

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA - PPGEP  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE MELHORIA DO  
PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA EMPRESA PRESTADORA DE  
SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELA  
IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS E AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DAS  
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

**Gustavo Andrade Nunes**

**Porto Alegre, 2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA - PPGEP  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**Gustavo Andrade Nunes**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE MELHORIA DO  
PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA EMPRESA PRESTADORA DE  
SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELA  
IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS E AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DAS  
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Mestrado Profissionalizante em Engenharia  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Mestre em Engenharia – modalidade  
Profissionalizante – Ênfase Logística

**Orientador: Prof. Francisco José  
Kliemann Neto, Dr.**

**Porto Alegre, 2004**

**Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Francisco José Kliemann Neto, Dr.**

Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

---

**Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.**

*Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS*

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Álvaro Gehlen de Leão, Dr.**  
**UFRGS**

**Prof. Dr. Carlos Alberto Diehl, Dr.**  
**UNISINOS**

**Prof. Ricardo Augusto Cassel, PhD**  
**UNISINOS**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a todos que contribuíram pela realização desta dissertação, especialmente à minha família pela compreensão das horas despendidas e aos professores Francisco José Kliemann Neto e Álvaro Gehlen de Leão pela contribuição para conclusão da mesma.

## RESUMO

O presente estudo aplica conceitos da Teoria das Restrições (TOC) em uma empresa do setor de distribuição de energia elétrica. O objetivo é desenvolver um método de identificação e melhoria dos gargalos visando a redução de custos e tempo de ciclo nos processos de recebimento, armazenagem, separação e expedição dos materiais utilizados na construção de redes elétricas. O método é baseado na aplicação das cinco etapas de implantação da Teoria das Restrições descritas por Goldratt, auxiliado pela ferramenta de custeio ABC (Custeio Baseado em Atividades) na etapa em que a restrição deve ser tratada. A Teoria das Restrições é uma teoria baseada na consideração de que o máximo que um sistema poderá produzir é definido pela capacidade de produção do seu gargalo e que, por este motivo, deve-se buscar a sua eliminação procurando otimizar-se o sistema. Enquanto, o sistema de custeio ABC (Custeio Baseado em Atividades) é a ferramenta que permite o levantamento de custos por processo, de forma a alocar os custos dos recursos envolvidos com maior precisão. Desta forma, define-se o foco do presente trabalho na eliminação dos gargalos e a viabilidade de otimizá-lo no sistema em estudo. A aplicação, no setor de distribuição de energia elétrica, das ferramentas citadas foi suportada pela participação de uma empresa do setor e com o auxílio de colaboradores que ajudaram a identificar os problemas e propor a solução. A aplicação do método proporcionou a redução dos custos de estoques intermediários em aproximadamente 48% e, o seu tempo de ciclo em torno de 16% .

**Palavras-chave:** Custeio Baseado em Atividades (ABC), gargalos, setor elétrico, Teoria das Restrições(TOC).

## ABSTRACT

The present study applies concepts of the Theory of Constraints (TOC) in a company of the sector of electric energy distribution. The objective is to develop a model of identification and improvement of the bottlenecks aiming the reduction of costs and time of cycle in the processes of receiving, storage, separation and expedition of the materials used in the construction of electric nets. The model is based on the application of the five steps of implantation of the Theory of Constraints (TOC) described by Goldratt, however assisted by the tool of ABC (Activity-Based Costing) in the step which the bottleneck must be increased. The Theory of the Constraints is a theory based on the fact the maximum that a system will be able to produce is defined by the capacity of its bottleneck production and, for this reason they must be eliminated searching the optimization of the system. Meanwhile, the system of ABC (Activity-Based Costing) is the tool that allows the survey of costs by process placing the costs of the involved resources with more precision. This define the focus of the present work: the elimination of the bottleneck and the viability of optimize it. The application, in the sector of electric energy distribution, of the tools cited had been supported by the participation of a company of the sector and with assistance of collaborators who had helped to identify the problems and to consider the solution. The application of the model reached results as the reduction of costs around 48% in the inventory level and in its time of cycle around 16%.

**Key-words:** Activity-Based Costing(ABC), bottlenecks, electric sector, Theory of Constraints(TOC)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Setor Elétrico Gaúcho.....	25
Figura 2 – Macrofluxo de funcionamento da empresa.....	26
Figura 3 – Sistema de Restrições.....	32
Figura 4 – Árvores Lógicas.....	45
Figura 5 – Método de identificação dos custos .....	53
Figura 6 – Esquema geral do método do proposto .....	62
Figura 7 – Detalhamento da etapa de implementação do método.....	63
Figura 8 – Sistema como processo.....	79
Figura 9 – Vinculação das atividades à Restrição.....	101
Figura 10 – Localização do estoque pulmão.....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre as metodologias de custeio.....	53
Tabela 2 – Levantamento de recurso por atividade.....	81
Tabela 3 – Direcionadores ( <i>Drivers</i> ) e demanda por atividade.....	82
Tabela 4 – Montante mensal despendido pelos recursos .....	83
Tabela 5 – Alocação do valor do recurso à atividade.....	85
Tabela 6 – Tempo mensal utilizado para execução da atividade.....	86
Tabela 7 – Levantamento do tempo total utilizado por recurso.....	88
Tabela 8 – Identificação do recurso gargalo por atividade.....	89
Tabela 9 – Identificação da atividade restrição do sistema.....	90
Tabela 10 – Atividades em ordem de gargalo.....	91
Tabela 11-Levantamento dos estoques intermediários anterior à aplicação do método....	92
Tabela 12 – <i>Lead-time</i> anterior à aplicação do método.....	94
Tabela 13 – Levantamento dos estoques intermediários posterior à aplicação do método.	107
Tabela 14 – <i>Lead-time</i> posterior à aplicação do método.....	108



## LISTA DE SIGLAS

ABC	<i>Activity-Based Costing</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
KW	<i>Kilowatts</i>
NF	Nota Fiscal
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE SIGLAS .....	8
SUMÁRIO.....	9
1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. Problemática.....	11
1.2. Objetivos .....	12
1.2.1. Objetivo Geral .....	13
1.2.2. Objetivos específicos .....	13
1.3. Justificativa.....	13
1.4. Estrutura do trabalho.....	14
1.5. Delimitações do Trabalho.....	15
2. PROCESSOS LOGÍSTICOS EM EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO.....	18
2.1. Conceitos Logísticos .....	18
2.1.1. Armazenagem.....	19
2.1.2. Foco - chave da logística .....	21
2.1.2.1. Serviço ao cliente.....	21
2.1.2.2. <i>Lead Time</i> .....	22
2.1.2.3. Custo ou valor agregado.....	22
2.2. Logística em Empresas de Serviços .....	23
2.3. Setor Elétrico .....	24
2.3.1. Apresentação do Setor Elétrico.....	24
2.3.2. Contextualização da Empresa.....	25
2.3.3. Contextualização do Processo Logístico (Sistema).....	29
3. <i>FERRAMENTAS PARA IDENTIFICAÇÃO E MELHORIA DE GARGALOS E SEUS RESPECTIVOS CUSTOS</i> .....	31
3.1. <i>Theory of Constraints (TOC) – Teoria das Restrições</i> .....	31
3.1.1. Conceito de sistema de restrições .....	32
3.1.2. As cinco etapas de implantação .....	35
3.1.3. Tambor-corda-pulmão .....	37
3.1.4. TOC e a Contabilidade.....	39
3.1.5. Resultados obtidos com a aplicação da TOC.....	42
3.1.6. Ferramentas da TOC.....	44
3.2. Custos logísticos e Custeio Baseado em atividades ( <i>ABC Costing</i> ).....	46

3.2.1. Custos logísticos.....	46
3.2.1.1. Custos de armazenagem .....	47
3.2.1.2. Custo do pedido .....	49
3.2.1.3. Custos com falta de estoque .....	50
3.2.2. Sistemas de Custos .....	50
3.2.3. Custeio ABC ( <i>ABC Costing</i> ).....	51
3.2.3.1 Custeio ABC e a Contabilidade de Ganhos .....	55
4. SISTEMÁTICA DO MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO E MELHORIA DE GARGALOS NO PROCESSO LOGÍSTICO .....	57
4.1. Método.....	57
4.1.1. Fase exploratória .....	58
4.1.2. Desenho da solução .....	59
4.1.3. Implementação da solução .....	60
4.1.4. Avaliação dos resultados.....	60
4.1.5. Definição e preparação da equipe de trabalho .....	65
4.1.6. Discussão e elaboração do problema .....	66
4.1.7. Elaboração do método utilizando as ferramentas ABC e TOC.....	66
4.1.7.1. Ferramenta ABC ( <i>Activity- Based Costing</i> ).....	67
4.1.7.2. Ferramenta TOC ( <i>Theory of Constraints</i> ).....	70
4.1.7.2.1. Identificação do gargalo.....	70
4.1.7.2.2. Exploração do sistema das restrições .....	74
4.1.7.2.3. Subordinação do sistema .....	74
4.1.7.2.4. Elevação do sistema .....	75
5. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO .....	76
5.1. Definição e preparação da equipe de trabalho .....	76
5.2. Discussão e elaboração do problema .....	76
5.3. Aplicação da ferramenta ABC ( <i>Activity-Based Costing</i> ) .....	78
5.4. Aplicação da ferramenta TOC ( <i>Theory of Constraints</i> ) .....	86
5.4.1. Exploração do sistema das restrições .....	95
5.4.2. Subordinação do restante do sistema às restrições .....	97
5.4.3. Elevação do sistema das restrições .....	103
5.4.5. Retorne ao passo 1.....	109
5.5. Análise Crítica .....	109
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	111
6.1. Conclusões finais .....	111
6.2. Recomendações para Pesquisas Futuras.....	113
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	114
ANEXO 1.....	117

## **1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo são descritos os aspectos relacionados ao contexto do desenvolvimento da pesquisa e da necessidade de aprimorar o sistema logístico em questão, abordando a problemática, justificativa, objetivos, metodologia e limitações da presente pesquisa.

### **1.1. Problemática**

Na onda das privatizações em meados dos anos 90, surgiram várias novas companhias em diversos setores. O setor de distribuição de energia elétrica seguiu o fluxo, e teve a criação de inúmeras novas empresas. Acrescenta-se a este fato a migração das atividades econômicas dos setores produtivos para as empresas prestadoras de serviços. Esta combinação fez com que o setor revisasse os seus processos e passasse por uma redefinição de suas atividades.

O presente trabalho utilizou como base uma destas empresas do setor de distribuição de energia elétrica oriunda destas privatizações. A empresa em questão vem buscando reestruturar-se com a finalidade de alcançar a diminuição dos seus custos. Esta ênfase deve-se ao fato de que desde sua origem estatal os resultados foram extremamente deficitários. Dentre os departamentos com custos elevados da empresa, identificou-se a área de logística, a qual é responsável pela aquisição, armazenagem, expedição e distribuição dos materiais utilizados na construção de redes de energia elétrica. Em parte, os elevados custos deste departamento

da empresa são despendidos na aplicação de recursos para atender-se a variação da demanda dos materiais para a construção de redes elétricas.

Faz-se necessário salientar que, além dos elevados custos existe uma série de regulamentações governamentais com relação aos prazos de atendimento na execução das obras aos clientes finais da companhia. Este fato faz com que se busque um constante aprimoramento na velocidade de processamento total do fluxo de materiais.

A partir desse enfoque, situa-se o tema principal do presente trabalho, ou seja, os impactos da aplicação de um método com a finalidade de otimização do fluxo logístico de materiais de uma empresa de distribuição de energia elétrica, desde o seu recebimento até o ponto de embarque. Em uma abordagem sintetizada, será desenvolvido um método que permita otimizar o processo logístico por meio da identificação e melhorias de seus gargalos.

Dado os fatos anteriormente citados pode-se efetuar o questionamento que deverá ser respondido na execução do presente trabalho, o qual baseia-se em como reduzir os custos e o *lead-time* otimizando-se os recursos utilizados no processo logístico de uma empresa do setor elétrico nas etapas de recebimento, armazenagem, separação e expedição de materiais.

## **1.2. Objetivos**

Neste tópico serão abordados os objetivos do presente trabalho, subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos, nos quais serão definidos o enfoque central ao qual o trabalho propõe-se abordar e as etapas para obter-se resultados conclusivos do presente estudo.

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um método de identificação dos gargalos buscando a melhoria dos processos logísticos de uma empresa do setor de distribuição de energia elétrica, de forma a possibilitar a redução de custos provocados por altos níveis de estoques intermediários e *lead-time* de processamento dos materiais.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

1. Revisar a bibliografia sobre as ferramentas TOC (*Theory of Constraints*) e ABC (*Activity-Based Costing*);
2. Efetuar levantamentos necessários para desenvolvimento do método utilizando as ferramentas TOC (*Theory of Constraints*) e ABC (*Activity-Based Costing*);
3. Aplicar o método no processo descrito, levantando os custos através da metodologia ABC e aplicando as cinco etapas da TOC (*Theory of Constraints*);
4. Compilar os dados e efetuar análise comparativa dos resultados da aplicação do método.

### **1.3. Justificativa**

A abertura das economias tem exigido empresas fortes e competitivas no mercado e desta forma o governo vem procurando concentrar seus recursos nas atividades básicas à sociedade, tais como saúde, educação, segurança etc.

Setores como a da distribuição de energia elétrica passaram para a mão da iniciativa privada no intuito de prestar um serviço melhor com menores custos. Para isso, as empresas vêm utilizando a máxima logística de colocar o produto certo, na hora certa, no local correto, com o menor custo; fazendo com que sejam buscadas alternativas para alcançá-la. Dessa forma, as empresas necessitam encontrar soluções que busquem balancear os recursos materiais e pessoais do seu fluxo logístico. Assim, a identificação dos gargalos, auxiliada pela definição dos recursos envolvidos em cada processo, será extremamente útil à companhia.

Mesmo com o crescimento da importância do setor de serviços, existe um número relativamente reduzido de estudos sobre o mesmo, com muitos aspectos ainda por serem investigados (Téboul, 1999). Desta forma, trabalhos que possam contribuir para o melhor entendimento do setor fazem-se necessários.

Apesar da otimização do fluxo de materiais através da eliminação de gargalos ser um assunto bastante comentado na literatura, pouco se discute sobre as suas influências nas empresas prestadoras de serviços. Outra característica importante do presente trabalho é o fato de que as ferramentas TOC (*Theory of Constraints*) e ABC (*Activity-Based Costing*) são utilizadas de forma complementares. Este dado torna-se relevante quando observa-se que muitas vezes estas ferramentas são colocadas na literatura como incompatíveis e contraditórias.

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos. Inicia-se pela introdução, que contém a situação problemática, os objetivos geral e específicos, a justificativa, a estrutura e as limitações do trabalho.

O capítulo dois descreve o fluxo logístico dos materiais em uma empresa do setor de distribuição de energia elétrica. Este capítulo faz referência a aspectos de levantamento do sistema a ser estudado e a busca de revisão de literatura de conceitos logísticos em geral.

No capítulo seguinte, serão apresentadas as ferramentas a serem adotadas no método a ser aplicado. Este capítulo é de fundamental importância, visto que são abordados os conceitos a serem referenciados para o desenvolvimento do estudo, formando uma linha de raciocínio paralela ao objetivo do projeto. Neste capítulo a fundamentação teórica está inserida, onde é definida a filosofia TOC. Da mesma forma, são colocadas as principais utilidades da ferramenta de custeio ABC.

No capítulo quatro é apresentada a proposta do método, com uma visão geral, sendo em seguida observados aspectos mais específicos para a sua aplicação. Faz-se necessário salientar que o método é delineado pelas ferramentas verificadas na revisão da literatura.

No capítulo cinco é apresentada uma validação prática do método em uma empresa do setor elétrico, que atua no segmento de distribuição de energia. Por fim, no capítulo seis são explicitadas as conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.

### **1.5. Delimitações do Trabalho**

O método proposto, bem como a aplicação na empresa dos processos da *Theory of Constraints (TOC)* não abrangerá algumas questões, as quais não serão detalhadas por não se tratarem do escopo do trabalho, ou devido às particularidades da empresa onde será desenvolvido o método.

Apesar de o método estar focado na questão do uso da TOC como fator determinante para a obtenção dos objetivos da empresa no setor de logística, o presente método não dará ênfase aos demais fatores que cercam a referida filosofia, sendo estes citados apenas



rapidamente dentro do contexto geral do trabalho. Isto deve-se ao fato de que uma aplicação da filosofia TOC como um todo retiraria o foco do objetivo principal do trabalho que é o tratamento de gargalos. Este ponto fica mais evidente quando aborda-se mais precisamente a contabilidade da referida filosofia, na qual são considerados alguns aspectos irrelevantes ou contraditórios ao objetivo central da dissertação.

De forma análoga, esta afirmação deverá ser estendida à metodologia de custeio ABC (*Activity-Based Costing*), visto que esta segunda ferramenta foi utilizada de modo a facilitar a aplicação da TOC (*Theory of Constraints*).

Outro fator que deve ser salientado é o fato de que outros projetos foram executados simultaneamente com a aplicação do processo da teoria das restrições. Assim, os demais projetos podem ter influenciado nos resultados obtidos. Contudo, os levantamentos dos dados nos períodos de testes do método indicam que a aplicação da TOC é o motivo principal para os resultados demonstrados neste estudo. Este fato fica mais evidente quando menciona-se que os resultados obtidos antes da aplicação do método já foram gerados durante a convivência com os demais projetos.

Deve-se salientar ainda que o estudo é realizado em uma empresa específica do setor elétrico do segmento de distribuição de energia. Portanto, os resultados obtidos consideram a realidade desta empresa, existindo a possibilidade de não serem obtidos na aplicação a outras companhias.

Também se faz necessário mencionar que a apresentação do método desenvolvido baseia-se no fluxo normal do processo. O tratamento desenvolvido para exceções, ou seja, casos especiais que ocorrem na empresa em estudo, não é apresentado.

Outra limitação a ser observada no presente estudo é o fato de que não serão considerados para efeitos de cálculos na validação do método os custos de falta de estoque. Estes custos embora relevantes são extremamente complexos para serem obtidos.

Por fim, é de fundamental relevância salientar que todos os valores em moeda constantes na presente dissertação foram submetidos à aplicação de um fator único e não revelado com vistas a manter o sigilo dos dados, mesmo que a empresa em questão não tenha sido citada e sem, contudo, prejudicar a validação prática do método.

## **2. PROCESSOS LOGÍSTICOS EM EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO**

Este tópico visa abordar conceitos relativos à logística que serão aproveitados na execução do presente trabalho. Em seguida, serão apresentados o macro-fluxo de uma empresa do setor de distribuição de energia elétrica e o fluxo logístico dos materiais do sistema em estudo.

### **2.1. Conceitos Logísticos**

Segundo Ching (2001), a logística surgiu através de operações militares americanas, pois em seus ataques as tropas deviam estar organizadas em relação a transporte de comida, deslocamento de equipamentos e socorros médicos, administração de estoques e novas aquisições.

Segundo IMAM (1996), a logística é um processo que integra, coordena e controla a movimentação de materiais, o inventário de produtos acabados e informações relacionadas; aos fornecedores de uma empresa, para satisfazer as necessidades dos clientes.

Para Dias (1993), existem diversas razões para o crescente interesse na logística, entre eles o rápido crescimento dos custos (principalmente dos custos relativos a transporte e armazenagem), desenvolvimento de *softwares* capazes de tratar eficientemente a massa de

dados necessária para a análise de um problema e, sobretudo, a mudança de mercado em relação às exigências do consumidor.

Segundo Christopher (1997), a logística pode ser utilizada como uma vantagem competitiva, pois através de um bom planejamento, a empresa pode conseguir melhor utilização das capacidades.

Atualmente, a intensa competição e a necessidade de busca de novos clientes e mercados têm provocado as empresas a buscarem diferenciais. Assim, a logística tem atraído cada vez mais a atenção dos empresários. Por este motivo as ações relacionadas a atividades logísticas que envolvem transportes, estoques e comunicação estão cada vez mais presentes nas estratégias das empresas. “A conscientização está crescendo cada vez mais em relação ao impacto que logística tem na lucratividade empresarial” (IMAM, 1996, p. 7).

Ainda conforme IMAM (1996), o processo logístico é interno e externo a uma empresa específica. Interno no sentido de que as operações de distribuição física e fornecimento físico devem ser tratadas dentro da empresa. Externo no sentido de que fornecedores e clientes, na grande maioria das vezes, estão fora da localização da empresa.

Desta forma, o presente trabalho abordará questões internas, como a armazenagem e movimentação de carga.

### **2.1.1. Armazenagem**

“Por que precisamos de um armazém?” (IMAM, 1996, p. 249). O IMAM (1996) define a necessidade do armazenamento pelo atendimento dos seguintes quesitos:

- Estocagem: preenche o hiato entre a oferta e a demanda, ou seja, é o balanceador entre os pólos.
- Logística de produção: serve para o abastecimento da produção sem perder a economia de escala.
- *Mix* de produtos: fornece uma instalação para combinar diversos produtos em um novo através da embalagem.
- Consolidação: agrupar um grupo de materiais com a finalidade de otimizar fretes.
- Distribuição: permite “empurrar o produto do fabricante através da rede ao usuário final”.
- Serviço ao cliente: garantir um nível de serviço em relação ao tempo despendido para o atendimento ao cliente.

Para o IMAM (1996), o objetivo principal de um estoque é minimizar o custo da operação e fornecer um nível de serviço satisfatório.

