

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - PPGEPS  
NÍVEL MESTRADO**

**BRIAN SILVA**

**AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE PRÁTICAS DE ARMAZENAGEM DE RESINAS  
TERMOPLÁSTICAS AOS PRINCÍPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA**

**São Leopoldo  
2008**

BRIAN SILVA

**AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE PRÁTICAS DE ARMAZENAGEM DE RESINAS  
TERMOPLÁSTICAS AOS PRINCÍPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto  
Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Miriam Borchardt

São Leopoldo

2008

### Ficha Catalográfica

S586a Silva, Brian  
Avaliação da aderência de práticas de armazenagem de resinas termoplásticas aos princípios da mentalidade enxuta / por Brian Silva. – 2008.  
110 f. : il. ; 30cm  
Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2008.  
“Orientação: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto ; Co-orientador: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Miriam Borchardt, Ciências Exatas”.  
1. Administração – Produção. 2. Engenharia – Produção. 3. Logística – Distribuição. 4. Mentalidade enxuta. I. Título.  
CDU 658.5

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecária Camila Rodrigues Quaresma - CRB 10/1790

Brian Silva

AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE PRÁTICAS DE ARMAZENAGEM DE RESINAS  
TERMOPLÁSTICAS AOS PRINCÍPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Giovana Savitri Pasa

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Andrea Parasi Kern

---

Prof. PhD Luís Henrique Rodrigues

---

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

---

Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Miriam Borchardt

*À minha família, pelo apoio  
fundamental e irrestrito.*

## AGRADECIMENTOS

*Sem as contribuições das pessoas mencionadas a seguir, este trabalho não se completaria, portanto, expresso meus agradecimentos pessoais:*

- *Ao Professor Miguel Afonso Sellitto, além de orientador do presente trabalho, um grande amigo incentivador e “desatador” dos nós que surgiram no percurso do estudo;*
- *À Professora Miriam Borchardt, co-orientadora segura e prestativa, seu apoio foi um diferencial ao resultado final do trabalho;*
- *Ao Grupo Predial, empresa que apoiou completamente esse estudo e que possui em sua direção profissionais de um brilhantismo incomparável;*
- *Aos colegas de mestrado, professores e colaboradores do PPGEPS da Unisinos;*
  - *Aos profissionais das empresas pesquisadas, pela presteza com que contribuíram a esse estudo;*
- *Aos familiares e amigos que não apenas apoiaram, mas também supriram as ausências provocadas pelo presente trabalho;*
  - *Finalmente, e em primeiro lugar, a Deus, dono de todo o conhecimento e sabedoria. Pelo milagre da vida e pelo sacrifício de Cristo, em quem temos esperança.*

## RESUMO

Considerando a premente importância dos custos, o alto volume de produção e a geração de altos níveis de estoques inerentes ao processo produtivo de resinas petroquímicas, o presente estudo analisa as práticas de armazenagem no setor sob a ótica dos princípios da Mentalidade Enxuta. Este trabalho tem por objetivo apresentar o grau de aderência das operações de armazenagem de resinas termoplásticas aos princípios da Mentalidade Enxuta, a saber: (i) especificação do valor; (ii) identificação da cadeia de valor; (iii) fluxo; (iv) estabelecimento da produção puxada; e (v) perfeição. Para tanto foi desenvolvido um instrumento de avaliação, desmembrado em cada um dos cinco princípios, apoiado por um grupo focado com especialistas nas operações estudadas. Na seqüência, o instrumento foi aplicado a profissionais da área em três armazéns do Pólo Petroquímico de Triunfo/RS, de onde se extraiu o grau de aderência das práticas de armazenagem aos princípios da Mentalidade Enxuta e as lacunas existentes. A seguir as lacunas encontradas são exploradas e alternativas operacionais são apontadas de forma a melhorar as práticas operacionais em relação à Mentalidade Enxuta. Conclui-se que a utilização da ferramenta desenvolvida e o tratamento das lacunas encontradas apontam para reduções de custos significativas na função armazenagem de resinas termoplásticas.

**Palavras-chave:** Mentalidade Enxuta, Função Armazenagem, Logística Enxuta

## **ABSTRACT**

The present study analyses storage practices in the petrochemical sector from the point of view of Lean Thinking, taking into consideration the pressing importance of costs, the high volume of production and high volume of inventory intrinsic to the process. The main objective of the study is to present the level adherence that the operations of thermoplastic resin storage have to the principles of the Lean Thinking. The evaluation process developed was broken down into five different sections, one for each of the Lean Thinking principles. Each section had the support by a specialist in the specific field. Following that, the process was applied to professionals of the different areas in three warehouses of the Petrochemical Region of Triunfo/RS, from where it was possible to derive the level of adherence so mentioned, and the existing gaps. Finally, the gaps were jointly analyzed, and operational alternatives to fulfill them in order to better improve the adherence of the entire process to the principles of Lean Thinking were pointed out. It is possible to conclude that the use of the evaluation tool developed and the further treatment of the jointed gaps point to a significant reduction in the storage costs of thermoplastic resins.

**Keywords:** Lean Thinking, Storage Function, Lean Logistics

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da Metodologia.....	19
Figura 2: O Triângulo de Tomadas de Decisões Logísticas .....	23
Figura 3: Exemplo Básico de <i>layout</i> de Armazém.....	30
Figura 4: Exemplo de <i>Pallet</i> de Madeira .....	31
Figura 5: Exemplo de Cargas Unitizadas sobre <i>Pallets</i> .....	32
Figura 6: Ilustração de Movimentação de Cargas Unitizadas <i>Versus</i> Cargas Manuais .....	32
Figura 7: Tipos de Porta <i>Pallets</i> .....	33
Figura 8: Serviços Oferecidos pelo GRUPO PREDIAL .....	48
Figura 9: Foco de Atuação do GRUPO PREDIAL.....	49
Figura 10: Evolução da Participação Percentual da Indústria Química no PIB Nacional.....	51
Figura 11: Consumo Aparente de Resinas Termoplásticas no Brasil.....	54
Figura 12: Fluxo das Matérias-Primas Fornecidas pela Copesul .....	56
Figura 13: Fluxograma Básico de Ensaque e Armazenagem .....	58
Figura 14: Fluxograma Básico de Movimentação .....	59
Figura 15: Tipos de Embalagem e Armazenamento de Produtos .....	60
Figura 16: Representação dos Fluxos e Áreas nos Diferentes Armazéns .....	61
Figura 17: Concentração de Expedição.....	64
Figura 18: Disponibilidade de Veículos por Período nos Armazéns .....	65
Figura 19: Aderência Média dos Três Armazéns aos Princípios da Mentalidade Enxuta .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção Artesanal Versus Produção em Massa na Área de Montagem: 1913 Versus 1914.....	36
Tabela 2: Capacidades de Produção de Resinas Termoplásticas por Empresa .....	53
Tabela 3: Quadro de Colaboradores Diretos.....	57
Tabela 4: Quadro de Equipamentos .....	57
Tabela 5: Legenda de Classificação do Questionário .....	68
Tabela 6: Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 01 .....	76
Tabela 7: Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 02.....	77
Tabela 8: Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 03.....	78
Tabela 9: Aderência dos Três Armazéns aos Princípios da Mentalidade Enxuta .....	81
Tabela 10: Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 01 .....	81
Tabela 11: Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 01 .....	82
Tabela 12: Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 01 .....	83
Tabela 13: Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 01 .....	84
Tabela 14: Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento Perfeição do Armazém 01 .....	84
Tabela 15: Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 02.....	85
Tabela 16: Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 02.....	85
Tabela 17: Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 02.....	86
Tabela 18: Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 02 .....	87
Tabela 19: Resultados Numéricos do Princípio Perfeição do Armazém 02 .....	87
Tabela 20: Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 03.....	88
Tabela 21: Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 03.....	88

Tabela 22: Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 03.....	89
Tabela 23: Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 03 .....	90
Tabela 24: Resultados Numéricos do Princípio Perfeição do Armazém 03 .....	90
Tabela 25: Conceitos com Maior Aderência nos Três Armazéns .....	91
Tabela 26: Afirmativas com Menor Aderência nos Três Armazéns .....	93
Tabela 27: Teste de Confiabilidade das Respostas pelo Alfa de Crombach.....	98

