrado e é necessário buscar recursos para financiar essas operações.

Uma medida de Capital de Giro é chamada de ciclo cash-to-cash (C2C)” também conhecido como Ciclo de Conversão de Capital (Cash Conversion Cycle or CCC). O CCC representa a extensão de tempo (dias) que uma firma tem seu capital amarrado em Capital de Giro, iniciando no pagamento das compras e acabando quando o pagamento das vendas é recebido dos clientes. (LIND, 2012, p.2)

A Equação 2.14 e a Figura 2.2 descrevem o método de cálculo do CCC e seu funcionamento respectivamente.

$$\text{CCC} = \text{DIO} + \text{DSO} - \text{DPO} \quad (2.14)$$

Sendo:

DIO os Dias de Inventário em Aberto (*days inventory outstanding*);

DSO os Dias de Conta a Receber em Aberto (*days accounts receivable outstanding*);

DPO os Dias de Contas a Pagar em Aberto (*days accounts payable outstanding*).

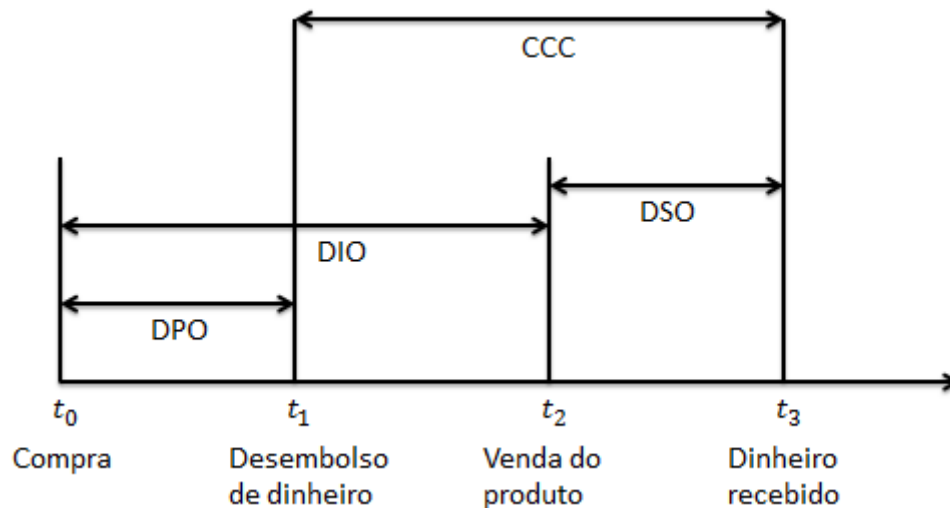


Figura 2.2 – Representação esquemática do CCC
Fonte: Lind (2012)

As políticas para estabelecimento do montante disponível como capital de giro e as variações de operações diárias, como pagamentos antecipados, recebimentos em atraso e lead times diferentes do planejado, por exemplo, geram impactos na capacidade operacional e financeira dentro de uma empresa. Dessa forma, é importante compreender as correlações existentes entre as decisões de negócio e a capacidade de a empresa operar com liquidez e dentro de um custo aceitável. O estudo de Protopappa-Sieke e Seifert (2010) simulou o comportamento do capital de giro em diferentes cenários de restrições utilizando um modelo simplificado que o correlaciona com o custo operacional total, o nível de inventário, o retorno em investimento de capital de giro, e o custo financeiro. O estudo concluiu que a restrição de capital disponível para giro da empresa tende a gerar um aumento dos níveis de inventário, uma vez que essa se protege de eventuais variações de fornecimento por não possuir o capital necessário para absorvê-las e por não saber como será sua disponibilidade de dinheiro no futuro. Também se observou que quanto maior a margem de lucro da empresa, menor os níveis de inventário, uma vez que margens maiores tendem a gerar mais caixa e aliviar as restrições de capital de giro. Outra conclusão importante foi que a disponibilidade de capital de giro aumentou com prazos mais longos de pagamento a fornecedores, e diminuiu com prazos curtos de recebimento de clientes. Se concluiu também que os preços de venda tendem a serem maiores quando existem restrições de capital de giro, uma vez que ocorre o aumento do custo total operacional e do custo financiamento da empresa, sendo o segundo influenciado pelo custo de capital da empresa.

Lind (2012) fez uma análise da cadeia de valor financeira quando avaliou o gerenciamento de capital de giro na indústria automotiva. Através do conceito de Ciclo de Conversão de Capital (*Cash Conversion Cycle* or CCC) foi realizada uma análise da necessidade de capital de giro em dias em todos os estágios da fabricação e venda de um automóvel, contemplando fornecedores de matérias primas, fornecedores de matérias primas refinadas, fornecedores de componentes, fornecedores de sistemas, fabricantes de carro e vendedores de carros. Foram comparados os resultados de CCC entre os anos de 2006 a 2008. O estudo conclui que a relação entre Capital de Giro e vendas é quase constante, dessa forma, não ocorreram alterações no resultado geral do CCC na indústria automotiva no período, entretanto, ocorrem variações em suas componentes. As variações de Dias de Contas a Receber em Aberto praticamente anulam as variações de Dias de Contas a Pagar, portanto, variações do CCC geralmente estão associadas a mudança nos Dias de Inventário em Aberto.

A mensuração do impacto no fluxo de caixa de uma empresa por diferença de prazo de pagamento foi abordada no estudo de Hurkens, Valk e Wynstra (2006), apresentado na Equação 2.15. Os autores buscaram mensurar o impacto que diferentes prazos de pagamento geram na empresa. Na proposta se considerou que o somatório dos prazos de recebimento, DIO, e de inventário, DSO, fossem trinta dias.

$$CO = TxJ \times VATC \times (30 - PP) \quad (2.15)$$

Sendo:

CO, o Custo de Oportunidade

TxJ, a Taxa de Juros

VATC, o Valor Anual Total Comprado

PP, o Prazo de Pagamento

2.6.3. Custo de Capital

Uma empresa pode obter recursos tanto de fontes terceiras quanto de capital próprio. O Custo de Capital de terceiros, de acordo com Hawawini e Viallet (2009), é a taxa de juros que em credor cobra de uma empresa, ou valores oriundos de títulos de dívida vendidos a investidores. Já o Custo de Capital próprio é o retorno esperado pelos investidores que possuem ações da empresa. A composição entre esses dois custos é chamado de Custo Médio Ponderado

de Capital, ou WACC. De acordo com Hofmann e Kotzab (2010), o cálculo do WACC é feito de acordo com a Equação 2.16.

$$WACC = \frac{E}{E + D} \times i_E + \frac{D}{D + E} \times i_D \times (1 - r) \quad (2.16)$$

Sendo:

E, o Valor de Mercado do Patrimônio Líquido

D, o Valor de Mercado do Capital de Terceiros

i_E , o Custo de Capital Próprio

i_D , o Custo de Capital de Terceiros

r, a Alíquota de Imposto

Alterações no custo de capital da empresa podem impactar a decisão de aquisição de uma empresa. Dependendo do valor do custo de capital de determinada empresa, pode-se optar por modificar prazo de pagamento a fornecedores, uma vez que a oportunidade de se obter retorno em outra aplicação não é equivalente aos juros que se paga a determinado fornecedor por determinado prazo. O estudo de Hofmann e Kotzab (2010) apresentou uma proposta de equilíbrio de fluxo de caixa das empresas dentro da cadeia de fornecimento como uma forma sustentável de manter todas em patamares financeiros saudáveis. De maneira simplificada, empresas com custo de capital mais baixo deveriam ter prazo de recebimento mais longo, enquanto empresas com maiores custos de capital deveriam ter prazos mais curtos de recebimento.

2.6.4. Preço do insumo

O preço de um insumo como fator de custo para o cliente pode ser entendido como o valor pago por uma mercadoria em determinada localidade, em certa quantidade e por um prazo de pagamento definido. É necessária por parte do comprador uma análise mais profunda para o entendimento do preço real de venda, uma vez custos adicionais podem estar escondidos na condição de venda definida, como despesas logísticas, acesso a linhas de créditos para pagamento, custos de armazenagem e riscos de obsolescência.

Em um mercado globalizado o preço final de uma mercadoria acabado sendo influenciado pelo nível de maturidade competitiva do mercado e por uma complexa rede de distribuição, envolvendo custos logísticos, despesas alfandegárias e impacto de moedas.

Cavusgil (1996) definiu cinco fatores que impactam os preços globais de um item, apresentados na Figura 2.3.



Figura 2.3 – Representação esquemática dos fatores que influenciam preços globais
Fonte: Cavusgil (1996)

De acordo com Cavusgil (1996) a natureza do produto ou da indústria está relacionada com o fato de que produtos especializados propiciam aos fabricantes certa flexibilidade de preço, que podem ajustar suas margens a variações de custo que venham a ocorrer. Produtos com um nível de concorrência maior dependem de outros fatores para que possam corrigir sua proporção lucro e custo, como oferta e demanda. Características da indústria também influenciam estratégias de preço, principalmente ao que se relaciona com flutuações de preços dos insumos produtivos. As empresas que são mais impactadas por esse fator tendem a fechar preços fixos com seus fornecedores antes de fecharem contratos de venda com clientes.

A localização da empresa produtiva é outro um fator relevante na definição de preço, pois muitas companhias localizadas em diferentes regiões do mundo participam do mercado internacional somente através da exportação, pelo fato de que as demandas por seus produtos tendem a não serem grandes o suficiente para justificar um investimento de produção em outro país. Empresas que optam por esse modelo estão sujeitas a embargos econômicos ou taxas de importação que aumentam seu preço para o cliente final, podendo ser um fator de perda de competitividade. Outras empresas optam pela produção local, conseguindo com isso um melhor equilíbrio entre oferta e demanda e reduzir o impacto de diferença entre moedas. Nesse caso, o investimento tende a ser maior, assim como os riscos.

Os sistemas de distribuição influenciam o comportamento de preço de um item no mercado internacional. Empresas que optam por utilizar distribuições terceirizadas tendem a ter

um menor controle do preço final para seus consumidores, uma vez que gerenciam somente o preço até o *Incoterm* negociado, podendo perder competitividade por uma margem excessiva dos distribuidores ou por estoques existentes. A venda direta, através de filiais de distribuição, tende a permitir que as empresas produtoras controlem melhor os seus preços, permitindo que sejam mais competitivas no mercado. Esse modelo requer um maior investimento por parte do produtor.

Localização e meio ambiente é definido como alguns controles que as empresas precisam ter para garantirem a produção ou distribuição de seus produtos em determinadas localidades. Investimentos extras contra corrosão, controle de temperatura e outros investimentos em infraestrutura podem ser necessários em alguns ambientes.

Diferença entre Moedas Internacionais é um fator de impacto no preço final do produto no comércio internacional. A flutuação entre a moeda de produção e a de venda gera um impacto direto no preço pago ou pelo cliente final ou por um intermediário na cadeia, independente da manutenção do preço na origem. Embora algumas empresas optem por estratégias de *hedging* de moeda, é quase inevitável que o impacto seja percebido.

2.6.5. Inventário

Inventário ou estoque de acordo Slack, Chambers e Johnson (2009) é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação, e ele existe por diferenças de ritmo entre fornecimento e demanda. Isso significa que o consumo existente é mais rápido que a taxa de reposição, ou que a variabilidade existente entre essas duas pontas da cadeia é suficientemente grande para não garantir a taxa atendimento nos níveis esperados, sem que ocorram rupturas. Vendas acima do esperado, problemas na produção e atrasos na entrega de matérias-primas são exemplos de variações que geram a necessidade de acumulação de recursos por empresas.

Com o intuito de manter o consumidor constantemente abastecido com seus produtos, empresas criam processos de reabastecimento de estoque de forma a suprir as diferenças entre o consumo e a reposição, onde são definidas as frequências e quantidades de entrega para uma suprir uma demanda que ocorre a uma taxa potencialmente variável. Uma representação esquemática simplificada, com demandas constantes, dos ciclos de reposição de inventário é o gráfico de serra, apresentado por Slack, Chambers e Johnson (2009), e que pode ser visualizado na Figura 2.4.

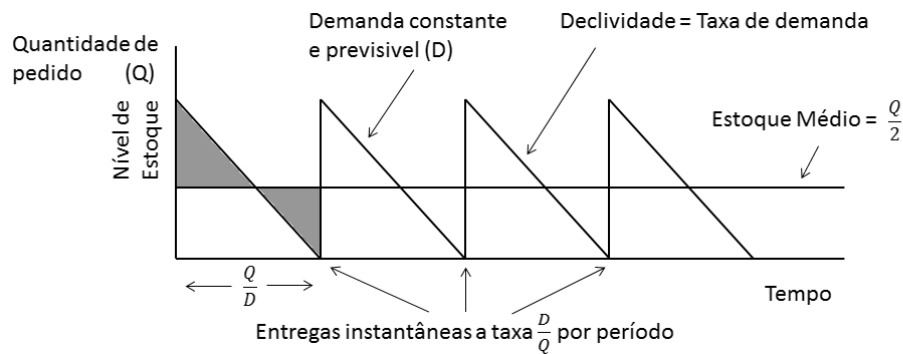


Figura 2.4 – Gráficos de Serra
 Fonte: Slack, Chambers e Johnson (2009)

Estoques representam para a empresa uma segurança de fornecimento. Mantê-lo em níveis alto ajuda a garantir uma taxa percentual satisfatória de atendimento ao cliente. Em contrapartida a essa abonação, existe o custo inerente de se manter um capital alocado, diretamente proporcional ao grau de atendimento desejado. Quanto maior é o inventário, menor o risco de ruptura, entretanto, mais alto será o gasto para financia-lo. A limitação de recursos a serem empregados nos estoques, o custo do capital utilizado em seu financiamento, o espaço requerido para sua armazenagem e o risco de obsolescência fazem com que empresas busquem formas otimizadas de gerencia-lo. Reduções de *lead time*, menores lotes de compra, maior frequência de abastecimento e um tempo de produção melhor ajustado a demanda são fatores que reduzem os níveis de inventários em uma empresa.

De forma a garantir o abastecimento frente a incertezas de abastecimento, as empresas optam pela utilização de estoques de segurança, que pode ser simplificada com um estoque adicional para suprir incertezas entre fornecimento e demanda. De acordo com Chopra, Reinhardt e Dada (2004) o estoque de segurança é uma função de níveis de serviço cíclicos, incerteza da demanda, *lead time* de replanejamento e incertezas de *lead time*. De acordo com Dolgui e Prodhon (2007), o estoque de segurança geralmente é calculado para um nível de serviço e é igual a “n” vezes o desvio padrão da demanda, e geralmente o *lead time* de segurança é igual a k vezes o desvio padrão do *lead time*. O *lead time* planejado é igual ao *lead time* teórico mais o *lead time* de segurança.

Empresas que optam pelo sistema de planejamento MRP, *Material Requirement Planning*, tendem a usar o MPS, ou *Master Production Schedule*, como controle de estoques. Diversos estudos foram feitos na área de variação de demanda ao longo do ciclo produtivo, para que o planejamento do pedido e produção sejam feitos no melhor custo e com um menor nível

de inventário. Dolgui e Prodhon (2007) fizeram uma pesquisa de publicações com diferentes abordagens sobre o reflexo das variações de demanda no MPS da empresa. Em geral as empresas utilizam diferentes recursos para lidar com essas variações. O replanejamento de produção é uma alternativa, mas se deve contar com os recursos disponíveis para tal. O investimento em previsões de demanda também é utilizado, e tem melhor acuracidade em mercados maduros e estáveis. Períodos de congelamento, onde a demanda não pode ser alterada, é uma solução, mas acabam sendo uma transferência de estoque do produtor para o cliente. Finalmente, tamanho dos lotes surgem como alternativa, mas geram níveis de estoque altos no produtor. Pesquisas relacionadas aos impactos no MRP de incertezas de *lead time* e de demanda, de acordo com Dolgui e Prodhon (2007), ainda são poucas, e esse é um fator que tende a aumentar os níveis de inventário, pois requer-se um maior estoque de segurança para lidar com tais variações.

Conforme mencionada anteriormente, os estoques representam custo para empresas e o nível de segurança que se deseja obter é diretamente proporcional aos gastos incorridos. Para que as empresas tenham um melhor controle sobre o impacto do inventário em suas finanças, alguns indicadores de desempenhos foram definidos e largamente difundidos no mundo corporativo. Talvez o mais utilizado pela indústria seja o *Inventory Days of Supply*, ou Inventário em Dias de Fornecimento, identificado no estudo de Stewart (1995), que o define como a taxa de inventário comparado ao custo de produtos vendidos, ou *Cost of Goods Sold*. Estima-se nessa métrica o número de dias de demanda que uma determinada quantidade de inventário pode cobrir. Esse indicador é muito útil para a comparação do desempenho de diferentes empresas na gestão de seus estoques, uma vez que equaliza companhias de tamanhos distintos ao comparar vendas com estoques e gerar um resultado em dias

A mensuração do inventário como custo para empresa, dentro de uma análise do TCO, foi abordada no estudo de Hurkens, Valk e Wynstra (2006). O custo anual total de inventário foi estimado utilizando-se o estoque de ciclo, ou estoque médio, que se mantem de determinado insumo, a fim de garantir abastecimento da produção. Esse montante foi valorado por uma taxa de juros, que é custo de capital da empresa, como pode ser visto nas Equações 2.17 e 2.18.

$$EC = VC \times ICM \quad (2.17)$$

Sendo:

EC, o Estoque de Ciclo

VC, o Volume Comprado

ICM, o Intervalo de Compra Médio

$$CATI = ECo \times VAa \times TxJ \quad (2.18)$$

Sendo:

CATI, o Custo Anual Total de Inventário

VAA, o Valor da Unidade Armazenada

TxJ, a Taxa de Juros

O estoque de segurança também foi considerado na mensuração do volume médio que fica armazenado, conforme Equação 2.19.

$$ES = k \times d \quad (2.19)$$

Sendo:

ES, o Estoque de Segurança

k, O valor tabelado que indica quantos desvios padrão ao redor da média é necessário assumir para cobrir a proporção da área sob a curva normal

d, a Demanda Padrão Durante o lead time =

$$\sqrt{(\text{lead time médio})^2 \times \sigma_{\text{demanda}}^2 + (\text{demanda média})^2 \times \sigma_{\text{lead time}}^2}$$

σ : Desvio padrão

2.6.6. Armazenagem

De acordo com o estudo de Macro e Salmi (2002), os custos de armazenagem podem ser divididos em quatro categorias diferentes: recebimento, armazenagem, coleta de ordem e envio de ordens. Dentro os custos operacionais envolvidos, 60% pode ser atribuído ao processo de coleta de ordem. O estudo de Bartholdi III e Hackman (2011) dividiu o processo de armazenagem em *inbound*, recebimento e a atividade de armazenagem, e *outbound*, coleta da ordem e envio ao solicitante, como esquematizado na Figura 2.5. Os custos do processo de armazenagem são principalmente atribuídos à mão de obra, e a atividade de coleta de ordens é a que demanda o maior número de viagens, ou seja, o maior custo. Em ambos os estudos citados,

os custos de armazenagem têm características de custos fixos e indiretos, como depreciação de instalações e equipamentos, mão de obra, e aluguel.