Ballou (1995) descreve isto de outra forma. Para ele, existem quatro razões básicas para a empresa possuir um espaço físico:

- Reduzir custos de transporte e produção: reduzir os custos de transporte pela compensação nos custos de produção e estocagem.
- Coordenação entre suprimentos e demanda: este item é necessário, pois é difícil ter idéia exata do quanto irá se consumir, especialmente para produtos em que existem sazonalidade.

- Auxiliar o processo de produção: a armazenagem pode fazer parte do processo produtivo de muitas empresas. Ex: fabricação de queijos.

- Auxiliar o processo de Marketing: para o Marketing, a capacidade de ter o produto a pronta entrega é de extrema importância.

Para Ballou (1995), a armazenagem e manuseio de produtos são componentes essenciais do conjunto de atividades logísticas. Segundo ele, os custos podem absorver de 12 a 40% das despesas logísticas da empresa.

“Dizem que a razão para o aumento das tarifas postais americanas é que os correios cobram a armazenagem da correspondência ao invés da sua entrega” (HARWITZ apud BALLOU, 1995, p. 152).

### **2.1.2. Foco - chave da logística**

Para IMAM (1996), o foco principal da logística pode ser dividido em necessidade de serviços a clientes, *lead times* e custos ou valor agregado. Na sequência, são descritos cada tópico.

#### **2.1.2.1. Serviço ao cliente**

Conforme IMAM (1996), o serviço ao cliente é o início do processo, ou seja, de onde parte o motivo pelo qual tudo é realizado. O serviço ao cliente é o fato gerador de um diferencial para a empresa no mercado e contribui significativamente para a sua participação no *market-share*.

Sendo assim, o processo de otimização dos recursos tenta ser um atrativo no diferencial interno da empresa e no mercado das concessionárias de distribuição de energia.

### **2.1.2.2. *Lead Time***

Corresponde ao tempo entre o recebimento do pedido e a sua entrega. Em muitos casos reduzir este tempo significa reduzir custos. Faz-se necessário salientar que esta afirmação é verdadeira quando a redução do *lead-time* não provoca um aumento dos demais custos da empresa. Este é, sem dúvida, um dos mais importantes aspectos da logística nos tempos atuais.

No momento em que se está reduzindo custos existe uma possibilidade de melhor aproveitar os ativos das empresas para atividades mais fins, no caso da empresa estudada, a ligação final ao cliente. “Fazer com que as coisas se movimentem e movimente-as rapidamente” (IMAM, 1996, p. 28).

As empresas do setor elétrico que não tiverem um bom atendimento dos materiais nas obras poderão sofrer com as penalidades do órgão regulador do setor Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em alguns casos, a multa em caso de não atendimento ao cliente no prazo estabelecido pode gerar multas de até um por cento do faturamento anual, o que seria catastrófico para o resultado da empresa. Isto significa que os impactos de um atraso de matéria-prima no ramo de distribuição de energia elétrica são, muitas vezes, pior do que em uma indústria.

### **2.1.2.3. *Custo ou valor agregado***

Conforme IMAM (1996), os custos são adicionados durante a produção, estocagem, transporte e inventário. O valor é adicionado por meio da melhoria do valor do produto em termos de tempo, lugar e forma. De acordo com IMAM (1996), a maioria das empresas gasta tempo adicionando custo ao invés de valor.

## **2.2. Logística em Empresas de Serviços**

Para Novaes (2001), os gerentes de logística estão sendo obrigados a implementar práticas operacionais diferentes, a fim de atender novas formas de demanda dos consumidores que não existiam uma década atrás.

Esta afirmação aplica-se de forma clara às empresas do setor de serviços. Este fenômeno é plenamente explicável, pois culturalmente este tipo de empresa tem uma missão bastante específica de serviço ao cliente e; por muitos anos, a logística ficou em segundo plano. Entretanto, o mercado torna-se cada vez mais exigente e necessidades como prazos de entrega vêm sendo cada vez mais imperativos para o sucesso destas empresas.

Para Fleury et. al. (2000), o gerenciamento da logística deve ser tratado como um sistema único, em que se tem um conjunto de componentes interligados. O movimento de qualquer um dos componentes do sistema exerce influência sobre outros componentes do mesmo sistema e ainda permite que a otimização de cada um dos componentes, isoladamente, não otimize todo sistema, princípio este que é normalmente conhecido como trade-off, ou seja, o princípio das compensações, ou perdas e ganhos.

As empresas de serviço possuem características bastante peculiares entre si. Entre elas, pode-se salientar as formas de gerenciamento da capacidade, onde o principal objetivo é gerenciar a demanda ou o fornecimento. Este gerenciamento é buscado através da análise da influência na ocorrência da demanda de forma que ela ocorra nos momentos em que o fornecedor esteja ocioso ou tratando-a em uma fila de espera. Do ponto de vista do fornecimento, a principal estratégia é ajustar a capacidade de fornecimento de serviço à demanda (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 1998; Téboul, 1999).



Ballou (1995) acrescenta que, as organizações voltadas para o serviço têm muitos problemas logísticos, visto que o campo logístico tem feito muito pouco para ter sua importância reconhecida neste perfil de empresa. O autor afirma que na maioria das vezes os problemas logísticos concentram-se no lado do suprimento destas empresas.

Desta forma, assim como as demais empresas do setor de serviços, o ramo elétrico vem utilizando-se desta ferramenta com cada vez mais frequência, seja por atos regulatórios ou por exigências de seus clientes.

### **2.3. Setor Elétrico**

Este tópico visa apresentar um breve histórico do setor elétrico no estado do Rio Grande do Sul e a sua atual configuração. Em seguida será contextualizado o macro-fluxo da empresa em que o método será testado. Por fim, será apresentado o sistema em que o método será verificado com a identificação dos respectivos problemas.

#### **2.3.1. Apresentação do Setor Elétrico**

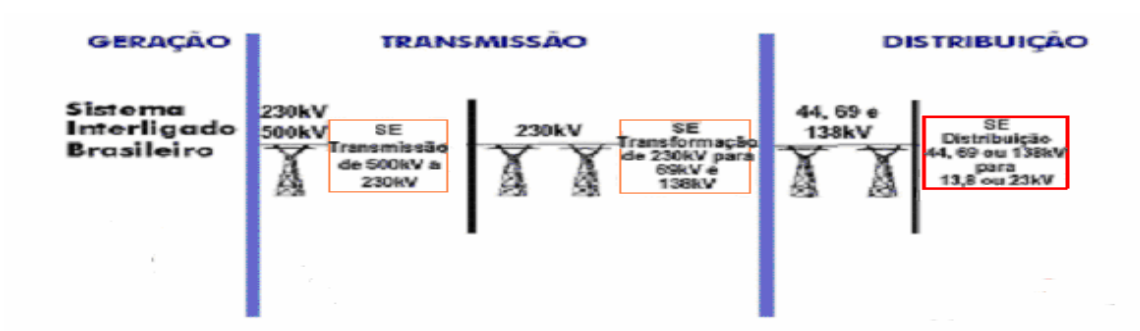
Por 54 anos, até meados dos anos 90, todas as empresas que atuavam no setor elétrico no que diz respeito a geração, transmissão e distribuição de energia pertenciam ao poder público.

Conforme representado na figura 1, o setor encontra-se dividido em três grupos principais: geração/produção, transmissão, e distribuição de energia elétrica.

O primeiro grupo trata-se de empresas estatais e privadas que têm como atividade principal a produção da energia. No grupo da transmissão estão as empresas que operam o sistema elétrico que ligam as produtoras até as sub-estações. Por fim, está o grupo da distribuição que opera a rede elétrica das sub-estações até a porta das casas dos consumidores.

No estado do Rio Grande do Sul, as linhas abaixo de 230 KV de sub-transmissão de eletricidade, bem como as subestações, são consideradas parte da distribuição.

A partir dos anos 90, a maioria dos estados tiveram as suas empresas de distribuição de energia privatizadas e é exatamente neste ponto do setor que o estudo em questão focalizar-se-á. Portanto, o presente trabalho será aplicado nos processos relativos ao fluxo de materiais de distribuição de energia elétrica.



**Figura 1 – Setor Elétrico Gaúcho**

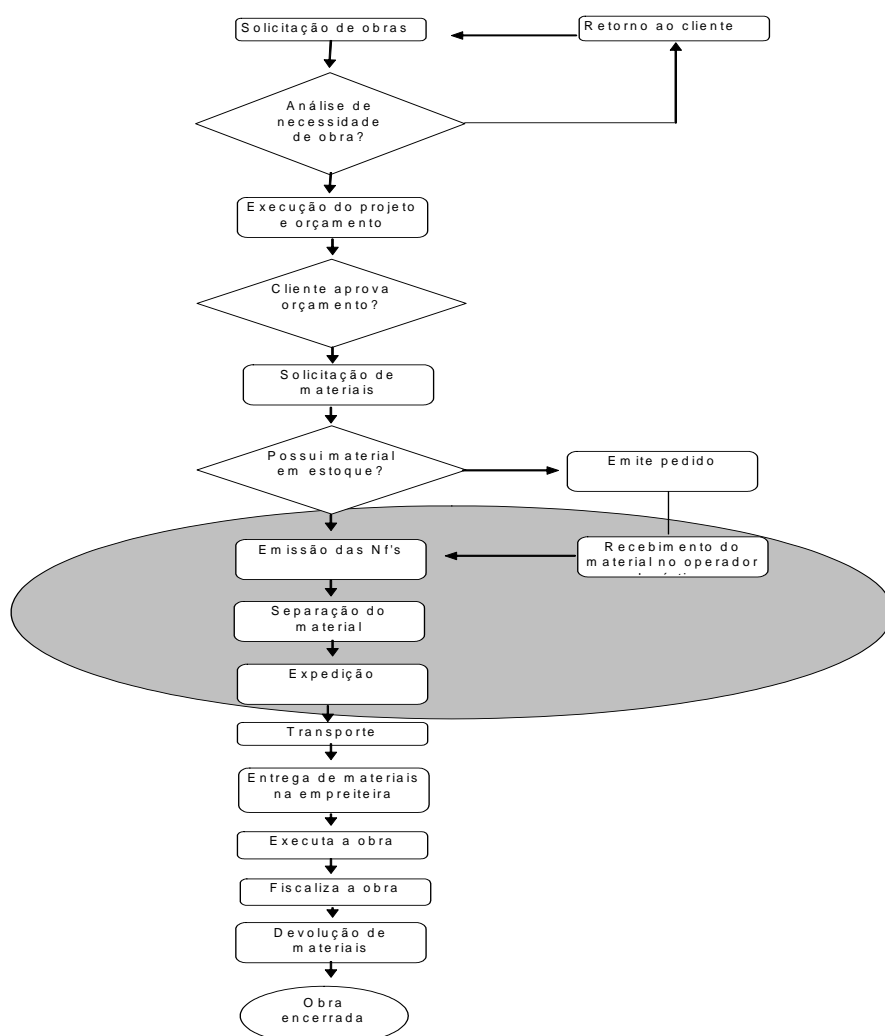
Fonte: *Folder Agergs* (Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul)

### 2.3.2. Contextualização da Empresa

Para aplicar-se um método utilizando a TOC (*Theory of Constraints*) deve-se primeiramente conhecer o sistema no qual este será inserido. Desta forma, faz-se necessário a apresentação do macro-fluxo da empresa para que se possa compreender de forma mais precisa o intuito do presente estudo. Vale salientar que o objeto do estudo em questão é um fluxo de uma atividade exercida por um terceiro (Operador Logístico) à companhia de distribuição de energia elétrica (empresa contratante ou principal), a qual remunera a terceira por um montante fixo. Porém, dois fatores são essenciais para a compreensão do objetivo:

1. Toda remuneração pelo serviço de recebimento, armazenagem, separação e expedição ao terceiro é fixa, quando os volumes são compatíveis para movimentação em horário comercial. Os volumes movimentados fora do horário comercial são pagos de forma variável;
2. Todo o ganho de produtividade do terceiro (Operador Logístico) será repassado sob forma de abono à companhia principal (distribuidora de energia elétrica).

Desta forma, pode-se verificar o macro-fluxo de funcionamento da empresa:



**Figura 2 – Macrofluxo de funcionamento da empresa**

Conforme se pode verificar, a parte salientada em cor cinza na elipse do fluxo anterior será objeto do estudo. É importante mencionar que das atividades citadas no macro-fluxo, há atividades terceirizadas e atividades efetuadas com recursos próprios da distribuidora, constituindo-se da seguinte forma:

- Execução do Projeto e orçamento – A execução do projeto é executada por terceiro. Baseado no projeto uma equipe própria prepara orçamento com os preços praticados pela empresa.
- Solicitação de materiais – Esta atividade é exclusivamente executada por pessoal próprio e trata-se da colocação no sistema ERP (SAP) de necessidade de materiais para uma determinada obra, com os seus respectivos endereços de entrega.
- Emissão de pedidos – Esta atividade também é executada por pessoal próprio, que baseados na necessidade de solicitação de materiais para execução de obras encaminha pedidos de reposição de estoque aos fornecedores.
- Emissão de NF's (Saída) – Esta atividade é executada por terceiro. O seu início é dado quando todos os materiais de uma única obra estão em estoque e a data de execução já permite o seu envio.
- Separação de materiais – A empresa possui um sistema de almoxarifado Central, o qual é terceirizado (Operador Logístico). Portanto, de posse da NF (Saída) de uma respectiva obra é feita a separação de materiais.
- Expedição – Depois de separados os materiais são acondicionados em Kits de obras por funcionários do operador logístico.

- Transporte – Empresa contratada pertencente ao Operador Logístico (terceirizado) executa a transferência do Operador Logístico às empreiteiras.
- Entrega dos materiais à empreiteira – Esta atividade é executada pela transportadora contratada.
- Execução de obras – A execução de obras novas também é terceirizada.
- Fiscalização da obra – Esta atividade é executada por pessoal próprio.
- Devolução de materiais – Esta atividade constitui a fase final da obra, na qual, após executada, verifica-se quais materiais estavam no projeto e não foram efetivamente utilizados. É executada por pessoal próprio.

A necessidade deste presente trabalho é aqui salientada na operação de movimentação de materiais do Operador Logístico (empresa terceirizada) desde o recebimento de matérias-primas até a sua expedição. Vale mencionar que, embora o Operador logístico seja um custo fixo para a empresa contratante, este custo está vinculado de forma explícita aos recursos utilizados previstos em contrato, de forma que qualquer otimização nos recursos será repassada à empresa contratante (distribuidora de energia elétrica). Além deste fato, os recursos estão estimados com base em médias aritméticas, sendo que quando os volumes necessários ultrapassam estes recursos é necessário o pagamento dos excedentes ao Operador Logístico, tornando-se custo variável. Assim, pode-se perceber que qualquer redução de custos sobre os recursos do Operador serão revertidos em benefícios à empresa contratante.

### **2.3.3. Contextualização do Processo Logístico (Sistema)**

Tendo-se situado no processo de funcionamento da empresa pode-se especificar ainda mais o estudo em questão observando-se o processo ou sistema em que o método será desenvolvido. A partir deste levantamento possibilitar-se-á visualizar o problema de forma mais explícita.

Faz-se necessário salientar que o levantamento do processo, conforme mencionado na metodologia, foi baseada em observação do processo desde o recebimento do material, passando por toda a movimentação da carga até o momento de colocá-lo no veículo para expedição. Cada uma destas atividades foi acompanhada pelos respectivos responsáveis e tem-se como resultado o fluxograma destas atividades (ANEXO 1).

De posse das informações obtidas no levantamento em campo das atividades para elaboração do fluxograma do sistema, deve-se novamente referenciar o objetivo principal do presente estudo, o qual baseia-se no desenvolvimento de um método de identificação e otimização dos recursos gargalos no processo descrito no anexo 1, com a finalidade de reduzir custo desta operação e o seu respectivo tempo de ciclo.

Pode-se perceber de forma mais clara o objetivo anteriormente citado quando se visualiza um determinado material sendo processado na primeira atividade do fluxograma e tendo o seu escoamento de forma uniformizada e ininterrupta por todo o processo, ou seja, até a vigésima nona atividade.

Atualmente, o que se percebe é que os materiais que começam a ser processados na primeira atividade do processo, não são processados de forma uniforme e ininterrupta, pois

ficam aguardando por determinados períodos em atividades intermediárias do fluxograma até terem o seu escoamento efetuado para atividades posteriores. Estes tempos de espera podem ser causados pelos gargalos.

Para melhor compreensão do problema faz-se necessário salientar que o principal custo, no presente estudo, gerados pelos gargalos são as formações de estoques intermediários desnecessários. Desta forma, é necessário buscar ferramentas para eliminação destes pontos de bloqueio do fluxo de materiais.

### **3. *FERRAMENTAS PARA IDENTIFICAÇÃO E MELHORIA DE GARGALOS E SEUS RESPECTIVOS CUSTOS***

Este capítulo visa explicar de forma mais detalhada o funcionamento das ferramentas utilizadas no método desenvolvido no presente estudo: *Theory of Constraints* (TOC) e *Activity-Based Costing* (ABC).

#### **3.1. *Theory of Constraints* (TOC) – Teoria das Restrições**

Este tópico visa explicar um dos pontos-chave do presente trabalho, a teoria das restrições e, como ela pode ser aplicada em uma empresa e qual a sua relação com o processo de desenvolvimento de um método de otimização dos recursos.

Noreen (1996) afirma que a teoria das restrições abrange dois grupos principais de técnicas – métodos para tratar das restrições físicas e ferramentas genéricas para solução de problemas. Entre os métodos para tratar as restrições físicas estão as técnicas, tais como Tambor-Pulmão-Corda e os cinco passos para o aprimoramento contínuo focalizando as restrições.

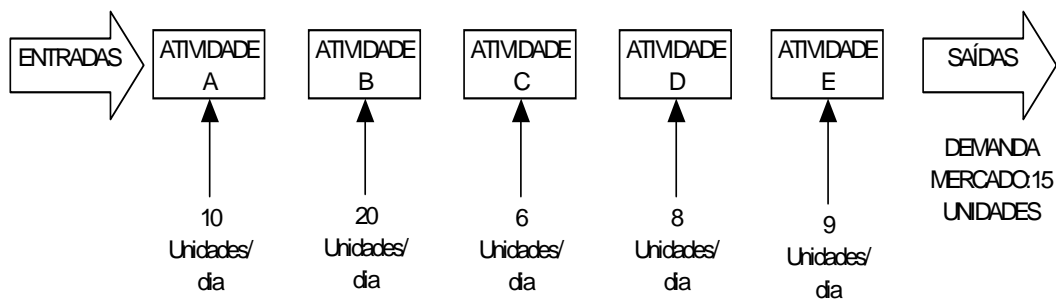
Para o presente trabalho, será focalizado o método de identificação e solução de restrições.



### 3.1.1. Conceito de sistema de restrições

Para Goldratt (1990), um sistema de restrições é composto de qualquer coisa que limite um sistema de atingir sua mais alta performance em relação ao seu objetivo. Na realidade, qualquer sistema tem poucas restrições e, ao mesmo tempo, qualquer sistema possui ao menos uma restrição.

Para Dettmer (1997), todo e qualquer sistema de restrições apresenta uma e apenas uma restrição e todos os demais pontos do processo são não restrições. Pode-se ver esta situação melhor exemplificada na figura 3.



**Figura 3 – Sistema de Restrições**

Fonte: Baseado em Dettmer (1997)

Na figura 3, pode-se verificar que a restrição é a atividade C, visto que o sistema jamais produzirá mais que seis unidades, não importando o quanto as outras atividades possam produzir. É possível verificar que, quando aumenta-se a capacidade da atividade C, a restrição passará a ser a atividade D.

Caso continue-se a aumentar as capacidades até que as atividades D, E e A estejam muito acima das capacidades atuais, então ter-se-á removido as restrições internas e a restrição passará a ser externa ao sistema, ou seja, o mercado.

Breen (2002) afirma que se a restrição é algo que limita um sistema de obter a sua mais alta performance contra os seus objetivos, então todo sistema possui no mínimo uma restrição e no máximo não mais que algumas poucas restrições.

Segundo Dettmer (1997), sempre que fala-se em melhorar as restrições externas ao sistema, precisar-se-á de muito mais ferramentas e conhecimentos que quando se trata restrições internas. Para Dettmer (1997), a implantação da teoria das restrições em qualquer sistema passa pela resposta de três questões:

1. O que modificar? (onde está a restrição?)
2. Transformar em quê? (o que fazer com a restrição?)
3. Como modificar? (como implementar a mudança?)

De acordo com Goldratt (1990), antes de dar-se a otimização de um sistema, deve-se primeiramente definir os objetivos do sistema, e as medidas que capacitarão julgar o impacto de qualquer subsistema e qualquer decisão localizada no objetivo global.

Goldratt (1990) acrescenta que produtividade é o ato de fazer uma empresa ficar mais próxima de sua meta e neste ponto remete-se à missão da empresa para identificar-se efetivamente a sua meta. Portanto, não há produtividade sem uma meta bem definida.

Dettmer (1997) ressalta a lista dos princípios da teoria das restrições e afirma que é fundamental sua compreensão para a sua implantação.