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Uma Visão das Conexões entre Objetivos, Princípios, Elementos Fundamentais e Ferramentas <i>lean</i> .....	41
Quadro 2: Principais Resinas Termoplásticas .....	52
Quadro 3: Campos Básicos do Questionário de Pesquisa .....	68
Quadro 4: Afirmativas Testadas para o Princípio “Especificação do Valor” .....	69
Quadro 5: Afirmativas Testadas para o Princípio “Identificação da Cadeia de Valor” .....	70
Quadro 6: Afirmativas Testadas para o Princípio “Fluxo” .....	70
Quadro 7: Afirmativas Testadas para o Princípio “Estabelecimento da Produção Puxada” .....	71
Quadro 8: Afirmativas Testadas para o Princípio “Perfeição” .....	72
Quadro 9: Ajustes ao Questionário .....	74

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	11
1.2 TEMA .....	13
1.3 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA PARA A ACADEMIA E PARA A INDÚSTRIA .....	14
1.4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS .....	15
1.5 DELIMITAÇÃO.....	16
1.6 METODOLOGIA .....	16
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	21
2.2 FUNÇÃO ARMAZENAGEM .....	21
<b>2.2.1 Planejamento de Logística</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2 Política de Estoques</b> .....	<b>25</b>
2.3 ARMAZENAGEM, MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO .....	28
<b>2.3.1 Layout</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.2 Embalagem e Unitização</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.3 Sistemas de informação e controle de armazenagem</b> .....	<b>33</b>
2.4 MENTALIDADE ENXUTA .....	34
<b>2.4.1 A Produção em Massa</b> .....	<b>35</b>
<b>2.4.2 O Sistema Toyota de Produção (STP)</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4.3 A Mentalidade Enxuta</b> .....	<b>40</b>
2.5 CONSIDERAÇÕES FNAIS .....	44
<b>3 OBJETO DE ESTUDO</b> .....	<b>46</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS AO CAPÍTULO.....	46
3.2 A EMPRESA ESTUDADA .....	47
3.3 O SETOR ESTUDADO .....	51
3.4 AS OPERAÇÕES ESTUDADAS .....	54
3.5 CONSIDERAÇÕES FNAIS AO CAPÍTULO.....	65
<b>4 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO</b> .....	<b>67</b>
4.1 MONTAGEM DO QUESTIONÁRIO .....	67

4.2 QUALIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	73
<b>5 RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>75</b>
5.1 RESULTADOS OBTIDOS .....	75
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS .....	79
<b>5.2.1 Análise dos Resultados por Armazém.....</b>	<b>81</b>
<b>5.2.2 Análise dos Melhores Resultados.....</b>	<b>91</b>
<b>5.2.3 Análise das Maiores Lacunas Observadas.....</b>	<b>92</b>
<b>5.2.4 Análise Lacunas Observadas por Princípio .....</b>	<b>94</b>
5.2.4.1 Especificação de Valor .....	94
5.2.4.2 Identificação da Cadeia de Valor.....	95
5.2.4.3 Fluxo .....	96
5.2.4.4 Estabelecimento da Produção Puxada .....	97
5.2.4.5 Perfeição .....	97
5.3 ANÁLISE DA CONFABILIDADE DAS RESPOSTAS.....	97
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO.....	98
<b>6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>100</b>
6.1 CONCLUSÕES.....	100
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	102
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão tratados o tema, a justificativa, os objetivos, a delimitação, a metodologia e a estrutura do presente trabalho.

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A busca por alto desempenho e eficiência nos processos produtivos de empresas é uma prática cujo objetivo é manter a competitividade em mercados em que exista concorrência. Nesse contexto, pequenas vantagens em custos podem se transformar em importante ganho de competitividade e colocar a empresa em uma melhor posição estratégica na negociação de seus produtos.

A vantagem competitiva pode ser construída em múltiplos campos de competição. Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2004) citam: custo; qualidade; flexibilidade; entrega; inovação e serviços associados ao produto. Sellitto e Walter (2006) consideram que, em análise estratégica, dificilmente todos os campos de competição terão o mesmo peso, cabendo ao estrategista identificar os campos significativos em um dado cenário e priorizá-los. Em petroquímica, entre outros motivos, por tratar-se de produtos do tipo *commodity*, as práticas gerenciais têm priorizado a competição baseada em custo. Se uma empresa fabricante de *commodity* consegue entregar produtos similares aos de seus concorrentes, com uma melhor condição de preço, em decorrência de sua boa estrutura de custos, pode construir uma vantagem competitiva no mercado em que atua.

O campo de conhecimentos da Mentalidade Enxuta pode trazer uma contribuição em competição baseada em custo. A Mentalidade Enxuta é definida por Womack e Jones (2004) como uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar estas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz, ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos recursos, oferecendo aos clientes exatamente que eles desejam. Os autores apontam cinco princípios para a implantação da Mentalidade Enxuta em empresas: (i) especificar o que tem valor para o cliente; (ii)

alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor e eliminar, ou ao menos reduzir, aquelas que não agregam valor; (iii) realizar estas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita; (iv) permitir que o cliente determine o ritmo das operações; e (v) realizá-las de forma cada vez mais eficaz em um ciclo permanente de melhoria.

Uma consideração é que, para algumas empresas, porções importantes do custo de produção são pouco controláveis, tal como ocorre em operações cujo produto final possui uma parcela considerável de custos de matérias primas adquiridas em mercados controlados ou de baixa concorrência. Energia elétrica e petróleo são alguns desses casos. Em tal cenário, a vantagem competitiva em custos pode residir em processos menos importantes financeiramente, mas controláveis gerencialmente. É exatamente esse o caso do processo de armazenagem em empresas petroquímicas. Embora a armazenagem não seja uma atividade que agregue valor diretamente ao produto e, portanto, segundo Ohno (1997), possa ser considerada um desperdício, há, no processo de produção petroquímico, um ciclo contínuo de produção, em que um item só pode ser produzido após outro item determinado. Ou seja, para ser economicamente viável, o item X, que tem suas propriedades físicas específicas, só pode ser produzido após o item Y. Desta forma a produção é orientada para atender uma estimativa de vendas, o que faz com que haja produção por lote econômico e não por pedido de clientes, resultando em alta formação de estoques.

Nesse contexto, torna-se parte das peculiaridades do setor a formação de estoques, além de outros fatores que causam impacto na função armazenagem, tais como taxa de câmbio e cotação internacional do barril de petróleo. Por outro lado, apesar de os estoques em si não adicionarem valor ao produto, a localização desses produtos pode significar uma vantagem competitiva e agregar nível de serviço ao cliente (BALLOU, 2006). Como os lotes são grandes, também o são os intervalos entre a programação de lotes de um mesmo produto. Deste modo, para atender com elevado nível de serviço a um mercado tipicamente aleatório, tal como o de consumidores de petroquímicos de segunda geração, é necessária uma rede de armazéns localizados próximos aos principais consumidores e reabastecidos pelo armazém principal, próximo à fabricação.

Uma vez entendido que a formação de estoques é inerente ao processo produtivo de produtos petroquímicos e cumpre uma função estratégica de

atendimento a clientes, torna-se importante ser competitivo nessa atividade, a saber, a armazenagem de produtos acabados.

Os princípios da Mentalidade Enxuta aplicados aos armazéns podem ser úteis na função armazenagem e contribuir para a competitividade das empresas petroquímicas. Esta pesquisa se propõe a avaliar o nível de aderência dos processos de armazenagem aos princípios da Mentalidade Enxuta. Para tanto, será necessário criar um instrumento para se fazer essa avaliação, uma vez que, originalmente, a Mentalidade Enxuta foi desenvolvida a partir de conceitos e casos de aplicação em fabricação. Adicionalmente, segundo Sellitto, Borchardt e Pereira (2006), não foi objetivo dos proponentes da Mentalidade Enxuta apresentar métricas ou métodos de avaliação de quanto da mesma está presente em operações específicas. Surge uma lacuna a ser preenchida: como mensurar a presença da Mentalidade Enxuta em operações de armazenagem, e em particular, de armazenagem em petroquímica.