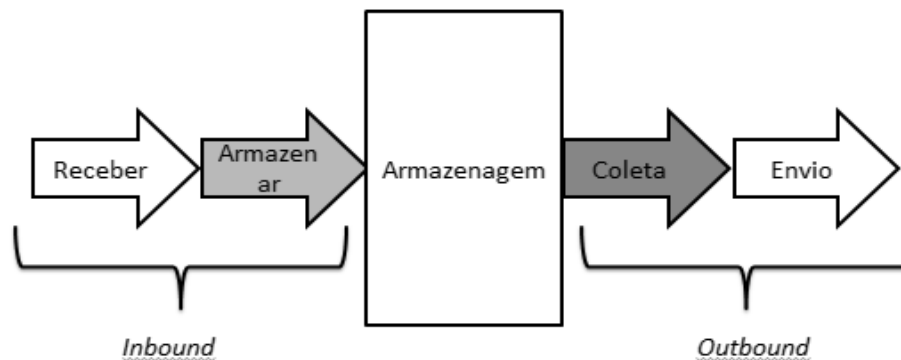


Figura 2.5 – Fluxo de Armazenagem

Fonte: Bartholdi III e Hackman (2011)

A atividade de armazenagem não vem sendo tratada com a devida atenção pelos sistemas de custeio, nem mesmo pelos sistemas gerenciais. Normalmente, esses custos são agrupados a um único centro de custos e alocados aos produtos, ou mesmo aos clientes, com base no faturamento ou no volume de vendas. Até mesmo as empresas que utilizam o sistema de custeio ABC (*Activity Based Costing*) tendem a alocar seus custos de armazenagem com base nos critérios de faturamento ou volume. (Lima, 2000, p. 1).

Lima (2000), afirmou que pela característica de custos fixos, pouco importa se a capacidade instalada está sendo utilizada, os custos de armazenagem continuarão ocorrendo. Entretanto, quando uma empresa busca armazenagem externa, partes desses custos ganham característica de custos variáveis, pois se passa a pagar não somente pela posição de armazenagem, mas em algumas vezes, pelas atividades de movimentação.

A mensuração do custo de armazenagem, dentro de uma análise do TCO, foi abordada no estudo de Hurkens, Valk e Wynstra (2006), como pode ser visto na Equação 2.20. Na proposta dos autores, a taxa de ocupação do depósito foi estimada utilizando o Estoque de Ciclo, ou a média de armazenamento por fornecedor, e comparando-a com a Capacidade Máxima do Depósito. Essa taxa foi traduzida em valores financeiros pela multiplicação do Custo do depósito.

$$\text{CAF} = \text{EC} \div \text{CMD} \times \text{CD} \quad (2.20)$$

Sendo:

CAF, o Custo de Armazenagem por Fornecedor

EC, o Estoque de Ciclo

CMD, a Capacidade Máxima do Depósito
CD, o Custo do Depósito

2.6.7. Performance produtiva e perdas de materiais

2.6.7.1. Performance Produtiva

Jonsson e Lesshammar (1999) afirmaram que nenhuma medida individualizada pode cobrir todos os aspectos do gerenciamento da produção, e que sistemas como SMART, *balanced scorecards* e outras medidas já foram propostas para dar uma visão da performance das companhias. Ljungberg (1998) afirmou em seu estudo que o OEE (Eficiência Global do Equipamento, do inglês, Overall Equipment Effectiveness) é uma maneira efetiva de analisar a eficiência de uma única máquina ou de um sistema de máquinas integradas. Esses acréscimos de paradas dariam maior escopo ao indicador, podendo esse ser utilizado também como gestão da planta, por considerar fatores externos a produção.

O estudo de Busso (2015) apresentou quais organizações geralmente optam pela mensuração de performance produtiva através do OEE.

O OEE se apresenta como um indicador que reúne atributos importantes para a construção de novos sistemas de avaliação do desempenho em empresas para as quais a efetiva utilização da capacidade constitui um fator crítico de sucesso. Assim, este indicador tem sido amplamente adotado e utilizado em diversas empresas de manufatura de diagnósticos da utilização da capacidade de seu sistema produtivo e direcionamento de ações de melhoria contínua, notadamente nas organizações que utilizam modelos gerenciais como *Total Quality Management (TQM)*, *World Class Manufacturing (WCM)*, e Produção Enxuta, além do próprio TPM (Busso, 2015, p.23)

2.6.7.2. Perdas de materiais

Martins (2003) apresentou a classificação de perdas de materiais do ponto de vista da contabilidade de custos, em Perdas Normais de Perdas Anormais. As Perdas Normais são inerentes ao próprio processo de produção, portanto previsíveis e já fazendo parte da expectativa da empresa, devendo, por isso, serem incorporadas ao custo do produto. As Perdas Anormais ocorrem de forma involuntária e geralmente são incorporadas no resultado financeiro do exercício anual. Segundo o autor, o mesmo procedimento se aplica a ordens inteiras de produção quando danificadas em sua totalidade.

Ainda dentro do conceito de contabilidade de custo, o estudo Schmidt e Nakajima (2013) apresentam o conceito de Contabilidade de Custo do Fluxo de Material (MFCA), que se diferencia do modelo tradicional de contabilidade de perdas, tendo sido incorporada a ISO

14051. O contraste com as abordagens convencionais de contabilidade de custos se deve ao fato de se incorporar as perdas os custos produtivos, de armazenagem, depreciação, transporte e descarte. Essa proposta ganhou força nas empresas japonesas e o estudo apresentou o caso da empresa Canon fabricante de máquina de fotografia entre 2004 e 2012, que identificava perdas de 1% através de seu modelo tradicional de contabilidade. Com a adoção do modelo MFCA a empresa identificou que suas perdas subiam para 32% e iniciou um controle maior dessa variável, obtendo uma redução de 51 milhões de dólares com a mitigação do problema.

2.7. Modelagem e Simulação

De acordo com Rosa e Luz (2012), a simulação é uma ferramenta que possibilita estimar o comportamento de um modelo de sistema discreto, contínuo ou misto de operação, por meio da sua modelagem lógico-matemática. Sua principal vantagem é poder manipular condições de operações das entidades modeladas quando, na prática, seriam muito difíceis de serem realizadas, devido às limitações de naturezas diversas. De acordo com Bateman *et al.* (2013) a simulação é um processo de experimentação a partir de um modelo detalhado de um sistema real, para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno. Segundo Chwif e Medina (2014), os sistemas reais geralmente apresentam uma maior complexidade devido, principalmente, a sua natureza dinâmica (que muda seu estado ao longo do tempo) e a sua natureza aleatória (que é regida por variáveis aleatórias).

De acordo com MONTEVECHI *et al.* (2010), existem três etapas no desenvolvimento da modelagem e simulação, a concepção, a implementação e a análise. As atividades de cada uma das etapas são descritas na Figura 2.6.

De acordo com MONTEVECHI *et al.* (2010) o modelo conceitual é convertido em modelo computacional, com a utilização de uma linguagem de simulação ou um simulador comercial. Esse modelo computacional deverá ainda ser verificado contra o modelo conceitual, a fim de verificar se está sendo operado de acordo com os objetivos. Em seguida, o modelo deverá ser validado a partir dos dados gerados pelo modelo. Neste caso, observa-se se o modelo constitui uma representação adequada da realidade. De acordo com Landry, Malouin e Oral (1983), a confiança do modelo é uma expressão da atitude total do usuário com relação a ele, e seu desejo de empregar seus resultados na tomada de decisão.

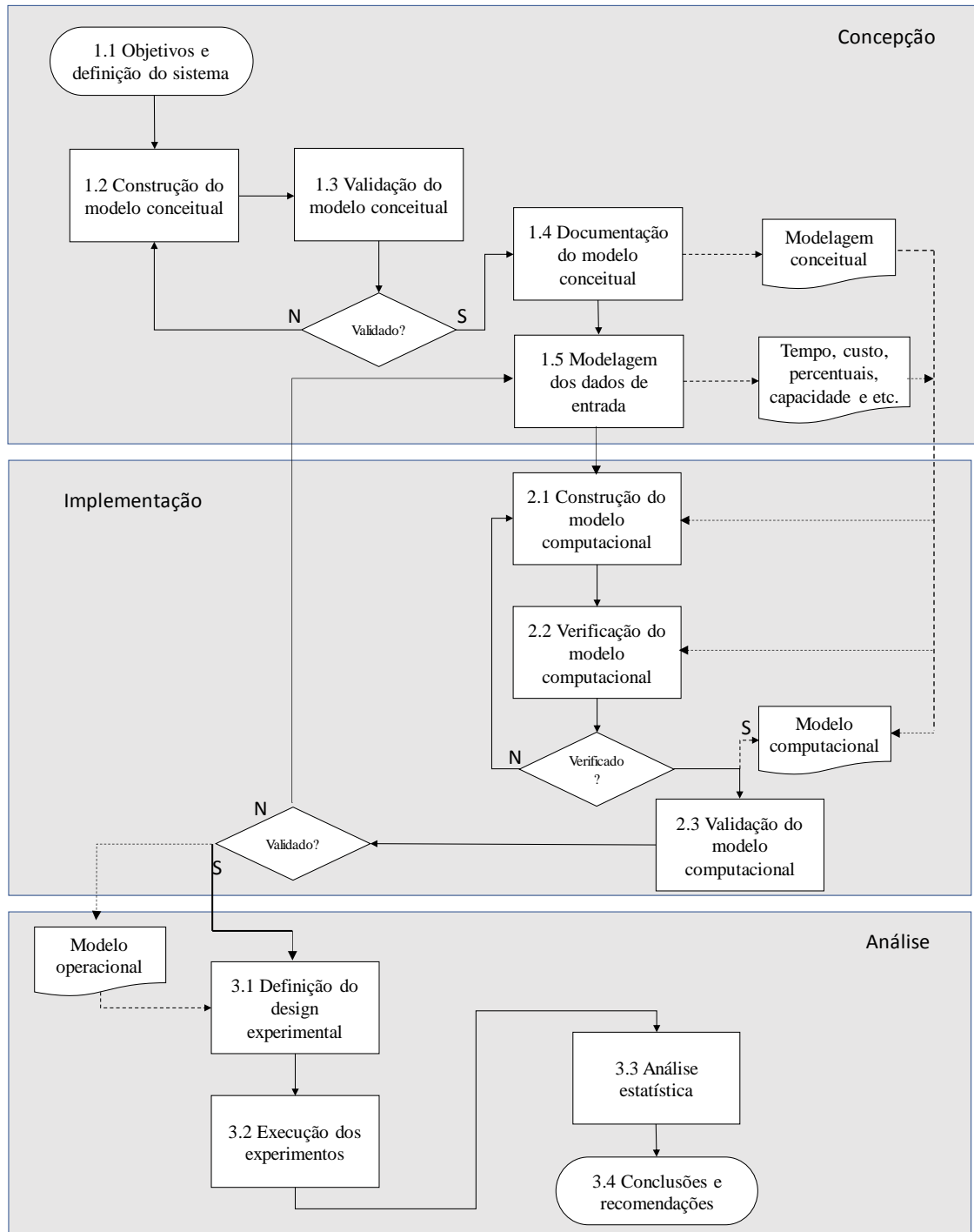


Figura 2.6 - Etapas da Modelagem e Simulação
 Fonte: Adaptado de Montevechi *et al.* (2010)

2.7.1. Validação

De acordo com Mello *et al.* (2015), a validação pode se referir ao modelo conceitual, ou seja, em aceitar ou não o modelo como uma boa representação do sistema real. Também pode se referir a validação operacional, atribuída ao modelo computacional, consistindo em se utilizar técnicas estatísticas para comparar os dados reais e simulados.

De acordo com Sargent (2011), existem três abordagens para decidir se um modelo de simulação é válido ou inválido. O mais simples é o qual o time de desenvolvimento toma a decisão se o modelo é válido. O segundo é chamado de IV&V, *independent verification and validation*, quando se usa um terceiro para fazer a verificação da validade. E finalmente, a última abordagem é quando se define uma nota de aprovação, que é usada como referência para afirmar que o modelo está validado. Também, de acordo com Sargent (2011), as validações podem ser subjetivas ou objetivas, sendo a objetiva utilizada quando algum tipo de teste estatístico ou procedimento matemático é utilizado, como teste de hipótese ou intervalo de confiança. Dentre as subjetivas destacasse a técnica de validação *de Face Validity*,

Face Validity é definido como o processo perguntar as pessoas conhecedoras sobre o sistema se o modelo e/ou seu comportamento é razoável. Esta técnica pode ser usada para determinar se a lógica no modelo conceitual é correta e se a relação entre entradas e saídas do modelo são razoáveis (SARGENT, 2011, p. 3).

3. Metodologia

3.1. Classificação da Pesquisa

Miguel *et al.* (2010) apresentou uma proposta para classificação de pesquisas dividida em três pilares, Natureza, Objetivos e Abordagem, conforme apresentado na Figura 3.1. O racional de categorização desse estudo seguiu a proposta apresentada.

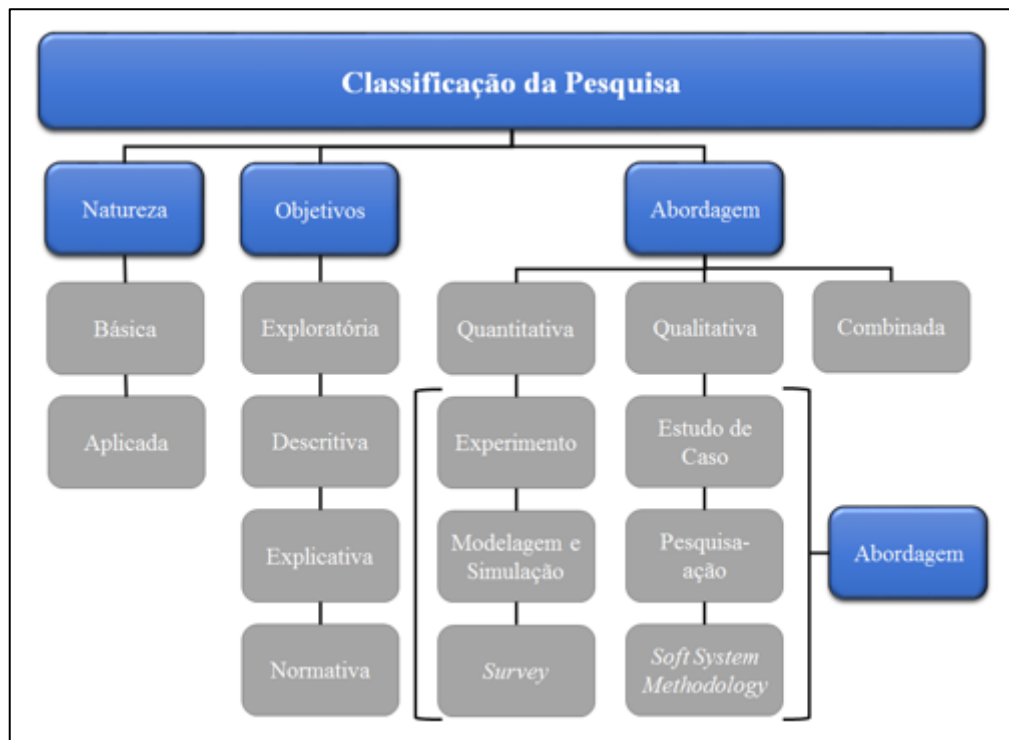


Figura 3.1 - Classificação da pesquisa segundo a proposta de Miguel *et al.* (2010)

De acordo com Fleury *et al.* (2012), a pesquisa realizada nesse trabalho é classificada como de Natureza Aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida a soluções de problemas específicos.

De acordo com Will, Bertrand e Fransoo (2002), pesquisas de gerenciamento operacional tem como foco os processos de desenvolvimento, planejamento, controle e execução em operações de manufatura e serviços industriais. Esse tipo de pesquisa pode ser classificado como Empírica e Axiomática.

- Axiomática: A preocupação principal é obter soluções dentro do modelo idealizado definido, a fim de garantir surjam ideias baseadas na estrutura do problema descrita no modelo, pelo comportamento e alteração de variáveis;
- Empírica: O foco principal é garantir que exista um modelo que se encaixa entre observações e a ações da realidade e o modelo feito daquela realidade

Por buscar descrever a realidade dentro de um modelo, esse trabalho é classificado como empírico. E de acordo com Will, Bertrand e Fransoo (2002), pesquisas empíricas podem ser classificadas de duas formas, Descritivas e Normativas.

- Descritivas: Interessada na criação de um modelo que adequadamente descreve a relação causal que pode existir na realidade, que direciona ao entendimento do processo que ocorre;
- Normativas: Interessada, principalmente, no desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para melhorar um sistema atual.

O objetivo dessa pesquisa foi classificado como descritivo, pois ao descrever e compreender o processo de aquisição de compras dentro de uma ótica TCO, utilizando um modelo matemático como suporte, se buscou melhorar o processo decisório através do entendimento do problema.

Finalmente, optou-se por seguir a metodologia de Modelagem e Simulação para a condução do estudo, uma vez que o modelo assegura um entendimento mais claro do que se quer demonstrar e permite a execução das simulações necessárias para a busca de soluções.

Portanto, a classificação dessa pesquisa é de natureza aplicada, empírica, com objetivos descritivos, utilizando uma abordagem quantitativa através da Modelagem e Simulação.

3.2. Etapas do Trabalho e Método de Pesquisa

De forma a garantir que as atividades executadas para a condução do estudo estivessem alinhadas com a metodologia de modelagem e simulação, foram seguidas as etapas de desenvolvimento apresentadas por MONTEVECHI *et al.* (2010), concepção, implementação e análise. A Figura 3.2 descreve cada uma dessas etapas, sendo que o detalhamento e cronologia dos passos seguidos foram descritos no capítulo 4 desse estudo.