Desta forma, seguem os princípios:

- Sistema como uma corrente: o sistema funciona como uma corrente, onde o elo mais fraco deve ser encontrado e reforçado.
- Local x Sistema ótimo: a performance máxima do sistema total não é igual a soma do máximo de todos os elos.
- Causa e efeito: todos os sistemas funcionam em uma relação de causa e efeito, ou seja, alguma coisa causa algo que acontece.
- Efeitos indesejáveis e problemas centrais: frequentemente, o que se observa nos sistemas não são problemas e sim indicadores. Eles são resultados de causas escondidas. Assim, deve-se tomar cuidado para não se tratar os efeitos e sim os problemas centrais.
- Deterioração da solução: as soluções deterioram-se com o passar do tempo com o desenvolvimento dos sistemas.
- Físico x política de restrições: a maioria das restrições origina-se de políticas e não de fatores físicos. E as restrições políticas são mais complexas de serem identificadas e tratadas.
- Idéias não são soluções: as melhores idéias não são percebidas com todo o seu potencial até serem implementadas. E a maioria das idéias falha ainda no processo de implantação.

### 3.1.2. As cinco etapas de implantação

Para Michalski (2000), a teoria das restrições tem grande oportunidade de aplicação tanto em produção como em serviços e novos projetos, visto que todos os casos possuem algum tipo de gargalo e a metodologia aplica-se perfeitamente em todos estes cenários, sejam as restrições de ordem pessoal ou material.

Breen (2002) afirma que o reconhecimento da existência de restrições representa uma excelente oportunidade para melhorias, pois permite que se focalize os esforços na área mais produtiva identificando e gerenciando os gargalos.

Conforme Goldratt (1990), o início da implantação da teoria das restrições está nos cinco passos iniciais desenvolvidos por ele para concentrar esforços na melhoria do que é capaz de produzir impacto mais positivo no sistema. Desta forma, o autor define o processo de implantação em cinco passos, assim resumidos:

1. Identifique o sistema das restrições: lembre-se que identificar as restrições também significa priorizá-las de acordo com seu impacto no objetivo global, caso contrário, muitas coisas triviais farão parte.
2. Decidir como explorar o sistema das restrições: nesta etapa decide-se como gerenciar as restrições, como gerenciar a grande maioria dos recursos do sistema que não são restrições. Obviamente, deve ser gerenciado de maneira de que tudo que as restrições irão consumir seja fornecido pelas não-restrições. Desta forma, todo o sistema é ditado pelas restrições.
3. Subordine todo restante do sistema às restrições: neste ponto deve-se vincular todos os demais recursos do processo à capacidade da restrição.

4. Eleve o sistema das restrições: sempre haverá uma outra restrição, caso se eleve e continue elevando-a haverá uma hora que o processo se extinguirá. Significa que foi elevada de tal forma que não restringe mais o sistema. Nesse nível, uma nova restrição surgirá no sistema. Nesta etapa far-se-á a utilização da ferramenta ABC (*Activity-Based Costing*), pois ela permitirá verificar a viabilidade da elevação da restrição.
5. Se nos passos anteriores a restrição foi eliminada, então, retorne ao passo 1, pois se deve tomar cuidado para não haver inércia voluntária, o que pode causar um novo sistema de restrições.

Para Goldratt (1990), deve-se tomar muito cuidado no quinto passo, quando a restrição é eliminada, visto que há uma tendência de se manter a inércia, pois acredita-se que os problemas já foram resolvidos. Este fato poderá gerar distorções no processo. Desta forma, o autor acrescenta que a única maneira de não causar estas distorções é compreendendo este mesmo processo de forma que haja o auto-aprimoramento.

“Todo gerente está rodeado de problemas, ou como alguns dizem de oportunidades. Nós todos nos concentramos em ações de contenção” (BALLOU, 1990, p. 7).

Entretanto, Balderstone (1998) afirmam que algumas companhias falharam na aplicação da teoria por uma incapacidade ou falta de vontade de descartar velhas tradições, isto é, afirmam que o aspecto psicológico é um dos grandes fatores de insucesso na aplicação da teoria.

Noreen (1996) acrescenta que a TOC pode ser implantada em complemento com outras ferramentas e que, por este motivo, podem ser complementares e não excludentes. Ele descreve com mais exatidão quando afirma que as cinco etapas do TOC são um complemento

perfeito ao gerenciamento da *Total Quality Management* (TQM), entretanto, focalizando os esforços da TQM em pontos específicos que terão alta probabilidade de produzir efeitos. Também o *Just in Time* (JIT) e Kanban são perfeitamente aplicáveis como ferramentas complementares.

### **3.1.3. Tambor-corda-pulmão**

Segundo Noreen (1996), no início da década de 80, quando a teoria das restrições estava sendo desenvolvida, a economia encontrava-se em plena expansão e muitos setores não davam conta da demanda que o mercado exigia. Nesse enfoque, a teoria concentrou-se em resolver problemas de operação que pudessem maximizar a produção e conseqüentemente os ganhos. Atualmente, as restrições têm migrado para fatores externos como o mercado. Entretanto, para o método a ser desenvolvido no presente trabalho as questões de solução de restrições internas são muito mais relevantes.

Desta forma, Goldratt (1990) faz uma analogia de uma linha de produção com uma caminhada de um grupo de escoteiros. Os escoteiros estão alinhados em uma fila indiana, o andar dos escoteiros difere conforme o passo de cada um, como na maioria dos processos de produção, ou seja, cada um tem a sua respectiva capacidade. Nesta analogia, o inventário do material em processo é a distância entre o primeiro e o último escoteiro da fila. Assim, o autor acrescenta que caso o escoteiro mais rápido seja colocado na frente, o grupo tende a se dispersar rapidamente. Este fenômeno é encontrado em qualquer processo denominado sistema. O problema principal é reduzir a dispersão das atividades sem aumentar o tempo total para completar o ciclo.

Tendo em vista os pontos abordados, uma das soluções é agrupar os escoteiros de forma com que o mais lento coordene a caminhada. Esta decisão irá minimizar a dispersão e tempo total para completar o ciclo. Porém, esta decisão dificilmente pode ser aplicada em um processo de produção ou de serviço, visto que poderia implicar em custos altíssimos, pois cada atividade necessitaria de uma capacidade maior que sua atividade predecessora.

Outra solução seria amarrar os escoteiros com uma corda para fazê-los todos andar na mesma cadência, isto significa que todo o grupo irá andar no ritmo da restrição, ou seja, o mais lento.

Breen (2002) afirma que toda organização é uma corrente de eventos interdependentes, onde a performance de cada evento é dependente diretamente do evento anterior.

Este método é conhecido como tambor-corda-pulmão. Segundo o autor, em uma fábrica TOC, existem geralmente pelo menos dois pulmões, ou reservas para funcionamento da restrição; um logo na frente da restrição, para assegurar que ela não fique vazia e outra na expedição para garantir que os produtos sejam expedidos a tempo. O pulmão em frente à restrição fornece informação valiosa sobre o desempenho das estações de trabalho anteriores à restrição e assim a eficiência, paralisações e uso da restrição são frequentemente monitorados, pois qualquer paralisação do uso da restrição resulta em perda de ganhos e lucros.

Segundo Noreen (1996), no sistema tambor-corda-pulmão, as tarefas são liberadas conforme o programado e não antes. Elas vão de atividade em atividade à medida que cada etapa completa a sua tarefa até que o trabalho entre no pulmão protetor à frente da restrição. O autor acrescenta que, em função das atividades anteriores ao gargalo funcionarem em uma velocidade maior, geralmente, o pulmão não deve ser muito grande. Da mesma forma, as

atividades posteriores ao gargalo também funcionam em uma velocidade maior, o que faz com que haja pouco estoque nestas posições.

Assim, fica evidente que para que o processo seja otimizado a restrição nunca deve ser paralisada e o pulmão serve como eliminação do risco para que isto aconteça.

#### **3.1.4. TOC e a Contabilidade**

Noreen (1996) refere que o importante é balancear o fluxo e não as capacidades. Assim, resolvida a questão da produção, o problema saltou do chão-de-fábrica para os escritórios e logo outro problema apareceu: o custo do produto para determinar o preço de venda.

Para Marques (1998), a TOC proporciona uma relação mais próxima entre a contabilidade e a manufatura, ao associar os registros contábeis e as decisões locais dos gerentes, aos recursos com restrição de capacidade presentes no fluxo de produção. O autor afirma que ela recorre ao uso da medida ganho unitário no gargalo que, até então, estava ausente na terminologia contábil tradicional, quando a capacidade desse recurso for inferior às expectativas de vendas.

Dettmer (1997) acrescenta que Goldratt criou uma relação simples para determinar o efeito de uma ação local no sistema inteiro. Toda ação tem seu efeito refletido em três dimensões do sistema: ganhos, inventário e despesas operacionais.

Noreen (1996) acrescenta que no mundo TOC existem apenas três maneiras de aumentar os lucros: aumento dos ganhos (venda), redução de despesas operacionais (custos fixos) ou redução de investimentos (inventário).



O ganho é a taxa pela qual o sistema gera recursos, inventário é todo o dinheiro investido em coisas que se pretende vender e despesas operacionais é todo recurso gasto para tornar o inventário em entrada de recursos.

Goldratt (1990), por sua vez, acrescenta que há necessidade de se entender que produção não é fato gerador de ganho, mas apenas a venda dos produtos. Isto significa que até o produto ser vendido é inventário.

Dettmer (1997) afirma que todos os três pontos são interdependentes e que a mudança de um implicará em mudanças nos outros. Assim, para se melhorar um sistema deve-se tentar aumentar o ganho, reduzir o inventário e as despesas operacionais, e que todas as decisões devem ser baseadas na direção de seguir-se estas três regras.

Noreen (1996) refere que é impossível separar as operações TOC da contabilidade TOC e acrescenta que qualquer operação TOC com a contabilidade tradicional está fadada ao fracasso, pois a teoria não se adapta a práticas comuns da contabilidade tradicional, tais como custeamento por absorção e relatório de variação do custo padrão.

Balderstone (1998) acrescentam que as medidas de desempenho necessitam ser revistas, especialmente as medidas contábeis, pois a teoria privilegia as medidas globais de todo o sistema ao invés de medidas localizadas. Os autores afirmam que este tipo de comportamento é uma das principais restrições a ser enfrentada na sua aplicação.

O conhecimento da TOC provocou uma atitude mais receptiva sobre a melhoria contínua do desempenho global das empresas e a necessidade incessante de se perseguir ganhos incrementais. A noção de ganho é uma das condições liminares de vitalidade de qualquer empreendimento economicamente organizado. Porém, a apuração e avaliação desse Ganho

não se conformam com as tradicionais e acadêmicas regras, estabelecidas ou discutidas nos textos de contabilidade gerencial.

Conforme Noreen (1996), o mercado é quem determina o preço de venda, o que invalida totalmente a composição de preço com base nos custos do produto mais margem de lucro. Para Noreen (1996), a contabilidade tradicional de custos não condena os métodos tradicionais, porém Goldratt (1990), acredita que a nomenclatura confusa para custos seja um dos motivos. Outra razão pode ser o fato de que mesmo que as pessoas compreendam a razão do sistema atual de custos ao produto estar levando a decisões erradas – até elas são envolvidas pelo mito geral da necessidade do custo do produto. De outra forma, ele não conseguiria compreender como uma solução, tal como *Activity-Based Costing* (ABC) foi proposta para curar este mal. Por fim pode ser pelo fato de que a maioria das pessoas não compreende bem as diferenças conceituais entre custos e ganhos.

Para Noreen (1996), a maioria das empresas utilizadoras da teoria usa uma variação de custo variável, na qual se pressupõe que os materiais diretos são o único custo variável. Assim, custo variável é preferível ao invés do custeamento por absorção, visto que não incentiva o acúmulo de inventários, sendo considerável mais útil nas decisões, fica mais próximo do conceito de lucro baseado no fluxo de caixa.

A margem de contribuição por unidade de recurso com restrição de capacidade é um segredo essencial para a tomada de duas decisões – uso prioritário da restrição e quando elevar ou não uma restrição. Os produtos com margem menor de contribuição por unidade da restrição devem receber menor prioridade, eles são o uso menos importante da restrição. Se o benefício de elevar a restrição exceder o custo, então, deve ser adquirido mais do recurso com a restrição de capacidade.

Para Noreen (1996), a teoria das restrições enfatiza aumentar a variedade de produtos com finalidade de entrar em novos mercados com intenção de aumentar as vendas, ao invés colocar todos os ovos na mesma cesta. Segundo o autor, este fato é contrastante com o método de custeio ABC. Este método desencoraja a diversificação de produtos por transferir os custos de administração para produtos de baixo volume, que parecem então menos lucrativos.

Para Noreen (1996), a TOC assim como o JIT, concordam que os inventários de material em processo podem criar grandes problemas operacionais, pois tanto criam como escondem ineficiências. Dessa forma, ambos processos tentam eliminar inventários excessivos de materiais em processo.

Porém, no presente trabalho, deve-se fazer uma composição entre as metodologias TOC e ABC, visto que não será utilizada a contabilidade TOC no método e sim as ferramentas e técnicas de identificação e melhoria de gargalos.

### **3.1.5. Resultados obtidos com a aplicação da TOC**

Em suas pesquisas, Balderstone (1998) apresentaram números bastante expressivos em relação aos resultados obtidos. Em uma amostra de trinta e duas observações, encontrou-se uma redução média de 69% no *lead-time*, uma redução média do tempo de ciclo de 66%, um aumento de 60% nas *due-date-performance*, uma redução média de 50% nos níveis de inventário, uma correlação alta de 0,77 entre as reduções de inventário e do *lead-time* e um acréscimo médio do lucro e ganho de 68%.

Os autores acrescentam que a grande maioria dos casos reportados são aplicações parciais da teoria das restrições, o que permite questionar se as melhorias acima citadas seriam realmente resultados da aplicação da metodologia. Balderstone (1998) salientam, ainda, que sua pesquisa foi baseada em mais de trezentos livros e artigos a respeito da teoria das restrições e que poucos possuíam comentários negativos. E confirmam a afirmação de Goldratt (1990), em que a maior dificuldade a ser transposta é sobrepor a tendência comportamental de resistência a mudanças. Entretanto, concluem que, baseados em sua pesquisa, a teoria das restrições parece funcionar muito bem, mesmo que a aplicação da metodologia seja parcial e que a teoria seja muito mais para uma filosofia que para um receita.

Para Noreen (1996), se uma fábrica tiver em média seis semanas de inventário ocioso de material em processo, então terá em média seis semanas para um trabalho ser completado do início ao fim. Caso se diminua isso, reduz-se praticamente de forma automática os tempos de ciclos e prazos de entrega.

O autor destaca que os inventários em excesso podem aumentar os tempos de ciclo, diminuir o desempenho em relação ao prazo de entrega, aumentar a média de defeitos, aumentar as despesas operacionais, reduzir a habilidade de planejar e finalmente reduzir as vendas e os lucros.

Para Fox (1998) a grande maioria das outras técnicas foram rapidamente aceitas, porém foram descartadas na mesma velocidade, ao menos com relação as expectativas de curto prazo. Desta forma, o autor acrescenta que a teoria das restrições possui um comportamento distinto, pois permite ganhos imediatos, e ainda melhores resultados a partir do segundo ano.

### 3.1.6. Ferramentas da TOC

De acordo com Balderstone, a teoria das restrições possui numerosos métodos de soluções genéricas, tais como a heurística de *mix* de produto, assim como muitas outras ferramentas de resolução de problemas, sob o guarda-chuva filosófico da teoria sistêmica das restrições. Dessa forma, ela confronta em seu artigo uma discussão do uso da teoria das restrições e programação linear para analisar o problema de *mix* de produto. Assim, ela resume que a teoria fornece um *framework* sistemático, incorporando ferramentas de diagnóstico e prognóstico, assim como ferramentas operacionais como a regra do *mix* de produto. Balderstone apud Balakrishnan, afirma que a regra do *mix* de produção TOC é uma heurística.

Dettmer (1997) afirma que Goldratt desenvolveu cinco ferramentas distintas de árvores lógicas. As árvores incluem a Árvore da Realidade Atual, Evaporação da nuvem, a Árvore da realidade futura, a Árvore de pré-requisito e árvore da transição.

- a. Árvore da realidade Atual : é uma ferramenta de análise de problemas, a qual auxilia a examinar problemas de causa-e-efeito. Este processo começa com a identificação dos efeitos indesejáveis, que ajudam a identificar a causa-raiz, ou problema central, o qual geralmente é uma restrição. Dessa forma, a CRT (*Current Reality Tree*) indica o que modificar.
- b. Evaporação da nuvem : esta ferramenta é baseada no fato de que muitos problemas centrais existem porque existem conflitos, caso contrário, já haveriam sido resolvidos anteriormente.
- c. Árvore da realidade futura : esta ferramenta serve para dois propósitos; o primeiro permite verificar se uma ação tomada produziria os resultados desejados. Em

segundo, capacitados de identificar qualquer consequência desfavorável que a ação poderia ter.

- d. **Árvore pré-requisito:** esta ferramenta identifica obstáculos e sobrepô-los. Também, auxilia na identificação de seqüência que se precisa para implantar as decisões.
- e. **Árvore da transição :** esta ferramenta é essencialmente um mapa para alcançar o objetivo. Ela responde à pergunta de como mudar.

Dettmer (1997) acrescenta que cada uma das ferramentas pode ser usada individualmente, ou em conjunto.

Pode-se verificar no diagrama (figura 4) que segue o esquema das cinco árvores:

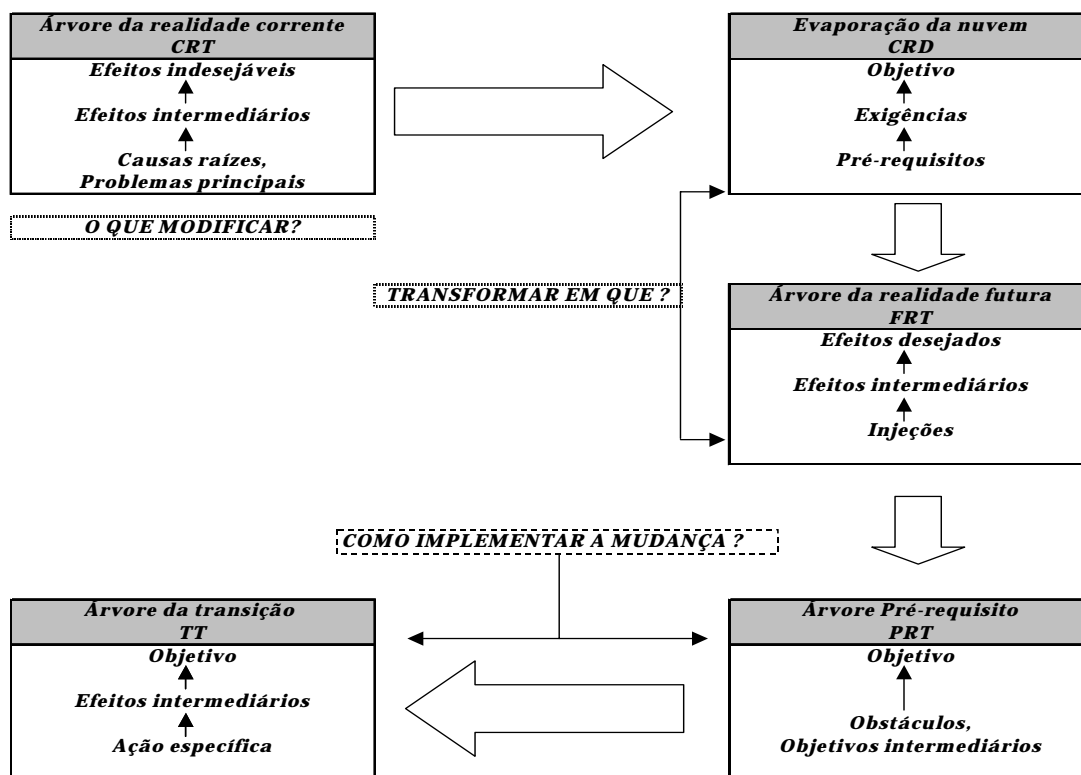


Figura 4 – Árvores Lógicas

Fonte: Dettmer (Goldratt's Theory of Constraints , p . 120 )

### **3.2. Custos logísticos e Custeio Baseado em atividades (*ABC Costing*)**

Conforme citado anteriormente far-se-á uso da ferramenta ABC para facilitar a verificação da viabilidade de elevar-se o gargalo, conforme descrito na ferramenta TOC.

Este item tem por objetivo a colocação de alguns conceitos de custos logísticos e posteriormente a explicação do método de custeio baseado em atividades. O foco principal do capítulo será o custeio ABC, visto que muitos processos que serão identificados como gargalos e seu custo no montante geral pode ser insignificante ou preponderante no processo. Isso significa que decisão de como gerenciar o gargalo estará intimamente ligada ao custo do processo. Desta forma, embora grande parte dos autores não concordem com a utilização de ambas ferramentas em um único processo, podem ter suas aplicações parciais utilizadas de forma complementar.

#### **3.2.1. Custos logísticos**

De acordo com IMAM (1996), os custos logísticos são classificados da seguinte forma:

- Compras;
- Produção;
- Inventário;
- Distribuição;
- Administração;

As compras, dependendo do setor de atuação, são responsáveis por grande parte do custo final do produto. No setor de energia elétrica, este percentual é representado pela compra de energia em si, sendo assim os materiais utilizados na rede elétrica representam cerca de 22% dos custos totais.

Os custos referentes à produção em geral são o segundo fator mais impactante na formação do preço final, enquanto os custos com inventários estão ligados ao volume de estoque mantido.