## 1.2 TEMA

A indústria automobilística, chamada de indústria das indústrias por Drucker (1946), pode influenciar outras indústrias, não apenas por seu impacto financeiro e operacional, mas também por sua vanguarda em manufatura e técnicas de produção. É um campo em que a concorrência é global e os métodos produtivos são desenvolvidos para fazer frente a competidores de todo o mundo.

Nesse ambiente, surgiu a chamada produção enxuta, como uma técnica de manufatura que pode ser eficiente em cenários mercadológicos em que a variedade de produtos é imposta pelos consumidores e a demanda é menor do que a oferta. Womack e Jones (1997) identificaram diferenças de eficiência entre fábricas de produção em massa e fábricas de produção enxuta, a ponto de identificar que uma dada planta com métodos de produção enxuta precisava de dezesseis horas de montagem por carro enquanto que outra precisava de trinta e uma horas, para produtos similares.

Como as técnicas da produção enxuta são adequadas para o mercado automobilístico atual, o interesse em aprender e replicar essas técnicas em outras

indústrias veio à tona. Com isso, surgiu a necessidade de se mensurar o nível de aderência ou quão enxutas eram as empresas de diversos setores para que então pudessem buscar ser mais eficientes e competitivas da mesma forma que aconteceu com a indústria automobilística. Sellitto, Borchardt e Pereira (2006) e Borchardt (2005) o fizeram em relação à indústria do transporte coletivo de passageiros e Pantaleão (2003) da mesma forma, desenvolveu tal trabalho em um estudo de caso com uma indústria metal mecânica do Rio Grande do Sul.

Nesse contexto, a presente pesquisa pretende estender essa análise aos armazéns de produtos petroquímicos, e, para isso, será preciso desenvolver um instrumento de avaliação ou protocolo para medir o grau de aderência das operações de armazenagem de produtos petroquímicos aos princípios da Mentalidade Enxuta.

### 1.3 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA PARA A ACADEMIA E PARA A INDÚSTRIA

Após a segunda guerra mundial, a indústria japonesa, mais especificamente a Toyota Motors, criou um sistema de produção que buscava eliminar as perdas e focar esforços no que efetivamente adiciona valor ao produto sob a ótica do cliente ou usuário. De acordo com Taiichi Ohno (1997, p. 39): “Capacidade atual = trabalho + desperdício”. A verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%”.

Dessa forma, surgiu o Sistema Toyota de Produção (STP), o que provocou uma redefinição de conceitos na indústria de manufatura automobilística e se mostrou mais eficiente para as demandas dos mercados atuais, com mais variedade de produto e lotes menores de produção. Ao mesmo tempo, iniciou-se uma disseminação desse conceito para outras indústrias e posteriormente também a serviços.

Uma razão para essa propagação foi a comprovação de sua eficácia e adequação às necessidades mercadológicas contemporâneas. Diante disso, outros segmentos da indústria e de serviços começaram a procurar esses conceitos para aplicarem em seus negócios, com vistas a aumentarem a eficiência de seus processos. Entende-se que esta migração deva ser estudada e detalhada em cada

nova fronteira. É o caso desse estudo: desenvolver um instrumento de mensuração e auferir o grau de aderência de armazenagem petroquímica aos princípios da Mentalidade Enxuta. Uma vez identificados e evidenciados espaços ou lacunas, poderá se difundir esse conhecimento para outras operações industriais.

Quanto à importância para a indústria, como já mencionado, os custos de armazenagem não têm peso significativo no custo total do produto, mas, ao se analisar sua participação nos custos gerenciáveis, a relevância aumenta. Desta forma, o estudo poderá indicar à indústria um nicho de oportunidade através da otimização de seus processos de armazenagem utilizando os princípios da Mentalidade Enxuta.

Resta comentar sobre a viabilidade e a oportunidade da pesquisa. Quanto à viabilidade, observa-se que a mesma será realizada em empresa a qual o pesquisador tem acesso, onde atualmente se opera com três grandes armazéns. Um estudo mais aprofundado sobre a eficiência desses armazéns, à luz dos princípios da Mentalidade Enxuta se torna muito oportuno, podendo trazer reduções de custos significativas para a empresa analisada.

#### 1.4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral da presente pesquisa é avaliar o grau de aderência das operações de armazéns de resinas termoplásticas aos princípios da Mentalidade Enxuta. Para se atender a esse objetivo, os seguintes objetivos específicos serão perseguidos:

- criar um instrumento, capaz de avaliar o grau de aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta nas operações internas de um armazém (armazenagem e movimentação) de produtos petroquímicos;
- aplicar o instrumento e avaliar a situação de três armazéns, por um conjunto de indicadores que apreendam a situação dos cinco princípios da Mentalidade Enxuta.

## 1.5 DELIMITAÇÃO

Como já mencionado, a geração de estoques não agrega valor ao produto, mas pode criar uma diferenciação na agilidade de atendimento ao cliente, mesmo que não torne o produto mais atrativo ao seu mercado consumidor. Porém, é inerente ao processo produtivo de petroquímicos, e em particular, de resinas termoplásticas, a formação de estoques. São os estoques que permitem acoplar fábricas com grandes lotes de fabricação a mercados voláteis. Desta forma, o trabalho se restringirá às atividades internas do armazém de produtos acabados e não será questionado o volume de produção e seu alinhamento com a demanda de mercado, nem mesmo o tamanho dos lotes. A pesquisa será focada em mensurar e analisar como se pode operar internamente a partir do momento que o produto está totalmente embalado até o momento em que será expedido.

O estudo também não objetiva discutir a implementação de ferramentas da Mentalidade Enxuta e sim identificar as lacunas existentes entre a teoria e a prática.

## 1.6 METODOLOGIA

Pode-se definir método como uma série de regras para tentar resolver um problema (GEWANDSZNAJDER, 1989) e pesquisa como o procedimento racional e sistemático que objetiva fornecer respostas aos problemas propostos (GIL, 1996). Existem dois grandes grupos de razões para se fazer pesquisa: razões de ordem intelectual e razões de ordem prática (GIL, 1996). As primeiras decorrem do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer e as últimas decorrem do desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz.

Existem vários métodos adequados à pesquisa em ciências sociais (YIN, 2003). Estudos de caso, experimentos, levantamentos e pesquisas históricas são algumas delas. Cada estratégia de pesquisa possui vantagens e desvantagens próprias. Normalmente, os estudos de caso são adequados quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco do estudo se encontra em fenômenos

contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Eisenhardt (1989) aponta o estudo de caso como um método de pesquisa capaz de produzir, de modo indutivo, as chamadas teorias fundamentadas, teorias que vão sendo construídas a partir de idéias testadas e refinadas sucessivamente por aplicações de campo.

É possível classificar a pesquisa segundo diversos critérios. Quanto ao objetivo, a pesquisa pode ser: (i) exploratória, se configura uma primeira aproximação com o tema, geralmente consistindo de visitas de campo e entrevistas com agentes, para recuperar ou organizar as informações existentes em um tema; (ii) descritiva, se trata de levantar e descrever características já exploradas do tema, dos componentes do fenômeno estudado ou descobrir correlações ou distribuições de importância de variáveis intervenientes no problema e geralmente é feita na forma de levantamentos ou observações sistemáticas do fenômeno; e (iii) explanatória, quando trata de encontrar explicações para os componentes e as relações descritas. Quanto às fontes de dados, uma pesquisa pode ser de campo, de laboratório ou bibliográfica. Quanto à natureza dos dados, pode ser qualitativa, quantitativa ou uma combinação destas. Por fim, quanto aos procedimentos de coleta de dados, uma pesquisa pode ser: experimental; *ex-post-facto*; levantamento; estudo de caso; pesquisa-ação; bibliográfica; ou documental (SANTOS, 1999).