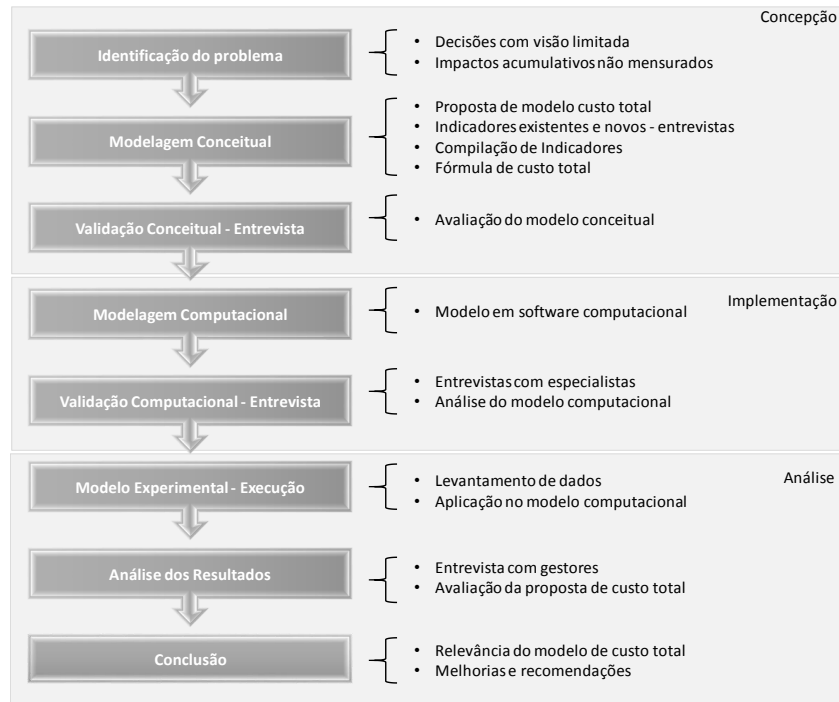


Figura 3.2 - Fluxo do estudo

Na fase de concepção foram abordadas a concepção do problema dentro da empresa e os dados que justificaram o estudo. Também foi abordada a criação do modelo conceitual com a ajuda de especialistas da empresa, definindo formas de cálculo e dados de entrada e saída. E finalmente, foi realizada a validação do modelo conceitual.

Durante a fase de implementação foi criado um modelo computacional que refletiu o modelo conceitual, utilizando o programa Excel 2010. Também nessa fase foi realizada a validação do modelo computacional.

Na fase de análise foram realizadas simulações do cálculo do TCO em dois casos práticos distintos. Os dados que foram utilizados na alimentação do modelo foram determinísticos, pois as variáveis e saídas do modelo assumiram valores exatos, segundo Pereira (2000). Os resultados gerados pelo modelo foram utilizados para a apresentação feita aos gestores das diferentes áreas impactadas por seus resultados. Baseado nesses resultados, e na proposta de ter um modelo de simulação de TCO, os gestores tiveram que responder algumas questões sobre a metodologia do TCO, as dificuldades e benefícios da utilização do modelo na empresa.

Baseados nas observações feitas pelos gestores, e na avaliação do autor, foi apresentada a conclusão desse estudo, abordando o cumprimento dos objetivos do trabalho e uma análise sobre a metodologia do TCO e possibilidades futuras de pesquisa sobre o tema.

4. Desenvolvimento da pesquisa

4.1. Concepção do problema e modelo conceitual

4.1.1. Identificação do problema

A empresa objeto do estudo possui uma complexa malha de insumos produtivos, com um grande número de itens nacionais e importados, como pode ser observado na Tabela 4.1, e que representam mais de 60% de seu custo produtivo.

Tabela 4.1 - Localização das fontes de fornecimento

Dados da empresa	Total	Localização	
		Brasil	Outros Países
Número de Insumos e localização do fornecimento (compra)	2060	1950	110
Local de fabricação do insumos	2060	1522	524
Localização dos fornecedores (vendedores)	175	130	45
Localização dos fabricantes	204	74	130
% do gasto com insumos, por vendedores	100%	71%	29%
% do gasto com insumos, por fabricantes	100%	54%	46%

As opções de fornecimentos de insumo são diversas nesse mercado, como fontes de fornecimento distintas, importações diretas de fabricantes, compra através de distribuidores, tamanho distintos de embalagens, lotes de compra e formas de armazenamentos, por exemplo. A pluralidade de opções demanda análises mais profundas dos impactos de custos gerados pelas diferentes condições comerciais existente, como prazo de entrega, prazo de pagamento e preço, por exemplo, e seu reflexo em inventário, custos financeiros e armazenamento.

A direção da empresa tem buscado e estimulado seus funcionários para que tomem decisões de negócio que priorizem o melhor valor para cadeia de fornecimento como um todo, e não somente para atingir os resultados de áreas individuais. Não é de interesse da organização ter um nível de inventário muito baixo, e possuir, em contrapartida, os preços muito altos. Assim como também não é interesse pagar os preços mais baixos, e em compensação, ter grandes gastos com armazenamentos e um inventário exorbitante. Frente a esse desafio, esse estudo buscou propor um modelo de avaliação dos impactos das opções de compra para trazer

clareza e objetividade no direcionamento das decisões, de forma a responder essa demanda por melhores escolhas na compra de insumo.

4.1.2. Modelagem conceitual

Para a construção do modelo teórico foram realizadas uma série de entrevistas na empresa, onde os principais impactos gerados com a aquisição de insumos e sua metodologia de cálculo foram mapeados. As entrevistas foram concentradas no período entre Junho de 2016 e Dezembro de 2016, com algumas necessidades esporádicas de consultas até o período de Outubro de 2017.

Para a seleção dos entrevistados, foi feito um mapeamento do fluxo de aquisição e abastecimento de insumo na empresa, como pode ser visto na Figura 4.1.

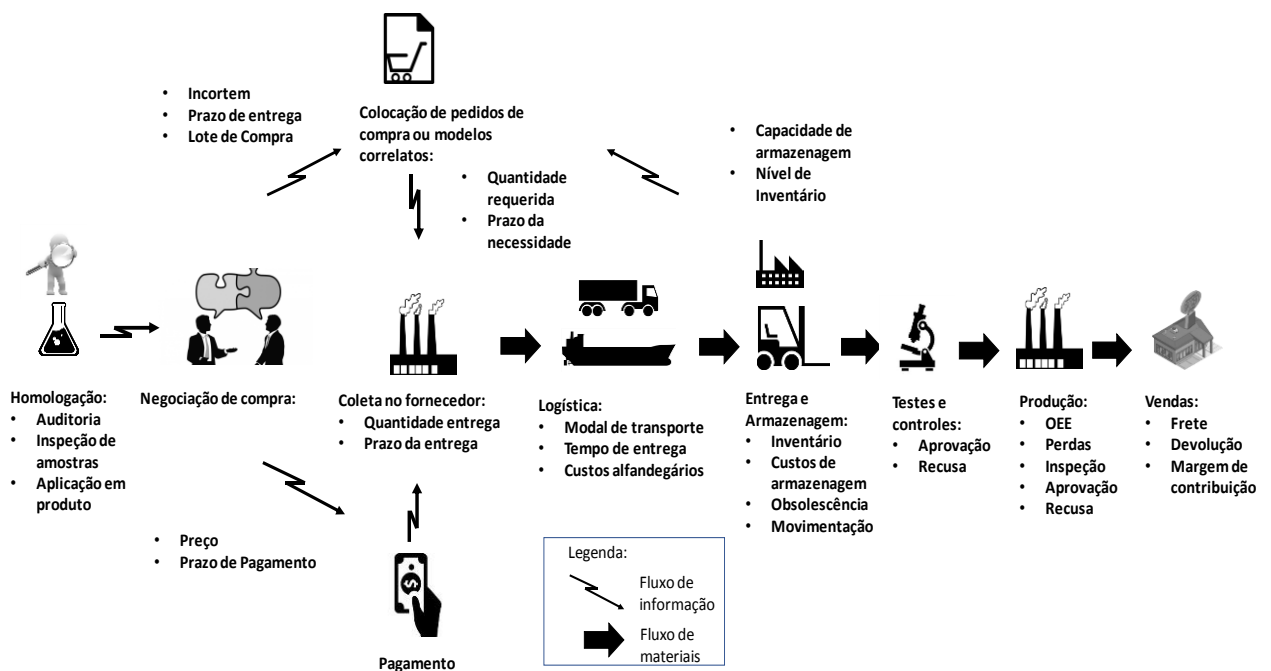


Figura 4.1 - Fluxo de compra e processamento de insumos

Com base no mapeamento realizado, foi feita a identificação dos processos que compunham o fluxo de propriedade do insumo, desde a definição de uma fonte de fornecimento até a entrega do produto acabado para cliente final. Os processos selecionados, que compõem os custos totais de propriedade do insumo na empresa, podem ser vistos na Figura.4.2,.



Figura 4.2 - Processos que compõem o TCO

A definição dos departamentos envolvidos e, conseqüentemente, dos especialistas a serem entrevistados, foi realizada com base na participação em cada um deles. A correlação entre processo e departamento segue listada abaixo:

- Homologação do fornecedor e Controle de Qualidade
 - Departamento de Qualidade
- Homologação do insumo
 - Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento
- Cadastro de item e fornecedor
 - Departamento de Dados Mestres
- Negociação das condições comerciais
 - Departamento de compras
- Envio de pedido de compra, Gestão de Entrega e Reabastecimento de Mercado
 - Departamento de Planejamento
- Gestão de Capital (Pagamento e Inventário) e Contabilização de Vendas
 - Departamento de Finanças
- Transporte do Insumo, Pagamento de Tributos e Reabastecimento de Mercado

- Departamento de Logística
- Armazenagem e movimentação
 - Departamento de Armazenagem e Movimentação de Insumos
- Performance produtiva e perdas
 - Departamento de Manufatura
- Investimento para compra de insumo
 - Departamento de Engenharia

As descrições do escopo de atuação dos departamentos envolvidos na gestão da cadeia de abastecimento, e que forneceram informações para o mapeamento dos impactos das decisões de compra, seguem abaixo:

- Controle de Qualidade: Responsável pela homologação do fornecedor, ou seja, pela avaliação da necessidade e execução de auditoria em sua planta produtiva. Os custos dessas atividades podem envolver deslocamento e estadia de recurso interno até a total terceirização da atividade. O departamento possui também a responsabilidade de testar, aprovar ou recusar o insumo produtivo do fornecedor e o produto acabado produzido.
- Pesquisa e Desenvolvimento: Possui a responsabilidade de homologação do insumo vendido pelo fornecedor. Esse processo envolve, de maneira resumida, os testes de amostras, análise documental e aplicação do insumo no produto, ou em escala laboratorial ou em escala industrial.
- Dados Mestres: Responsável pelo cadastro no sistema MRP da empresa dos dados de fornecedores e insumos.
- Compras: É responsável por negociar as condições comerciais de compra de insumos com os fornecedores. Preço, prazo de pagamento, lote mínimo de compra, *lead time* de entrega, *Incoterm*, ponto de coleta do material e embalagem são exemplos das variáveis definidas durante a negociação e que geram impactos no Custo Total de Propriedade dos insumos.
- Planejamento: Tem a função de garantir o abastecimento das plantas produtivas com o menor nível de inventário possível, a fim de otimizar os recursos financeiros aplicados na armazenagem de insumos produtivos e espaço requerido para sua estocagem. O envio de pedidos de compra, acompanhamento

de datas de entrega, e definição dos níveis desejados de inventários são escopo dessa área de atuação. Embora responda pelo ativo inventário em valores contábeis e desempenhe papel fundamental no controle do volume armazenado, ela não controla os custos de armazenagem físicos, ficando isso a cargo da Logística.

- Logística: É responsável por coordenar o processo logístico e gerenciar os custos de transportes e importação dos insumos. Dentro desse componente da cadeia de suprimentos estão custos como tributos de importação, transporte, armazenagem intermediária e outros custos alfandegários, por exemplo.
- Finanças: É responsável pela definição e monitoramento do Capital de Giro da empresa, que irá financiar o processo de aquisição de matéria primas. A taxa de juros aplicada ao capital da empresa é chamada de Custo de Capital, composto pela rentabilidade do capital próprio e o custo do capital de terceiros. Dentro dessa área de atuação se negociam as taxas de empréstimos feitos pela empresa e seus prazos de pagamento.
- Armazenagem e Movimentação de Insumos: É responsável por gerenciar parte processo conhecido como *inbound*, tendo seu escopo de atuação definido pela entrada do insumo na empresa até o abastecimento das plantas produtivas. Essa área de atuação organiza a logística interna de armazenagem, ou seja, distribui os insumos de maneira adequada, reduzindo o número de movimentações, evitando a exposição a temperaturas inadequadas e atendendo os clientes internos, sem grandes estoques intermediários. Também é faz parte de seu escopo de atuação o gerenciamento dos custos dos depósitos, terceiros e internos, que são mensurados por posições de armazenagem e gastos com mão de obra para operacionalizar a gestão de movimentação e estocagem. Embora tenha pouca influência na definição do número de posições de armazenamento que serão requeridas, essa área de atuação é responsável por garantir que a demanda por espaço seja atendida e que a liderança do parque produtivo esteja ciente da taxa de ocupação dos estoques, a fim de influenciar outros departamentos a fazerem escolhas que possam alterar os níveis de estoque.
- Manufatura: Responsável pela produção dos produtos da empresa utilizando os insumos adquiridos. Tem como objetivo principal responsabilidade atender ao

plano de vendas visando garantir a disponibilidade do produto na qualidade, quantidade para os momentos da compra pelos centros de distribuição e clientes. Tem como objetivo secundário gerenciar os custos de produção, reduzir as perdas em processo, buscando atingir o máximo da eficiência produtiva.

- Engenharia: Responsável também pela definição de investimentos necessários para instalação de máquinas e equipamentos e realização de obras de infraestrutura para compra de insumos.

As entrevistas tiveram como objetivo principal avaliar o escopo de atuação geral dos departamentos, mapear as atividades executadas e identificar as que estavam relacionadas a gestão de aquisição. Como objetivo secundário, foi solicitado o compartilhamento de algoritmos ou métodos de cálculos que fossem utilizados para suportar as atividades executadas, e que tivessem relação com a cadeia de fornecimento de insumos. Tais informações poderiam ser um indicador de mensuração de performance da atividade, variáveis mensuradas e uma metodologia de cálculo. Não foram utilizadas perguntas padronizadas para a entrevista. O formato escolhido foi explicar o objetivo dos questionamentos e solicitar que os entrevistados descrevessem e explicassem suas atividades e gestão dos processos. O Quadro 4.1 apresenta um compilado das informações obtidas.

Quadro 4.1 - Departamento e processos

Departamento	Participação no processo de aquisição de insumo ou processo impactado ao longo do ciclo produtivo	Macro atividades executadas relacionadas a aquisição de insumos e seus impactos	Método ou modelo de cálculo de custo	Variáveis administradas	Impacto da atividade executada no custo total do insumo
Qualidade:	Homologação do fornecedor e controles de qualidade de insumos e produtos acabados	Auditoria na planta do fornecedor, inspeção do insumo recebido para atividade produtiva e inspeção do produto acabado produzido.	Estimativa de custo de auditoria e inspeção.	Custo de auditoria e inspeções realizadas	Os custos aumentam pela necessidade de realizar auditoria na planta do fornecedor. O número e complexidade de inspeções na compra de insumos também são fatores de escalada de custos.
Pesquisa e Desenvolvimento	Homologação do insumo produtivo	Análise das amostras do insumo, inspeção documental e aplicação no produto acabado	Estimativa de custo de testes e aplicação de produto.	Custo de testes e aplicação de insumo no produto	Os gastos da atividade aumentam devido ao grau de complexidade de testes requeridos. A necessidade de aplicação de produto em escala industrial resulta no aumento dos custos.
Compras:	Negociação de condições comerciais.	Negociar condições comerciais e buscar reduzir o custo de aquisição para a empresa.	Algoritmo interno para cálculo de custo do insumo até a planta. Preço + landed.	Preço do insumo, lote mínimo, prazo de entrega, Incoterm, prazo de pagamento, embalagem. Análise do custo logístico.	Impacto direto no custo do insumo pelo negociação do preço e outras condições comerciais.

Quadro 4.1B - Departamentos e processos (Continuação)

Departamento	Participação no processo de aquisição de insumo ou processo impactado ao longo do ciclo produtivo	Macro atividades executadas relacionadas a aquisição de insumos e seus impactos	Método ou modelo de cálculo de custo	Variáveis administradas	Impacto da atividade executada no custo total do insumo
Planejamento:	Gestão de abastecimento de insumos e gerenciamento de inventário	Análise de demandas produtivas, nível e custo do inventário. Buscar atender demanda da planta e onde possível reduzir o valor do inventário e posições de armazenagem.	MRP (<i>Material Requirement Planning</i>). Algoritmo interno para cálculo do custo de inventário.	Custo de Inventário e indicador de nível de serviço (entrega)	Aumento do custo de inventário pela combinação preço, lote mínimo de compra e tempo de entrega.
Armazenagem e Movimentação de Insumos:	Gestão de estoque e recursos de movimentação de carga.	Análise dos níveis de estoque internos, verificar a necessidade de contratação de armazenagem externa e otimizar o número de movimentações.	Acompanhamento diário das posições ocupadas e gerenciamento do orçamento de equipamento e pessoas para movimentação de carga.	Posições de armazenagem disponíveis, ocupadas. Armazenamento interno e externo. Número de movimentações de carga.	Aumento de posições requeridas para armazenagem por tamanho de lote de compra e nível de inventário. Custo aumento pelo número de movimentações de carga.
Logística:	Gestão de cadeia de transporte de insumo e custos logísticos	Negociar contratos de transporte. Fornecer os custos logísticos (transporte e tributos) para formação de custos de materiais	Algoritmo para cálculo <i>Landed</i> . Monitoramento dos custos reais de transporte por algoritmo interno.	Custo de transporte, tributos e taxas alfandegárias	Aumento do custo logístico, falta de acordos bilaterais entre países, rota de transporte mais cara.
	Gestão de abastecimento de mercado de produto acabado.	Coordenação da distribuição dos produtos acabados a centros de distribuição e clientes finais.	Algoritmo interno para cálculo de frete.	Custo frete para abastecimento de mercado	Pagamento de custo extra de frete para reposição de venda por falha de material.
Finanças:	Pagamento de fornecedores	Disponibilidade de capital para pagamento de obrigações e análise de custo de contratação de capital adicional	Acompanhamento diário do fluxo de caixa.	Custo de Capital e fluxo de caixa	Aumento do capital requerido para financiar aquisição, devido ao prazo de pagamento e preço do material.
	Contabilização de produtos acabados destruídos.	Contabilização de prejuízo com a destruição de produtos acabados que não podem ser comercializados por falha no insumo.	Cálculo de prejuízo por preço do produto.	Despesa do produto destruído e despesa de destruição.	Em caso de falha originada pelo insumo o produto terminado não pode ser comercializado e precisa ser destruído.
	Contabilização de vendas	Contabilização de vendas de produtos acabados	Cálculo de ganho oriundos venda.	Ganho de margem de vendas e despesas com gastos de vendas	Em caso de perda de vendas por problema com insumo é contabilizado o prejuízo da perda da margem de venda, caso não seja recuperável.
Manufatura	Utilização do insumo no processo produtivo	Produção dos produtos conforme plano de produção. Mensuração da performance do processo e análise de perdas.	OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) e algoritmo interno para cálculo de perdas.	OEE e Perdas Normais e Anormais no processo produtivo.	Perdas de OEE por paradas excessivas geradas pela baixa qualidade do material. Aumento de perdas por rejeição de material.
Engenharia	Definição de investimento necessário para compra de insumo	Orçamento de máquinas de obras de infra estrutura para recebimento compra de um novo insumo.	Orçamento com fornecedor de máquinas e serviços	Despesas de compra de máquinas e contratação de serviço. Depreciação de ativos.	Depreciação dos investimentos feitos em máquinas e instalações para compra do insumo.