Em seguida, são considerados os custos de distribuição, incluindo transporte e armazenagem diretamente proporcionais ao segmento do negócio. Para o departamento de suprimentos no segmento de negócio das empresas do setor elétrico, este é o mais importante grupo de custos, pois a empresa não possui produção.

Por fim, aparecem os custos de administração onde inclui-se toda comunicação e manuseio das informações para executar um sistema logístico.

Faz-se necessário salientar que no presente estudo os custos com armazenagem e administrativos são os que possuem maior relevância. Este fato é melhor explicado quando examina-se o sistema em que o método será aplicado.

#### **3.2.1.1. Custos de armazenagem**

Para Dias (1993), os custos são agrupados da seguinte forma:

- Custo de capital (juros, depreciação);
- Custos com pessoal (salários, encargos sociais);



- Custos com edificação (aluguel, impostos, luz, conservação);
- Custo de manutenção (deterioração, obsolescência, equipamento).

As variáveis que mais influenciam nestes custos são a quantidade de material em estoque e os seus respectivos tempos de permanência em estoque (custo de inventário).

De acordo com Dias (1993), é possível calcular o custo de armazenagem de um produto por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{Q \times T \times P \times L}{2} = \text{Custo de Armazenagem}$$

onde,

Q: quantidade de material em estoque no tempo determinado

T: tempo de armazenagem

P: preço unitário do material

L: taxa de armazenamento expressa em percentual do custo unitário

O custo de manutenção de estoque é o custo incorrido para manter o estoque disponível.

Bowersox e Closs (2001) fazem menção ao custo de manutenção de estoque:

O cálculo do custo de manutenção de estoque exige julgamento gerencial, estimativas de níveis de estoque médio, apropriação de custos de estoque, e até esforços de mensuração direta. Os itens normalmente incluídos no custo de manutenção de estoque são: o capital, prêmios de seguro, obsolescência, armazenagem e impostos. O valor final é expresso em percentagem anual que, por sua vez, é multiplicada pelo valor do estoque médio para se chegar ao custo de manutenção de estoque. (p.232).

### 3.2.1.2. Custo do pedido

A execução de um procedimento de compra oculta custos que nem sempre são percebidos em uma análise simplista, porém são notados quando analisados mais profundamente.

Geralmente, este grupo de custos representa pouco, ou quase nada em relação aos custos totais logísticos. Entretanto, para efeitos de metodologia, deve-se mensurá-los. Dias (1993) exemplifica-os da seguinte forma:

- Mão-de-obra: para a emissão e processamento do pedido
- Material: utilizado na confecção do pedido
- Custos indiretos: despesas ligadas indiretamente com o pedido

Segundo Dias (1993), o custo da mão-de-obra deve elencar absolutamente todos os salários envolvidos no departamento responsável pela emissão, desde a preparação até a chegada no fornecedor.

Para o presente estudo deve-se utilizar raciocínio análogo ao custo do pedido para determinação dos custos administrativos.

- Custos com material

Esta espécie de custos são extremamente complicados de se apurar, pois fica difícil mensurar o quanto de material é gasto apenas com a elaboração do pedido e quanto é gasto com outras atividades. Ex.: papel, lápis, borracha, sistemas

### **3.2.1.3. Custos com falta de estoque**

Os custos representados pela falta de estoque são os mais difíceis de serem mensurados, pois os seus reflexos não são diretos. Dessa forma, a sua valorização também não é simples de ser feita.

Dias (1993) classifica-os assim: através dos lucros cessantes, ou seja, quando existe uma perda de lucro por cancelamento de um pedido por falta de estoque; por meio dos custos adicionais que é considerado quando é necessário trazer algum material em substituição de faltantes; custos contratuais como multas, bloqueios de reajuste etc. e, finalmente, os custos com a quebra de imagem beneficiando um concorrente.

Ballou (1995) afirma que o custo de manter um alto custo por um bom nível de serviço deve ser contrabalançado com as vendas potenciais geradas por aquela melhoria.

No estudo em questão este grupo de custos tem fundamental relevância devido as multas regulatórias. Estas multas são traduzidas por determinações judiciais de ressarcimento quando não são cumpridos os prazos estabelecidos pelas agências governamentais.

### **3.2.2. Sistemas de Custos**

Conforme Martins (1996), os métodos de custeio atualmente são apresentados e discutidos sob a luz de duas correntes. A primeira é representada pelos chamados sistemas de custeio tradicionais, que tiveram sua origem na necessidade de se avaliar os estoques na indústria nascente, após a Revolução Industrial (século XVIII).

Os sistemas tradicionais focalizam a apuração dos custos em três elementos: materiais utilizados na produção, mão-de-obra empregada e custos indiretos de fabricação, tendo os dois primeiros como elementos principais na composição dos custos dos produtos.

A segunda corrente dos sistemas de custeio é a chamada gestão estratégica de custos. Esta abordagem tem suas bases nas exigências impostas às empresas pelo novo ambiente competitivo globalizado. Este fato é salientado quando menciona-se tecnologias gestão, como just-in-time (JIT) e, auxiliado pelo crescimento da participação dos custos indiretos de fabricação em relação ao total dos custos.

Nesta segunda corrente pode-se incluir a ferramenta de custeio baseado em atividades: *Activity-Based Costing* (ABC).

### **3.2.3. Custeio ABC (*ABC Costing*)**

Para Hansen (2001) a atribuição de custos é um dos processos-chave da contabilidade de custos. As gestões atuais têm se preocupado em melhorar os processos de alocação dos custos aos respectivos objetos. Segundo o autor, entende-se como objeto, qualquer item como produtos, clientes, serviços ou atividades para os quais os custos são atribuídos. Hansen (2001) complementa afirmando que os custos são alocados ao seu objeto de forma direta ou indireta e que, o segundo grupo possui maior dificuldade em ser associado de forma precisa ao seu objeto. Este fato faz com que a ferramenta flexibilize a aplicação de médias para correta alocação do custo.

Para Novaes (2001), o custeio ABC trata-se do método que busca alocar de forma correta os custos que compõem a dinâmica física da empresa. Lere (2000) acrescenta que, o método

pode ser usado, inclusive, como uma ferramenta para definição de preços; visto que os sistemas tradicionais podem levar a decisões equivocadas.

Cogan (2000) afirma que os sistemas tradicionais de custos medem com precisão os recursos que são consumidos proporcionalmente ao número de componentes produzidos aos produtos industriais. Entretanto, o autor afirma que existem recursos que não se relacionam diretamente com o volume físico das unidades produzidas. Desta forma, o sistema tradicional apresenta distorções para alocar estes recursos.

Já segundo Nakagawa (1994), o método de custeio ABC é um facilitador para apropriação direta de custos indiretos e o rateio tradicional deve ser usado apenas em última instância. Assim, ele define a metodologia como “análise estratégica de custos relacionados com as atividades que mais impactam o consumo de recursos de uma empresa”. Desta forma, o autor acrescenta que o objetivo do método de custeio ABC é a relação de causa-e-efeito e a eficiência e eficácia com que os recursos são consumidos nas atividades. De acordo com Nakagawa (1994), o método tem se tornado popular nos últimos anos devido aos seguintes fatores:

- Novas tecnologias permitiram rápida e extraordinária mudança no perfil da demanda e da oferta dos bens e serviços em nível global;
- Além das estratégias de economia global, as empresas viram-se inseridas em um contexto de enfrentar seus concorrentes com princípios da economia de escopo; e
- Novo cenário de volatilidade e diversidade de produtos e complexidade de processos.

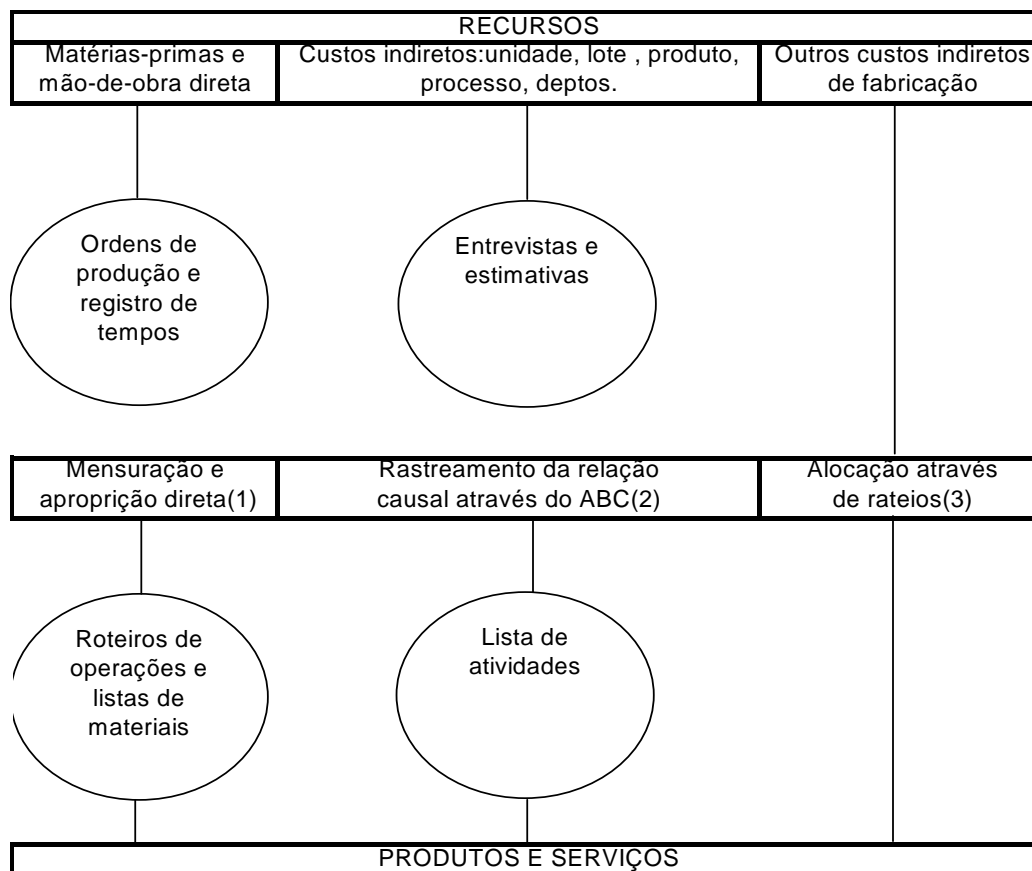
Para Nakagawa (1994), o ABC apresenta algumas vantagens em relação ao sistema tradicional:

**Tabela 1 – Comparação entre as metodologias de custeio**

	ABC	NORMAL
ESCOPO	eficácia dos custos	custos para controle
OBJETIVOS	competitividade das empresas	elaboração de relatórios financeiros
GESTÃO	visão ex-ante	visão ex-post
ANÁLISE	visão tridimensional	visão bidimensional
MENSURAÇÃO	acurácia	exatidão

Fonte: Nakagawa ( ABC: Custeio baseado em atividade, p.12)

Assim, o autor resume o processo de identificação dos custos com atividades envolvidas:



- (1) Identificação direta natural  
 (2) Identificação direta pesquisada  
 (3) Identificação direta muito difícil

**Figura 5 – Método de identificação dos custos**

Fonte: Nakagawa ( ABC: Custeio baseado em atividade)

Desse modo, ao usar o ABC para pesquisar a identificação acima mencionada, constata-se que logo se tem sempre como foco principal a análise das atividades e esta inicia-se com a elaboração de uma matriz de atividades e registro de seus respectivos tempos.

Conforme mencionado por Nakagawa (1994), a correta utilização do método de custeio ABC depende dos seguintes fatores:

- Escopo: este ponto faz referência aos limites da implantação do método, ou seja, toda a empresa ou um departamento específico. No caso do presente estudo, são as atividades da divisão logística do departamento de suprimentos de uma empresa do setor elétrico.
- Objetivos: é necessário saber se o método atenderá ou não os objetivos. Então, adequados ao caso que pretende utilizar a metodologia para definir os custos dos valores encontrados podem ser facilmente elevados com baixos investimentos ou requerem um montante maior.
- Produtos: após a definição do escopo e objetivos, deve se definir a lista dos produtos esperados pela metodologia.
- Gestão do projeto: montagem de uma equipe para implantação do projeto.
- Recursos para o projeto: definir os recursos necessários para cobrir os gastos com a equipe.

Nakagawa (1994) infere que não é necessário eliminar o método do custeio variável para a implantação do método ABC, pois ambos métodos podem conviver sem antagonismos de maneira complementar. Para o autor, o grande desafio será atribuir os vetores de custo.

Para Krupnikc (1997), embora a maioria dos casos de aplicação de custeio ABC sejam aplicadas na produção, a ferramenta também pode ser aplicada em processos de serviços.

### **3.2.3.1 Custeio ABC e a Contabilidade de Ganhos**

Para Corbett (1996) a contabilidade de ganhos abordado pela teoria das restrições e o custeio baseado em atividades (*ABC Costing*) são parcialmente complementares, embora a discussão entre as duas correntes tenha gerado muitos debates.

Corbett (1996) acrescenta que a maioria dos autores defende que a contabilidade de ganhos é mais adequada para decisões de curto prazo, enquanto o custeio ABC é mais adequado para decisões de longo prazo. Entretanto, o autor defende que a discussão não deve ser tratada como uma discussão de curto e longo prazo e sim no contexto em que a empresa está inserida.

Corbett (1996) afirma que os críticos da contabilidade de ganhos se apóiam no fato de que a sua visão é bastante estreita, pois não maximiza os ganhos quando a empresa possui uma quantia fixa de recursos. Porém a principal crítica à TOC é que esta apóia apenas as decisões de curto prazo, pois foi desenvolvida para resolver um problema orientado a esta decisão.

Entretanto, Corbett (1996) defende que esta visão é muito estreita em relação a contabilidade TOC e conclui que ambos métodos (TOC e ABC) são responsáveis pelo aumento de lucratividade das empresas, porém em situações distintas.



Com base nas tópicos verificados na revisão de literatura pode-se apresentar o método utilizando as ferramentas descritas.

## **4. SISTEMÁTICA DO MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO E MELHORIA DE GARGALOS NO PROCESSO LOGÍSTICO**

Com base na revisão bibliográfica e nas discussões com o grupo, o presente trabalho deve utilizar a teoria das restrições como ferramenta para a resolução do problema proposto. Portanto, neste capítulo será apresentado o método para identificação e melhoria dos gargalos no sistema em questão.

### **4.1. Método**

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória quantitativa. No estudo, o pesquisador participa juntamente com as pessoas implicadas no problema, na identificação dos mesmos e na busca e experimentação de soluções. O pesquisador, por outro lado, possui um papel ativo no equacionamento dos problemas, no acompanhamento e na avaliação das ações orientadas à soluções (Thiollent, 1997).

Assim, o presente estudo é orientado através da realização de quatro fases distintas, sendo estas:

- Fase exploratória;
- Desenho da solução;
- Implementação da solução;
- Avaliação dos resultados.

#### **4.1.1. Fase exploratória**

Nesta fase haverá discussões entre os colaboradores participantes e o pesquisador. Deverão estar em pauta a definição do problema, o escopo da pesquisa e suas possíveis soluções.

Na presente dissertação serão levados em consideração os objetivos da empresa, os quais estão permanentemente direcionados na redução de seus custos. Desta forma, deverão ser abordados os aspectos que elevam os custos da companhia no seu sistema logístico.

Portanto, deverá ser profundamente estudado o fluxo de recebimento, armazenagem, movimentação e expedição dos materiais utilizados na construção e manutenção das redes elétricas. Porém, salienta-se que este processo é efetuado por uma empresa terceirizada à companhia de distribuição de energia elétrica.

Entretanto, para a correta compreensão do problema necessita-se um extenso levantamento de dados baseados em observações estatísticas. Este ponto é de fundamental relevância no estudo em questão, pois muitos valores obtidos nos capítulos seguintes foram através de dados amostrais. Bussab (1987) ressalta que a maneira de obter-se uma amostra é muito importante, e existem diversas maneiras de fazê-lo. Entre os dados amostrais mencionam-se, os que seguem: valores de estoque, tempos de execução das atividades e tempos de espera entre as atividades no ciclo dos materiais.

O segundo conceito estatístico que será utilizado em larga escala é o da média. Deve-se salientar que o conceito de desvio padrão não será abordado, visto que todos os elementos calculados através de média possuem comportamentos constantes e, portanto, baixo desvio

padrão. Cita-se como exemplo os mesmos valores definidos no grupo das amostras também utilizaram-se do conceito de média para terem os seus montantes estabelecidos.

Segundo o autor Akamine (1998) a média aritmética ou média de um conjunto de dados numéricos é a soma de todos os dados dividida pelo número de dados. Andriotti (2004) conclui em sua obra que as médias amostrais oscilam em torno da média populacional, sendo as diferenças relativamente pequenas, ou seja, a média aritmética comporta-se como um ótimo estimador de tendência central de uma distribuição.

Baseado nos levantamentos pode-se ter identificado de forma clara o problema a ser solucionado. Com a análise deste processo pode-se observar que o elevado nível dos estoques intermediários são a maior causa de custos no sistema logístico da empresa. Por sua vez, deve-se reduzi-los através do balanceamento do fluxo entre a capacidade ofertada e a demanda requerida.

Portanto, deve-se buscar alternativas para procurar balancear este fluxo e conseqüentemente obter a redução destes custos. Assim, conclui-se que os fatores que provocam restrições na capacidade ofertada pelo sistema devem ser trabalhados.

Desta forma, concluída a fase exploratória deve-se partir na busca de soluções, a qual será definida como a segunda etapa da pesquisa.

#### **4.1.2. Desenho da solução**

Na segunda fase da pesquisa deve-se buscar bibliografia na tentativa de identificar ferramentas adequadas para a solução do problema encontrado na fase anterior.

Assim, baseado nas discussões dos problemas encontrados na primeira etapa do estudo e, combinado com as ferramentas bibliográficas, foi encaminhado a solução para atender ao objetivo central da questão. A solução consiste basicamente na elevação do gargalo que produz elevados estoques intermediários no processo, os quais são identificados como maior fator gerador de custos no sistema logístico.

Tendo definido a metodologia a ser empregada deve-se partir para a fase seguinte da pesquisa.

#### **4.1.3. Implementação da solução**

Esta etapa consiste exclusivamente na aplicação no sistema em questão do método definido. Vale salientar que esta fase é de fundamental importância constituindo-se na validação de todo o estudo proposto.

Deve-se atentar na forma em que será aplicado o método, para não comprometer os resultados. No estudo em questão optou-se por testes pilotos, visto que há comprometimento dos recursos cedidos por ambas empresas.

Por fim, deve-se partir para a última etapa do estudo.

#### **4.1.4. Avaliação dos resultados**

Nesta fase analisa-se os resultados obtidos na implementação da solução. Deve-se atentar para o fato de que além dos aspectos quantitativos, devem ser avaliados conhecimentos obtidos no desenvolvimento da pesquisa.

Tendo como base os dados anteriormente citados percebe-se que esta pesquisa foi baseada em uma abordagem predominantemente quantitativa de forma exploratória e descritiva.

A correta coleta de dados é fundamental para o êxito de uma boa análise nesta pesquisa. Serão utilizados documentos internos da empresa referentes a indicadores salariais, custos e quantidades de recursos materiais, entre outros. Além disso, serão utilizados dados da empresa contratada que presta serviços de armazenagem, movimentação e expedição da carga.

Todas estas informações deverão sofrer uma análise minuciosa e criteriosa do conteúdo para que se possa interpretá-las da maneira mais adequada à atingir o objetivo do trabalho.

Pode-se apresentar o método de forma mais resumida nas seguintes etapas:

- Definir e preparar a equipe de trabalho;
- Discutir e elaborar o problema, simultaneamente com o levantamento bibliográfico e com estabelecimento dos objetivos do sistema;
- Elaborar o método utilizando as ferramentas ABC e TOC;
- Efetuar levantamento dos estoques médios intermediários por atividade, seus respectivos custos e tempos de ciclo anteriormente à aplicação da TOC;
- Aplicar o método baseado nas ferramentas ABC e TOC;
- Efetuar levantamento dos estoques médios intermediários por atividade, seus respectivos custos e tempos de ciclo após aplicação da TOC; e

- Compilar os dados e efetuar uma análise comparativa entre o processo anterior e após a aplicação da TOC.

O método anteriormente definido pode ser melhor compreendido quando visualizado na figura 6 e 7.