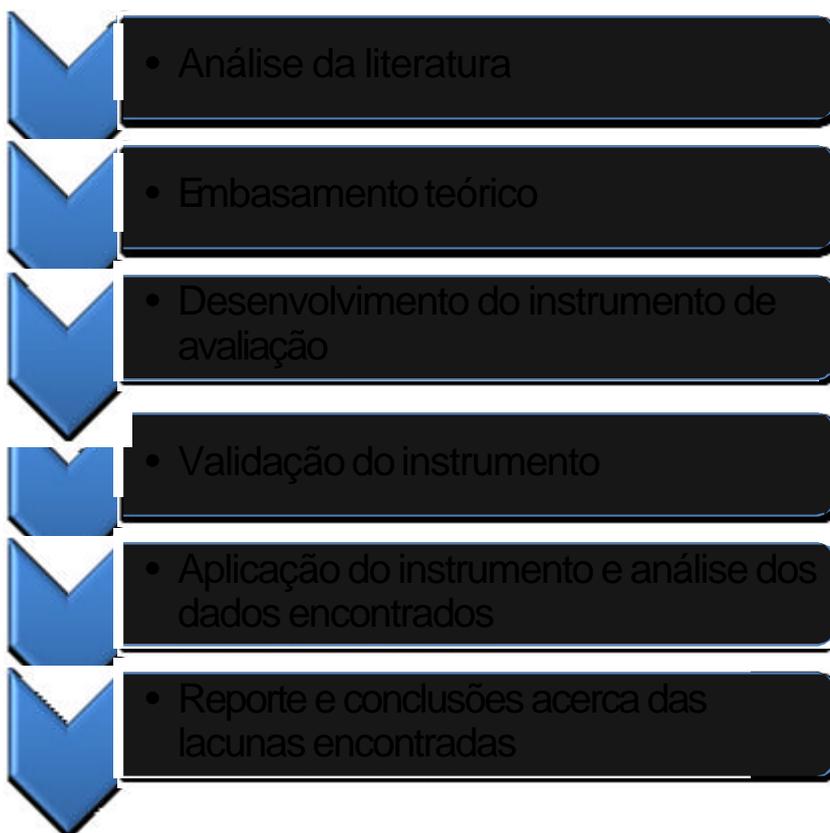
Esta pesquisa classifica-se como: descritiva, pois vale-se de características já conhecidas em explorações anteriores, identifica componentes intervenientes no fenômeno estudado e procura correlações e distribuições de importância entre variáveis que descrevem o fenômeno. É de campo, pois as observações serão feitas diretamente nos objetos de estudo. É qualitativa, pois essencialmente trata das opiniões de especialistas para depois serem convertidas em variáveis numéricas. É um estudo de caso, no qual um objeto, a aplicação de um instrumento de avaliação da aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta em armazéns petroquímicos, será estudado profundamente.

O estudo de caso permite a utilização de várias técnicas, dentre as quais, pode-se destacar a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e as entrevistas das pessoas neles envolvidas. O estudo de caso pode lidar com uma ampla variedade de evidências e podem ser exploratórios, descritivos e explanatórios. Segundo Eckstein (1975, *apud* Roesch, 1999), um estudo de caso pode contribuir para uma teoria de cinco modos: (i) oferecer, para posteriores estudos, uma descrição profunda e específica de um objeto; (ii) descrever e

interpretar eventuais regularidades observadas no objeto como evidências de postulados teóricos ainda não enunciados; (iii) criar uma situação específica e circunstanciada para testar uma idéia ainda não refinada; (iv) sondar plausivelmente uma teoria que já foi proposta pelo terceiro modo; e (v) o caso crucial, que apóia ou refuta a teoria sondada pelo quarto modo.

Em consonância com o método de pesquisa, foi adotado o seguinte método de trabalho, ilustrados na Figura 1:

- análise da literatura: nesta fase, o objetivo foi examinar a literatura disponível sobre o tema, desde os clássicos até os artigos mais contemporâneos, buscando o embasamento teórico necessário para a proposição da ferramenta de análise, alvo do presente trabalho;
- embasamento teórico: uma vez que a literatura pertinente foi examinada, essa fase se ocupou em aprofundar os assuntos que possuem relação direta com o tema apresentado;
- desenvolvimento do instrumento de medição: a partir da literatura pesquisada e dos modelos similares já desenvolvidos, em sessões de grupos focados com especialistas praticantes da indústria e acadêmicos, foi elaborado o instrumento de diagnóstico propriamente dito, sob a forma de questionário com respostas categóricas;
- validação do instrumento e aplicação: após sua elaboração o instrumento foi validado por outros praticantes e acadêmicos da área, foi corrigido e foi aplicado em três armazéns distintos;
- análise dos dados: após a aplicação do instrumento, os dados foram analisados;
- reporte e conclusões: as maiores lacunas entre o resultado do instrumento e os princípios da Mentalidade Enxuta foram identificadas e discutidas, bem como os possíveis impactos financeiros caso as lacunas encontradas sejam tratadas nos armazéns pesquisados.



**Figura 1:** Etapas da Metodologia

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Ao fim do estudo, se pretende, além da criação do instrumento de avaliação em si e a avaliação dos armazéns estudados, contribuir para que futuros projetos de armazéns ou centros logísticos sejam mais eficientes e adequados às peculiaridades da operação.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em seis capítulos, a saber:

- Capítulo 1: apresenta a introdução ao assunto com considerações iniciais, tema, objetivo, justificativa, método e delimitação;
- Capítulo 2: traz o referencial teórico que sustenta o estudo, apresentando os princípios da Mentalidade Enxuta e sua aplicabilidade em outras áreas que não a automobilística. Aborda também a função armazenagem em operações logísticas;

- Capítulo 3: apresenta uma descrição do setor petroquímico no Brasil e das operações de armazenagem nas empresas pesquisadas;
- Capítulo 4: mostra o desenvolvimento da ferramenta de avaliação, adaptações necessárias e a aplicação da mesma nos armazéns pesquisados;
- Capítulo 5: discute os resultados da pesquisa; e
- Capítulo 6: traz as conclusões da pesquisa e um resumo das principais lacunas encontradas no objeto de estudo em relação aos princípios da Mentalidade Enxuta, além de sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Após a exposição do capítulo inicial, tratando dos elementos básicos do estudo, o presente capítulo refere-se à revisão bibliográfica necessária ao estudo.

### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente capítulo traz o embasamento teórico necessário para a sustentação do trabalho. Inicia-se com a função armazenagem e depois se passa à Mentalidade Enxuta. Esta seqüência é proposital e objetiva discutir a necessidade da formação de estoques em algumas operações e as formas de gerenciá-los e, em seguida, a teoria e os princípios da Mentalidade Enxuta como base para o objetivo de pesquisa: formular um método para a avaliação do nível de aderência da função armazenagem a tais princípios.

### 2.2 FUNÇÃO ARMAZENAGEM

A armazenagem de produtos pode ser interpretada como o reflexo físico ou material da política de estocagem que a empresa adote. A graduação com que a empresa decide converter valores financeiros ou creditícios em bens tangíveis, necessários para a sua operação, se reflete na necessidade de instalações e infraestrutura de armazenagem para estes bens. Segundo Ballou (2006), os custos com essa atividade podem absorver até 20% dos custos de distribuição física da empresa.