Como base nos resultados das entrevistas iniciou-se a construção do modelo conceitual. Primeiramente foram identificados os indicadores de custo e despesas já existentes na empresa, e que poderiam ser utilizados diretamente no modelo de TCO, sem a necessidade de ajustes no método de cálculo. Esses foram selecionados por serem mensuráveis individualmente por

insumo, atendendo a necessidade do modelo em permitir a comparação entre insumos de diferentes fornecedores, ou com diferentes condições comerciais. O Quadro 4.2 descreve esses indicadores, correlacionando-os com os processos existentes no fluxo de compra e processamento do insumo.

Foram propostos pelo autor do estudo quatro MM para completar o modelo conceitual de TCO: Despesas Financeiras de Inventário, Custos de Armazenagem, Custos de Movimentação e Despesas de Prazo de Pagamento. Dentro do processo de armazenagem e movimentação a empresa não possuía um modelo matemático para previsão das posições de armazenagem, trabalhando somente com o monitoramento mensal das posições ocupadas. Também foi proposto um indicador para o monitoramento de custo de movimentação do insumo dentro do estoque e para a planta produtiva, devido ao fato de que a empresa monitorava somente o orçamento de movimentação como um todo, sem a individualização requerida pelo modelo. E finalmente, a empresa não monitorava individualmente as despesas financeiras geradas pelo inventário e pelo prazo de pagamento dos fornecedores.

Quadro 4.2A - Processos e Indicadores

Processo	Indicador	Descrição
Homologação de fornecedor e material	Despesa de homologação do fornecedor	Custo de auditoria e visitas a planta do fornecedor
	Despesa de homologação do insumo	Custo dos testes requeridos para homologação do insumo e recursos aplicados sua execução da atividade
Investimento para compra de insumo	Investimento	Depreciação de ativo instalado para compra e utilização de insumo
Controle de Qualidade	Custo de controle de qualidade	Custos de testes realizados nos controles de qualidade dos insumos
Cadastro e envio de pedido de compra	Custo de cadastro	Custo de cadastro do fornecedor e de insumos
	Custo do pedido	Custo de envio de pedido ao fornecedor
Negociação de condições comerciais	Custo de aquisição	Preço de aquisição pago ao fornecedor
Transporte e Pagamento de tributos	Custos Logísticos	Custo de transporte do Incoterm até a planta produtiva Tributações alfandegárias

Quadro 4.2B - Processos e Indicadores (Continuação)

Processo	Indicador	Descrição
Performance produtiva e perdas	Custo de Performance Produtiva	Custo da redução do OEE por desempenho de material
	Custo de perdas normais	Perdas normais de material, que fazem parte do custo do produto
	Despesas de perdas anormais	Perdas anormais por falha de material e custo de descarte
Perdas de Vendas e Reabastecimento de Mercado	Despesas de devolução de Produtos Acabados e descarte	Valor de produto acabado devolvido por falha no material e descarte
	Perda de vendas	Perdas de despesas de vendas e margem de contribuição do produto, caso não venda não seja recuperável.
	Custo de reabastecimento de mercado	Custo extra de reabastecimento de mercado por falha de material
	Reputação com o cliente	Valor da perda de confiança do cliente por não atendimento de pedido de compra
Armazenagem e movimentação	Custos de Armazenagem	Custo de posição de armazenagem por insumo
	Custos de Movimentação	Custo de movimentação do insumo no estoque e para a produção
Gestão de Capital	Despesas financeiras de inventário	Inventário Médio do Insumo valorado pelo Custo de Capital da Empresa
	Despesas de prazo do pagamento	Despesa ou ganho gerado pelo contribuição em dias do prazo de pagamento do fornecedor, valorado pelo Custo de Capital da Empresa

Já com indicadores de custo pré-selecionados, seguiu-se a proposta de Ellram (1993), categorizando-os em pré-transacionais, transacionais e pós transacionais, conforme Quadro 4.3.

Quadro 4.3A - Indicadores selecionados do TCO

	Indicador
Pré-Transacionais	Despesa de homologação do fornecedor
	Despesa de homologação do insumo
	Custo de cadastro
Transacionais	Custo de aquisição
	Custo de controle de qualidade
	Custo do pedido
	Custos Logísticos
	Despesas financeiras de inventário
	Custos de Armazenagem
	Custos de Movimentação
	Despesas de prazo do pagamento
	Custo da Performance Produtiva
	Custo de perdas normais
Despesas de perdas anormais	
Pós-Transacionais	Despesas de devolução de Produtos Acabados e descarte
	Despesas de Venda e Perda de Receita
	Custo de reabastecimento de mercado
	Reputação com o cliente

- Pré-Transacionais: São os custos referentes a preparação da empresa para iniciar um processo de compra, ou seja, são as fases de homologação do fornecedor, do material, investimento e de cadastro.
- Transacionais: São os custos referentes a operação de compra até a manufatura do produto acabado, iniciando nos gastos de aquisição do insumo no *incoterm* acordado até a contabilização de perdas de processo de um insumo físico ou os custos de destruição de um lote produto formulado por falha de um insumo químico.
- Pós transacionais: São os custos oriundos de falhas de insumo que se originam após o processo produtivo, devido a inviabilidade da comercialização do lote de produto acabado. No mercado onde a empresa do estudo está inserida, nem todas as vendas são recuperáveis, pois algumas dependem da sazonalidade do mercado e a perda do intervalo de venda é irrecuperável. Nesses custos estão inseridos os gastos extras com o reabastecimento de mercado, como a necessidade de frete aéreo, por exemplo.

De acordo com o estudo de Degraeve, Roodhooft e Van Doveren (2005), a necessidade de uma base de dados que suporte uma análise de TCO é um dos grandes desafios dessa metodologia. Ellram (1993) afirmou que com a falta de suporte de sistemas de informações adequados, o TCO passaria a demandar um esforço considerável da área de compras, causando um nível de frustração já no início da implementação. Tendo em consideração o tempo gasto, e o investimento e energia requeridos para o monitoramento de informações a serem utilizadas para a alimentação do modelo, foi realizada uma análise de relevância e aplicabilidade dos indicadores propostos. Primeiramente analisou-se o impacto financeiro do indicador para a empresa, onde descartou-se os indicadores de Custo de Cadastro e o Custo de Pedido. Adicionalmente, como requer a metodologia de TCO, conforme estudo de Bhutta e Huq (2002), foi descartado o indicador qualitativo Reputação com o Cliente. Adicionalmente, realizou-se uma análise de aplicabilidade do indicador para fins comparativos entre diferentes propostas comerciais, onde descartou-se o indicador Custo de Controle de Qualidade, pois de acordo com as políticas da empresa, um tipo insumo, independentemente de seu fornecedor, precisa ser submetido aos mesmos testes de aprovação de lote, e dessa forma, não haveria diferenciação de

valor entre distintas proposta. O Quadro 4.5 descreve os indicadores mantidos e descartados para do modelo de TCO.

Quadro 4.4- Análises da utilização dos indicadores

	Indicador	Relevância financeira	Quantitativo?	Aplicável para fins comparativos?	Indicador será utilizado no modelo de TCO?
Pré-Transacionais	Despesa de homologação do fornecedor	Média	Sim	Sim	Sim
	Despesa de homologação do insumo	Média	Sim	Sim	Sim
	Custo de cadastro	Baixa			Não
Transacionais	Custo de aquisição	Alta	Sim	Sim	Sim
	Custo de controle de qualidade	Média	Sim	Não	Não
	Custo do pedido	Baixa			Não
	Custos Logísticos	Alta	Sim	Sim	Sim
	Despesas financeiras de inventário	Alta	Sim	Sim	Sim
	Custos de Armazenagem	Alta	Sim	Sim	Sim
	Custos de Movimentação	Média	Sim	Sim	Sim
	Despesas de prazo do pagamento	Média	Sim	Sim	Sim
	Custo da Performance Produtiva	Alto	Sim	Sim	Sim
	Custo de perdas normais	Média	Sim	Sim	Sim
	Despesas de perdas anormais	Alto	Sim	Sim	Sim
Pós-Transacionais	Despesas de devolução de Produtos Acabados e descarte	Alto	Sim	Sim	Sim
	Despesas de Venda e Perda de Receita	Alto	Sim	Sim	Sim
	Custo de reabastecimento de mercado	Alto	Sim	Sim	Sim
	Reputação com o cliente	Alto	Não		Não

Tendo definidos quais os indicadores iriam compor o modelo de TCO, o Quadro 4.5 apresenta a forma de mensuração de cada um e as bases de dados a serem utilizadas como fonte de informação.

Quadro 4.5A- Base de dados dos indicadores do TCO

	Indicador	Dados Históricos (DH), Modelo Matemático (MM) ou Estimativa de Custo (EC)?	Base da dados dos indicadores e forma de mensuração
Pré-Transacionais	Despesa de homologação do fornecedor	EC	Valor fornecido pelo departamento de Controle de Qualidade. Estimado pela localização da planta do fornecedor.
	Despesa de homologação do insumo	EC	Valor fornecido pelo departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Estimado número e complexidade de testes a serem realizados.
Transacionais	Custo de aquisição	MM	Baseado na proposta comercial e seguindo metodologia existente na empresa.
	Custos Logísticos	MM	Baseado na proposta comercial e conforme metodologia de cálculo interno da empresa. Requer dados públicos de tributação e estimativa de custos logísticos.
	Despesas financeiras de inventário	MM	Baseado na proposta comercial e conforme modelo utilizado pela empresa para cálculo de inventário, revisado anualmente. Método de valoração de inventário proposto pelo autor do estudo.
	Custos de Armazenagem	MM	Baseado na proposta comercial e conforme metodologia de cálculo proposta pelo autor, utilizando estimativa de custo fornecida pela empresa.
	Custos de Movimentação	MM	Baseado na proposta comercial e conforme metodologia de cálculo proposta pelo autor, utilizando estimativa de custo fornecida pela empresa.
	Despesas de prazo do pagamento	MM	Baseado na proposta comercial e conforme metodologia de cálculo proposta pelo autor.
	Custo da Performance Produtiva	MM	Baseado em dados históricos da empresa e modelo de cálculo proposto pela área de finanças da empresa.
	Custo de perdas normais	DH	Dados históricos fornecidos pela empresa
	Despesas de perdas anormais	DH	Dados históricos fornecidos pela empresa

Quadro 4.5B- Base de dados dos indicadores do TCO (continuação)

	Indicador	Dados Históricos (DH), Modelo Matemático (MM) ou Estimativa de Custo (EC)?	Base da dados dos indicadores e forma de mensuração
Pós-Transacionais	Despesas de devolução de Produtos Acabados e descarte	DH	Dados históricos fornecidos pela empresa
	Despesas de Venda e Perda de Receita	DH	Dados históricos fornecidos pela empresa
	Custo de reabastecimento de mercado	DH	Dados históricos fornecidos pela empresa

As informações utilizadas para abastecer cada um dos indicadores selecionados vieram de três fontes distintas: Estimativas de Custos (EC), Modelo Matemático (MM) e Dados Históricos (DH).

EC foram utilizadas quando a necessidade dos gastos era independente das variáveis de compra do insumo, sendo interessante ao modelo somente seu valor final. Por exemplo o gasto de viagem de um auditor, o qual, na ótica de modelagem, importa saber somente o seu montante total.

A opção pelo cálculo através de um MM foi feita quando os dados da proposta comercial do fornecedor tiveram que ser traduzidos em impactos financeiros dentro da empresa. Dessa forma, foi necessário calcular tais valores através de um MM.

Por fim, indicadores mensurados por DH foram selecionados para os casos onde não era relevante ao modelo entender como foi calculado o impacto financeiro existente, mas somente possuir seus valores contábeis reconhecidos nas finanças da empresa.

Com a base de indicadores já selecionados, buscou-se definir o intervalo temporal de mensuração dos dados para análise do TCO. Como a empresa também trabalha com um modelo de custo padrão, onde são definidos custos padrões de referência para as análises de negócio ao longo do ano contábil, decidiu-se adotar o intervalo de 12 meses como o mais apropriado. Portanto, indicadores tiveram seus resultados anualizados para a comparação dentro de um mesmo intervalo de mensuração. Todos os indicadores que requereram o volume de compra de insumo, utilizaram a base de 12 meses de consumo, como por exemplo, o Custo de Aquisição e Despesas Financeiras de inventário. Dados históricos, como Perdas de Vendas e Despesas de Perdas Anormais, também utilizaram o intervalo de 12 meses anteriores a aplicação do modelo.

O Investimento utilizou a depreciação anual como fator de impacto de custo. Somente os indicadores de custo homologação, tanto de fornecedores, como de material, tiveram seu valor total contabilizado dentro do intervalo de 12 meses. O Quadro 4.6 descreveu a forma e intervalo de mensuração para cada um dos indicadores.

Quadro 4.6- Base temporal dos indicadores do TCO

	Indicador	Forma e intervalo de mensuração
Pré-Transacionais	Despesa de homologação do fornecedor	Custo pontual a ser pago somente na homologação
	Despesa de homologação do insumo	Custo pontual a ser pago somente na homologação
	Investimento	Depreciação anual do ativo necessário para compra do insumo
Transacionais	Custo de aquisição	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custo de controle de qualidade	Custo padrão do ano contábil e extrapolado pelo número de análise ao longo do ano.
	Custos Logísticos	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Despesas financeiras de inventário	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custos de Armazenagem	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custos de Movimentação	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Despesas de prazo do pagamento	Conforme proposta a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Performance Produtiva	Média do período de análise extrapolado para volume de 12 meses.
	Custo de perdas normais	Média do período de análise extrapolado para volume de 12 meses
	Despesas de perdas anormais	Média do período de análise extrapolado para volume de 12 meses
	Custo do produto acabado rejeitado	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses
Pós-Transacionais	Despesas de devolução de Produtos Acabados e descarte	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses
	Perda de vendas	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses
	Custo de reabastecimento de mercado	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses

O resultado do TCO foi definido como o somatório dos impactos anualizados de cada um dos indicadores propostos, portanto, independentemente da classificação contábil de custo ou despesa, ou mesmo de margem de lucro de produto. O impacto financeiro gerado por um insumo foi contabilizado em sua totalidade em um único número, chamado no modelo de TCO.

4.1.2.1. Cálculo do Modelo Conceitual

4.1.2.1.1. Total Cost of Ownership

Seguindo a proposta de Ellram (1993) o cálculo do TCO foi dividido em Pré-Transacional, Transacional Pós-Transacional, conforme Quadro 4.7.

Quadro 4.7- Custos e Despesas do TCO

Despesas e Custos do TCO	
Pré-Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)
	Despesas de Investimento (DI)
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)
	Custo Logístico (CL)
	Despesa Financeira de Inventário (DFI)
	Custo de Armazenagem (CA)
	Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI)
	Despesas de Prazo de Pagamento (DPP)
	Custo da Performance Produtiva (CPP)
	Custo de Perdas Normais (CPN)
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)
Pós-Transacionais	Despesas de Devolução de Produtos Acabados e Descarte (DDPAD)
	Despesas de Venda e Perda de Receita (DPPR)
	Custo de Reabastecimento de Mercado (CRM)
TCO	Total Cost Of Ownership (TCO)
	$TCO = DHF + DHI + I + CAI + CL + DFI + CA + CMPI + DPP + CPP + CPN + DPA + DDPAD + DPPR + CRM$

Embora a nomenclatura do TCO afirme que são custos que compõem seu cálculo, esse estudo propôs a extrapolação também para despesas, que não são incorporadas ao custo do produto, mas que representam montantes financeiros significativos e que são reconhecidos contabilmente no Resultado Financeiro do Exercício. Dessa forma, o cálculo do TCO foi descrito na Equação 4.1.

$$TCO = CDPT + CDT + CDPOT \quad (4.1)$$

Sendo:

CDPT os Custo e Despesas Pré-Transacionais, medido em moedas financeiras;

CDT os Custo e Despesas Transacionais, medido em moedas financeiras;

CDPOT os Custo e Despesas Pós-Transacionais, medido em moedas financeiras

4.1.2.1.2. Custos e Despesas Pré-Transacionais

Os custos e despesas selecionados como Pré-transacionais referem-se aos gastos realizados antes que a empresa inicie uma relação comercial com seu fornecedor, ou seja, são atividades preparatórias. Conforme descrito nos subcapítulos anteriores, foram selecionados três indicadores que representam os dispêndios financeiros existentes nessa etapa, como podem ser vistos no Quadro 4.8.

Quadro 4.8- Custos e Despesas Pré-Transacionais

	Indicador	Forma e intervalo de mensuração
Pré-Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)	Despesa pontual a ser pago somente na homologação. Contabilizado valor total dentro de 12 meses.
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)	Despesa pontual a ser pago somente na homologação. Contabilizado valor total dentro de 12 meses.
	Despesas de Investimento (DI)	Custo de depreciação anual do ativo necessário para compra do insumo. Contabilizado somente a parcela da depreciação no intervalo de 12 meses.

O valor Pré-Transacional (PT) foi definido como o somatório de cada um dos indicadores dentro do intervalo de 12 meses, conforme a Equação 4.2.

$$PT = DHF + DHI + DI \quad (4.2)$$

Embora exista um racional matemático para a estimativa de gastos Pré-Transacionais, e que eventualmente esse valor possa divergir entre fornecedores, por fatores como localização, por exemplo, o número de variáveis e a complexidade de análise seriam excessivamente grandes e demasiadas imprecisas para justificar a sua descrição dentro do modelo. Adicionalmente, as variáveis têm pouca relação com a atividade comercial entre empresa e fornecedores. Dessa forma, decidiu-se incluir somente o valor absoluto de cada um dos indicadores dentro do modelo.

4.1.2.1.3. Custos e Despesas Transacionais

Os Custos e Despesas Transacionais são os gastos financeiros que ocorrem quando o fornecedor e a matérias-primas já estão homologadas e os investimentos necessários de

infraestrutura estão concluídos, ou seja, são os dispêndios financeiros que suportam as operações de manufatura. Por serem em sua maioria diretamente impactados por escolhas feitas pelos gestores da empresa, tanto na esfera operacional, quanto na administrativa, foi decidido incorporar no modelo os mecanismos de cálculo de seus indicadores. Dessa forma, a ferramenta de mensuração do TCO permitiu a simulação de cenários baseados em diferentes decisões dos gestores sobre fatores que alteram custos e despesas.