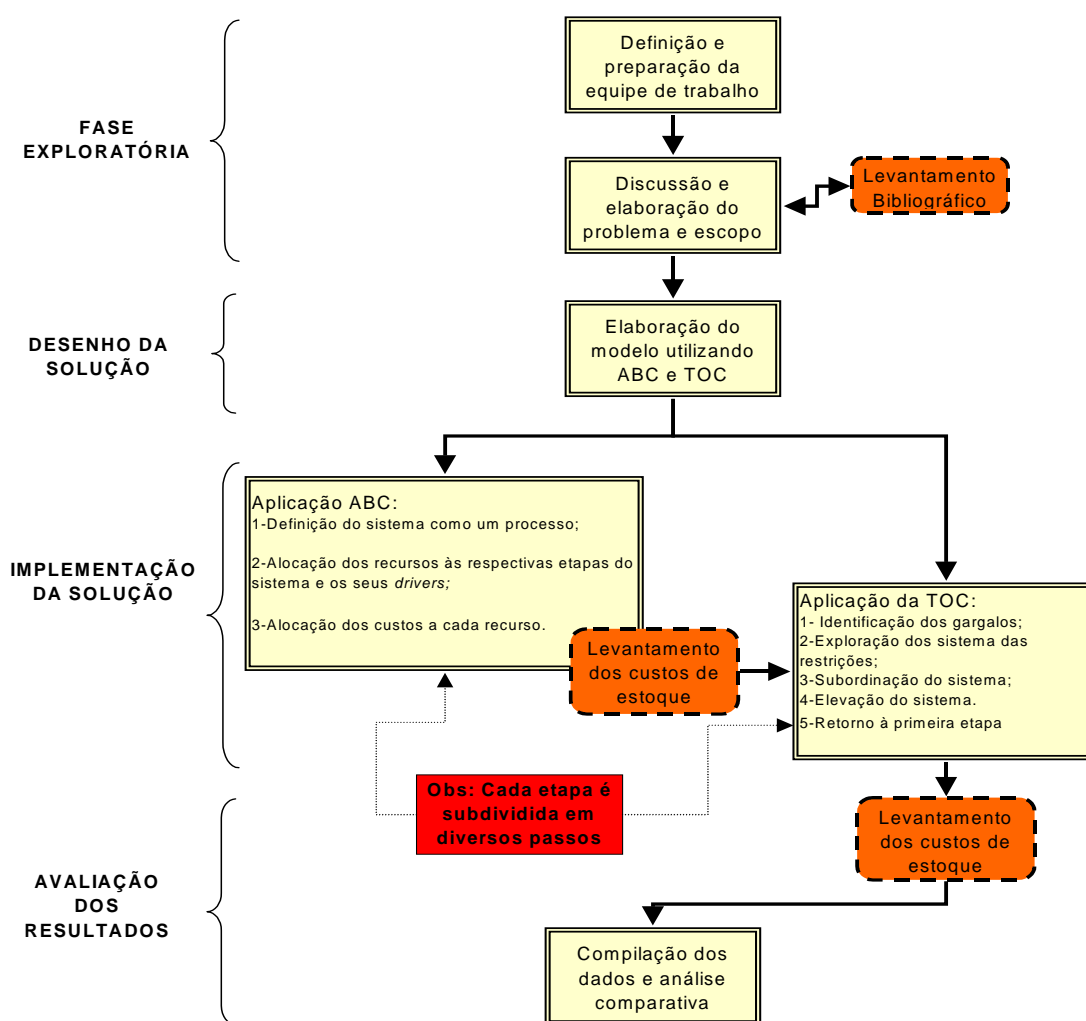


Figura 6 – Esquema geral do método do proposto

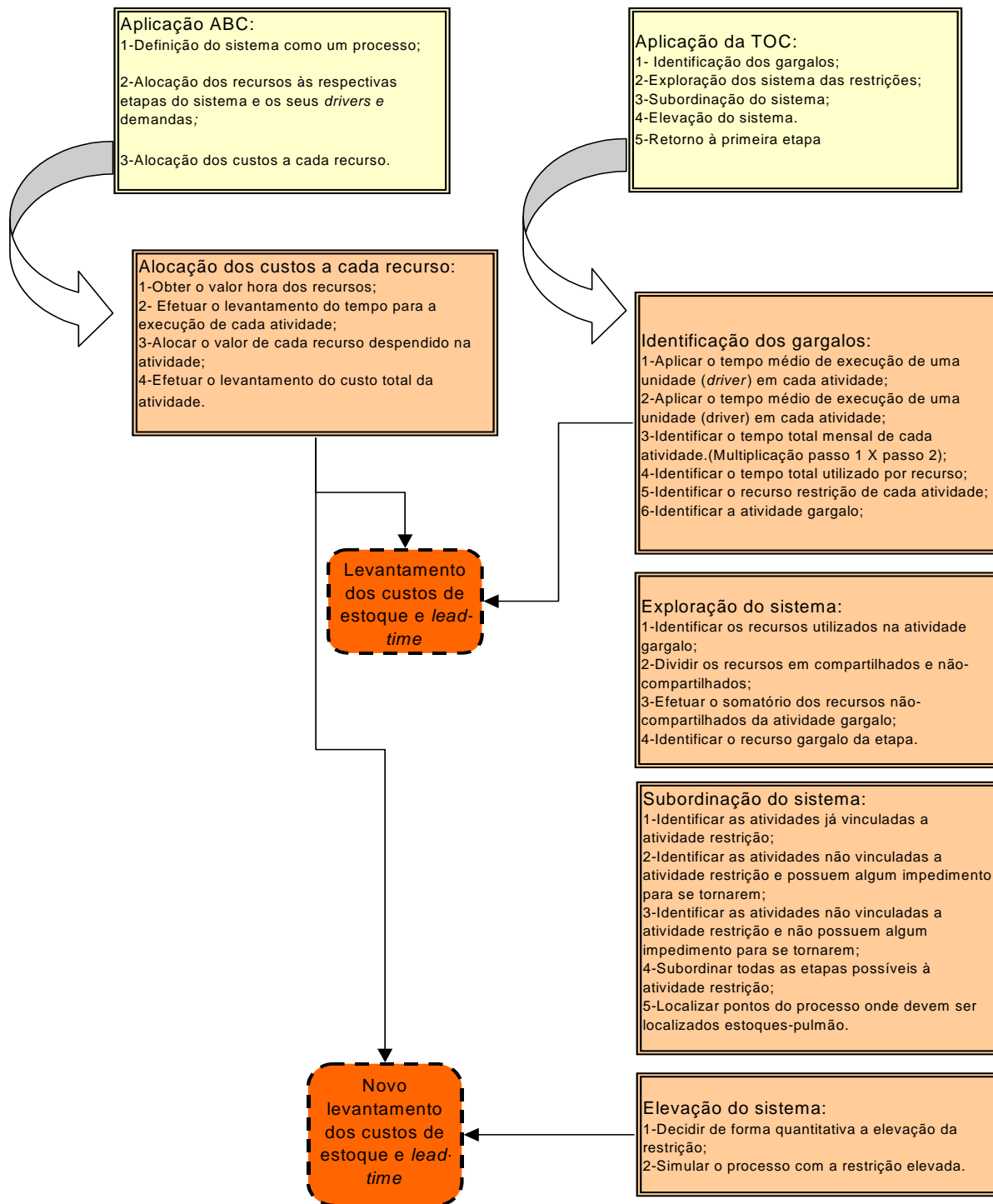


Figura 7 – Detalhamento da etapa de implementação do método



Conforme mencionado, simultaneamente à definição da equipe e discussão do problema em questão devem ser identificados os objetivos do sistema. Portanto, é necessário verificar o que a empresa estabelece como meta no processo a ser estudado. No presente estudo, a empresa tem por objetivo a busca contínua na redução dos custos do processo logístico.

De posse deste objetivo, conforme descrito por Dettmer (1997), devem ser respondidas as seguintes questões:

- 1) O que modificar no sistema?
- 2) Em que transformar o sistema?
- 3) Como modificar o sistema?

Desta forma, é necessário efetuar o mapeamento do processo com intuito de se saber exatamente em qual sistema se está trabalhando.

Enfatiza-se que a presente dissertação também utilizar-se-á da metodologia de custeio *Activity- Based Costing* (ABC), pois esta é uma excelente ferramenta para se alocar os custos à uma atividade do processo, visto que esta metodologia aloca os custos de forma processual e não departamental. Assim, o processo de alocação de custeio ABC é dado pelo levantamento de cada atividade do processo e na posterior associação dos recursos para cada uma dessas atividades. Com base no tempo de cada atividade é feita a correta alocação dos custos.

De posse dos custos de cada processo, voltar-se-á às atividades subseqüentes da teoria das restrições, onde deverão ser identificados os níveis de inventário médio somados aos custos das atividades. O somatório destes valores identificará o valor do processo sem a aplicação da teoria das restrições. Esta mesma medição será efetuada para se levantar o *lead-time* do produto.

Vale salientar que a aplicação da ferramenta de custeio ABC pode ser simultânea aos demais processos da TOC. Entretanto, para fins de melhor compreensão acadêmica a ferramenta foi sistematicamente alocada como uma etapa do método.

Tendo efetuado estes levantamentos, poder-se-á seguir aplicando a TOC, pois na medição dos níveis de inventário serão identificados os gargalos e, a partir deste ponto, aplicam-se as demais etapas da teoria das restrições, sendo estas: a exploração do sistema, a subordinação do restante do sistema à restrição, a elevação da restrição e o retorno à primeira etapa.

Entretanto, para que seja possível fazer com maior confiabilidade a etapa de elevação da restrição é necessário conhecê-la de forma mais precisa. Sendo assim, é preciso saber o custo do recurso gargalo dentro da atividade restrição para a definição de qual a melhor maneira de tratá-lo.

Com as etapas anteriores concluídas, poder-se-á aplicar a mesma metodologia para o levantamento dos custos e dos *lead-times* após a aplicação da TOC. Com base nestes levantamentos, far-se-á um estudo comparativo entre os custos e *lead-times* dos processos com e sem aplicação da TOC.

Dado o método exposto de forma genérica, faz-se necessário apresentá-lo de forma mais específica com a descrição de cada uma de suas etapas.

#### **4.1.5. Definição e preparação da equipe de trabalho**

A equipe de trabalho escolhida deve-se ser necessariamente composta entre colaborador(es) envolvidos no sistema a ser estudado. No presente estudo incluí-se um membro pesquisador.

Outro fato fundamental a ser observado é que os membros do grupo devem ter acesso as informações necessárias para a pesquisa.

Definido-se a equipe deve-se partir para as discussões dos pontos a cerca da elaboração do problema e, à medida que as soluções forem sendo discutidas, devem ser testadas.

#### **4.1.6. Discussão e elaboração do problema**

Neste ponto deve ser discutido entre o grupo, os fatores que geram o problema e, a partir daí elaborá-lo de forma acadêmica . Com base nesta elaboração estabelece-se o escopo do trabalho.

Salienta-se dois aspectos de fundamental relevância nesta etapa da pesquisa:

- A revisão da literatura é simultânea à esta etapa;
- O problema deve estar em sintonia com os objetivos da empresa.

Conforme mencionado na revisão de literatura do presente estudo, os objetivos do sistema são necessários para o sucesso da aplicação da *Theory of Constraints* (TOC). Portanto, vale efetuar a conexão dos objetivos com o que será modificado (restrição) e, em que será transformado o sistema e por fim como esta será implementada esta mudança. Todas estas questões devem ser respondidas no desenvolvimento do trabalho.

#### **4.1.7. Elaboração do método utilizando as ferramentas ABC e TOC**

Neste tópico será apresentado as etapas de aplicação do método baseado nas ferramentas ABC e TOC. Deve-se encontrar as necessidades de levantamento para aplicação, assim como as equações para obtenção dos resultados.

Deve-se observar o seqüenciamento da aplicação do método. Este, por sua vez, dar-se-á iniciado com a aplicação da ferramenta ABC e posteriormente concluir-se-á com as cinco etapas da TOC.

#### **4.1.7.1. Ferramenta ABC (*Activity- Based Costing*)**

Para a aplicação da ferramenta efetua-se levantamentos baseados em amostras de uma população. Assim, resume-se a aplicação da ferramenta nas três etapas distintas explicitadas na seqüência:

1. Definição do sistema como um processo;

Esta etapa deve ser executada para que a visualização dos custos seja dada em um formato processual, ou seja, por processo; ao contrário da contabilidade tradicional que os custos são departamentalizados.

2. Alocação de recursos às respectivas atividades do sistema e os seus *drivers*;

Esta etapa deve ser executada através de observação. Torna-se necessária para que se possa efetivamente alocar os recursos utilizados naquela fase do processo. Assim, serão descritos todos os recursos envolvidos no sistema. Faz-se necessário também identificar qual a unidade de medida de cada atividade do sistema.

Esta unidade demonstrará que o valor indicado no custo da atividade aumenta na mesma proporção que aumenta a demanda da unidade de medida definida. Esta unidade é denominada direcionador (*driver*).

### 3. Alocação dos custos a cada recurso.

Esta etapa é a fase final da aplicação da ferramenta ABC, neste método. Ela identificará o custo de cada uma das atividades. Estes custos serão necessários na aplicação da TOC para determinar-se os custos dos estoques intermediários e na decisão da viabilidade econômica do tratamento da restrição. Esta etapa consiste em diversos passos de aplicação.

Faz-se necessário um maior detalhamento desta etapa. Assim, para que seja possível aplicar a terceira etapa do ABC e efetuar o levantamento do custo total do sistema, faz-se necessário efetuar os seguintes passos:

#### ***Passo 1: Obter o valor hora de cada recurso***

Para obter-se o valor hora de cada recurso dever-se-á levar em consideração as variáveis abaixo mencionadas:

A - Custo mensal do recurso;

B - Número de horas do mês que o recurso está disponível;

C - Valor hora do recurso.

Desta forma, o valor hora do recurso será obtido por meio do seguinte cálculo matemático:

$$C = \frac{A}{B}$$

***Passo 2: Efetuar o levantamento do tempo para a execução de cada atividade***

O levantamento do tempo das atividades é dado pela cronometragem na execução de cada atividade do sistema estudado. Salienta-se que deve ser medido o tempo de execução para uma unidade de medida (*driver*) da atividade. No presente trabalho, o tempo foi medido em horas.

***Passo 3: Alocar o valor de cada recurso despendido na atividade***

Para obter-se o valor de cada recurso efetua-se uma multiplicação entre o valor hora de cada recurso e o tempo de execução da atividade. Assim, obtém-se o valor utilizando a seguinte fórmula matemática:

$$V = T \times C$$

Onde:

V: Custo do recurso na atividade

T: Tempo de execução da atividade

C: Valor hora do recurso

***Passo 4: Efetuar o levantamento do custo total da atividade***

Para obter-se o custo total da atividade é necessário efetuar o somatório dos valores dos recursos proporcionais ao tempo utilizados na atividade. Assim, a fórmula é dada por:

$$V = \sum V_n$$

Onde:

V: Custo total da atividade

V: Custo do recurso naquela atividade para uma unidade (*driver*)

$n$ : Número do recurso

Após se conhecer o custo de cada uma das atividades através da metodologia anteriormente descrita, poder-se-á aplicar a ferramenta TOC.

#### **4.1.7.2. Ferramenta TOC (*Theory of Constraints*)**

Conforme descrito por Goldratt (1990), a teoria das restrições é definida por cinco etapas distintas de aplicação, sendo estas respectivamente: a identificação das restrições, a decisão de como explorá-las, a subordinação do restante do sistema às restrições, a elevação da restrição e, por fim, o retorno a primeira etapa. Desta forma, ter-se-á a possibilidade de se explorar cada etapa e verificar a metodologia a ser empregada.

##### **4.1.7.2.1. Identificação do gargalo**

A etapa de identificação do gargalo tem como objetivo principal definir qual a atividade que deverá definir o fluxo da produção, pois, conforme foi mencionado por Goldratt (1990), todo o ritmo da produção deve ser definido pelo gargalo.

Partindo dos conceitos apresentados pelo autor, é preciso saber claramente o fluxo que está sendo estudado. Além do conhecimento do processo, precisa-se definir uma unidade padrão para que o mensuramento das capacidades de todas as atividades seja identificado na mesma unidade. Pode-se explicitar como exemplo uma determinada atividade cuja unidade de medida seja o número de Notas Fiscais, entretanto a unidade padrão do processo será o número de horas utilizado para que uma peça siga à atividade seguinte do fluxo.

Desta forma, haverá necessidade de empregar as médias de ocorrências mês levantadas na ferramenta anterior (demanda média mensal).

Portanto, faz-se necessário mencionar a equação empregada para obtenção dos valores das ocorrências médias por atividade.

Onde,

$Y$ : número médio de ocorrências da atividade

$X_n$ : número médio de ocorrências da atividade em cada amostra

$N$ : número de amostras

$$Y = \frac{\sum X_n}{N}$$

Seguido do cálculo das médias, listam-se a seguir os passos, os quais serão necessários para a correta identificação do gargalo.

- **Passo 1:** Aplicar o tempo médio de execução de uma unidade (*driver*) em cada atividade.
- **Passo 2:** Aplicar o número médio de ocorrências por mês (demanda) de cada atividade.
- **Passo 3 :** Identificar o tempo total mensal de cada atividade através da multiplicação dos tempos de execução pelas demandas médias mensais de cada atividade .
- **Passo 4:** Identificar o tempo total mensal utilizado por recurso. Este tempo deve ser obtido através da aplicação do tempo mensal da atividade no recurso utilizado. Em seguida, deve-se efetuar o somatório dos tempos mensais de cada recurso (apenas para os recursos não-compartilhados). Por fim, divide-se este total pela quantidade de recursos disponíveis para o processo.



- **Passo 5:** Identificar o recurso restrição para cada atividade através do levantamento do maior valor encontrado no passo anterior.
- **Passo 6:** Identificar a atividade gargalo dividindo o tempo total mensal da atividade pela quantidade disponível do recurso restrição da atividade.
- **Passo 7:** Efetuar o levantamento dos custos de estoque e tempos de ciclo por atividade antes da implantação do método.

O valor do estoque por atividade será obtido através da seguinte Fórmula:

$$VT = EIM + \frac{(VU \times QD)}{N}$$

Onde:

VT = Valor Total do estoque intermediário da atividade em R\$

EIM = Valor Intermediário do estoque sem os custos de processo em R\$ (Custo do material)

VU = Valor Unitário dos *drivers* da atividade em R\$

QD = Quantidade de ocorrência dos *drivers* mensal em R\$

N = Números de dias úteis do mês

Este processo pode ser exemplificado para fins de entendimento por meio do seguinte cálculo hipotético:

- Valor do estoque: R\$1000
- Custo da atividade 1: R\$10
- Custo da atividade 2: R\$20

Logo;

- Custo do material na atividade 1: R\$1010
- Custo do material na atividade 2: R\$1030

Este raciocínio deve ser estendido a cada uma das atividades até o final do ciclo para que se possa mensurar o custo real do processo. Pode-se resumir o levantamento dos custos pela seguinte fórmula:

$$VT_a = \sum VT_n$$

Onde:

$VT_a$ : Custo total dos estoques intermediários da atividade

$\sum VT$ : Somatório dos estoques intermediários da atividades

$n$ : Número da atividade

De posse dos valores dos estoques intermediários por atividade, faz-se necessário o levantamento dos *lead-times* de cada atividade. Entretanto, deve-se compreender que o *lead-time* não deve ser o somatório dos tempos de uma atividade, pois deve ser considerado o tempo de espera do material entre as atividades. Por este motivo, não é possível utilizar o levantamento dos tempos de atividades usados no método de custeio ABC.

Portanto, deve ser realizada nova medição considerando o tempo de entrada no material naquela atividade até a sua entrada na atividade subsequente.

Assim, pode-se levantar o *lead-time* total do sistema a partir da seguinte fórmula:

$$T_a = \sum T_n$$

Onde:

$T_a$ : *Lead-Time* total do sistema

$\sum T$ : Somatório dos *lead-times* das atividades

$n$ : Número da atividade

#### 4.1.7.2.2. Exploração do sistema das restrições

Nesta etapa será definida a maneira de como serão gerenciadas as restrições e, como gerenciar a grande maioria dos recursos do sistema que não são restrições. Obviamente, deve ser gerenciado de maneira de que tudo que as restrições irão consumir seja fornecido pelas não-restrições. Desta forma, todo o sistema é ditado pelas restrições. Vale salientar que muitos dos dados necessários para alguns passos desta etapa já foram identificados em etapas anteriores.

- **Passo 1:** Identificar os recursos utilizados na atividade gargalo.
- **Passo 2:** Separar os recursos em dois grupos: não-compartilhados e compartilhados.
- **Passo 3:** Efetuar o somatório do número de horas utilizadas dos recursos não-compartilhados da atividade gargalo em todas as atividades.
- **Passo 4:** Identificar o recurso gargalo da atividade restrição através da divisão entre o número de horas trabalhadas e número de recursos disponíveis.

#### 4.1.7.2.3. Subordinação do sistema

Neste ponto utilizar-se-á a metodologia tambor-corda-pulmão, onde todas as atividades estarão vinculadas ao gargalo. Para tanto, será necessário subordinar o sistema ao gargalo identificado na etapa anterior. Também nesta etapa são definidos os pontos que deverão ser efetuados os estoques pulmão para que o gargalo jamais fique ocioso.

- **Passo 1:** Identificar atividades que já estão vinculadas à restrição;

- **Passo 2:** Identificar atividades que não estão vinculadas à restrição e possuem algum impedimento para tornarem-se pré-decessoras;
- **Passo 3:** Identificar atividades que não estão vinculadas à restrição e não possuem algum impedimento para se tornarem.
- **Passo 4:** Subordinar todas atividades possíveis à atividade restrição.
- **Passo 5:** Identificar os pontos do processo onde devem ser localizados estoques-pulmão.

#### 4.1.7.2.4. Elevação do sistema

Nesta etapa, definir-se-á como será possível elevar a restrição do sistema. Entretanto, para definir a forma de tratamento serão utilizados os custos dos recursos levantados pela metodologia de custeio ABC. Assim, é preciso levar em consideração as seguintes etapas:

- **Passo 1:** Decidir de forma quantitativa a elevação da restrição;
- **Passo 2:** Simular o processo com a restrição elevada;
- **Passo 3 :** Efetuar medição dos novos custos de estoque e *lead-times* através da aplicação da mesma metodologia aplicada antes da implantação do método.

Tendo-se efetuado os três passos desta etapa ter-se-á completado a aplicação do método proposto. Entretanto, embora não seja escopo do presente estudo, faz-se necessário salientar que, este processo deve ser repetido afim de encontrar o novo gargalo do sistema.