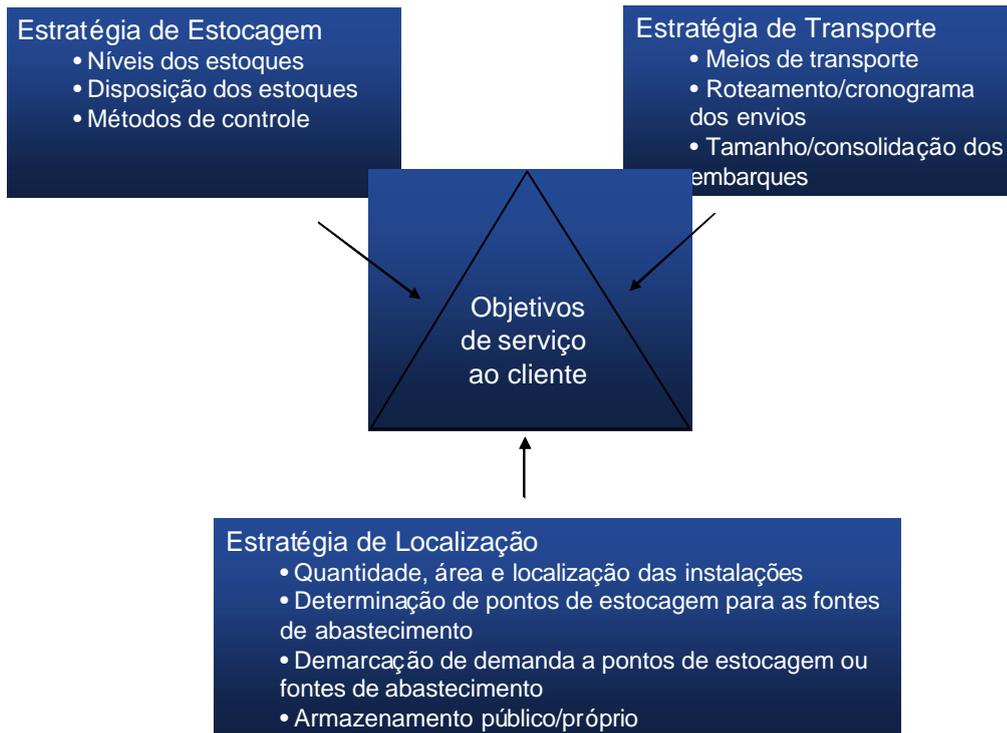
A seguir serão apresentados conceitos de planejamento de logística e políticas de estoques, conceitos esses que são determinantes da função armazenagem.

### 2.2.1 Planejamento de Logística

Segundo Ballou (2006), o planejamento logístico procura resolver problemas localizados em quatro grandes áreas da estratégia de negócio: (i) níveis de serviços aos clientes; (ii) localização das instalações; (iii) decisões sobre estoques; e (iv) decisões sobre transporte.

Em relação ao planejamento logístico, a determinação do nível de serviço que se pretende oferecer aos clientes pode ser o ponto de partida para as demais estratégias. Nível de serviço é a probabilidade de um requisito de cliente ser plenamente atendido, em quantidade, especificação de itens e na data solicitada, por uma operação logística de abastecimento (CHOPRA e MEINDL, 2003). Quanto maior a meta de nível de serviço, maiores os custos envolvidos na operação. Baixos níveis de serviço permitem menos locais de estocagem e transportes mais espaçados no tempo e, portanto, mais baratos (CHRISTOPHER, 2007).

A Figura 2 mostra que o nível de serviço oferecido aos clientes é uma resultante das estratégias de estocagem, localização e transportes. Este posicionamento é dinâmico e considera fatores estruturais da região em que se localiza a operação. Um exemplo de situação típica abordada neste planejamento é: se a empresa julgar que precisa oferecer entregas rápidas a um cliente que se encontra em uma área de difícil acesso, provavelmente será necessária a criação de estoques próximos ao local de entrega, ao passo que se o acesso for fácil, os estoques poderão estar mais distantes, possibilitando o agrupamento com estoques destinados a outros clientes.



**Figura 2:** O Triângulo de Tomadas de Decisões Logísticas  
**Fonte:** Ballou (2006, p. 54)

A estratégia de estocagem envolve a seleção de itens e quantidades que serão armazenados e a definição do lote de reposição e da lógica de reposição. Quanto ao lote, modelos de lotes econômicos (EOQ – *economic order quantity*) foram propostos na literatura. Quanto à lógica de reposição, duas políticas principais são propostas na literatura, a revisão contínua e a reposição periódica. Na primeira, a quantidade armazenada é monitorada permanentemente. Atingido um nível pré-definido, um pedido de EOQ unidades é feito. Na segunda, a reposição ocorre em intervalos fixos. No momento da reposição, inventariam-se os itens armazenados e calcula-se o quanto falta para o nível desejado de estoque. O lote a ser repostado é a diferença entre o que se deseja e o que se possui em mãos. Em síntese, na revisão contínua, o lote é fixo e o intervalo de reposição é variável; na revisão periódica, o lote é variável e o intervalo é fixo (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004).

A estratégia de localização busca o menor custo possível de armazenagem e transporte para oferecer o nível de serviço desejado aos clientes. Quanto mais concentrados os estoques, menores os custos com armazenagem e manuseio (BALLOU, 2006). Quanto menor o número de locais de armazenagem, menor o número de trechos de transporte de produtos, o que tende a diminuir os custos com

transportes. Em contraponto a uma concentração de estoques, está a agilidade de entrega aos clientes. Quanto mais pontos de armazenagem ou centros de distribuição, menor o prazo de entrega, o que pode se traduzir em nível de serviço e impactar diretamente na decisão do cliente de comprar de determinada empresa ou de concorrente (DIAS, 1993). Em contrapartida, quanto maior a quantidade de armazéns, maior o custo de armazenagem. Há um ponto ótimo no qual surge a quantidade de armazéns que minimiza a soma dos custos de armazenagem com os custos de perda de negócios (BOWERSOX e CLOSS, 2001)

A estratégia de transportes envolve seleções de modais, volumes de cada embarque, as rotas e a programação de atendimento. As distâncias entre armazéns, clientes e fábricas são pontos importantes para o planejamento de transportes e podem afetar o nível de estoques necessário para atender os clientes de acordo com a qualidade de serviços planejada (BALLOU, 2006).

Uma estratégia que integra diversos aspectos de políticas de estocagem é a reposição contínua. A reposição contínua é a prática de parceria entre membros do canal de distribuição que altera o processo de reposição de mercadorias de geração de pedidos elaborados pelo distribuidor, baseado em quantidades economicamente convenientes, para a reposição de produtos baseada em previsão de demanda efetiva. Busca integrar, por meio de práticas distintas, o fluxo de informações (ECR BRASIL, 1998).

A reposição contínua busca: (i) aumento da presença e disponibilidade de produtos no ponto de venda, (ii) diminuição de estoque e capital de giro, (iii) diminuição dos custos logísticos e administrativos através de racionalização de transportes e redução generalizada dos erros, (iv) diminuição dos custos de gestão de pedidos, e (v) diminuição dos erros de estimativa de vendas. Para que a reposição contínua tenha sucesso, os seguintes pontos devem ser tratados (ECR BRASIL, 1998):

- relação comercial: deve ser estável e sem necessidade de renegociação a cada pedido;
- nível de serviço: é necessária acuracidade na entrega dos pedidos e aconteçam nas datas combinadas;
- formato ágil de troca de informações: um sistema informatizado de troca de dados entre os elos da cadeia logística é imprescindível, um exemplo é o EDI (*eletronic data interchange*), trata-se de um sistema que conecta

dois pontos (fornecedor e cliente) e trafega as informações necessárias para o abastecimento dos materiais demandados; e,

- algoritmo: deve haver uma lógica que suporta o cálculo das quantidades necessárias e o momento de fazer o pedido.

As decisões sobre estoques são ligadas à forma como a empresa os gerencia. Empurrar os estoques aos pontos de armazenagem ou puxá-los para os pontos de armazenagem conforme políticas de estoques estipuladas pela empresa são exemplos de diferentes estratégias.

### **2.2.2 Política de Estoques**

Estoques são acúmulos formados em pontos do canal de produção e logística das empresas de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados. O custo de manutenção desses estoques pode representar de 20 a 40% de seu valor por ano (BALLOU, 2006).

Ultimamente, a manutenção de altos níveis de estoques vem sendo criticada, entendendo-se que se trata de prática onerosa e desnecessária. Porém, existem razões e pontos de vistas diferentes para políticas de estoques altos e de estoques baixos. Basicamente, os pontos que favorecem a manutenção de estoques elevados são: (i) os serviços aos clientes, em que os estoques proporcionam disponibilidade imediata e pronto atendimento; e (ii) a economia indireta gerada em outros pontos do processo, tais como: lotes de produção maiores, permitindo o desacoplamento entre produção e demanda e gerando um pulmão para proteger a diferença entre essas duas variáveis; redução no custo de aquisição em função de negociação de uma compra de maior volume, redução no custo de transporte; e aproveitamento de preços especiais de aquisição. Por outro lado, o custo financeiro da manutenção desses estoques e problemas associados à detecção tardia de falhas de qualidade em virtude de se ter altos níveis de estoques são exemplos de razões para a busca de estoques mínimos. Em síntese, o nível ótimo de estoque a ser mantido em uma operação industrial remete a uma solução de compromisso: otimizar o balanço de

ganhos e perdas oferecido pela existência do estoque (SELLITTO, BORCHARDT e PEREIRA, sd).