Os custos e despesas Transacionais foram listados no Quadro 4.9 e descritos em detalhes ao longo desse capítulo.

Quadro 4.9- Custos e Despesas Transacionais

	Indicador	Forma e intervalo de mensuração
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custos Logísticos (CL)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Despesas Financeiras de Inventário (DFI)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custos de Armazenagem (CA)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custos de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Despesas de Prazo do Pagamento (DPP)	Conforme proposta comercial a ser analisada e extrapolado para o volume anual.
	Custo da Performance Produtiva (CPP)	Média do período de análise extrapolado para volume de 12 meses.
	Custo de Perdas Normais (CPN)	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses
	Custo do Produto Acabado Rejeitado (CPAR)	Impactos contabilizados nos últimos 12 meses

O valor dos Custos e Despesas Transacionais (CDT) é somatório de cada um dos indicadores dentro do intervalo de 12 meses, conforme Equação 4.3.

$$CDT = CAI + CL + DFI + CA + CMPI + DPP + CPP + CPN + DPA \quad (4.3)$$

4.1.2.1.4. Custo de Aquisição do Insumo

O Custo de Aquisição do Insumo (CAI) é o dispêndio de recursos financeiros utilizados para se adquirir o volume de compra ao longo do ano. O CAI é o valor pago para se adquirir o insumo no *Incoterm*, ou seja, o montante pago ao fornecedor. Como os preços podem ser definidos em diferentes moedas, é necessário fazer a conversão para a taxa de custeio de empresa, utilizando a Taxa de Conversão (TxC). Seu cálculo foi explicado na Equação 4.4.

$$CAI = PPI * TxC * VACI \quad (4.4)$$

Sendo:

PPI o Preço Pago pelo Insumo, medido em moedas financeiras;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo no ano, medido em unidades por ano;

TxC a Taxa de Conversão, medida em moedas financeiras.

4.1.2.1.5. Custo Logístico

O Custo Logístico (CL) é o dispêndio financeiro feito para o transporte do material do fornecedor até o comprador, sendo a responsabilidade de cada uma das partes definidas pelo *Incoterm* do material. O preço do insumo, ofertado pelo vendedor, já possui inserido em sua composição os custos logísticos, da saída da planta até o momento de sua entrega ao comprador. Esses custos variam, dependendo do preço do material, tipo de container, rota de transporte, entre outros fatores. O país de origem do material também pode alterar o seu valor final, pois podem ocorrer mudanças alfandegárias por acordos bilaterais, ou existirem e diferentes custos na origem.

A Figura 4.3 esquematicamente representa os custos logísticos na cadeia de abastecimento do insumo.

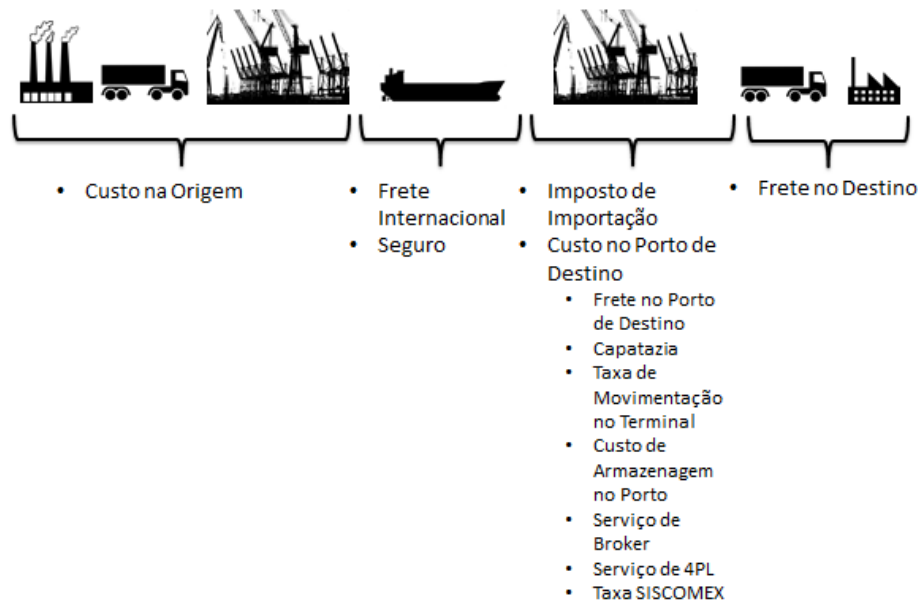


Figura 4.3 – Representação esquemática dos custos logísticos

As equações abaixo definiram todos os componentes que fizeram parte do Custo Logístico inseridos no processo de compra de um insumo, da origem ao destino.

O Custo Logístico (CL) de um item foi definido pela Equação 4.5.

$$CL = CLC * NCI \quad (4.5)$$

Sendo:

CL o Custo Logístico, medido em moedas financeiras;

CLC o Custo Logístico por Compra, medido em moedas financeiras;

NCI o Número de Compras do Insumo no ano, medido em unidades.

A previsão do Número de Compras do Insumo (NCI) no ano foi definida pelo número de vezes que determinado insumo precisa ser comprado durante o ano. O cálculo do NCI foi descrito na Equação 4.6.

$$NCI = \frac{VACI}{LC} \quad (4.6)$$

Sendo:

VACI o Volume de Compra do Insumo Ano, medido em unidades;

LC o Lote de Compra, medido em unidades por pedido.

O Custo Logístico por Compra (CLC) é o somatório de todas as variáveis que impactam na importação de determinado insumo. O cálculo do CLC foi descrito na Equação 4.7.

$$CLT = (CO + FI + S + II + CPD) * TxC \quad (4.7)$$

Sendo:

CO o Custos na Origem, medido em moedas financeiras;

FI o Frete Internacional, medido em moedas financeiras;

S o Seguro, medido em moedas financeiras;

II o Imposto de importação, medido em moedas financeiras;

CPD o Custo no porto de destino, medido em moedas financeiras;

TxC a Taxa de Câmbio, medido em moedas financeiras de origem por moedas financeiras de destino.

Os Custos na Origem (CO) referem-se ao transporte e taxas alfandegárias no país de origem do material. O Frete Internacional (FI) é valor que se paga pelo aluguel da área disponibilizada no veículo que irá transportar o material. O valor do Seguro é definido pela

aplicação de uma taxa percentual de seguro frente ao somatório dos custos antes da chegada do material na origem. O cálculo de S foi descrito na Equação 4.8.

$$S = (CPEI + CO + FI) * TxS \quad (4.8)$$

Sendo:

CPEI o Custo do Pedido Entregue no *Incoterm*, medido em moedas financeiras;

CO o Custos na Origem, medido em moedas financeiras;

FI o Frete Internacional, medido em moedas financeiras;

TxS a Taxa de Seguro, medido em porcentagem.

O Custo do Pedido Entregue no *Incoterm* (CPEI) se refere ao preço pago pelo comprador no momento da compra do insumo. Seu cálculo foi descrito na Equação 4.9.

$$CPEI = PPI * LC \quad (4.9)$$

Sendo:

PPI o Preço Pago pelo Insumo, medido em moedas financeiras;

LC o Lote de Compra, medido em unidades.

O valor imposto de importação (II) é definido pela aplicação de uma Alíquota de Imposto de Importação (AII) frente ao somatório dos custos antes da chegada do material na origem. A alíquota do imposto é definida pela classificação fiscal do material, internacionalmente representado pelo *Harmonized Tarrif Code* e no Mercosul pela Nomenclatura Comum do Mercosul, ou NCM. O cálculo do II foi descrito na Equação 4.10.

$$II = (CPEI + CO + FI) * AII \quad (4.10)$$

Sendo:

CPEI o Custo do Pedido Entregue no *Incoterm*, medido em moedas financeiras;

CO os Custos na Origem, medido em moedas financeiras;

FI o Frete Internacional, medido em moedas financeiras;

AII a Alíquota do Imposto de Importação, medida em porcentagem.

O Custo no Porto de Destino (CPD) é composto pelo somatório de todos os custos incorridos após a nacionalização do item, ou seja, após a entrada do item no país. A Equação 4.11 o descreveu.

$$CPD = FPD + C + TMT + CAP + FD + SB + S4PL + TxS \quad (4.11)$$

Sendo:

FPD o Frete no Porto de Destino, medido em moedas financeiras;

C a Capatazia, medida em moedas financeiras;

TMT a Taxa de Movimentação no Terminal, medida em moedas financeiras;

CAP o Custo de Armazenagem no Porto, medido em moedas financeiras;

FD o Frete no Destino, medido em moedas financeiras;

SB de Serviço de *Broker* (SB), medido em moedas financeiras;

S4PL o Serviço de 4PL, medido em moedas financeiras;

TxS a Taxa SISCOMEX, medida em moedas financeiras.

O FPD se refere aos custos de transporte até o ponto de armazenagem para liberação da carga. Capatizia é o valor cobrado pelo trabalho de descarregamento do insumo do veículo de transporte para o porto. A taxa Siscomex é uma taxa cobrada devido ao ato de registro de Declaração de Importação. O Serviço de 4PL é o valor pago a empresa logística que coordena as atividades operacionais de uma importação, como preparação de documentação, declarações necessárias, coordenação de armazenagem e etc. O CAP se refere a uma taxa de aluguel cobrada pela armazenagem do material no porto, até sua liberação, e seus componentes foram descritos na Equação 4.12.

$$CAP = (CPEI + CO + FI + S) \times TxA \quad (4.12)$$

Sendo:

CPEI o Custo do Pedido Entregue no Incoterm, medido em moedas financeiras;

CO o Custos na Origem, medido em moedas financeiras;

FI o Frete Internacional, medido em moedas financeiras;

S o Seguro, medido em moedas financeiras;

TxA a Taxa de Armazenagem, medida em porcentagem.

4.1.2.1.6. Despesa Financeira de Inventário

Para a mensuração do TCO foi necessário avaliar a Despesa Financeira de Inventário (DFI), uma vez que este é o gasto da empresa para manter os estoques em níveis adequados

para a continuidade das produções. Alterações de condições comerciais que alterem os níveis de inventário influenciam a métrica de DFI.

A DFI mensura o custo em se manter o estoque médio de inventário para determinado insumo ao longo de todo ano, valorado pelo Custo de Capital (CC) da empresa. O valor médio do inventário é representado pelo Estoque Médio do Insumo (EMI). O DFI foi explicado na Equação 4.13.

$$DFI = CC * EMI \quad (4.13)$$

O conceito de estoque médio pode ser observado na Figura 4.4.

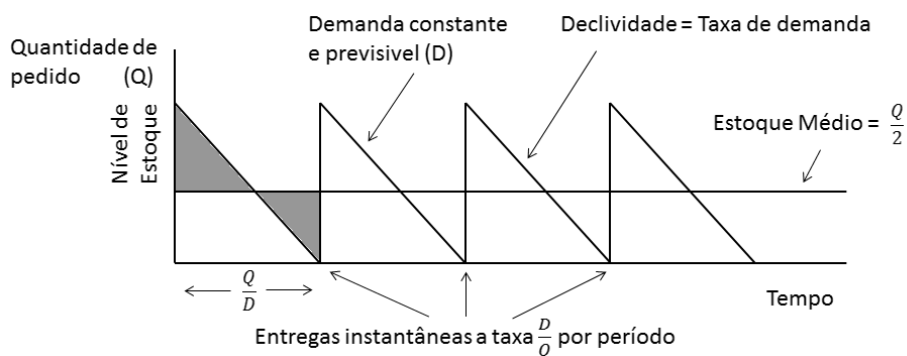


Figura 4.4 – Gráfico de Serra

Fonte: Slack, Chambers e Johnson (2009)

O estoque médio reflete a média do insumo armazenado entre os ciclos de reposição, ou seja, entre os intervalos de compra.

O EMI para um insumo específico foi explicado na Equação 4.14.

$$EMI = DDF * \left(\frac{GAEI}{365} \right) \quad (4.14)$$

Sendo:

DDF o Dias de Fornecimento, medido em dias;

GAEI o Gasto Anual da Empresa com Insumos, medido em moedas financeiras.

Para calcular o EMI se utilizou outro índice amplamente empregado em gestão de inventário, chamado de DDF (Dias de Fornecimento), ou em inglês, *Days of Supply* (DOS), sendo este mensurado em número de dias. Ao longo dos 365 dias do ano a empresa gasta um determinado montante de capital para aquisição de todos os seus insumos produtivos. O DDF representa a fração dos 365 dias do ano que cada insumo representa frente ao montante de gasto total. É dizer, por exemplo, que se uma empresa mantém em médio 36,5 DOS como estoque

médio, significa dizer que ela mantém 10% dos seus gastos anuais com insumo em inventário de determinado insumo. Esse indicador tem sua utilização difundida em controle de inventário, por correlacionar prazos com dinheiro, possibilitando ao controlador rapidamente entender quanto o determinado estoque custa frente ao total de capital que ele gerencia. Algumas empresas utilizam o DDF com relação ao montante total de vendas, o que possibilitaria ao controlador entender o impacto no faturamento que determinado insumo causaria em caso de uma ruptura. Nesse estudo o DDF foi utilizado com relação ao Gasto Anual da Empresa com Insumos (GAEI).

O DDF nesse estudo foi dividido em três componentes, conforme descrito na Equação 4.15, e que foram esquematicamente definidos na Figura 4.5. O Estoque do Ciclo de Reposição (ECR) se refere à cobertura necessária de insumos para manter o abastecimento entre os intervalos de entrega. O Estoque de Segurança (ES) se refere a quantidade de estoque mantida para suportar as variações padrões nas entregas do insumo e das demandas da planta de produtiva. O Estoque por Obsolescência e Eventos (EOE) se refere a quantidade de insumo mantida para suprir perdas por expiração no prazo de utilização do insumo ou alguma demanda extra requerida. Os componentes de cálculo foram detalhadamente explicados próximos nos subitens seguintes desse estudo.

$$\text{DDF} = \text{ECR} + \text{ES} + \text{EOE} \quad (4.15)$$

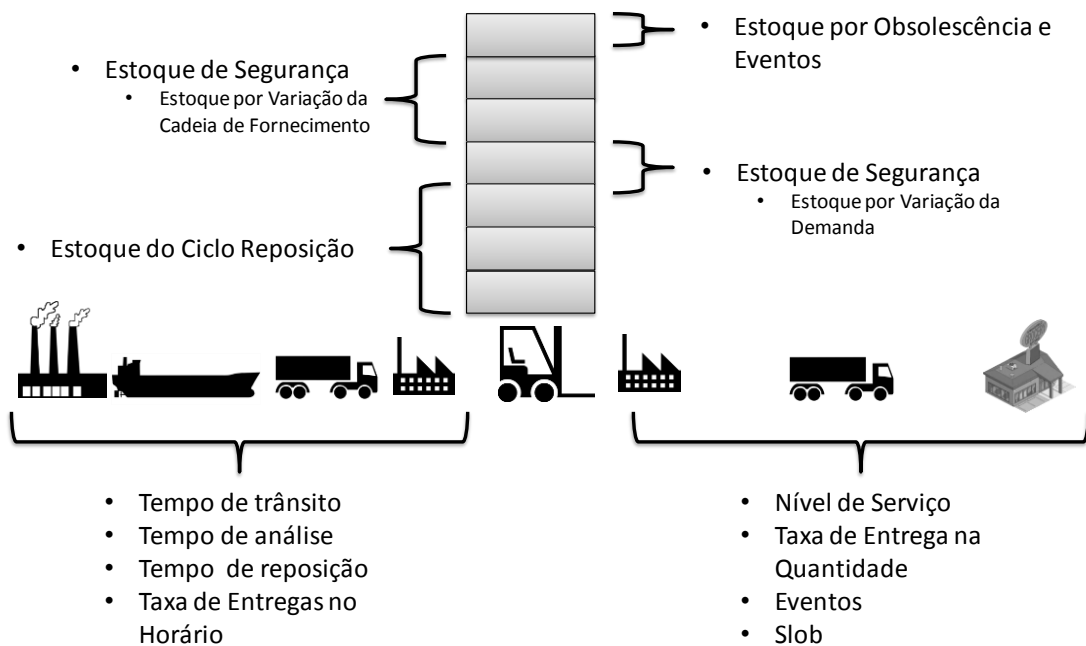


Figura 4.5 – Representação esquemática do inventário e suas variáveis

Alterações em parâmetros de compra impactam diretamente o resultado do DDF, indicando se a empresa alocará mais ou menos capital ao longo do ano na aquisição de determinado insumo. De maneira resumida, Lotes Mínimos de Compra, *Lead Time*, tempo de análise do material e variação de consumo médio do material são exemplos de variáveis que alteram o resultado do indicador.

4.1.2.1.7. Estoque do Ciclo de Reposição

O Estoque do Ciclo de Reposição (ECR) define o número de dias médio que determinado insumo é contabilizado como estoque de insumo pela empresa, do momento em que sua propriedade é transferida do fornecedor para o comprador, conforme definido no *Incoterm*. Os níveis de inventário não consideram somente a presença física de material em estoque, mas também em trânsito. A mensuração do ECR é realizada em dias, por ser um componente do DDF, e foi descrita na Equação 4.16.

$$ECR = (GTAI/GAEI) * LTCF \quad (4.16)$$

Sendo:

GAI o Gasto Total Anual com o Insumo, medido em unidades financeiras;

GAEI o Gasto Anual da Empresa com Insumos, medido em unidades financeiras;

LTCF o *Lead time* da Cadeia de Fornecimento, medido em dias.

O cálculo do Gasto Total Anual com o Insumo (GTAI) é definido pelo somatório entre o Gasto Anual com o Insumo (GAI) e seu Custo Anual Logístico (CAL), representando o capital investido para adquirir e trazer o insumo até a planta de destino. Seu cálculo foi descrito na Equação 4.17.

$$GTAI = GAI + CAL \quad (4.17)$$

O *Lead Time* da Cadeia de Fornecimento (LTCF) tem como componentes as etapas da cadeia de fornecimento que conectam o fornecedor do insumo com a planta produtiva. O *Lead Time* de Processamento do Pedido é o tempo para que ele seja disponibilizado para a coleta. O *Lead Time* do Transporte é definido pelo momento em que a empresa coleta o insumo no local definido pelo *Incoterm* até a chegada à planta. O Tempo de Análise do Material é o período que o material está em estoque, mas não está disponível para uso, pois aguarda uma liberação do

departamento responsável. O Tempo de Reposição é o intervalo de dias entre as ordens de compra. O cálculo do LTCF foi descrito na Equação 4.18.

$$LTCF = LTT + TA + \frac{TR}{2} \quad (4.18)$$

Sendo:

LTT o *Lead Time* do Transporte, medido em dias;

TA o Tempo de Análise, medido em dias;

TR o Tempo de Reposição, medido em dias.