## **5. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO**

Este capítulo apresentará a aplicação do método proposto em uma empresa do setor de distribuição de energia elétrica, objetivando desta forma a sua validação. Faz-se necessário colocar que os valores aqui apresentados possuem um fator de multiplicação único, com a finalidade de manter-se os dados em sigilo.

### **5.1. Definição e preparação da equipe de trabalho**

Para o presente estudo, a equipe deve ser formada entre o pesquisador e colaborador(es) diretamente ligados ao problema em questão. Desta forma, escolheu-se o responsável pela conta da distribuidora de energia elétrica na empresa contratada juntamente com o pesquisador.

Salienta-se que um grupo maior foi utilizado nos diversos levantamentos de dados necessários para conclusão desta pesquisa e que para futuras aplicações deste método dispensa-se a presença de um pesquisador no grupo definido.

### **5.2. Discussão e elaboração do problema**

Conforme análise do grupo, pôde-se observar que os custos do sistema pesquisado são formados pelos estoques e recursos utilizados no funcionamento do processo. Entretanto, de acordo com os levantamentos observou-se que o excesso dos níveis de estoque intermediário são a maior causa de custos elevados no sistema logístico da empresa. Por sua vez, estes

custos são gerados pelo desbalanceamento do fluxo entre a capacidade ofertada e a demanda requerida.

Com base no problema identificado, definiu-se o objetivo do sistema como a busca no processo de recebimento, armazenagem, separação e expedição dos materiais de forma mais econômica e eficaz.

Tendo definido o objetivo do processo respondeu-se à primeira questão colocada por Dettmer (1997). Conforme discutido pelo grupo, percebe-se que os pontos a serem modificados no sistema são os elementos causadores de estoques intermediários no processo, ou seja, os gargalos.

Desta forma, faz-se necessário identificá-los. Para efetuar-se esta etapa torna-se imprescindível a medição dos valores dos estoques em processo posicionados anteriormente a cada atividade.

Como se sabe o valor dos estoques em processo não são formados única e exclusivamente pelo custo do material, porém pelo somatório do custo do material com o custo dos recursos despendidos para que o material possa avançar à uma atividade posterior do processo.

Assim, pode-se responder a segunda questão de Dettmer, pois o sistema será transformado em um fluxo mais uniformizado, fazendo com que o processamento dos materiais que serão utilizados na rede elétrica seja mais contínuo.

A última questão do autor diz respeito à forma em que o sistema é transformado e será respondida na aplicação do método.

### **5.3. Aplicação da ferramenta ABC (*Activity-Based Costing*)**

Conforme mencionado no método proposto, a aplicação da metodologia inicia-se na definição do sistema. Dado o fato que o fluxograma do processo foi anteriormente levantado pode-se iniciar efetivamente as etapas do método de custeio ABC por meio da transformação deste fluxograma em um modelo processual, eliminando a visão departamental.

Posteriormente, será feita a vinculação entre cada atividade do processo e seus respectivos recursos, após esta fase, serão levantados os tempos médios de execução para cada atividade e por fim levantar-se-ão os custos das atividades do processo.

Faz-se necessário salientar que a aplicação da metodologia ABC é fundamental para o levantamento dos custos de estoque, pois estes são formados pelo custo de material somados ao custo das atividades.

Considerando este fato, segue-se à aplicação do método no caso prático na empresa contratada (Operador Logístico).

Conforme anteriormente mencionado, faz-se necessário observar o sistema de forma processual (figura 7). Esta forma de apresentação permite evidenciar que os custos de um processo permeiam os mais diversos departamentos de uma empresa.

Portanto, observa-se na (figura 7) cada atividade do processo, com a sua respectiva numeração, representada pelas linhas e o departamento da empresa onde o processo ocorre representado pelas colunas.

*Etapa 1: Definição do sistema como processo, eliminando a visão departamental e transformando-a em uma visão de processos.*

<b>Administrativo</b>		<b>Operação de Movimentação</b>		<b>Operação de Inspeção</b>	
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	2	Descarregamento e conferência da mercadoria		
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	4	Transferência do material para área de inspeção		
				5	Inspeção do material
		6	Transferência do material para área de estoque livre		
7	Emissão de Notas Fiscais				
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS				
9	Arquivamento das Notas Fiscais				
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará				
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS				
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação				
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito				
		14	Verificação das ordens de separação		
		15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação		
		16	Solicitação de abastecimento da área de picking		
		17	Abastecimento da área de picking		
		18	Separação do material por item		
		19	Confirmação da separação do material no sistema WMS		
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	20	Transferência do material separado para área de conferência		
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	21	Conferência do material separado		
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS		
28	Entrega dos documentos ao motorista	23	Transferência do material conferido para área de expedição		
29	Carregamento do material no veículo	24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição		

**Figura 8 – Sistema como processo**



A figura 7 foi elaborada a partir da observação do pesquisador na realização de cada uma das atividades sendo executada pelo seu respectivo colaborador. Conseqüentemente, pôde-se definir o departamento responsável pela execução da atividade.

### ***Etapa 2 : Alocação dos recursos às respectivas atividades do sistema***

Nesta etapa defini-se qual recurso tem a sua utilização dada em qual atividade. Assim, pode-se listar o total de recursos utilizados no Operador Logístico para a operação da empresa contratante. Na tabela 2 salientam-se os recursos utilizados em cada uma das atividades do sistema.



Portanto, deve-se observar na execução de cada uma das atividades os recursos envolvidos. Em seguida faz-se a discussão com o grupo para efetuar o levantamento dos recursos compartilhados.

Assim, após o levantamento dos recursos obteve-se os dados demonstrados na tabela 2. Salienta-se que alguns recursos não são utilizados diretamente na atividade, entretanto estão disponíveis pela empresa contratada para uso exclusivo da distribuidora de energia elétrica, ou seja, são custos indiretos da operação. Estes recursos foram salientados na tabela 2 com uma legenda diferenciada dos recursos não-compilhados. Faz-se necessário salientar que o tratamento diferenciado entre os sistemas de informática é dado pela questão de número de licenças de utilização disponíveis. Desta forma, o sistema WMS é considerado um recurso compartilhado.

A tabela pode ser interpretada no cruzamento da linha (atividade) com a coluna (recursos). Todos os campos coloridos identificam recursos utilizados na respectiva atividade.

Tabela 2 – Levantamento de recursos por atividade

	ATIVIDADES	Gerenciamento	Coordenador	Instalações	Conferente Operador	Aux. Administrativo	Aux.	Depósito	Inspetor de material	Equipamentos laboratório	Empilhadeira elétrica	Empilhadeira (Gás)	Paletes	Pallets	Material de expediente	Água	Luz	Esterilização	Impressora zebra	Sistema SAP	Sistema WMS
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP																				
2	Descarregamento e conferência da mercadoria																				
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS																				
4	Transferência do material para área de inspeção																				
5	Inspeção do material																				
6	Transferência do material para área de estoque livre																				
7	Emissão de Notas Fiscais																				
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS																				
9	Arquivamento das Notas Fiscais																				
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará																				
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS																				
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação																				
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito																				
14	Verificação das ordens de separação																				
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação																				
16	Solicitação de abastecimento da área de picking																				
17	Abastecimento da área de picking																				
18	Separação do material por item																				
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS																				
20	Transferência do material separado para área de conferência																				
21	Conferência do material separado																				
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS																				
23	Transferência do material conferido para área de expedição																				
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição																				
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete																				
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo																				
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga																				
28	Entrega dos documentos ao motorista																				
29	Carregamento do material no veículo																				

 Recursos compartilhados específicos para a operação  
 Recursos não-compartilhados específicos para a operação

Nesta etapa do método faz-se necessário identificar os direcionadores de custo, que conforme explicado anteriormente, serão as unidades multiplicadoras de custo das atividades. Estas unidades foram discutidas e observadas pelo grupo, conforme se pode visualizar na tabela 3.

**Tabela 3 – Direcionadores (*Drivers*) e demanda por atividade**

	ETAPAS	DRIVERS OU DIRECIONADORES	NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS MÊS (DEMANDA)
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	Número de Notas Fiscais (Entrada)	371
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	Número de Paletes	547
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	Número de Notas Fiscais (Entrada)	371
4	Transferência do material para área de inspeção	Número de Paletes	549
5	Inspeção do material	Número de Peças	8500
6	Transferência do material para área de estoque livre	Número de Paletes	647
7	Emissão de Notas Fiscais de Saída	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	Número de Arquivos	22
9	Arquivamento das Notas Fiscais	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	Número de itens(Códigos)	12052
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
14	Verificação das ordens de separação	Número de itens(Códigos)	12052
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	Número de itens(Códigos)	12052
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	Número de Paletes	150
17	Abastecimento da área de picking	Número de Paletes	150
18	Separação do material por item	Número de itens(Códigos)	14500
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	Número de itens(Códigos)	12052
20	Transferência do material separado para área de conferência	Número de Paletes	650
21	Conferência do material separado	Número de itens(Códigos)	12052
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	Número de itens(Códigos)	12052
23	Transferência do material conferido para área de expedição	Número de Paletes	650
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	Número de itens(Códigos)	12052
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	Número de Arquivos	22
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	Número de Notas Fiscais (Saída)	1450
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	Número de Conhecimentos de frete	288
28	Entrega dos documentos ao motorista	Número de embarques	16
29	Carregamento do material no veículo	Número de Paletes	650

Nota-se na tabela 3 que, cada atividade possui o seu direcionador. Na mesma tabela pode-se identificar a frequência média mensal, com que estes direcionadores ocorrem. O levantamento foi efetuado utilizando-se conceitos estatísticos de média e amostra. Estes dados terão fundamental importância nas etapas posteriores do método. Salienta-se que este número de ocorrências mensais considera as horas-extras, caso contrário a demanda não seria atendida.

### ***Etapas 3: Alocação dos custos a cada recurso***

Conforme descrito anteriormente, a etapa de alocação dos custos passará pelo levantamento de dados e aplicação de cálculos descritos em diversos passos.

**Tabela 4 – Montante mensal despendido pelos recursos**

<b>Recursos</b>	<b>Montante total (R\$)</b>	<b>Quantidade de recursos utilizada</b>	<b>Valor total (Montante X Quantidade) R\$</b>	<b>Valor hora (Valor total/180 horas) R\$</b>
Gerenciamento	3.450,00	1	3.450,00	19,167
Coordenador	3.174,17	1	3.174,17	17,634
Instalações	17.286,71	1	17.286,71	96,037
Conferente/Operador	1.421,35	4	5.685,40	7,896
Aux. Administrativo	1.337,90	3	4.013,70	7,433
Aux. Depósito	1.170,79	4	4.683,16	6,504
Inspetor de material	1.337,90	3	4.013,70	7,433
Equipamentos labora.	2.500,00	2	5.000,00	13,889
Empilhadeira elétrica	3.524,40	1	3.524,40	19,580
Empilhadeira (Gás)	3.524,40	1	3.524,40	19,580
Paletesiras	176,22	9	1.585,98	0,979
Pallets	0,15	1250	190,88	0,001
Material de expediente	1.000,00	1	1.000,00	5,556
Água	77,81	1	77,81	0,432
Luz	850,63	1	850,63	4,726
Estanteria	1,43	1639	2.343,77	0,008
Impressora	150,00	1	150,00	0,833
Sistema SAP	9.000,00	1	9.000,00	50,000
Sistema WMS	2.343,77	1	2.343,77	13,021

Para se obter a correta vinculação dos montantes de cada recurso às atividades deve-se partir do montante mensal despendido para ter-se o recurso disponível, conforme demonstrado na tabela 4. Os valores mensais dos recursos (A) foram obtidos através de documentos das empresas (contratada e contratante), assim como as suas respectivas quantidades. Enquanto o número de horas disponíveis é o valor contratual entre as duas companhias (B).

De posse destas variáveis aplica-se o passo um (etapa 3) determinado no método proposto e obtém-se o valor hora de cada recurso (C ). Este valor é demonstrado na coluna **Valor Hora** da tabela 4. Com base nos montantes expostos na tabela 4 inicia-se o cálculo descrito na metodologia proposta para obter-se o custo de cada uma das atividades.

Tendo esta etapa vencida deve-se efetuar o passo dois (etapa 3) descrito no método: Efetuar o levantamento do tempo para execução de cada atividade. Assim, torna-se necessário efetuar uma cronometragem amostral e em seguida obter a média dos tempos de cada atividade do sistema. Com isto obtém-se os respectivos tempos em hora (T). Estes dados estão demonstrados na tabela 5.

O passo três da terceira etapa do método é obtido pela multiplicação entre o valor hora do recurso (C) e o tempo da atividade (T). Desta forma, pode-se calcular o custo daquele recurso específico na atividade (V). Assim, pode-se verificar, na tabela 5, o valor dos recursos distribuídos em cada atividade, o que permite entender de forma mais precisa o custo específico da atividade. Este levantamento será de extrema valia para o trabalho em questão, pois servirá de base para os demais cálculos.

Em seguida, aplica-se o quarto passo da terceira etapa do método ABC . Consiste em identificar o valor total da atividade. Este valor é obtido pelo somatório dos custos do recursos utilizados na atividade. Este montante é observado na tabela 5 na coluna **Valor total das atividades**.

Desta forma, pode-se visualizar na tabela 5 as colunas preenchidas com os respectivos valores dos recursos utilizados em cada atividade, estas por sua vez são representadas pelas linhas da tabela.

Tabela 5 – Alocação do valor do recurso à atividade

ETAPAS	CUSTO DO RECURSO NA ATIVIDADE (CUSTO HORA DO RECURSO X TEMPO DA ETAPA) EM R\$																Valor Total da atividade R\$				
	Gerenciamento	Coordenador	Instalações	Conferente Operador	Aux. Administrativo	Aux. Depósito	Inspeção de material	Equipamentos laboratório	Empilhadeira elétrica	Empilhadeira (Gás)	Paletesiras	Paletes	Material de expediente	Água	Luz	Estanteria		Impressora zebra	Sistema SAP	Sistema WMS	TEMPO DA ATIVIDADE EM HORAS
Conferência da Nota Fiscal dos fornecedores com o pedido SAP	0,32	0,29	1,60		0,12									0,079				0,83	0,22	0,0167	3,467
Descarregamento e conferência da mercadoria	1,41	1,29	7,04	0,58					1,44		0,00006								0,95	0,0733	12,711
Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	2,24	2,06	11,20		0,87									0,551				5,83	1,52	0,1167	24,269
Transferência do material para área de inspeção	0,42	0,39	2,13	0,18				0,43		0,02	0,00002								0,29	0,0222	3,864
Inspeção do material	0,80	0,73	4,00			0,31	0,58						0,02	0,197						0,0417	6,638
Transferência do material para área de estoque livre	0,96	0,88	4,80	0,39				0,98			0,00004				0,0004				0,65	0,0500	8,667
Emissão de Notas Fiscais	0,13	0,12	0,64		0,05							0,04		0,032				0,33	0,09	0,0067	1,424
Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	1,92	1,76	9,60		0,74							0,56		0,473				5,00	1,30	0,1000	21,357
Arquivamento das Notas Fiscais	0,04	0,04	0,22		0,02							0,01		0,011						0,0023	0,342
Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	0,04	0,04	0,22		0,02									0,011						0,0023	0,333
Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	0,64	0,59	3,20		0,25									0,158					0,43	0,0333	5,267
Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	0,01	0,01	0,04		0,00							0,00		0,002		0,0003			0,01	0,0004	0,069
Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	0,05	0,05	0,27		0,02									0,013					0,04	0,0028	0,439
Verificação das ordens de separação	0,24	0,22	1,20			0,08								0,059					0,16	0,0125	1,964
Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	0,64	0,59	3,20			0,22				0,03	0,00003									0,0333	4,677
Solicitação de abastecimento da área de picking	0,32	0,29	1,60			0,11								0,079					0,22	0,0167	2,618
Abastecimento da área de picking	0,96	0,88	4,80	0,39				0,98												0,0500	8,016
Separação do material por item	0,96	0,88	4,80			0,33					0,00004			0,236					0,65	0,0500	7,855
Confirmação da separação do material no sistema WMS	0,05	0,05	0,27		0,02									0,013					0,04	0,0028	0,436
Transferência do material separado para área de conferência	0,32	0,29	1,60			0,11				0,02	0,00001									0,0167	2,339
Conferência do material separado	0,32	0,29	1,60	0,13						0,02	0,00001			0,079					0,22	0,0167	2,658
Confirmação da conferência do material no sistema WMS	0,05	0,05	0,27	0,02										0,013					0,04	0,0028	0,440
Transferência do material conferido para área de expedição	0,35	0,32	1,76	0,14				0,36				0,10								0,0183	3,041
Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	0,00	0,00	0,01	0,00								0,00								0,0001	0,020
Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,35	0,32	1,76		0,14							0,10		0,087					0,24	0,0183	2,999
Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	0,32	0,29	1,60	0,13	0,12															0,0167	2,469
Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	9,58	8,82	48,02		3,72							2,78		2,363		0,4167			6,51	0,5000	82,203
Entrega dos documentos ao motorista	0,80	0,73	4,00	0,33		0,27		0,82												0,0417	6,951
Carregamento do material no veículo	1,02	0,94	5,10			0,35		1,04			0,00005									0,0531	8,443

#### 5.4. Aplicação da ferramenta TOC (*Theory of Constraints*)

Conforme anteriormente descrito no método proposto, a teoria das restrições deverá começar pela identificação do sistema de restrições do método a ser estudado. Desta forma, a identificação do gargalo será dada através da mensuração da demanda de cada atividade do sistema. Assim, será possível confirmar a atividade que está produzindo maiores níveis de estoques intermediários.

Portanto, deve-se começar aplicando os três primeiros passos da etapa um (identificação do gargalo, descritos anteriormente no método).

**Tabela 6 – Tempo mensal utilizado para execução da atividade**

ETAPA	DESCRIÇÃO	Tempo (Horas)	Demanda (direcionador)	Tempo mensal (Horas)
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	0,01667	371	6,18
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	0,07333	547	40,11
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	0,11667	371	43,28
4	Transferência do material para área de inspeção	0,02217	549	12,17
5	Inspeção do material	0,04167	8500	354,17
6	Transferência do material para área de estoque livre	0,05	647	32,35
7	Emissão de Notas Fiscais	0,00667	1450	9,67
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	0,1	22	2,20
9	Arquivamento das Notas Fiscais	0,00227	1450	3,29
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	0,0023	1450	3,34
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	0,03333	1450	48,33
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	0,00042	12052	5,02
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	0,00278	1450	4,03
14	Verificação das ordens de separação	0,0125	12052	150,65
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	0,03333	12052	401,69
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	0,01667	150	2,50
17	Abastecimento da área de picking	0,05	150	7,50
18	Separação do material por item	0,05	14500	725,00
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	0,00278	12052	33,48
20	Transferência do material separado para área de conferência	0,01667	650	10,83
21	Conferência do material separado	0,01667	12052	200,86
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	0,00278	12052	33,48
23	Transferência do material conferido para área de expedição	0,01833	650	11,92
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	0,00014	12052	1,67
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,01833	22	0,40
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	0,01667	1450	24,17
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	0,5	288	144,00
28	Entrega dos documentos ao motorista	0,04167	16	0,67
29	Carregamento do material no veículo	0,05313	650	34,53

Na tabela 6 pode-se evidenciar os resultados obtidos nos três passos iniciais da primeira etapa da ferramenta TOC. Portanto, visualiza-se os tempos médios de execução de uma unidade de cada atividade em horas, assim como o seu respectivo número médio de ocorrências mensal (demanda do direcionador). Por fim, deve-se observar os tempos totais mensais para execução de cada uma das atividades, demonstrados na coluna ***Tempo Mensal(Horas)***.

O levantamento do gargalo do sistema (processo) poderia ser considerado como encerrado nesta etapa caso não houvesse mais de uma quantidade disponível por recurso.

Porém, conforme verificado na ferramenta anterior (ABC) cada recurso possui uma quantidade específica para ser utilizada no sistema. Logo, a atividade restrição será devidamente identificada apenas quando obtiver-se o número de horas despendidas para execução da atividade considerando-se o recurso restrição na atividade.

Desta forma, deve-se efetuar a aplicação do quarto e quinto passo da etapa um da TOC. Conforme se pode verificar na tabela 7, todos os tempos mensais foram alocados a cada uma das atividades e o seus tempos foram totalizados. Com isto basta dividir este valor pela quantidade de recursos disponíveis para identificar os tempos totais utilizados por cada recurso unitário demonstrados na linha ***Hora Mês Despendida por Recurso***.