Ballou (2006) classifica os estoques em categorias:

- canal: são os estoques que encontram-se em trânsito, entre um elo da cadeia e outro. Em situações de movimentação lenta ou distâncias muito longas, esse tipo de estoque pode superar os volumes armazenados nos depósitos de produto acabado. Estoques em processo entre operações de produção também estão contidos nessa classificação;
- especulação: são estoques formados em decorrência de fatores comerciais, tais como uma negociação especial por um grande lote de compras ou formação de estoques de produto acabado para uma sazonalidade de venda futura;
- regular: são os estoques mantidos para atender a demanda média dos clientes internos ou externos;
- segurança: para proteger variabilidades de demanda é natural manter-se um estoque de produtos como pulmão para atender a uma necessidade acima da média, são os estoques de segurança; e,
- obsoleto: é a parte do estoque que se deteriora, se perde ou expira dentro dos sistemas de armazenagem das empresas.

Outra classificação é apresentada em Plossl (1985):

- estoques de segurança protegem contra interrupções no abastecimento e picos na demanda, e contra desbalanceamentos entre centros de trabalho;
- estoques antecipativos são produzidos antes de picos sazonais de vendas ou de paradas programadas de plantas, prevenindo os custos de variar o nível de produção;
- estoques cíclicos surgem quando não é possível comprar ou produzir a exata quantidade requerida, devendo ser respeitado um lote econômico de produção, cujas sobras serão aproveitadas no próximo ciclo;
- estoques em transporte surgem quando é necessário esperar até que se forme o lote econômico de transporte e durante o período em que o material está em trânsito; e

- estoques especulativos surgem quando aproveitam-se flutuações de preços para comprar ou produzir mais do que a demanda atual, deixando as sobras para momentos em que os preços terão mudado.

Uma variável interveniente no gerenciamento dos estoques é a natureza da demanda ao longo do tempo. Existem produtos que possuem características sazonais que em determinadas épocas do ano são muito mais demandadas; outros podem estar ligados a condições climáticas que podem gerar uma alta concentração de demanda, tais como produtos típicos de estação. Outros produtos, tais como itens de uso pessoal ou profissional, possuem alta previsibilidade. Sua demanda é pouco afetada por fatores externos. Outro aspecto importante na natureza da demanda dos produtos é o próprio ciclo de vida dos mesmos. É importante saber em que momento de mercado o produto se encontra. No lançamento, uma demanda crescente é esperada, ao passo que no final do ciclo de vida, o comportamento esperado é de queda de vendas (BALLOU, 2006).

Outro ponto importante na gestão dos estoques é o método de gerenciamento. Pode-se “puxar” ou “empurrar” os estoques. Em operação puxada, cada ponto de estoque isoladamente calcula sua demanda e puxa a reposição do elo anterior na cadeia. Por exemplo: um ponto de venda verifica sua necessidade de estoques para atender aos clientes e, baseado nesse dado, faz um pedido de reposição ao centro de distribuição que o atende. O centro de distribuição faz o mesmo e solicita reposição da fábrica e assim sucessivamente. A operação empurrada é usada quando os benefícios de escala de produção ou compra superam as economias dos níveis mínimos de estoques. Desta forma, os estoques, após produzidos, são alocados ao longo dos elos da cadeia de suprimentos seguindo critérios estipulados por cada empresa. Espaço disponível é um exemplo desses critérios (BALLOU, 2006).

Em linhas gerais, o objetivo da estocagem é garantir a disponibilidade de produtos para quando forem demandados. Para o sucesso da política de estocagem, é necessária a operação de armazenagem. Os objetivos específicos da operação de armazenagem são: (i) reduzir custos de transporte e de produção; (ii) coordenar oferta e demanda; (iii) auxiliar no processo de produção; e (iv) ajudar no

processo de marketing. Porém, para a manutenção de estoques, existem custos (BALLOU, 2006):

- custo de espaço: é valor que se paga para armazenar os produtos necessários. O espaço pode ser alugado ou próprio e compreende os custos de manutenção dos prédios e equipamentos de armazenagem, energia elétrica, depreciação de instalações, movimentação interna de materiais e custo ou aluguel de equipamentos de movimentação e rastreamento de itens;
- custo de capital: é o custo financeiro do montante imobilizado na forma de estoques;
- custo dos serviços de estoque: nesta categoria, encontram-se os custos de seguros e impostos envolvidos em operações de armazenagem;
- custo de risco de estoque: durante o período que os produtos ficam armazenados, custos com deterioração, danos, roubos e obsolescência inerentes ao processo de manter os produtos parados por determinado tempo; e,
- custo por falta de estoque: são custos associados à falta de capacidade de atender a um pedido por falta de produto em estoques. Por sua natureza intangível, é difícil de ser medido, mas pode representar elevados custos para a empresa, desde a venda perdida em si até a perda de espaço no mercado em que atua.

Considerando o exposto, é importante entender bem o mercado que se atua e o processo interno de produção e suprimentos da empresa para se definir adequadamente uma política de estoques eficaz.

### 2.3 ARMAZENAGEM, MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO

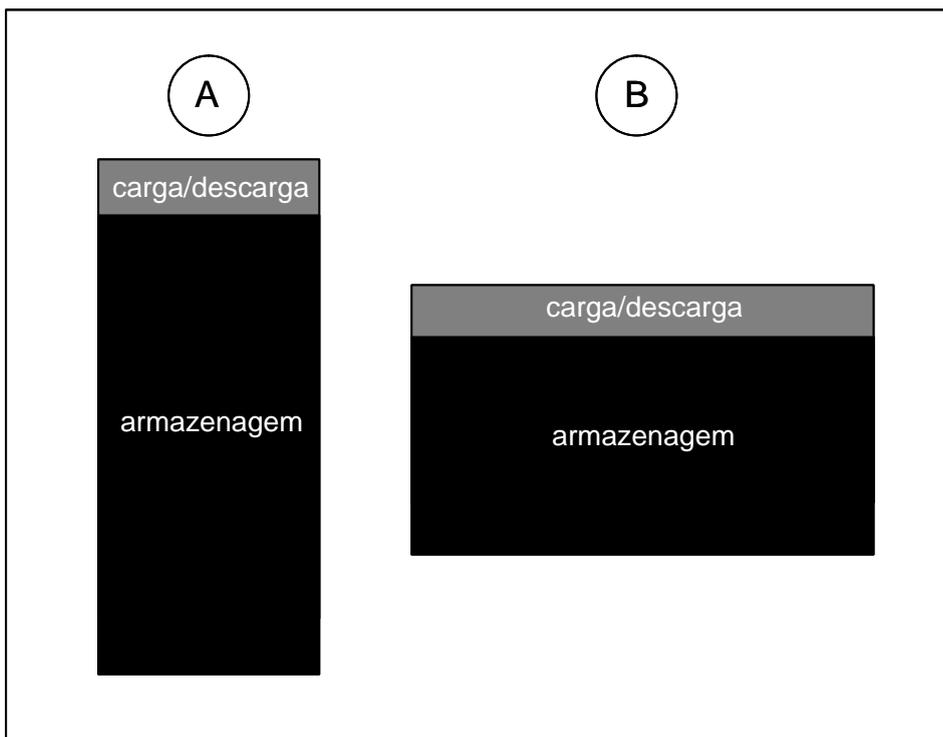
A armazenagem está diretamente ligada à movimentação ou manuseio das cargas e os equipamentos e sistemas neles empregados provocam impacto na produtividade operacional na função armazenagem (DIAS, 1993).