O Tempo de Reposição é definido pela comparação entre duas variáveis, o Consumo do Lote de Compra em dias e a Frequência de Compra, utilizando a de maior valor entre as duas para o cálculo. Seu valor é dividido por dois, pois considera o conceito de estoque médio. A Frequência de Compra é o intervalo de tempo no qual o planejador de materiais irá avaliar sua necessidade de colocar um pedido de compra para determinado insumo, sendo esse prazo definido por sua disponibilidade para executar a atividade. Caso o tempo de consumo do Lote de Compra de um item seja menor que a Frequência de Compra, se adotará a segunda como intervalo de tempo para colocação de pedidos. No caso inverso, se obedecerá ao Consumo do Lote de Compra. O Lote de Compra em Dias (LCD) teve sua fórmula descrita na Equação 4.19, e quantifica o número de dias que o lote de compra demora para ser consumido, comparado a demanda.

$$LCD = LC / (VACI / 365) \quad (4.19)$$

Sendo:

LC o Lote de Compra, medido em unidades;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo, medido em unidades.

4.1.2.1.8. Estoque de Segurança

O Estoque de Segurança (ES) define os dias que determinado insumo é mantido como inventário, com a finalidade de manter a unidade produtiva abastecida, frente a variações de fornecimento e demanda, e considerando o nível de atendimento ao cliente que se pretende atingir. Sua fórmula foi descrita na Equação 4.20. O ES é medido em dias, por ser um componente do DDF.

$$ES = \frac{GTAI}{GAEI} * fator Z * \left(\frac{\sqrt{EVCF^2 + EVD^2}}{\frac{VCI}{365}} \right) \quad (4.20)$$

Sendo:

GTAI o Gasto Total Anual com o Insumo, medido em moedas financeiras;

GAEI o Gasto Anual da Empresa com Insumos, medido em moedas financeiras;

EVCF o Estoque por Variação da Cadeia de Fornecimento, medido em dias;

EVD o Estoque por Variação da Demanda, medido em dias;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo (VACI), medido em unidades.

O Estoque por Variação da Cadeia de Fornecimento (EVCF), utilizado para o cálculo do Estoque de Segurança, representa a exposição às variações que determinada cadeia de fornecimento está sujeita, considerando sua extensão, ou *Lead Time* Total (LTT), e eventuais falhas de fornecimento que possam ocorrer. Seu valor é obtido em unidades, e as variações identificadas na cadeia reduzem a perspectiva de atendimento que a empresa espera atingir em seus processos, definido como Nível de Serviço. As variações, ou falhas de abastecimento, podem ocorrer tanto na pontualidade da entrega quanto na quantidade entregue, Taxa de Entregas no Prazo (TEP) e Taxa de Entrega na Quantidade (TEQ) respectivamente. O cálculo do Estoque por Variação da Cadeia de Fornecimento (EVCF) foi descrito na Equação 4.21.

$$EVCF = \frac{VACI}{365} * LTT * (NS - (TEP * TEQ)) \quad (4.21)$$

Sendo:

EVCF o Estoque por Variação da Cadeia de Fornecimento, medido unidades;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo, medido em unidades;

LTT o *Lead Time* Total, medido em dias;

NS o Nível de Serviço, medido em porcentagem;

TEP a Taxa de Entrega no Prazo, medida em porcentagem;

TEQ a Taxa de Entrega na Quantidade, medido em porcentagem.

O Estoque por Variação da Demanda (EVD), utilizado no cálculo do Estoque de Segurança, representa a exposição às variações que determinada cadeia de fornecimento possui, considerando sua extensão, ou *Lead Time* Total (LTT), e a acuracidade das previsões de consumo feitas pela empresa. Seu resultado é expresso em unidades, e o MAPE (*Mean Absolute*

Percent Error) representa percentualmente os erros esperados. A Equação 4.22 descreveu o cálculo do Estoque por Variação da Demanda.

$$EVD = \sqrt{LTT} * \frac{VACI}{365} * MAPE \quad (4.22)$$

Sendo:

LTT o *Lead Time* Total, medido em dias;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo, medido em unidades;

MAPE, medido em porcentagem.

O fator *Z*, também utilizado no cálculo do Estoque de Segurança, é o valor do fator do serviço, ou seja, o número de desvio padrões para determinado nível de serviço esperado.

O *Lead Time* Total, conforme Equação 4.23, é o somatório dos tempos de execução dos processos da cadeia de abastecimento, mais o fator Período de Congelamento (PC). O PC é o valor é definido pela planta produtiva, sendo um intervalo de tempo que alterar seu planejamento de produção teria um alto custo para a empresa. Esse mesmo período é refletido para o planejamento de insumos, onde não deverão ocorrer mudanças nas necessidades sem uma aprovação da alta direção, devido ao alto custo e complexidade de alterações dentro do fornecedor e na cadeia de transporte.

$$LTT = LTPC + LTTR + TA + PC \quad (4.23)$$

Sendo:

LTPC o Lead Time do Período de Congelamento, medido em dias;

LTTR o Lead Time do Transporte, medido em dias;

TA o Tempo de Análise, medido em dias

PC o Período de Congelamento, medido em dias

4.1.2.1.9. Estoque por Obsolescência e Eventos

Estoque por Obsolescência e Eventos (EOE) se referem a quantidade de insumo mantida para subir perdas por expiração no prazo de utilização do insumo ou alguma demanda extra requerida. O EOE é dividido em Eventos e SLOB. Eventos são demandas ou a quebra delas por alguma razão, que irão gerar um maior ou menor consumo de um insumo. SLOB (*Slow Moving or Obsolete Supply/Inventory*) é percentualmente a perda de inventário por obsolescência. O

EOE, por ser um componente do DDF, também é medido em dias. A Equação 4.24 explicou o cálculo do NII.

$$EOE = (ES + ECR) * (E + SLOB) \quad (4.24)$$

Sendo:

ECR o Estoque do Ciclo de Reposição, medido em dias;

ES o Estoque de Segurança (ES), medido em dias;

E os Eventos, medido em porcentagem;

SLOB o *Slow Moving or Obsolete Supply/Inventory*, medido em porcentagem.

4.1.2.1.10. Despesas de Prazo de Pagamento

O impacto causado por um prazo de pagamento de insumo é medido pelo *Cash Conversion Cycle Flow* (CCC). Como esse estudo propôs a mensurar o impacto individual por insumo, o Dias Médios de Inventário da Empresa (DMIE) será substituído pelo Estoque Médio do Inventário em Dias (EMID), pois esse indicador garante melhor acuracidade na medição do prazo de armazenagem de um item específico. Os dias obtidos do CCC foram valorados pelo gasto diário com a aquisição do insumo, e os juros referentes ao Custo de Capital da empresa serão considerados as Despesas de Prazo de Pagamento (DPP).

Dessa forma, as DPP foram calculados pela Equação 4.25.

$$DPP = \frac{GTAI}{365} * (EMID + DMCR - PP) * CC \quad (4.25)$$

Sendo:

GTAI o Gasto Total Anual com o Insumo, medido em moedas financeiras;

EMID o Estoque Médio do Insumo em Dias, medido em dias;

DMCR o Dias Médios de Contas a Receber, medido em dias;

PP o Prazo de Pagamento, medido em dias;

CC o Custo de Capital, medido em porcentagem.

O Estoque Médio do Insumo em Dias foi obtido pela Equação 4.26.

$$EMID = \frac{EMI}{\frac{GTAI}{365}} \quad (4.26)$$

Sendo:

EMI o Estoque Médio do Insumo, medido em moedas financeiras;

GTAI o Gasto Total Anual com o Insumo, medido em moedas financeiras.

4.1.2.1.11. Custo de Armazenagem

De acordo com os especialistas consultados, os custos de armazenagem têm características de custos fixos, ou seja, não são imediatamente variáveis por sua utilização. Os depósitos externos são contratados mediante cláusulas que preveem um número de posições de armazenamento fixas por um período de tempo, e reduções a taxa de ocupação não representam uma redução imediata de custos para empresa. O mesmo se passa com os depósitos internos, que já possuem estruturas fixas e que são depreciadas nos custos da empresa. Entretanto, os custos de armazenamento são monitorados e mensurados na unidade de posições de armazenamento por mês. A composição desse custo deve-se ao custo do espaço físico ocupado, instalações físicas requeridas, caminhões próprios para movimentação interna e manutenção dos depósitos.

A empresa onde o estudo foi conduzido monitora dados reais desse indicador. Portanto, para que se possa construir o modelo, foi sugerida uma proposta de mensuração desse índice, baseada em publicações acadêmicas sobre o tema e conhecimento prático do autor.

Para Custo Total de Aquisição foi utilizado uma fórmula matemática que calcula o número de posições pallet requeridas por cada insumo. O cálculo do Custo de Armazenagem (CA) foi descrito conforme Equação 4.27, onde CPAM é o Custo da Posição de Armazenagem por Mês e o PAE representa as Posições de Armazenagem em Estoque.

$$CAA = PAE * CPAM * 12 \quad (4.27)$$

Sendo:

CAA o Custo de Armazenagem Anual, medido em moedas financeiras;

PAE as Posições de Armazenagem em Estoque, medida em unidades;

CPAM o Custo da Posição de Armazenagem Mensal, medido em moedas financeiras.

Utiliza-se para o cálculo de PAE, o montante financeiro que se mantém fisicamente em estoque para o insumo, representando por Nível de Inventário em Casa em Moeda (NICM) e o Custo por Unidade de Posição de Armazenagem (CUPA). A Equação 4.28 descreveu seu cálculo.

$$PAE = \frac{NICM}{CUPA} \quad (4.28)$$

Sendo:

PAE as Posições de Armazenagem em Estoque, medidas em unidades;

NIC o Nível de Inventário em Casa em Moeda, medido em moedas financeiras;

CUPA o Custo por unidade de posição de armazenagem, medido em moedas financeiras.

Para cálculo do PAE, ou Posições de Armazenagem em Estoque, foi calculado primeiramente o capital alocado em cada posição de armazenagem na planta. A Equação 4.29 descreveu o cálculo do Custo por Unidades de Posição de Armazenagem (CUPA).

$$CUPA = UPA * PTI \quad (4.29)$$

Sendo:

UPA as Unidades por Posição de Armazenagem, medidas em unidades;

PTI o Preço Total do Insumo, medido em moedas financeiras por unidades;

O Cálculo do Preço Total do Insumo (PTI) foi descrito na Equação 4.30, sendo definido como o preço pago por unidade para adquirir e trazer o insumo até a planta produtiva.

$$PTI = \frac{GTAI}{VCI} \quad (4.30)$$

Sendo:

GTAI o Gasto Total Anual com o Insumo, medido em moedas financeiras;

VACI o Volume Anual de Compra do Insumo, medido em unidades.

O Nível de Inventário em Casa em Moeda (NICM) é o valor financeiro do Nível de Inventário em Casa (NIC), sendo o último medido em dias, por ser um subcomponente do DDF. NIC designa a parte do inventário total que está armazenado fisicamente na planta. Esse valor é obtido indiretamente, pela subtração entre o EMI de um insumo e do Nível de Inventário em Transito (NIT). As Equações 4.31, 4.32 e 4.33 descrevem seus cálculos.

$$NICM = NIC * \frac{GAEI}{365} \quad (4.31)$$

Sendo:

GAEI o Gasto Anual da Empresa com Insumos, medido em moedas financeiras.

$$NIC = EMI - NIT \quad (4.32)$$

Sendo:

EMI o Estoque Médio do Insumo, medido em dias;

NIT o Nível de Inventário em Trânsito, medido em dias.

$$NIT = \frac{GTAI}{GAEI} * LTTR \quad (4.33)$$

Sendo:

LTTR *Lead Time* do Transporte (LTTR): medido em dias.

4.1.2.1.12. Custo de Movimentação e Preparação do Insumo

Para o cálculo do Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI) utilizou-se um algoritmo de cálculo simplificado, sugerido pelo autor, que captura o número de horas requeridas por essa atividade, sem descreve-las em detalhes. Como cada tipo de insumo tem sua particularidade na preparação e movimentação, a complexidade de seu cálculo não foi incorporada ao modelo, sendo necessário somente a estimativa das horas requeridas para sua execução. O cálculo do CMPI foi descrito na Equação 4.34.

$$CMPI = (TMPI * CHP) * LAPI \quad (4.34)$$

Sendo:

TMPI o Tempo de Movimentação e Preparação do Insumo, medido em horas;

CHP o Custo da Hora Produtiva, medido em unidades financeiras;

LAPI os Lotes Anuais Produzidos com o Insumo, medido em unidades.

Como o cálculo do TCO utiliza a base temporal anualizada, o Custo de Movimentação e Preparação de cada lote é multiplicado pela estimativa de número de lotes produzidos ao longo do ano, o LAPI. O seu cálculo foi apresentado na Equação 4.35.

$$LAPI = \frac{VACI}{UMILP} \quad (4.35)$$

Sendo:

VACI o Volume anual de Compra do Insumo, medido em unidades;

UMILP a Utilização Média do Insumo por Lote Produzido, medida em unidades.

4.1.2.1.13. Custo da Performance Produtiva

Para o cálculo do Custo da Performance Produtiva utilizou-se o conceito de perda ou ganho de OEE gerados por determinado insumo. A performance do insumo na linha produtiva pode alterar o fator do OEE Taxa de Qualidade, por exemplo, por gerar mais ou menos produtos acabados refugados que o padrão da linha e, portanto, requerer um tempo distinto de produção para cumprir com a meta produtiva. A Taxa de Desempenho, outro fator do OEE, também pode ser afetado, por serem produzidas quantidades menores que a planejada, devido ao um número adicional de paradas de produção por desempenho do material. Existem inúmeros exemplos dentro de uma linha de produção onde a performance produtiva é a alterada pelo desempenho do material, como por exemplo, a necessidade de se rodar uma linha com velocidade inferior a padrão pela fragilidade de um filme plástico, que se rompe com frequência e precisa ser remendado. Ou um determinado tipo de insumo químico que necessita de mais agitação para diluição em uma fórmula, requerendo mais tempo de produção, por exemplo.

Utilizou-se para o cálculo financeiro da perda ou ganho de OEE o Custo da Performance Produtiva (CPP), que mensura quantas horas adicionais foram necessárias para produzir o volume da Produção Anual Esperada de Produtos Acabados (PAEPA), quando comparadas com o OEE padrão da linha, sendo valoradas pelo Custo da Hora Produtiva (CHP). A Equação 4.36 apresentou o seu cálculo.

$$CPP = (HRPAADI - HRPAP) * CHP \quad (4.36)$$

Sendo:

CPP o Custo da Performance Produtiva, medida em moedas financeiras;

HRPAP as Horas Requeridas para Produção Anual Padrão, medidas em horas;

HRPAADI a Horas Requeridas para Produção Anual Afetadas pelo Desempenho do Insumo, medidas em horas;

CHP o Custo da Hora Produtiva, medido em moedas financeiras.

Para o cálculo das Horas Requeridas para Produção Anual Padrão (HRPA) utilizou-se um algoritmo baseado no tempo requerido para se executar a produção anual de produto acabado, baseada na velocidade da linha produtiva e no desempenho padrão da linha, o OEE Padrão (OEEP). As Equações 4.37, 4.38 e 4.39 descrevem as etapas do cálculo.

$$HRPAP = TRA * DTP * MODT \quad (4.37)$$

Sendo:

TRA são os Turnos Requeridos por Ano, medidos em unidades;

DTP é a Duração do Turno Produtivo, medido em horas;

MODT a Mão de Obra Direta por Turno, medida em unidades;

$$TRA = \frac{PAEPA}{PET} \quad (4.38)$$

Sendo:

PAEPA a Produção Anual Esperada de Produto Acabado, medida em unidades;

PET a Produção Esperado por Turno.

$$PET = VLP * OEOP * DTP \quad (4.39)$$

Sendo:

VLP a Velocidade da Linha Produtiva, medida em horas;

OEOP o OEE Padrão, medido em porcentagem;

O cálculo das Horas Requeridas para Produção Anual Afetadas pelo Desempenho do Insumo (HRPAADI) é análogo ao das HRPAP, entretanto, se utilizou o desempenho da linha influenciado pelo insumo, o OEE com Desempenho do Insumo (OEEDI). As Equações 4.40, 4.41 e 4.42 descrevem as etapas do cálculo.

$$HRPADI = TRADI * DTP * MODT \quad (4.40)$$

Sendo:

TRPADI os Turnos Requeridos por Ano com Desempenho do Insumo, com Desempenho do Insumo.

DTP é a Duração do Turno Produtivo, medido em horas;

MODT a Mão de Obra Direta por Turno, medida em unidades;

$$TRADI = \frac{PAEPA}{PETDI} \quad (4.41)$$

Sendo:

PAEPA a Produção Anual Esperada de Produto Acabado, medida em unidades;

PETDI é a Produção Esperada por Turno com Desempenho do Insumo, medida em unidades.

$$PETDI = VLP * OEEDI * DTP \quad (4.42)$$

Sendo:

OEEDI o OEE com Desempenho do Insumo, medido em percentual.

4.1.2.1.14. Custo de Perdas Normais

O Custo de Perdas Normais (CPN), chamadas também de compulsórias, foi calculado baseado no valor percentual de perda do insumo que se pretende avaliar, e valorado através do Gasto Total Anual do Insumo (GTAI), conforme Equação 4.43.

$$CPN = TxPN * GTAI \quad (4.43)$$

Sendo:

TxPN a Taxa de Perdas Normais do insumo, medida em percentual;

GTAI o Gasto Total Anual do Insumo, medido em moedas financeiras.

4.1.2.1.15. Despesas de Perdas Anormais e Custo de Produto Acabado Rejeitado

As Despesas de Perdas Anormais (DPA) e o Custo de Produto Acabado Rejeitado (CPAR) são mensurados através da base histórica da empresa, para o intervalo de 12 meses. Portanto, as ocorrências de DPA e o CPAR foram incorporados ao modelo como moedas financeiras, ou seja, o valor monetário das perdas de insumos não programadas e dos produtos acabados rejeitados por falha do insumo.

4.1.2.1.16. Custos e Despesas Pós-Transacionais

Os Custos e Despesas Pós-Transacionais são resultantes de falhas após a operação de vendas ou a sua não ocorrência, por problemas oriundos do insumo. São exemplos Pós-Transacionais a Perda de Vendas (PV), que ocorre quando o cliente solicita a entrega de Produto Acabado que não pode ser fabricado pela falha do insumo. Assim como as Despesas de

Devolução de Produtos Acabados e seu Descarte (DPAD), quando um problema no produto acabado é detectado após sua venda e a origem é uma falha de material. O Custo Extra de Reabastecimento de Mercado (CRM) é oriundo de uma necessidade de se abastecer o mercado de uma forma mais rápida, para não perder a venda programada. Ou mesmo, a necessidade de se abastecer o mercado novamente, após o recolhimento do produto acabado.