Tabela 7 – Levantamento do tempo total utilizado por recurso

	ETAPAS	N. de horas da etapa	Conferente Operador	Aux. Administrativo	Aux. Depósito	Inspeção de material	Equipamentos laboratório	Empilhadeira elétrica	Empilhadeira (Gás)	Paletes	Pallets	Material de expediente	Estanteria	Impressora zebra	Sistema SAP
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	6,18		6,18											6,18
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	40,11	40,11						40,11		40,11				
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	43,28		43,28											43,28
4	Transferência do material para área de inspeção	12,17	12,17					12,17		12,17	12,17				
5	Inspeção do material	354,17				354,17	354,17								
6	Transferência do material para área de estoque livre	32,35	32,35					32,35			32,35		32,35		
7	Emissão de Notas Fiscais	9,67		9,67							9,67				9,67
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	2,20		2,20							2,20				2,20
9	Arquivamento das Notas Fiscais	3,29		3,29							3,29				
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	3,34		3,34											
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	48,33		48,33											
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	5,02		5,02							5,02			5,02	
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	4,03		4,03											
14	Verificação das ordens de separação	150,65			150,65										
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	401,69			401,69				401,69	401,69					
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	2,50			2,50										
17	Abastecimento da área de picking	7,50	7,50					7,50							
18	Separação do material por item	725,00			725,00						725,00				
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	33,48			33,48										
20	Transferência do material separado para área de conferência	10,83			10,83				10,83	10,83					
21	Conferência do material separado	200,86	200,86							200,86	200,86				
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	33,48	33,48												
23	Transferência do material conferido para área de expedição	11,92	11,92					11,92			11,92				
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	1,67	1,67								1,67				
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,40		0,40							0,40				
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	24,17	24,17	24,17											
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	144,00		144,00							144,00			144,00	
28	Entrega dos documentos ao motorista	0,67	0,67		0,67			0,67							
29	Carregamento do material no veículo	34,53			34,53			34,53			34,53				
	Σ	364,89	293,91	1359,4	354,17	354,17	99,13	40,11	625,55	1457,5	178,16	32,35	149,02	61,33	
	QUANTIDADE DO RECURSO	4	3	4	3	2	1	1	9	1250	1	1639	1	1	
	HORA MÊS DESPENDIDA POR RECURSO	91,223	97,97	339,84	118,06	177,08	99,13	40,11	69,506	1,166	178,16	0,02	149,02	61,33	

Com base nestes dados evidencia-se o recurso gergalo por atividade.

Tabela 8 – Identificação do recurso gargalo por atividade

		N. de horas da etapa	Conferente Operador	Aux. Administrativo	Aux. Depósito	Inspetor de material	Equipamentos laboratório	Empilhadeira elétrica	Empilhadeira (Gás)	Paletelas	Pallets	Material de expediente	Estanteria	Impressora zebra	Sistema SAP
	<b>ETAPAS</b>														
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	6,18		3											
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	40,11	4												
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	43,28		3											
4	Transferência do material para área de inspeção	12,17						1							
5	Inspeção do material	354,17					2								
6	Transferência do material para área de estoque livre	32,35						1							
7	Emissão de Notas Fiscais	9,67									1				
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	2,20									1				
9	Arquivamento das Notas Fiscais	3,29									1				
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	3,34		3											
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	48,33		3											
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	5,02									1				
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	4,03		3											
14	Verificação das ordens de separação	150,65			4										
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	401,69			4										
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	2,50			4										
17	Abastecimento da área de picking	7,50						1							
18	Separação do material por item	725,00			4										
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	33,48			4										
20	Transferência do material separado para área de conferência	10,83			4										
21	Conferência do material separado	200,86	4												
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	33,48	4												
23	Transferência do material conferido para área de expedição	11,92									1				
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	1,67									1				
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,40									1				
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	24,17		3											
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	144,00									1				
28	Entrega dos documentos ao motorista	0,67			4										
29	Carregamento do material no veículo	34,53			4										

Na tabela 8 o recurso gargalo por atividade está evidenciado (em cor vermelha) com a respectiva quantidade disponível para o sistema em estudo. Faz-se necessário salientar que este número deve ser utilizado no passo seis da primeira etapa da TOC.

De acordo com o método previamente definido, listam-se as respectivas capacidades por etapa (Passo seis da primeira etapa TOC):

Tabela 9 – Identificação da atividade restrição do sistema

ETAPA	DESCRIÇÃO	Tempo mensal (Horas)	Tempo Total Mensal por Restrição (Hora)	Quantidade Disponível do Recurso Restrição na Etapa
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	6,18	2,06	3,00
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	40,11	10,03	4,00
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	43,28	14,43	3,00
4	Transferência do material para área de inspeção	12,17	12,17	1,00
5	Inspeção do material	354,17	177,08	2,00
6	Transferência do material para área de estoque livre	32,35	32,35	1,00
7	Emissão de Notas Fiscais	9,67	9,67	1,00
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	2,20	2,20	1,00
9	Arquivamento das Notas Fiscais	3,29	3,29	1,00
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	3,34	1,11	3,00
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	48,33	16,11	3,00
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	5,02	5,02	1,00
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	4,03	1,34	3,00
14	Verificação das ordens de separação	150,65	37,66	4,00
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	401,69	100,42	4,00
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	2,50	0,62	4,00
17	Abastecimento da área de picking	7,50	7,50	1,00
18	Separação do material por item	725,00	181,25	4,00
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	33,48	8,37	4,00
20	Transferência do material separado para área de conferência	10,83	2,71	4,00
21	Conferência do material separado	200,86	50,21	4,00
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	33,48	8,37	4,00
23	Transferência do material conferido para área de expedição	11,92	11,92	1,00
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	1,67	1,67	1,00
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,40	0,40	1,00
26	Recebimento das NF's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	24,17	8,06	3,00
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	144,00	144,00	1,00
28	Entrega dos documentos ao motorista	0,67	0,17	4,00
29	Carregamento do material no veículo	34,53	8,63	4,00

A coluna *Tempo Total Mensal por Recurso Restrição* é a que explicita a atividade que forma a restrição do sistema. Para identificá-la basta encontrar a atividade (linha) que contenha o maior valor.

Com base nestas informações, pode-se verificar a atividade gargalo do sistema, que identifica-se na atividade 18, ou seja, a separação do material por item é a atividade gargalo do processo.

Desse modo, caso sejam classificadas as atividades restrições, ter-se-á a seguinte ordem:

**Tabela 10 – Atividades em ordem de gargalo**

ETAPA	DESCRIÇÃO	Tempo Total Mensal por Restrição (Hora)
18	Separação do material por item	181,25
5	Inspeção do material	177,08
27	Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga	144,00
15	Deslocamento do auxiliar de depósito para área de separação	100,42
21	Conferência do material separado	50,21
14	Verificação das ordens de separação	37,66
6	Transferência do material para área de estoque livre	32,35
11	Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS	16,11
3	Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS	14,43
4	Transferência do material para área de inspeção	12,17
23	Transferência do material conferido para área de expedição	11,92
2	Descarregamento e conferência da mercadoria	10,03
7	Emissão de Notas Fiscais	9,67
29	Carregamento do material no veículo	8,63
22	Confirmação da conferência do material no sistema WMS	8,37
19	Confirmação da separação do material no sistema WMS	8,37
26	Recebimento das Nf's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo	8,06
17	Abastecimento da área de picking	7,50
12	Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação	5,02
9	Arquivamento das Notas Fiscais	3,29
20	Transferência do material separado para área de conferência	2,71
8	Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistema SAP para o sistema WMS	2,20
1	Conferência da Nota Fiscal dos fornecedor com o pedido SAP	2,06
24	Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as NF's de expedição	1,67
13	Entrega dos NF's de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de depósito	1,34
10	Separação das Notas Fiscais de Expedição da rota que embarcará	1,11
16	Solicitação de abastecimento da área de picking	0,62
25	Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete	0,40
28	Entrega dos documentos ao motorista	0,17

A partir dos resultados obtidos deve-se efetuar o sétimo passo desta etapa, ou seja, o levantamento dos estoques intermediários e tempo de processamento, incluindo tempo de espera, por atividade. A atividade restrição tende a ser a atividade cujo tempo de processamento é o maior valor encontrado.

Os levantamentos foram feitos, em campo, com o total da população durante um período de 10 dias, baseados nos critérios anteriormente citados de média aritmética simples. Salienta-

se que o número de dias utilizados na fórmula é o período médio trabalhado pela contratada, ou seja, vinte e dois dias úteis no mês.

Analisando-se a fórmula nota-se que os valores são identificados pelo montante que está para ser processado antes da atividade. No presente estudo, as atividades com menor capacidade possuem maiores níveis de inventário. A partir destes valores, agrega-se o custo das atividades. Através deste levantamento, pode-se obter o valor médio atual em cada atividade do processo. Salienta-se que os valores não foram considerados de forma cumulativa, pois a unidade entre as atividades são distintas.

**Tabela 11 – Levantamento dos estoques intermediários anteriormente à aplicação do método**

ETAPAS	Valor do estoque intermediário da etapa (valor do material) (R\$)	Valor das Etapas (R\$)	VALOR TOTAL DO ESTOQUE INTERMEDIÁRIO MÉDIO C/ CUSTO DA ETAPA	Número de Ocorrências Mês (Driver)
1	34.567,87	3,47	34.626,34	371
2	32.237,89	12,71	32.553,94	547
3	84.246,71	24,27	84.655,97	371
4	68.181,82	3,86	68.278,25	549
5	204.545,45	6,64	207.110,23	8500
6	74.569,33	8,67	74.824,22	647
7	71.439,76	1,42	71.533,60	1450
8	68.549,12	21,36	68.570,48	22
9	69.345,78	0,34	69.368,29	1450
10	70.409,56	0,33	70.431,54	1450
11	78.946,34	5,27	79.293,50	1450
12	77.667,98	0,07	77.705,51	12052
13	75.436,89	0,44	75.465,83	1450
14	81.234,32	1,96	82.310,02	12052
15	140.234,04	4,68	142.796,41	12052
16	8.956,89	2,62	8.974,74	150
17	7.425,30	8,02	7.479,95	150
18	272.727,27	7,85	277.904,11	14500
19	68.876,78	0,44	69.115,87	12052
20	71.390,76	2,34	71.459,86	650
21	167.845,78	2,66	169.301,71	12052
22	79.946,12	0,44	80.187,33	12052
23	77.890,32	3,04	77.980,17	650
24	69.512,66	0,02	69.523,75	12052
25	1.056,32	3,00	1.059,32	22
26	75.689,78	2,47	75.852,54	1450
27	208.943,70	82,20	210.019,82	288
28	12.439,78	6,95	12.444,84	16
29	77.645,98	8,44	77.895,43	650
<b>TOTAL TOTAL</b>			<b>2.448.723,55</b>	

Os valores dos estoques intermediários são verificados na tabela 10 e demonstrados na coluna *Valor Total do Estoque Intermediário com Custo da etapa*.

O levantamento do estoque intermediário demonstra, nesta presente pesquisa, que a atividade restrição do processo é a atividade cujo valor de estoque intermediário é mais elevado.

Com base nos valores apresentados, aplicou-se a fórmula definida no método para obter os custo da soma dos estoques intermediários do sistema, demonstrado no somatório da coluna o *Valor Total do Estoque Intermediário Médio com Custo da atividade*.

Desta forma, obteve-se como resultado da fórmula apresentada, o valor de R\$ 2.448.723,55 como custo dos estoques intermediários no processo atual.

Utilizar-se-á raciocínio idêntico para a o levantamento do *lead-time*

Para *lead-time*:

$$T_a = \sum T_n$$

Onde:

$T_a$ : *Lead-Time* total do sistema

$\sum T$ : Somatório dos *lead-times* das atividades

$n$ : Número da atividade

Em seguida, aplicar-se-á os resultados das medições de *lead-time* do processo. De posse da análise do levantamento efetuado obteve-se as seguintes medições:

**Tabela 12 – *Lead-time* anterior à aplicação do método**

ATIVIDADES	LEAD-TIME
1	0,08333
2	0,20000
3	0,53333
4	0,46667
5	1,83333
6	0,16667
7	1,50000
8	0,10000
9	0,20000
10	0,25000
11	0,08333
12	0,13333
13	0,15000
14	0,35000
15	1,26667
16	0,26667
17	0,21667
18	3,00000
19	0,20000
20	0,18333
21	1,61667
22	0,28333
23	0,31667
24	0,20000
25	0,41667
26	0,21667
27	2,00000
28	0,11667
29	0,06667
	<b>16,417</b>

Aplicando a fórmula, obtém-se o total de 16,41 horas como *lead-time* do processo atualmente.

Logo, pode-se concluir que o processo mantém um custo médio atual de R\$ 2.448.723,55 em estoques intermediários dos processos e um *lead-time* de 16,41 horas. A redução destes valores será exatamente o objeto final do presente trabalho aplicando as próximas etapas da teoria das restrições.

#### **5.4.1. Exploração do sistema das restrições**

No livro *A Meta*, Goldratt (1996) afirma que todos os processos possuem flutuações estatísticas e efeitos dependentes. Após a identificação do gargalo, parte-se para a segunda etapa da aplicação da teoria que define como gerenciar a restrição. Deve-se proceder com a identificação dos recursos da atividade de separação do material, que, no presente trabalho, é o gargalo. Assim, deve-se explorar os recursos utilizados nesta atividade, aplicando-se os quatro passos da etapa descritos na metodologia.

Deve-se salientar que, quando aplicada esta etapa do modelo identifica-se que o sistema possui na sua essência um recurso gargalo, o qual transforma uma determinada atividade na restrição do processo.

##### ***Atividade: Separação de material por item***

Recursos: Auxiliar Depósito  
Gerenciamento  
Coordenador  
Instalações  
Sistema WMS  
Luz  
*Pallet*

Analisando-se os recursos utilizados no gargalo, pode-se subdividi-los em dois grupos distintos: recursos não-compartilhados e recursos compartilhados. O primeiro grupo são os recursos utilizados diretamente na atividade e não podem estar sendo compartilhados com outras atividades ao mesmo tempo, enquanto o segundo grupo são os recursos utilizados indiretamente e foram alocados nas atividades conforme metodologia ABC.



Desta forma, serão subdivididos os recursos da seguinte forma:

- NÃO-COMPARTILHADOS - Auxiliar de Depósito e *Pallet*
- COMPARTILHADOS - Gerenciamento, Coordenador, Instalações, Sistema WMS e Luz

Baseando-se nesta subdivisão, pode-se afirmar que os recursos que efetivamente tornam a atividade um gargalo são os recursos não-compartilhados, visto que os demais estão sendo utilizados com outras atividades simultaneamente.

Desse modo, utiliza-se os valores levantados na etapa anterior, efetuando-se o somatório de horas ocupadas por cada um destes recursos não-compartilhados em todas as atividades em que são utilizados e chega-se a seguinte conclusão:

- Auxiliar de Depósito – O Operador Logístico disponibiliza quatro Auxiliares de Depósito. Isto significa que utilizando apenas os recursos previstos em contrato, cada Auxiliar trabalha em média 339,84 horas por mês, contra as 180 previstas.
- *Pallets* – O Operador Logístico disponibiliza 1250 *Pallets* para a Operação da empresa contratante. Esta quantidade é suficiente, visto que os *Pallets* previstos em contrato são apenas para a expedição (650 *Pallets*/mês).

De acordo com os dados apresentados, pode-se perceber que o recurso restrição da atividade gargalo é o número de auxiliares de depósito disponíveis para operação da empresa contratante. Deve-se salientar que o valor até 180 horas está coberto no pagamento do custo fixo, e as demais horas são pagamentos variáveis.

#### 5.4.2. Subordinação do restante do sistema às restrições

Nesta etapa, decide-se como gerenciar as restrições, como gerenciar a grande maioria dos recursos do sistema que não são restrições. Obviamente deve ser gerenciado de maneira que tudo que as restrições irão consumir seja fornecido pelas não-restrições. Assim, tem-se que vincular as não restrições ao ritmo da restrição evidenciada na atividade 18 .

Todo o sistema não deve funcionar em velocidade maior que a restrição. Para tal procedimento, é necessário que se identifique a unidade de medida do gargalo para que se possa subordinar as outras atividades.

##### ***Unidade de medida do gargalo: Número de itens***

Desta forma, far-se-á a análise de quais atividades devem ser subordinadas à teoria tambor-corda-pulmão de Goldratt (1995).

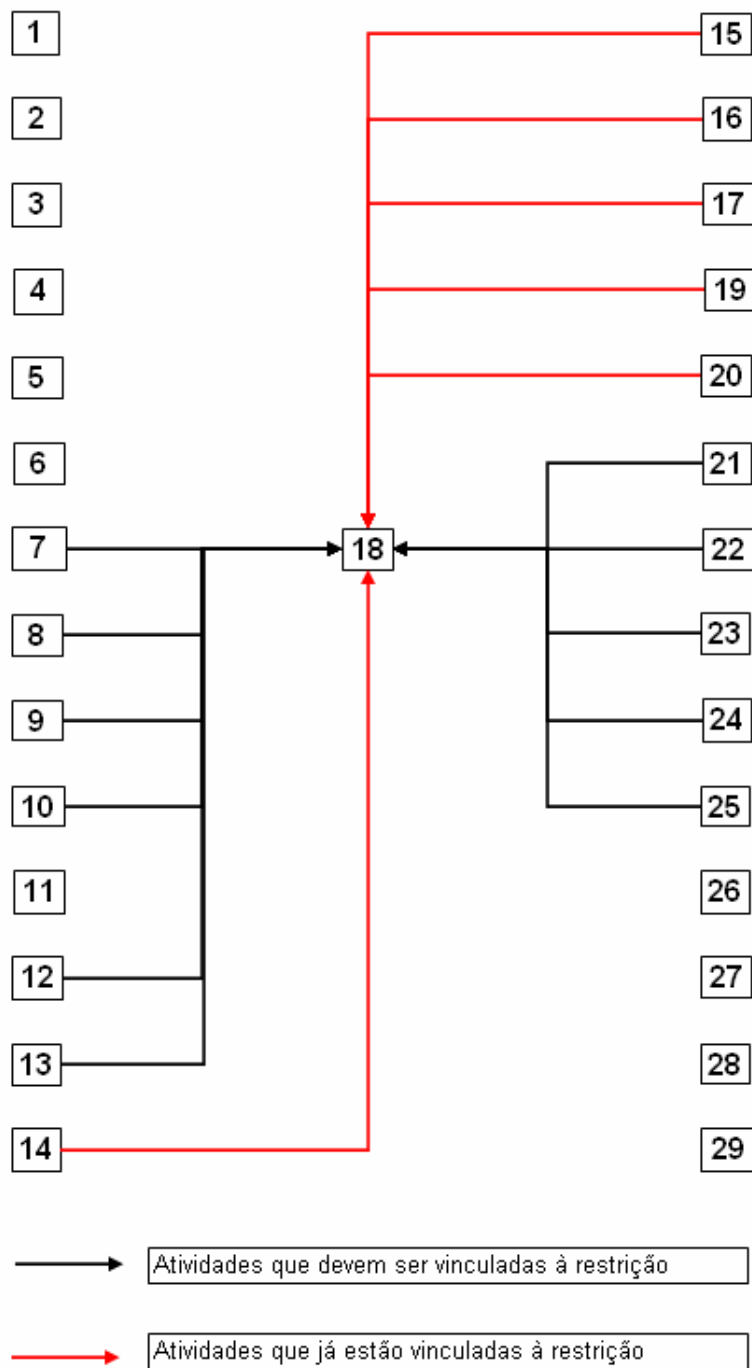
1. Conferência da Nota Fiscal do fornecedor com o pedido SAP – Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock* este fato faz com que se tenha materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.
2. Descarregamento e conferência da mercadoria – Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock*, este fato faz com que se tenham materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.

3. Lançamento da entrada do material no sistema SAP e WMS – Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock*, este fato faz com que se tenha materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.
4. Transferência do material para área de inspeção – Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock* este fato faz com que se tenham materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.
5. Inspeção do material – Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock* este fato faz com que tenha-se materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.
6. Transferência do material para área de estoque livre - Esta atividade poderia ser vinculada à restrição se a aquisição de produtos fosse do tipo *make to order*, porém toda as aquisições são do tipo *make to stock* este fato faz com que tenha-se materiais disponíveis para expedição a qualquer momento. Esta modalidade é necessária devido às restrições de *lead-time* de fornecedores.
7. Emissão de Notas Fiscais- Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
8. Geração e Importação dos arquivos de expedição dos sistemas SAP para o sistema WMS - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.

9. Arquivamento das Notas Fiscais - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
10. Separação das Notas Fiscais de expedição na rota que embarcará - Esta atividade deve ser vinculada a restrição.
11. Lançamento do faturamento dos materiais no sistema WMS – Esta atividade não deve ser vinculada, pois o trabalho aumentará se dividido.
12. Impressão de etiquetas com códigos de barras para ordem de separação - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
13. Entrega das Notas Fiscais de Expedição e das etiquetas para o Auxiliar de Depósito - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
14. Verificação das ordens de separação - Esta atividade já está vinculada à restrição.
15. Deslocamento do Auxiliar de depósito para a área de separação - Esta atividade já está vinculada à restrição.
16. Solicitação de abastecimento da área de *picking* - Esta atividade já está vinculada à restrição.
17. Abastecimento da área de *picking* - Esta atividade já está vinculada à restrição.
18. Separação do material por item - Atividade Gargalo
19. Confirmação da separação do material no sistema WMS - Esta atividade já está vinculada à restrição.

20. Transferência do material separado para área de conferência - Esta atividade já está vinculada à restrição.
21. Conferência do material separado - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
22. Confirmação da conferência do material no sistema WMS - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
23. Transferência do material conferido para área de expedição - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
24. Identificação da carga com a etiqueta colorida juntamente com as Notas Fiscais de expedição - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
25. Geração e importação no sistema WMS do conhecimento do frete - Esta atividade deve ser vinculada à restrição.
26. Recebimento das Nf's conferidas e identificadas na expedição e já carregadas no veículo - - Esta atividade não deve ser vinculada ao gargalo, pois não há como efetuar a entrega de uma nota por item.
27. Impressão do conhecimento de frete e manifesto de carga – Esta atividade não deve ser vinculada ao gargalo, pois não há como efetuar um conhecimento por item.
28. Entrega dos documentos ao motorista - Esta atividade não deve ser vinculada ao gargalo, pois não há como efetuar uma entrega por item.
29. Carregamento do material no veículo - Esta atividade não deve ser vinculada ao gargalo, pois não há como carregar o veículo por item.