A eficiência de um sistema de armazenagem depende de fatores, tais como o giro previsto dos produtos, a condição física dos materiais (gases, sólidos e líquidos) e suas subdivisões. Os equipamentos e tecnologia aplicados também influenciam diretamente, porém, não há modelo ideal. Para cada perfil de operação pode-se configurar diferentes modelos de operação.

A seguir apresentam-se características relevantes na montagem das estratégias operacionais de armazenagem.

### **2.3.1 Layout**

A intensidade do fluxo e o tipo dos materiais a serem armazenados determinam a escolha do *layout*. Além disso, cenários como a possibilidade de expansões podem também interferir na escolha. O *layout* adequado busca atender às necessidades de movimentação e armazenagem com o menor emprego possível de mão de obra e equipamentos possível. A Figura 3 exemplifica o impacto que o *layout* pode causar em uma operação. Independentemente de questões como dimensões do terreno, um *layout* do tipo A pode se adequar muito bem em uma operação de baixo fluxo de materiais e otimizar a capacidade de armazenagem em função de menor necessidade de corredores. O *layout* de tipo B já é mais indicado para operações com alto fluxo de materiais (IMAM, 1996).



**Figura 3:** Exemplo Básico de *layout* de Armazém  
**Fonte:** IMAM (1996)

### 2.3.2 Embalagem e Unitização

As embalagens são fatores importantes na função armazenagem e determinam características da operação, tais como a capacidade de empilhamento, no caso de produtos sólidos. Outro ponto importante no emprego adequado de embalagens é o impacto que estas podem causar na qualidade intrínseca do produto. Problemas com embalagens podem causar um grande volume de retrabalho, manuseio e armazenagem de produtos danificados. Alguns tipos de embalagens são: caixas de papelão, caixas de madeira, tambores, fardos e sacos.

Mais recentemente, tem sido dada importância a embalagens recicláveis. Tais tipos de embalagens exigem características especiais de projeto e de utilização, tais como caminhos de retorno, mas, em contrapartida oferecem importante fonte de redução de custo. Adlmaier e Sellitto (2007) fazem uma revisão sobre embalagens recicláveis e apresentam um caso sobre modificações em projeto de embalagem e

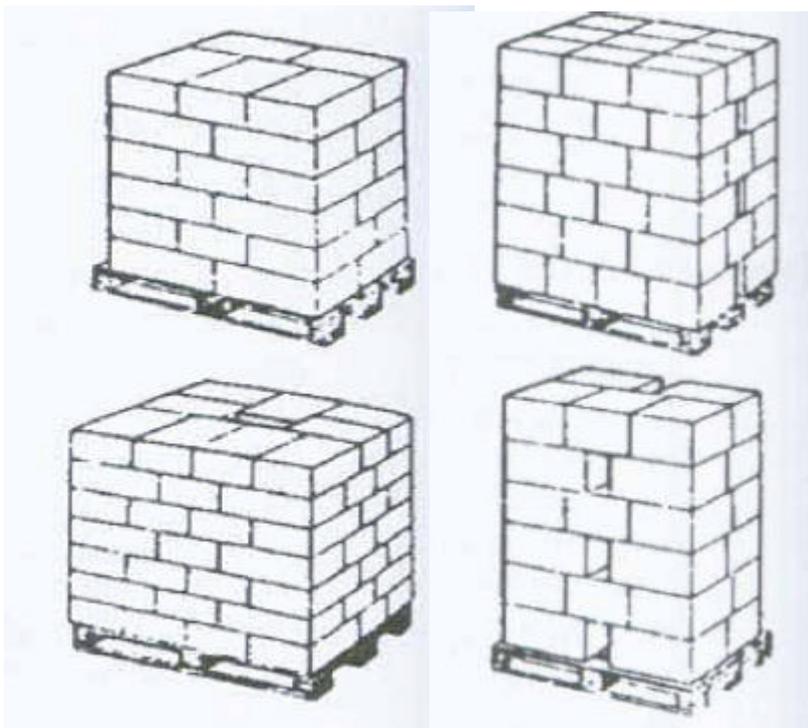
na logística de uma operação industrial para possibilitar o retorno e reaproveitamento das mesmas.

A unitização de cargas ou embalagens é um conceito que visa a otimizar o manuseio, transporte e a armazenagem de itens. Pela coletivização das unidades é possível tratar um conjunto de unidades como um só volume. Os produtos podem ser armazenados de diversas formas, desde seu acondicionamento mais rústico, tais como soltos a granel sobre o piso, até as formas mais sofisticadas com a utilização de sistemas de informática avançados e robótica. A definição de qual sistema de estocagem a ser utilizado varia de acordo com fatores como a densidade do produto, o tamanho dos lotes e o valor agregado do produto.

O dispositivo mais comum que permite a formação da carga unitária é o *pallet* (Figura 4), um estrado, mais comumente de madeira, de diversas dimensões. Sua aplicação proporciona uma base para que os produtos possam ser acondicionados ordenadamente e movimentados de uma única vez, conforme Figura 5, utilizando-se um equipamento de movimentação de materiais tais como uma transpaleteira ou uma empilhadeira. Equipamentos mais sofisticados também podem ser encontrados em armazéns, tais como o transelevador, um aparato que combina tecnologia mecânica e de automação para localização, depósito e coleta automática de itens paletizados (IMAM, 1996).

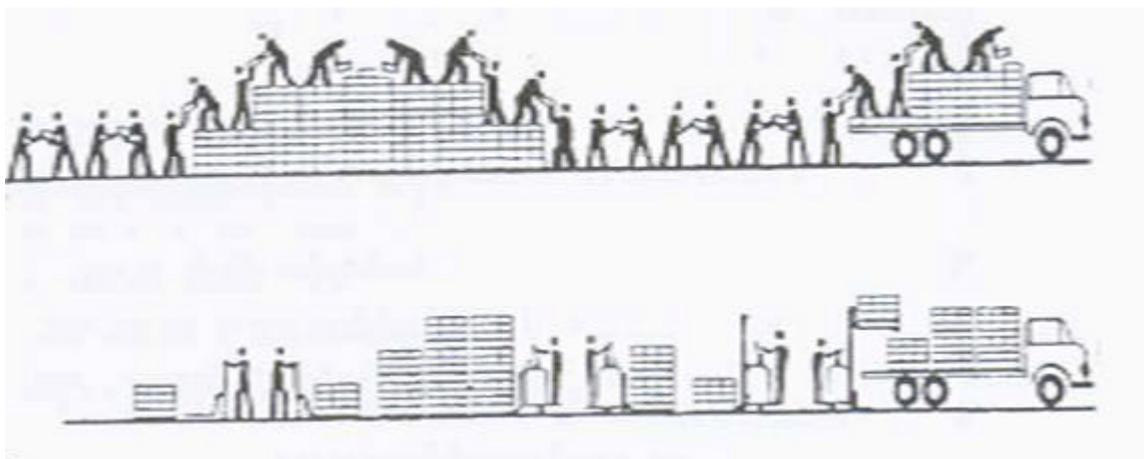


**Figura 4:** Exemplo de *Pallet* de Madeira  
**Fonte:** IMAM (1996)



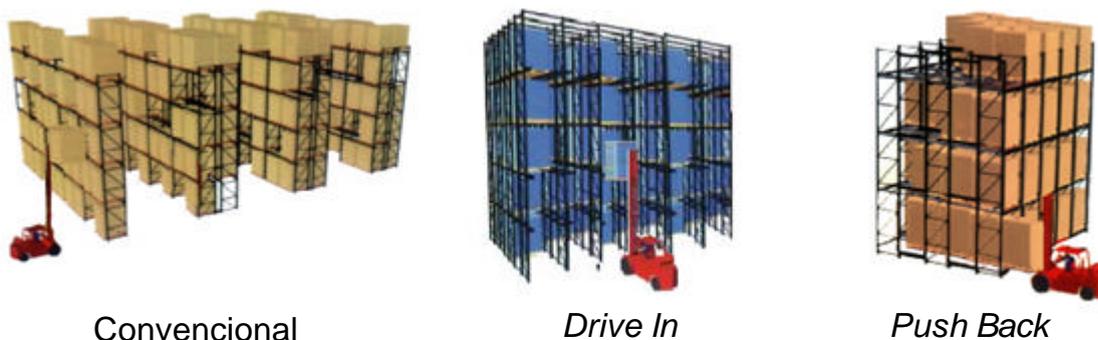
**Figura 5:** Exemplo de Cargas Unitizadas sobre *Pallets*  
**Fonte:** IMAM (1996)

Com o emprego da unitização, pode-se extrair uma maior produtividade na armazenagem e movimentação de materiais, com a utilização de menos mão-de-obra, conforme ilustração da Figura 6.