O valor dos Custos e Despesas Pós-Transacionais (CDPOT) foram definidos como o somatório financeiro da ocorrência de cada um dos casos dentro do intervalo de 12 meses, conforme Equação 4.44.

$$CDPOT = DPAD + PV + CRM \tag{4.44}$$

4.1.2.2. Validação do modelo conceitual

A validação do modelo conceitual nesse estudo foi realizada utilizando o método de validação *Face Validity*, com auxílio dos especialistas entrevistados inicialmente para a construção do modelo conceitual. A eles foram apresentadas as fórmulas de cálculo de todos os indicadores, a lógica de cálculo, os intervalos de medição de dados e as justificativas das exclusões de alguns indicadores. Com base nessas informações, os especialistas consideraram o modelo validado.

4.2. Implementação do modelo computacional

O modelo foi desenvolvido utilizando o *software* Excel 2010, conforme Figura 4.6.

Dados e Cálculos				Mat 1	Mat 2	Unidade de Medida
Produção anual esperada do Produto Acabado (PAEPA)						Unidades (#)
Velocidade da Linha Produtiva (VLP)						Horas
OEE% Padrão (OEEP)						Percentual (%)
Duração do Turno Produtivo (DTP)						Horas
Produção esperada por turno (PET)	$PET = VLP * OEEP * DTP$	$=C5 * C6 * C7$	$=D5 * D6 * D7$			Unidades (#)
Turnos requeridos por ano (TRPA)	$TRPA = PAEPA / PET$	$=C4 / C8$	$=D4 / D8$			Unidades (#)
Pessoas por turno (PPT)						Unidades (#)
Horas requeridas para produção anual (HRPA)	$HRPAP = TRPA * DTP * MODT$	$=C10 * C7 * C9$	$=D10 * D7 * D9$			Horas
OEE% com impacto por desempenho de material (OEECIDM)						Percentual (%)
Produção esperada por turno com impacto de material (PETIDM)	$PETIDM = C5 * C12 * C7$	$=C5 * C12 * C7$	$=D5 * D12 * D7$			Unidades (#)
Turnos requeridos por ano com impacto de material (TRAIDM)	$TRADI = PAEPA / PETDI$	$=C4 / C13$	$=D4 / D13$			Unidades (#)
Horas Requeridas para Produção Anual com Impacto de Material (HRPAIDM)	$HRPAP = TRAI * DTP * MODT$	$=C14 * C10 * C7$	$=D14 * D10 * D7$			Horas
Custo da Hora Produtiva (CHP)						Unidades Financeiras (\$)
Custo da Performance Produtiva (CPP)	$CPP = (HRPAIDM - HRPAP) * CHP$	$=C15 - C11 * C16$	$=D15 - D11 * D16$			Unidades Financeiras (\$)

Figura 4.6 - Visão do Modelo Computacional

As fórmulas descritas no modelo conceitual foram inseridas nas respectivas células da planilha eletrônica, e foram criadas diferentes telas para cada um dos indicadores selecionados. O usuário preenche os dados de entrada e o programa cálculo os resultados dos indicadores automaticamente.

Os resultados de cada um dos indicadores, em suas respectivas telas, são transferidos para a tela do cálculo do TCO, onde finalmente seu valor é calculado, conforme a Figura 4.7.

Total Cost Of Ownership				
		Mat 1	Mat 2	UM
Despesas e Custos				
Pre-Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor	=Desp Homologação e Investimento'I84	=Desp Homologação e Investimento'I84	Dólar
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)	=Desp Homologação e Investimento'I85	=Desp Homologação e Investimento'I85	Dólar
	Despesas de Investimento (DI)	=Desp Homologação e Investimento'I810	=Desp Homologação e Investimento'I810	Dólar
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)	=Custo de Aquisição'I88	=Custo de Aquisição'I88	Dólar
	Custo Logístico (CL)	=Custo Logístico'I839	=Custo Logístico'I839	Dólar
	Despesa Financeira de Inventário (DFI)	=Desp de Financiamento de Inven'I850	=Desp de Financiamento de Inven'I850	Dólar
	Custo de Armazenagem (CA)	=Custo de Armazenagem'I814	=Custo de Armazenagem'I814	Dólar
	Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPPI)	=Custo de Movimentação e Prepara'I89	=Custo de Movimentação e Prepara'I89	Dólar
	Despesas de Prazo de Pagamento (DPP)	=Despesa Prazo de Pagamento'I89	=Despesa Prazo de Pagamento'I89	Dólar
	Custo da Performance Produtiva (CPP)	=Custo de Performance Prod'I17	=Custo de Performance Prod'I17	Dólar
Pós-Transacionais	Custo de Perdas Normais (CPN)	=Perdas Normais e Despesas'I86	=Perdas Normais e Despesas'I86	Dólar
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)	=Perdas Normais e Despesas'I810	=Perdas Normais e Despesas'I810	Dólar
	Despesas de Devolução de Produtos Acabados e Descarte (DDPAD)	=Perdas Normais e Despesas'I814	=Perdas Normais e Despesas'I814	Dólar
TCO	Despesas de Venda e Perda de Receita (CRM)	=Perdas Normais e Despesas'I818	=Perdas Normais e Despesas'I818	Dólar
	TCO = DHI + DHI + I + CAI + CL + DFI + CA + CMPPI + DPP + CPP + CPN + DPA + DDPAD + DPPR + CRM	=SUM(D4:D18)	=SUM(E4:E18)	Dólar

Figura 4.7 - Visão TCO no Modelo Computacional

A validação do modelo computacional foi realizada utilizando o método subjetivo de *Face Validty*, pelo fato de não existirem resultados históricos reais que permitissem uma validação estatística e objetiva do modelo, e também por seu objetivo principal, de ser um facilitador da compreensão do TCO dentro da empresa, e não uma ferramenta contábil validada. Dessa forma, o modelo computacional foi apresentado aos especialistas que suportaram a criação do modelo conceitual, que consideraram o modelo validado.

4.3. Análise da Simulação

Para auxiliar a compreensão da proposta de TCO pelos gestores da empresa, dados reais foram aplicados ao modelo computacional desenvolvido para esse estudo, em 2 casos práticos. Os resultados gerados pela simulação, conjuntamente com uma explicação do modelo conceitual, foram apresentados aos gestores, e suas opiniões e análises foram coletadas através de entrevistas durante a apresentação.

4.3.1. Caso 1 – Análise do TCO da proposta de concorrentes

O primeiro caso referiu-se a uma comparação entre duas propostas comerciais de um mesmo material, feita por fornecedores distintos, conforme apresentado no Quadro 4.10.

Quadro 4.10 - Dados para análise, Caso 1

	Mat 1	Mat 2	Unidades
Proposta comercial			
Preço pago pelo insumo (PPI)	3,17	3,30	USD
Moeda Negociação	USD	USD	
Modal:	Marítimo	Marítimo	
Incoterm:	EXW	FCA	
País de origem:	EUA	França	
Local do Incoterm	EUA	França	
Lote de Compra (LC)	452954	452954	Jardas
Período de Congelamento (PC)	98	145	Dias
Prazo de Pagamento (PP)	60	60	Dias
Dados da Empresa - Histórico			
OEE (Diferença para o OEE padrão)	OEE da linha produtiva utilizando o Mat 1 é 37% mais baixo.		
Lead Time do Transporte (LTTR)	60	42	Dias
Tempo de Análise (TA)	3	3	Dias
Lead Time Total (LTT)	161	190	Dias
Perdas Normais	1,5%	1,5%	
Taxa de Entrega da Quantidade (TEQ)	9% mais alta para o Mat 2		
Possui Drawback:	Sim	Sim	
Volume de compra do insumo ano (VCI)	4169285	4169285	Jardas
País de Destino:	Brasil	Brasil	
Investimento	Zero investimento, material atual		

Após a aplicação dos dados no modelo, verificou-se que, para um mesmo volume de compra anual, o gasto com a compra do Mat 2 foi inferior ao Mat 1. Isso significa que o TCO, apesar do preço de aquisição mais alto, é mais baixo para o Mat 2, contradizendo uma abordagem de compras padrão baseada somente no custo de aquisição do item. Os valores obtidos foram descritos no Quadro 4.11.

Quadro 4.11 - TCO Caso 1

	Despesas e Custos	Mat 1	Mat 2	UM
Pré-Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Investimento (DI)	\$ -	\$ -	Dólar
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)	\$ 1.375.864	\$ 1.430.065	Dólar
	Custo Logístico (CL)	\$ 75.559	\$ 78.018	Dólar
	Despesa Financeira de Inventário (DFI)	\$ 78.297	\$ 63.823	Dólar
	Custo de Armazenagem (CA)	\$ 14.230	\$ 11.908	Dólar
	Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI)	\$ 750	\$ 750	Dólar
	Despesas de Prazo de Pagamento (DPP)	\$ 70.811	\$ 56.045	Dólar
	Custo da Performance Produtiva (CPP)	\$ 73.230	\$ -	Dólar
	Custo de Perdas Normais (CPN)	\$ 21.771	\$ 22.621	Dólar
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)	\$ -	\$ -	Dólar
Pós-Transacionais	Despesas de Devolução de Produtos Acabados e Descarte (DDPAD)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Venda e Perda de Receita (DPPR)	\$ -	\$ -	Dólar
	Custo de Reabastecimento de Mercado (CRM)	\$ -	\$ -	Dólar
TCO	Total Cost Of Ownership (TCO)	\$ 1.710.512	\$ 1.663.232	Dólar

Observou-se que o custo da Performance Produtiva foi de grande peso na decisão de compra, pois o OEE da linha produtiva, quando produzindo com Mat 2, era 37% mais alto. Também foi relevante observar que, embora o *Lead Time* Total (LTT) do Mat 1 fosse menor, e o preço de aquisição mais barato, o valor da Despesa Financeira de Inventário do Mat 2 foi mais baixo. Isso se deve a dois fatores. Primeiramente, o *Lead Time* de Transporte (LTTR) mais rápido para Mat 2, que é o fator determinante para o cálculo do inventário que cobre os ciclos de reposição. O segundo ponto é que a Taxa de Entrega na Quantidade (TEQ) do Mat 2 era 9% mais alta, o que possibilitou um menor Estoque de Segurança.

4.3.2. Caso 1 - Proposta de nacionalização através de um distribuidor

Para o mesmo material apresentado no Caso 1, foi feita uma análise de ponto ótimo de compra, onde se buscou avaliar qual o preço máximo a ser pago no insumo Mat 2, para que se pudesse optar pela compra do material através de uma distribuição localizada no Brasil. Buscou-se nessa análise que o TCO fosse identico a importação direta mais competitiva. Esse tipo de estratégia de compra pode ser utilizado quando existe uma restrição de posições de armazenagem em estoque, por exemplo.

Para essa análise utilizou-se a aplicação da ferramenta do Microsoft Excel 2010 chamada de Atingir Meta, que é um teste de hipótese fornecido pelo *software*. Para aplicação dessa ferramenta, deve-se definir um resultado final ao seu modelo, e a ferramenta calcula o valor de entrada da variável pré-definida. No estudo em questão, utilizou-se o valor do TCO do Mat 2 como saída fixa do modelo, ou seja, o custo total deveria ser \$ 1.629.235. A variável escolhida para ser alterada foi o PPI, que no caso da importação direta era de \$ 3,30.

Para melhor representar a compra do insumo através de uma distribuição, se utilizou algumas premissas de variáveis comerciais que representariam uma venda feita dentro do país, conforme apresentado no Quadro 4.12.

O lote de compra foi reduzido em 87%, pois a compra poderia ser feita de maneira customizada a produção. Adicionalmente, o período de congelamento foi reduzido de 145 para 5 dias, pois com estoque local as mudanças de plano de produção seriam mais rapidamente respondidas. O LTT deixa de ser 42 dias e passa a 0. Foi adicionado o gasto de \$ 2000 para homologação da planta produtiva. Todos os custos logísticos foram desconsiderados para o

material nacionalizado, uma vez que o preço a ser ofertado já deveria ter sido feito em um Incoterm DDP.

Quadro 4.12 - Dados para análise, Caso 1 - Nacionalização

	Mat 2	Mat 3	Unidades
Proposta comercial			
Preço pago pelo insumo (PPI)	3,30	Estimado com o modelo	USD
Moeda Negociação	USD	USD	
Modal:	Marítimo	Terreste	
Incoterm:	FCA	DDP	
País de origem:	France	Brasil	
Local do Incoterm	France	Brasil	
Lote de Compra (LC)	452954	57113	Jardas
Período de Congelamento (PC)	145	15	Dias
Lead Time Trânsito (LTT)	42	0	Dias
Prazo de Pagamento (PP)	60	60	Dias
Dados da Empresa - Histórico			
OEE (Diferença para o OEE padrão)	Considerado o mesmo OEE entre ambos		
Lead time em Trânsito (LTT)	56	0	Dias
Possui Drawback:	Sim	Sim	
Volume de compra do insumo ano (VCI)	4169285	4169285	Jardas
País de Destino:	Brasil	Brasil	
Investimento	0	2000	USD

O resultado obtido após a aplicação da ferramenta foi descrito no Quadro 4.13.

Quadro 4.13 - TCO Caso 1 - Nacionalização

	Despesas e Custos	Mat 2	Mat 3	UM
Pré-Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Investimento (DI)	\$ -	\$ -	Dólar
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)	\$ 1.430.065	\$ 1.599.842	Dólar
	Custo Logístico (CL)	\$ 78.018	\$ -	Dólar
	Despesa Financeira de Inventário (DFI)	\$ 45.770	\$ 4.552	Dólar
	Custo de Armazenagem (CA)	\$ 11.908	\$ 1.548	Dólar
	Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI)	\$ 750	\$ 750	Dólar
	Despesas de Prazo de Pagamento (DPP)	\$ 40.192	\$ -1.365	Dólar
	Custo da Performance Produtiva (CPP)	\$ -	\$ -	Dólar
	Custo de Perdas Normais (CPN)	\$ 22.621	\$ 23.998	Dólar
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)	\$ -	\$ -	Dólar
Pós-Transacionais	Despesas de Devolução de Produtos Acabados e Descarte (DDPAD)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Venda e Perda de Receita (DPPR)	\$ -	\$ -	Dólar
	Custo de Reabastecimento de Mercado (CRM)	\$ -	\$ -	Dólar
TCO	Total Cost Of Ownership (TCO)	\$ 1.629.325	\$ 1.629.325	Dólar

O Preço Pago pelo Insumo (PPI), para que o TCO fosse o mesmo entre as duas propostas, seria de \$ 0,384, e não mais \$ 0,330, ofertado no caso de uma importação indireta. Isso significa que um acréscimo maior que \$ 0,051 por jarda de material estaria sendo desvantajosa para a empresa adquirente na ótica do custo total, para uma proposta de serviço de nacionalização do

material. Sem um modelo seria muito difícil estimar esse preço ótimo, uma vez que são inúmeros fatores a serem considerados para que se pudesse chegar a esse valor.

Outro ponto de destaque revelado pela análise foi o fluxo de caixa positivo pela compra nacionalizada. Essa operação passou a ser fator gerador de caixa, tanto pelo menor nível de inventário a ser mantido quanto pelo momento do pagamento, que seria feito quando o material já estivesse no estoque da empresa adquirente.

4.3.3. Caso 2 – Mudança de embalagem e armazenamento

O segundo caso analisado foi o da compra de um insumo líquido utilizando um caminhão tanque, ao invés de bombonas plásticas de 200 litros. Esse caso foi eleito para o estudo pois diversos custos além do preço da aquisição precisavam ser considerados, como o investimento necessário para poder armazenar o material, a redução de posições de armazenagem em estoque, e finalmente, a movimentação desse material do estoque para a área produtiva, que deixaria de existir.

Para que esse modelo de compra fosse possível, seria necessário a instalação de dois tanques de armazenamento, obras de contenção de vazamento e tubulação para condução do líquido, totalizando um investimento de 150.000 dólares, depreciados em 10 anos. Adicionalmente, os tamanhos dos lotes de compra seriam distintos entre os materiais, como pode ser vista no Quadro 4.14. O tempo de entrega também seria diferente, saindo de 15 dias para 60 dias, assim como o prazo de pagamento entre os fornecedores.

Quadro 4.14 - Dados para análise, Caso 2

	Mat 4	Mat 5	UM
Proposta comercial			
Preço pago pelo insumo (PPI)	3,60	3,10	Dólar
Moeda Negociação	USD	USD	
Modal:	Terrestre	Terrestre	
Embalagem:	Bombonas de 200 kg	Granel 20.000 kg	
Incoterm:	DDP	DDP	
País de origem:	Brasil	Brasil	
Local do Incoterm	Brasil	Brasil	
Lote de Compra (LC)	15000	20000	kg
Período de Congelamento (PC)	15	60	Dias
Lead Time Trânsito (LTT)	0	0	Dias
Prazo de Pagamento (PP)	60	28	Dias
Dados da Empresa - Histórico			
Volume de compra do insumo ano (VCI)	4169285	4169285	kg
Movimentação horas (ano):	190	0	Horas
País de Destino:	Brasil	Brasil	
Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)	0	2000	Dólar
Despesas de Investimento (DI)	0	15.000	Dólar

Após a aplicação dos dados no modelo, verificou-se que a diferença de 210 mil dólares entre os Custos de Aquisição é muito semelhante a diferença de 199 mil dólares observada no TCO entre os materiais, como pode ser vista no Quadro 4.15. Embora fosse necessário um investimento para instalar os tanques, e a infraestrutura necessária para sua utilização, os ganhos de processo e as reduções de posições de armazenagem compensaram quase a totalidade dos gastos de implementação.

Quadro 4.15 - TCO Caso 2

	Despesas e Custos	Mat 4	Mat 5	UM
Pré- Transacionais	Despesa de Homologação do Fornecedor (DHF)	\$ -	\$ 2.000	Dólar
	Despesa de Homologação do Insumo (DHI)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Investimento (DI)	\$ -	\$ 15.000	Dólar
Transacionais	Custo de Aquisição do Insumo (CAI)	\$ 1.487.494	\$ 1.277.350	Dólar
	Custo Logístico (CL)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesa Financeira de Inventário (DFI)	\$ 8.781	\$ 8.258	Dólar
	Custo de Armazenagem (CA)	\$ 6.081	\$ -	Dólar
	Custo de Movimentação e Preparação do Insumo (CMPI)	\$ 1.908	\$ -	Dólar
	Despesas de Prazo de Pagamento (DPP)	\$ 3.279	\$ 13.613	Dólar
	Custo da Performance Produtiva (CPP)	\$ -	\$ -7.276	Dólar
	Custo de Perdas Normais (CPN)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Perdas Anormais (DPA)	\$ -	\$ -	Dólar
Pós- Transacionais	Despesas de Devolução de Produtos Acabados e Descarte (DDPAD)	\$ -	\$ -	Dólar
	Despesas de Venda e Perda de Receita (DPPR)	\$ -	\$ -	Dólar
	Custo de Reabastecimento de Mercado (CRM)	\$ -	\$ -	Dólar
TCO	Total Cost Of Ownership (TCO)	\$ 1.507.542	\$ 1.308.944	Dólar

4.3.4. Apresentação dos Resultados

Para o cumprimento dos objetivos desse trabalho, foram realizadas algumas apresentações aos gestores de diferentes áreas impactadas pelo modelo, nas quais se explicou os objetivos do estudo e onde foram demonstradas as aplicações do modelo para os casos os dois práticos apresentados anteriormente.