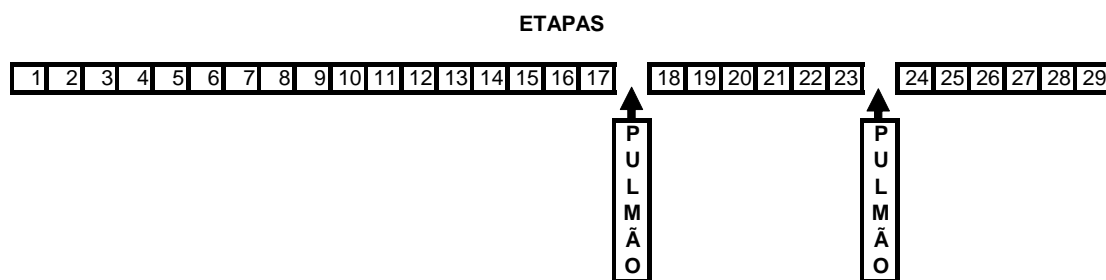
Estas definições podem ser representadas na figura 9:



**Figura 9 – Vinculação das atividades à Restrição**

Goldratt (1990) infere que um dos pontos mais importantes no gerenciamento das restrições está no fato de que a atividade gargalo jamais deve parar, pois a produtividade do sistema está completamente vinculada à produção desta atividade. Assim, o autor menciona que antes dos gargalos sempre devem ser criados estoques pulmão para que não exista risco de se parar o gargalo.

Pode-se evidenciar o ponto em que deverá ser criado o estoque pulmão na figura 10:



**Figura 10 – Localização do estoque pulmão**

A figura 10 demonstra que toda a produção da atividade 1 até a atividade 17 deve fornecer condições de criar um estoque pulmão anterior a atividade 18. Como foi visto anteriormente, as atividades 1 até 6 e a 11 não serão vinculadas às restrições, pois a necessidade de se ter o material disponível é imperativo no processo de emergências. Portanto, estas atividades estão inseridas no processo de formação de estoque pulmão para a atividade 18. As atividades 7 à 13, exceto a 11 serão vinculadas ao ritmo da restrição e, a sua capacidade de produção deve ter picos de produção para se manter o pulmão. Entre as atividades 14 e 17, já existe a vinculação à capacidade da restrição.

Desta forma, pode-se concluir que as atividades que devem ser gerenciadas com a finalidade de se criar estoque pulmão para a restrição são 7, 8, 9, 10 e 12 .

Porém, conforme verificado na revisão de literatura o estoque pulmão não deve ser colocado apenas anteriormente à restrição, mas também anteriormente as fases finais do processo dado no estudo em questão pela expedição, ou atividade 24.

#### **5.4.3. Elevação do sistema das restrições**

Neste ponto, utilizar-se-á os dados obtidos no recurso do custeio ABC para definir como dar-se-á o tratamento da restrição, ou seja, como elevar a capacidade da atividade 18 do sistema em estudo.

Entretanto, deve-se observar os limites de investimento da empresa para poder decidir até que ponto é viável investir para aumentar a capacidade do recurso.

Conforme análise feita na etapa anterior, identificou-se que o recurso gargalo da restrição é o número de Auxiliares de Depósito. Isto significa que aumentando a quantidade dos Auxiliares de depósito tem-se uma produtividade maior do operador logístico e estar-se-á eliminando o gargalo atual. Todavia, essa análise está completamente vinculada aos custos do recurso.

Assim, dever-se-á tratar os gargalos do sistema simulando os novos custos do processo. Entretanto, é necessário salientar que os valores unitários das atividades não sofrerão modificações. Se considerar apenas os custos fixos (salário) haverá modificação dos valores, o qual dar-se-á no montante total despendido pela empresa no mês.

Entretanto, dever-se-á considerar o fato de que existem muitos custos com horas-extra para o recurso gargalo e, embora os custos fixos com salários dos Auxiliares de depósitos



sofrerão modificações, deve-se ponderar a redução com os custos variáveis pelo fato de que não serão necessários as mesmas quantidades de horas-extra.

Desta forma, far-se-á a simulação com a contratação de mais três Auxiliares de depósito fixo no sistema em questão com a finalidade de eliminar-se o gargalo existente na atividade 18 do processo. A quantidade necessária foi obtida através da divisão do número de horas-extra realizadas por estes recursos pelo número de horas previstas em contrato, portanto o passo de decisão de como elevar quantitativamente a restrição deve partir de um raciocínio lógico.

É necessário enfatizar que os resultados levantados a partir desta etapa foram obtidos através de experimentação da proposta em um período de 10 dias.

#### **5.4.3.1. Levantamento dos custos após a implantação da TOC**

Para efetuar-se os levantamentos dos custos após a implantação da TOC, deve-se efetuarla em dois momentos:

1º ) Cálculo da diferença despendida no caixa da empresa;

2º ) Cálculo dos valores de estoque intermediário considerando os custos de processo;

#### 5.4.3.2. Cálculo da diferença despendida no caixa da empresa

Embora representem valores bem menos consideráveis, deve-se obter os valores definindo que o valor a ser modificado diz respeito às horas-extra dos recursos gargalos (Auxiliares de Depósito). Portanto, haverá alteração motivada pela contratação de mais três Auxiliares de depósitos.

Para tal levantamento necessitar-se-á dos dados abaixo explicitados:

- Montante fixo despendido com os Auxiliares de Depósitos (recurso gargalo) = R\$ 4.683,16 .
- Montante variável despendido com os Auxiliares de Depósitos (recurso gargalo) para horas-extra = R\$ 7.020,16 .
- Montante fixo a ser despendido com a contratação de mais três Auxiliares de Depósitos (recurso gargalo) = R\$ 3.512,37 .

Assim, pode-se verificar os valores novos a serem gastos com a nova estrutura de Auxiliares de depósito:

$$VG = VN - H$$

Onde:

VG = Diferença no montante gasto com Auxiliares de Depósito entre as duas estrutura em R\$;

VN = Valor gasto a mais com a contratação de mais três Auxiliares de Depósito em R\$ ;

H = Valor médio gasto com horas extras para Auxiliares de Depósito.

Aplicando esta fórmula obtém-se um decréscimo no montante despendido de R\$ 3.507,79 por mês. Dever-se-á salientar que a necessidade de levantamento deste valor é dado pelo fato de que estes valores são efetivamente pagos pela empresa contratante, a qual trabalha com um determinado montante específico definido pelo sócio-acionista, diferentemente dos demais valores obtidos neste estudo, os quais são variações no custo do processo e não de caixa.

Tendo efetuado o levantamento do montante a ser pago pela empresa na nova estrutura dever-se-á partir para a segunda etapa dos levantamentos: o cálculo dos valores de estoque intermediário considerando os custos de processo.

#### **5.4.4. Análise Comparativa**

A metodologia a ser implantada no levantamento dos custos e *lead-times* após a implantação da TOC será exatamente o mesmo da etapa anterior. Isto significa que deverão ser analisados os estoques intermediários com a implantação da subordinação das não-restrições à restrição.

Portanto, será identificada a quantidade de estoques intermediários por atividade, lembrando as atividades que não foram vinculadas, as atividades que foram vinculadas e as atividades que já estavam vinculadas à restrição. Desta forma, pode-se dividir as atividades em três grupos distintos:

1. Atividade não vinculadas à restrição: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 26, 27, 28, 29;
2. Atividade anteriormente vinculadas à restrição: 14, 15, 16, 17, 19, 20;

3. Atividades vinculadas à restrição após a implantação da TOC: 7, 8, 9, 10, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25

Após a vinculação das atividades tem-se um novo levantamento dos estoques intermediários. Pode-se verificar que a redução destes estoques começa na atividade sete, visto que as anteriores não estão vinculadas à restrição.

De posse destas informações, pode-se concluir que algumas destas atividades permaneceram com os mesmos custos de estoque intermediário e *lead-time*, outras porém, posteriormente à implantação da TOC no processo sofreram uma modificação nos volumes de estoque intermediário.

**Tabela 13 – Levantamento dos estoques intermediários posteriormente à aplicação do método**

ETAPAS	Valor do estoque intermediário da etapa (valor do material) (R\$)	Valor das Etapas (R\$)	VALOR TOTAL DO ESTOQUE INTERMEDIÁRIO MÉDIO C/ CUSTO DA ETAPA	Drives
1	34.567,87	3,47	34.626,34	371
2	32.237,89	12,71	32.553,94	547
3	84.246,71	24,27	84.655,97	371
4	68.181,82	3,86	68.278,25	549
5	204.545,45	6,64	207.110,23	8500
6	74.569,33	8,67	74.824,22	647
7	18.697,31	1,42	18.791,15	1450
8	16.903,76	21,36	16.925,12	22
9	7.869,00	0,34	7.891,51	1450
10	15.678,80	0,33	15.700,78	1450
11	20.647,15	5,27	20.994,31	1450
12	20.456,00	0,07	20.493,53	12052
13	22.890,68	0,44	22.919,62	1450
14	15.321,56	1,96	16.397,26	12052
15	17.239,87	4,68	19.802,24	12052
16	8.956,89	2,62	8.974,74	150
17	7.425,30	8,02	7.479,95	150
18	27.984,65	7,85	33.161,48	14500
19	22.689,04	0,44	22.928,13	12052
20	19.499,56	2,34	19.568,66	650
21	17.758,11	2,66	19.214,04	12052
22	28.032,24	0,44	28.273,45	12052
23	25.150,87	3,04	25.240,72	650
24	68.410,30	0,02	68.421,39	12052
25	2.160,72	3,00	2.163,72	22
26	72.783,78	2,47	72.946,54	1450
27	203.926,31	82,20	205.002,43	288
28	13.554,27	6,95	13.559,33	16
29	76.452,84	8,44	76.702,29	650
<b>TOTAL</b>			<b>1.265.601,32</b>	

Assim, tem-se o novo custo médio dos estoques intermediários do sistema avaliado em R\$ 1.265.601,32 ; em função da reorganização do processo regulado pelo gargalo. Desta forma, utilizar-se-á a mesma metodologia para o cálculo dos *lead-times*.

Com base nos levantamentos obtidos na amostragem de tempos têm-se os novos *lead-times*. Porém, baseado nas modificações efetuadas os levantamentos das amostras serão efetuados após a atividade 7, visto que não houveram modificações no sistema anteriormente a esta etapa após a aplicação da TOC. Como segue:

**Tabela 14 – Lead-time posterior à aplicação do método**

<b>ATIVIDADES</b>	<b>LEAD-TIME</b>
1	0,08333
2	0,20000
3	0,53333
4	0,46667
5	1,83333
6	0,16667
7	1,28333
8	0,08333
9	0,16667
10	0,21667
11	0,03333
12	0,11667
13	0,06667
14	0,31667
15	1,20000
16	0,26667
17	0,18333
18	1,70000
19	0,16667
20	0,15000
21	1,40000
22	0,25000
23	0,30000
24	0,16667
25	0,31667
26	0,18333
27	1,80000
28	0,08333
29	0,05
	<b>13,783</b>

Aplicando a mesma fórmula, obtém-se um novo valor de *lead-time* de 13,78 horas para o processo. Desta forma, poder-se-á concluir que a aplicação da TOC neste processo permitiu reduções tanto nos estoques intermediários quanto nos tempos de espera entre as atividades.

#### **5.4.5. Retorne ao passo 1**

Embora, não seja objeto do estudo em questão esta etapa é considerada fundamental, conforme verificado na literatura abordada. Este fato é salientado pelos autores que mencionam que um dos grandes problemas da aplicação da metodologia TOC é o abandono do método depois de efetuado a primeira iteração com a finalidade de eliminar o primeiro gargalo identificado. Portanto, para aplicação deste método aconselha-se utilizar o método e efetuar quantas iterações forem necessárias até que o gargalo torne-se externo ao processo, como a demanda do mercado.

### **5.5. Análise Crítica**

Analisando-se a aplicação do método proposto percebe-se com clareza que a aplicação, mesmo que parcial das ferramentas sugeridas no processo são extremamente eficazes na solução do problema identificado. Embora, é de fundamental importância mencionar que há devido à limitação do trabalho em atribuir a este método melhorias na produtividade, pois outros projetos foram aplicados simultaneamente.

Portanto, optou-se por não considerar a variação de custos das etapas para medição dos resultados e, como consequência, neste presente trabalho a ferramenta de custeio ABC teve a sua importância reduzida, pois os custos alocados nos levantamentos dos estoques são idênticos nas duas etapas.

Desta forma, pode-se afirmar que no estudo em questão houve reduções nos custos dos estoques intermediários de aproximadamente quarenta e oito por cento (48%) dos valores apresentados anteriormente ao método. Faz-se necessário salientar que o resultado a ser considerado como conclusivo na presente pesquisa é o valor percentual, visto que os demais dados apresentados sofreram a aplicação de um fator comum para manter os dados em sigilo.

Além da redução dos estoques, o *lead-time* sofreu uma redução de aproximadamente 16% do tempo anterior. Este fato foi motivado pela redução do tempo de espera que o material aguarda entre as atividades. Este dado demonstra-se extremamente importante quando se faz referência as multas regulatórias que não foram escopos do presente estudo. Entretanto, sabe-se que os seus valores superam em muitas vezes os montantes apresentados no sistema atual. Portanto, qualquer ganho na velocidade de atendimento no fluxo de materiais pode significar reais ganhos para a companhia.

Outro ponto que deve ser destacado são os conhecimentos adquiridos para otimização do sistema. Este conhecimento é de fundamental relevância no tratamento de problemas futuros nas empresas.

## **6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS**

A realização desta dissertação de Mestrado permitiu a formulação de algumas conclusões a respeito do método de gerenciamento do processo de recebimento, armazenagem, separação e expedição. A partir deste ponto foi possível estabelecer conclusões e sugestões para futuros desenvolvimentos em consequência do tema.

### **6.1. Conclusões finais**

Esta dissertação teve como principal objetivo a apresentação de um método aplicado nos processos de recebimento, armazenagem, separação e expedição dos materiais da rede elétrica, de forma a permitir uma maior coordenação entre as atividades executadas ao longo deste sistema. Esse método necessita considerar algumas premissas específicas das atividades, tais como os recursos compartilhados entre as atividades e a respeitabilidade pela sua seqüência. Desta forma, é possível obter uma redução nos estoques intermediários, a qual é um fator gerador de custos para ambas empresas. Este método foi baseado na utilização dos conceitos da ferramenta TOC (*Theory of Constraints*). Também são utilizados na elaboração do método conceitos do custeio ABC para facilitar o levantamento de dados para aplicação da ferramenta.

A dissertação apresentou também uma revisão baseada em referenciais teóricos de metodologia de aplicação das ferramentas TOC e de custeio ABC. Para o método TOC foram levantados resultados de outras aplicações, assim como as etapas necessárias para a sua implantação. Desta forma, o processo foi iniciado pela identificação do sistema a ser



estudado, em seguida foram efetuados levantamentos auxiliados pela ferramenta de custeio ABC. Com isto foi possível identificar a maneira de submeter o restante do processo aos seus gargalos. Paralelamente, foi efetuado uma metodologia para medição do processo, onde foi possível identificar o ganho entre os dois modelos de gerenciamento do sistema em questão. Entretanto, evidenciou-se que para o estudo em questão, a ferramenta ABC não foi plenamente aproveitada, visto que as mudanças nos seus resultados não poderiam ser necessariamente atribuídos ao método.

O método proposto teve sua validação prática em uma empresa de distribuição de energia elétrica, a qual utiliza uma empresa especialista em operações logísticas para executar suas atividades de recebimento, armazenagem, separação e expedição dos materiais da rede elétrica. Faz-se necessário salientar que o método proposto foi testado de maneira experimental em um determinado período. Pode-se observar que o planejamento possibilitou a subordinação de todo o sistema aos seus gargalos proporcionando, desta forma, uma redução do inventário intermediário da empresa e, conseqüentemente, a melhor utilização dos recursos disponíveis. A programação possibilitou a coordenação entre as atividades. Esta integração possibilita um maior entendimento da demanda e recursos necessários para atendê-la de forma a facilitar a tomada de decisões e obter-se uma maior coordenação entre as operações ao longo do processo.

É fundamental identificar que os resultados obtidos atenderam perfeitamente os objetivos da empresa para o sistema estudado. Estes objetivos definem um dos conceitos logísticos mais abordados onde a meta principal é atender ao menor custo, no menor tempo, no local correto e na qualidade prevista. Portanto, o estudo em questão aborda os fatores tempo e custo, ou seja, dois pontos dos quatro definidos como meta.

## 6.2. Recomendações para Pesquisas Futuras

Além dos resultados obtidos pode-se incluir como sugestões para futuros desenvolvimentos os seguintes pontos:

- Aplicar o método sem a aplicação simultânea de outros modelos, pois após a elevação do gargalo, pode-se submeter a produtividade do sistema a um novo levantamento de forma conclusiva.
- No método apresentado considerou-se a medição dos estoques intermediários em horários diários previamente estabelecidos. Não houve, entretanto, uma medição contínua para que o valor levantado tivesse precisão absoluta. Este critério de medição torna-se, portanto, uma alternativa para futuras análises.
- Validação prática e comparação do método em empresas com processo logístico não terceirizado.
- Acrescentar ao método relações de causa e efeito, com a finalidade de criar um modelo simulação de novos gargalos no processo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AKAMINE, Carlos Takeo, Roberto Katsuhiko Yamamoto – Estudo dirigido de Estatística Descritiva – São Paulo: Érica, 1998.

ANDRIOTTI, José Leonardo Silva: Fundamentos de Estatística e Geoestatística. São Leopoldo: Unisinos, 2004.

BALDERSTONE, Steven J.; MABIN, Victoria J. *A review of Goldratt's Theory of Constraints (TOC) – lessons from international literature.* New Zealand: School of Business and Public Management; Victoria University of Wellington, 1998.

BALLOU, H. R.. *Logística Empresarial.* 2.ed. São Paulo: Atlas, 1995.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

BUSSAB, Wilton O., MORETTIN, Pedro A. – Estatística básica, métodos quantitativos. 4o Ed. – São Paulo: Atual, 1987.

BREEN, Anne. *Applying the theory of constraints in health care: Part 1—the philosophy.* Cleveland: School of Medicine , 2002.

CHING, Hong Yuh. *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain.* 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.* São Paulo: Pioneira, 1997.

CORBETT NETO, Thomas. *Uma Comparação entre Activity-Based Costing e Teoria das Restrições, no contexto da Contabilidade Gerencial,* FGV. Escola de Administração de Empresas, 1996.

COGAN, Samuel. *Activity-based costing (ABC): a poderosa estratégia empresarial.* 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

DETTMER, H.W. *Goldratt's Theory of Constraints: A systems approach to Continuous improvement.* American Society for Quality, 1997.

DIAS, M. A. P. *Administração de materiais.* 3.ed. São Paulo: Atlas, 1993

FLEURY, Paulo Fernando, et. al. (organização). Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas 2000. (Coleção COPPEAD de Administração).

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração estratégica de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação. 2.ed. São Paulo: Bookman, 1998.

FOX, Robert. The theory of Constraints – Fad or Future?.1998

GOLDRATT, E.M. What is this thing called Theory of constraints? Croton-on-Hudson/NY: North River Press, 1990

GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff. A Meta . São Paulo, Educator, 1995

GOLDRATT, Eliyahu M., FOX Robert E. A Corrida pela vantagem competitiva. São Paulo, Educator, 1994

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de Custos: contabilidade e controle. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 2001

HARWITZ, Mitchell & Lentnek, Barry (1995). *A Contextual Theory of Retail Central Places on a Linear Market*. Journal of Regional Science, Vol. 35

IMAM. *Gerenciamento da logística e cadeia de suprimentos/Logistics Training International*. Tradução Sônia Mello. São Paulo: IMAM, 1996.

KRUPINICKI, Michael. *Using ABC to determine the cost os servicing customers*. Montvale: Institute of Management Accouting, 1997

LERE, John C..*Activity-Based Costing: a powerful tool for pricing*. The Journal of Bussinnes & Industrial Marketing, Minnesota. V. 15 , 2000.

MABIN, Victoria J. Toward a greater understanding of linear programming, theory of constraints, and the product mix problem' *Production and Inventory Management Journal*, Alexandria Third Quarter, 2001.

MARQUES, José Augusto V. da C. e CIA, Joanília N. de S. *Teoria das e Restrições e a contabilidade Gerencial: Interligando a Contabilidade a Produção*. Revista da Administração de Empresas FGV (Jul- Set 1998)

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 5.ed. São Paulo : Atlas, 1996.

MICHALSKI, Liz; MILLER, Jim; EPSTEIN, Michael Levin. Applying the theory of constraints, *Local*, Cleveland, Sep., 2000.

NOREEN, Eric; SMITH, Debra; MACKEY, James T. *A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade Gerencial*. São Paulo: Educator, 1996.

NAKAGAWA, M. *ABC: Custeio baseado em atividades*. São Paulo: Atlas, 1994.

NOVAES, Antônio Galvão. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

TÉBOUL, J. *A era dos serviços: uma nova abordagem ao gerenciamento*. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.

THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

# **ANEXO 1**

Este anexo contém o detalhamento do fluxograma logístico da empresa em estudo

xx Atividades