Foi explicado aos participantes que o objetivo da apresentação era avaliar o TCO como uma ferramenta de decisão de compras para a empresa, assim como apresentar o modelo conceitual construído. Adicionalmente, foi explicado que o modelo computacional era somente um modo de exemplificar numericamente a aplicação da metodologia.

A etapa inicial da apresentação contou uma explicação do TCO com a diferenciação do TCO como modelo contábil e como ferramenta de decisão. Se demonstrou como Degraeve, Roodhooft e Van Doveren (2005) propuseram as alocações dos custos utilizando metodologia

do custeio ABC e como Ellram (1995) sugere a utilização da metodologia para suportar as decisões de compra, alocando os mesmos custos por fornecedores.

A segunda etapa da apresentação foi focada em explicar quais os custos e despesas identificados no estudo que compuseram o TCO dentro da empresa, de forma eles foram mapeados e a correlação entre eles. O principal objetivo dessa etapa era esclarecer a interdependência entre custos e despesas que compuseram o modelo e que as variáveis comerciais tinham um impacto colateral dentro dos indicadores gerenciados na empresa.

A terceira etapa da apresentação foi focada em apresentar os casos analisados com o modelo, para exemplificação do TCO como ferramenta de suporte a decisão de compras.

4.3.5. Avaliação dos resultados

Para avaliação dos resultados da simulação foram utilizadas algumas questões direcionadoras aos gestores, listadas abaixo:

1. A existência de um modelo de avaliação do TCO responde a necessidade da empresa de tomada de decisões menos focadas em resultados departamentais?
2. O modelo apresentado deveria ser utilizado para a tomada de decisões comerciais na empresa?
3. Quais outras mensurações você considera importante para fazer parte de um modelo de TCO dentro da empresa? E quais são desnecessárias dentro do modelo apresentado?
4. Do ponto de vista financeiro, quais os maiores desafios em se implementar a metodologia do TCO dentro da empresa?

A aprovação da utilização dos conceitos do TCO como ferramenta de decisão de compras foi unânime entre os gestores, que ressaltaram estimular esse tipo de iniciativa, afirmando que poderiam gerenciar resultados menos positivos em seus departamentos, havendo a possibilidade de um benefício maior para empresa. Entretanto, foi ressaltado que existem limites para referidos resultados menos positivos, uma vez que as empresas são mensuradas no mercado também por indicadores individualizados, e a existência de uma sobre estocagem, um número alto de empregados, ou mesmo uma deficiência em fluxo de caixa não são compensados por uma margem de lucro líquido crescente. Baseado nisso, uma das observações feitas foi que uma ótica de custo precisava ter limites estabelecidos, uma vez que o custo não é o único fator

de decisão na empresa. Adicionalmente, foi reconhecido pelos gestores que a utilização da ferramenta não poderia ser feita para qualquer decisão de compras, somente para as mais importantes, uma vez que o levantamento de dados seria massivo, mesmo com um modelo combinando todos os indicadores. Os resultados precisariam ser validados pelos departamentos que detém a responsabilidade pela informação.

Foi ressaltado pelos gestores que os indicadores escolhidos e os métodos de cálculo utilizados no modelo estão coerentes e fazem parte da análise de custo total esperada, entretanto, alguns gestores propuseram um rateio das despesas administrativas na proposta, além da inclusão de alguns custos indiretos, como controle de qualidade.

Quanto ao lastro financeiro do modelo, os gestores afirmaram que nem sempre as reduções identificadas poderiam ser aplicadas e reconhecidas pela empresa, pela característica contábeis de algum dos custos. Entretanto, os resultados apontados no modelo iriam ser impactar positivamente a empresa, independentemente de seu reconhecimento financeiro imediato.

5. Conclusão

Buscando estruturar com as considerações sobre a teoria e conceitos do TCO, e sua aplicação prática nesse estudo, a conclusão desse trabalho foi dividida em duas partes. Primeiramente, apresentou-se uma análise da metodologia do TCO como ferramenta de decisão, considerando a influência do método contábil em sua utilização. E posteriormente, fez-se uma avaliação do sucesso desse estudo em cumprir com seus objetivos gerais e específicos.

A pesquisa teórica realizada para fundamentar esse estudo permitiu concluir que o TCO é um método objetivo de tomada de decisão, provendo uma análise customizada dos custos das empresas sobre uma ótica específica, o processo de aquisição. Essa metodologia, ou filosofia, tem uma melhor aplicação quando a empresa requer como primeira necessidade um custo baixo de aquisição. Valores adicionais para a empresa, como capacidade de inovação do fornecedor, por exemplo, não são observados pelo TCO, fato que o deprecia como ferramenta isolada de decisão. Por essa razão, a utilização de outros métodos decisórios em combinação com o TCO, tendem à apresentar resultados mais satisfatórios.

Degraeve e Roodhooft (1999) afirmaram em seu estudo, que a combinação do ABC com o TCO requer um maior detalhamento de atividades e direcionadores relacionados ao processo de aquisição. Entretanto, a metodologia do ABC em nada se altera com o TCO, sendo que esse somente utiliza as informações do método de custeio para criar uma apropriação dos custos por fornecedor. Bezerra e Nascimento (2005), referiram-se ao TCO como uma ferramenta de análise de custo, ou uma forma de visualização e controle, o que reforça que não existe mudança no método contábil, mas somente o uso da informação disponível. Adicionalmente, outros autores citam a dificuldade em gerenciar informações para uma análise de TCO, ficando a atividade de levantar informações resignada ao departamento de compras. Considerando esses argumentos, conclui-se que o TCO, quando suportado pelo método de custeio, seria seu formato ideal de implementação, pois as informações estariam mais facilmente disponíveis e o lastro contábil estaria garantido, permitindo que os resultados de ações de reduções de custo fossem contabilizados mais facilmente, estimulando sua implementação.

Métodos de custeio baseados em atividade são trabalhosos e não são majoritariamente utilizados pelas empresas, e dessa forma, nem sempre será possível utiliza-los para suportar a implementação de um processo decisório baseado no TCO. Isso foi observado na empresa onde

esse estudo foi conduzido, na qual o custeio utilizado era o custeio por absorção. Em casos como esse, é possível, e reconhecidamente desejável, que existam análises com a ótica TCO sobre a aquisição. Isso ficou demonstrado nesse estudo pela opinião dos gestores da empresa, que não demonstraram preocupação demasiada nos lastros contábeis, por considerarem a abordagem a coisa certa a ser feita. Entretanto, o levantamento de custos e apropriação dos mesmo por fornecedor são feitos com maior dificuldade, e não utilizando números reconhecidos na contabilidade da empresa.

Quanto ao cumprimento dos objetivos desse estudo, conclui-se que tanto o geral quanto o específico foram atingidos. A proposta de modelo conceitual foi amplamente aceita pelos gestores da empresa, embora tenham sido feitas ressalvas quanto ao fator custo não ser o único critério decisório para o negócio. A identificação dos custos e despesas relacionados a aquisição, e principalmente a correlação entre eles, foi uma proposta inédita dentro da empresa. Adicionalmente, a utilização do modelo computacional permitiu um entendimento melhor da proposta, e possibilitou a criação de cenários, que demonstraram as oportunidades existentes quando a empresa possui uma ferramenta de análise baseado no TCO. Como por exemplo, a busca do preço alvo apresentada nesse trabalho. Embora também tenha sido ressaltado pelos gestores que o modelo não possuía restrições, como disponibilidade finita de capital, capacidade das estruturas físicas de armazenamento, por exemplo, isso não impediu a boa aceitação da proposta.

Por fim, este trabalho permitiu explorar com profundidade a ferramenta decisória do TCO, e espera-se que este estudo estimule outros trabalhos sobre o tema. Sugere-se pesquisas incorporando o TCO a modelos mais completos de simulação, considerando restrições físicas e orçamentárias ao modelo, refletindo de maneira acurada o funcionamento decisório das empresas.

Referências bibliográficas

AL-ALAWI, B. M.; BRADLEY, T. H. Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. **Applied Energy**, 2013, v. 103, p. 488-506.

ARMSTRONG, P. The costs of activity-based management. **Accounting, Organizations and Society**, 2002, v. 27, n. 1, p. 99-120.

BARTHOLDI III, J. J.; HACKMAN, S. T. **Warehouse & distribution science**: release 0.92. Atlanta, GA, The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, 2011.

BATEMAN, E.R.; BOWDEN, R.O.; GOGG, T.J.; HARRELL, C.R.; MOTT, J.R.A.; MONTEVECHI, J.A.B. **Simulação de Sistemas - Aprimorando processos de logística, serviços e manufatura**. São Paulo: Campus, 2013.

BEZERRA, F. A.; DO NASCIMENTO, D. T. **Modelo de Integração entre TCO e ABC**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2005.

BHUTTA, K. S.; HUQ, F. Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2002, v. 7, n. 3, p. 126-135.

BLANCO, E. E.; PONCE CUETO, E. M. **Modeling the Cost of International Trade in Global Supply Chains**. 2015.

BRADY, S. P.; SWAN, P. F.; YOUNG, R. R. Adapting Baumol's Inventory Theoretic to Landed Cost Decisions. **Journal of Transportation Management**, 2010, v. 21, n. 1, p. 63.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 5.172, de 25 de Outubro de 1966. **Código Tributário Nacional**. Disposições Gerais. Brasília, DF, 31 out. 1966 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5172.htm>. Acesso em: 01 fev. 2017

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.815, de 5 de Junho de 2013. **Capítulo VI**. Art. 40. Brasília, DF, 5 jun. 2013 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm> Acesso em: 01 fev. 2017

BUSSO, C. M. **Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção**. 2015. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo.

CAVINATO, J. L. Identifying interfirm total cost advantages for supply chain competitiveness. **Journal of Supply Chain Management**, 1991, n. 4, p 10.

CAVUSGIL, S. T. Pricing for global markets. **The Columbia Journal of World Business**, v. 31, n. 4, p. 66-78, 1997.

CHOPRA, S.; REINHARDT, G.; DADA, M. **The effect of lead time uncertainty on safety stocks.** *Decision Sciences*, 2004, v. 35, n. 1, p. 1-24.

CHWIF, L.; MEDINA, A.C. **Modelagem e Simulação de eventos discretos. Teoria e aplicações.** São Paulo: Elsevier, 2014.

DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. Effectively selecting suppliers using total cost of ownership. *Journal of Supply Chain Management*, 1999, v. 35, n. 4, p. 5-10.

DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F.; VAN DOVEREN, B. The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system. *Journal of the Operational Research Society*, 2005, v. 56, n. 1, p. 51-59.

DE OLIVEIRA, J. L. R.; DE SOUZA, A. A.; DE OLIVEIRA, S. L.; MORAIS, K. A. Estimação de custos para a importação. *Contabilidade Vista & Revista*, 2004, no. 3, p. 63-88.

DE OLIVEIRA, J. L. R.; DE SOUZA, A. A.; DE REZENDE, F. A.G; RIBEIRO, K. L.B. Gestão de informações de custos para a atividade de importação em uma indústria automobilística. *Revista de Gestão USP*, 2008, v.15, n.1, p.15-28.

DOGAN, I; AYDIN, N. Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 2011, v. 61, n. 4, p. 1072-1085.

DOLGUI, A.; PRODHON, C. **Supply planning under uncertainties in MRP environments: A state of the art.** *Annual Reviews in Control*, 2007, v. 31, n. 2, p. 269-279.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: elements and implementation. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 1993 v. 29, n. 3, p. 2-11.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1995, v. 25, n. 8, p. 4-23.

ELLRAM, L. M.; MALTZ, A. B. The use of total cost of ownership concepts to model the outsourcing decision. *The International Journal of Logistics Management*, 1995, v. 6, n. 2, p. 55-66.

ELLRAM, L. M.; SIFERD, S. P. Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. *Journal of business logistics*, 1998, v. 19, n. 1, p. 55.

ELLRAM, L. M. **Total cost of ownership.** In: *Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement*. Gabler Verlag, 2002 p. 659-671.

FERRIN, B. G.; PLANK, R. E. Total cost of ownership models: An exploratory study. *Journal of Supply chain management*, 2002, v. 38, n. 2, p. 18-29.

FILOMENA, T. P. **Modelo para medição e controle de custos no desenvolvimento de produtos**, 2004.

FLEURY, A. C. C.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MIGUEL, P. A. C.; MORABITO NETO, R.; MARTINS, R.; PURZA, V.; LIMA, E. P.; SOUZA, R.; COSTA, S. E. G. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

GARFAMY, R. M. A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. **Journal of enterprise information management**, 2006, v. 19, n. 6, p. 662-678.

HANSEN, D.R.; MOWEN, M.M. **Gestão de Custos – Contabilidade e Controle**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2001.

HAUSMAN, W. H.; LEE, H. L.; SUBRAMANIAN, U. **Global logistics indicators, supply chain metrics, and bilateral trade patterns**. World Bank Policy Research Working, 2005, Paper, n. 3773.

HAWAWINI, G.; VIALLET, C. **Finanças para Executivos: Gestão para Criação de Valor - Tradução da 3ª edição norte-americana**. 3.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

HOFMANN, E.; KOTZAB, H. A supply chain oriented approach of working capital management. **Journal of Business Logistics**, 2010, v. 31, n. 2, p. 305-330.

HURKENS, K.; VALK, W.; WYNSTRA, F. Total cost of ownership in the services sector: a case study. **Journal of Supply Chain Management**, 2006, v. 42, n. 1, p. 27-37.

JACKSON, D.W., OSTROM, L.L. Life Cycle Costing in Industrial Purchasing. **Journal of Purchasing and Material Management**, 1980, p. 8-12.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems-the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, 1999, v. 19, n. 1, p. 55-78.

KUMAR, S.; DEGROOT, R. A.; CHOE, D. Rx for smart hospital purchasing decisions: The impact of package design within US hospital supply chain. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2008, v. 38, n. 8, p. 601-615.

LANDRY, M.; MALOUIN, J.; ORAL, M. Model validation in operations research. **European Journal of Operational Research**, 1983, v. 14, n. 3, p. 207-220.

LIMA, M. P. **Os custos de armazenagem na logística moderna**. Rio de Janeiro: Centro de estudos em logística-COPPEAD/UFRJ, 2000.

LIND, Lotta *et al.* Working capital management in the automotive industry: Financial value chain analysis. **Journal of purchasing and supply management**, 2012, v. 18, n. 2, p. 92-100.

MACRO, J. G.; SALMI, R. E. **Warehousing and inventory management: a simulation tool to determine warehouse efficiencies and storage allocations**. In: Proceedings of the 34th

conference on Winter simulation: exploring new frontiers. Winter Simulation Conference, 2002. p. 1274-1281.

MALFLIET, J. **Incoterms 2010 and the mode of transport: how to choose the right term.** In: Management Challenges in the 21st Century: Transport and Logistics: Opportunity for Slovakia in the Era of Knowledge Economy. City University of Seattle Bratislava, 2011. p. 163-179.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos: o uso da contabilidade de custos como instrumento gerencial de planejamento e controle.** 9.e. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MELLO M.S.; MONTEVECHI J.A.; CARVALHO R.M; Análise do impacto das paradas de máquina em uma empresa farmacêutica por meio da simulação. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering.** 2015. P. 48-72.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F. S.; OLIVEIRA, M. L. M.; SILVA, A. L. F. S. **Conceptual Modeling in Simulation Projects by Mean Adapted IDEF: An Application in a Brazilian Tech Company.** In: Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA, 2010.

PANTEVA, N. **Cosmetic & Beauty Products Manufacturing in the US.** IBIS World Industry Report 32562, Nov. 2011. Disponível em <[https://colgate-palmolive.wikispaces.com/file/view/32562_Cosmetic_%26_Beauty_Products_Manufacturing_in_the_US_Industry_Report%5B1%5D+\(1\).pdf](https://colgate-palmolive.wikispaces.com/file/view/32562_Cosmetic_%26_Beauty_Products_Manufacturing_in_the_US_Industry_Report%5B1%5D+(1).pdf)>. Acesso em: 12 Out.2017

PROTOPAPPA-SIEKE, M.; SEIFERT, R. W. Interrelating operational and financial performance measurements in inventory control. **European Journal of Operational Research,** 2010, v. 204, n. 3, p. 439-448.

RAMANATHAN, R. Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. **Supply Chain Management: an international journal,** 2007, v. 12, n. 4, p. 258-261.

ROSA, G.; LUZ, J. Simulação de moagem mista por rede neural artificial. **REM: R. Esc. Minas,** Ouro Preto, 2012, v. 65, n. 2, p. 247-255.

SACCANI, N.; PERONA, M.; BACCHETTI, A. The total cost of ownership of durable consumer goods: A conceptual model and an empirical application. **International Journal of Production Economics,** 2017, v. 183, p. 1-13.

SARGENT, R. **Verification and validation of simulation models.** In: Proceedings of the, 2011 Winter Simulation Conference. Washington, DC, USA.

SCHMIDT, M; NAKAJIMA, M. Material flow cost accounting as an approach to improve resource efficiency in manufacturing companies. **Resources**, 2013. v. 2, n. 3, p. 358-369.

SHIELDS, M.D., YOUNG, S.M. Managing Product Life Cycle Cost: An Organizational Model. **Journal of Cost Management**, 1991, p. 39-52.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SONG, N.; PLATTS, K.; BANCE, D. Total acquisition cost of overseas outsourcing/sourcing: a framework and a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2007 v. 18, n. 7, p. 858-875.

STEWART, G. Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. **Logistics Information Management**, 1995, v. 8, n. 2, p. 38-44.

UYAR, M. A Research on Total Cost of Ownership and Firm Profitability. **Research Journal of Finance and Accounting**, 2014, 5(1), pp.9-14.

WERNECK, P. **Comércio exterior & despacho aduaneiro**. 2015, Editora Juruá.

WILL, J.; BERTRAND, M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, 2002, Vol. 22, No. 2, p.241–264.

WOUTERS, M.; ANDERSON, J. C.; WYNSTRA, F. The adoption of total cost of ownership for sourcing decisions—a structural equations analysis. **Accounting, organizations and society**, 2005, v. 30, n. 2, p. 167-191.

YOUNG, R. R. *et al.* Extending landed cost models to improve offshore sourcing decisions. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2009, v. 39, n. 4, p. 320-335.