**Figura 6:** Ilustração de Movimentação de Cargas Unitizadas *Versus* Cargas Manuais  
**Fonte:** IMAM (1996)

Um dos equipamentos de armazenagem são os porta-*pallets*, que podem ser de diversos tipos. A Figura 7 mostra alguns destes.



**Figura 7:** Tipos de Porta *Pallets*  
**Fonte:** Águia Sistemas (2008)

### 2.3.3 Sistemas de Informação e Controle de Armazenagem

O controle de armazenagem pode ser feito por sistemas (*softwares*) de gerenciamento da movimentação e armazenagem de produtos nos armazéns. Estes sistemas são conhecidos como WMS (*Warehouse Management System*). Sua função é controlar as etapas do processo de movimentação de entrada e saída de produtos e a operação de armazenagem. De forma genérica, os principais controles oferecidos por sistemas WMS são (BANZATO, 1998):

- endereçamento: consiste em o sistema designar a localização em que o produto que está sendo recebido deve ser armazenado, baseado em critérios tais como o giro do produto, sua densidade e suas dimensões;
- controle dos dados dos produtos: o sistema deve gerenciar as informações referentes à validade dos produtos armazenados, sua localização dentro do armazém, seu lote de fabricação e suas quantidades. Tais dados são utilizados no atendimento aos pedidos dos clientes, permitindo, por exemplo, a rastreabilidade de lotes; e,
- separação: consiste em o sistema definir qual produto deverá ser separado para atender a um determinado pedido. Essa definição deve atender aos parâmetros designados na formatação do sistema, por

exemplo, definições como o produto mais próximo de vencer é o que deve ser separado e expedido primeiro.

Os sistemas WMS podem ter diferentes níveis de atuação, dependendo da estratégia traçada pelo gestor responsável, que por sua vez, deverá estar apoiada nas necessidades operacionais específicas de cada operação (complexidade, tamanho do armazém, giro de estoques, quantidade de itens diferentes, etc.).

Um recurso tecnológico que pode ser útil em informação e controle de armazenagem é a identificação por radiofrequência (RFID – *radio-frequency identification*). Sua operação requer um conjunto de itens e equipamentos: etiquetas, antenas e controladores. A RFID dá mais visibilidade do que outros métodos, tais como códigos de barras, em sistemas com expressivo número de itens, pois pode rastrear simultânea e individualmente todos os indivíduos de todos os itens, não só durante a armazenagem e transporte ao longo da cadeia de suprimentos, mas também até a entrega ao consumidor final. Como exige alto investimento fixo, sua adoção é mais indicada em sistemas de armazenagem e distribuição de grande porte e alta complexidade, principalmente devida à variedade de produtos constantes do composto de produção (GONÇALVES, 2007).

As etiquetas podem ser ativas ou não, dependendo se possuem ou não bateria incorporada. Podem ser encontradas em formatos diversos, sendo empregadas em diversos tipos de produto, desde carga viva (bovinos, eqüinos, etc.), passando por matérias-primas (contêineres), chegando até a produtos finais elaborados, tais como sub-sistemas de diversas cadeias, inclusive automotiva.

## 2.4 MENTALIDADE ENXUTA

O conceito de Mentalidade Enxuta (ou *Lean Thinking*) está baseado no Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi desenvolvido em ambiente de manufatura, na indústria automobilística, como uma forma de contraponto à lógica da produção em massa, porém, ao mesmo tempo, também como uma forma de evolução dos métodos produtivos utilizados na manufatura.

### 2.4.1 A Produção em Massa

Henry Ford é considerado o criador do sistema de produção em massa, suportado no conceito de linha de montagem. Trata-se de uma linha de montagem onde os produtos são transportados no interior da fábrica de estação em estação de trabalho, reduzindo a movimentação dos operários no processo produtivo. Esse conceito permitiu um aumento de velocidade e ritmo de produção, de forma econômica e padronizada.

O sistema de produção em massa foi um avanço na tecnologia de produção, especialmente se comparado ao sistema artesanal existente anteriormente. Entretanto, a criação desse sistema não foi a única contribuição de Ford para a indústria automobilística. Para desenvolver seu sistema de produção, Ford foi forçado a desenvolver um complexo sistema de relações que extrapolaram o âmbito das fábricas e indústrias por todo o mundo, atingindo profundamente todo o estilo de vida das pessoas e dos países pelo mundo afora, influenciando não só o modo como as pessoas trabalham e obtém renda, mas também aquilo que consomem, admiram e o modo como vivem (Shingo, 1996).

No final do século XIX, a produção automobilística era artesanal, em uma baixíssima escala de produção (menos de 1.000 unidades por ano). Esse tipo de produção requeria uma força de trabalho extremamente qualificada – os artesãos e tinha uma organização muito descentralizada, de forma que as peças e partes do projeto do automóvel eram fornecidas por pequenas oficinas, além disso, os custos unitários de produção não diminuam com o volume (WOMACK *et al*, 1992).

Após a Primeira Guerra Mundial, a indústria automobilística evoluiu para a produção em massa. Os veículos produzidos pelo sistema artesanal só poderiam ser adquiridos por uma parcela pequena da população, devido ao seu alto custo e a falta de capacidade desse tipo de produção desenvolverem novas tecnologias.

Em 1908, após cinco anos de projetos, o Modelo T da Ford atingiu dois objetivos importantes: ser um carro projetado para a manufatura e ser amigável ao consumidor, qualquer um poderia consertar ou dirigir o carro sem precisar de mecânico ou motorista. A chave para a produção em massa foi a padronização de peças, permitindo a intercambialidade e facilidade de ajustá-las entre si. Inicialmente os carros eram montados sobre plataformas, onde um só ajustador poderia montar o

carro inteiro. Esse modelo no entanto, fazia com que o montador precisasse se deslocar muito para a obtenção de peças. Em 1913, Ford introduziu a linha de montagem, fazendo com que o carro se deslocasse até o trabalhador estacionário especializado em uma única tarefa (que mais tarde permitiu a intercambialidade do próprio trabalhador, uma vez que com poucos minutos de treinamento já estava apto a realizar suas atividades específicas). Tais inovações produziram um salto notável na produtividade, conforme Tabela 1 abaixo, segundo Womack *et al.* (1992, p. 17).

**Tabela 1:** Produção Artesanal Versus Produção em Massa na Área de Montagem: 1913 Versus 1914

<b>Minutos para Montar</b>	<b>Produção Artesanal Tardia Outono 1913</b>	<b>Produção em Massa Primavera 1914</b>	<b>Percentual da Redução do Esforço</b>
Motor	594	226	62
Gerador	20	5	75
Eixo	150	26,5	83
Componentes principais em um veículo completo	750	93	88

**Fonte:** Womack et al. (1992, p. 17)

Em 1920, Ford produziu dois milhões de carros iguais em um ano e o custo real ao consumidor foi reduzido em aproximadamente 70%.

Com o estupendo crescimento e com a verticalização de seu sistema produtivo, Henry Ford viu a complexidade de gerenciar seu negócio, de forma centralizada em si mesmo, atingir níveis insustentáveis. Aliado a isso, a crescente demanda por variabilidade no mercado de automóveis, a falta de flexibilidade de seu sistema produtivo e o acirramento da concorrência (principalmente a General Motors, que já detinha técnicas de gestão mais descentralizadas) começavam a pressionar o modelo de produção em massa para uma ruptura.

As dificuldades na relação com os trabalhadores é outro ponto que merece destaque. Abaixo, trecho de matéria publicada na revista *Fortune* de 1970.

(...) O fato central a respeito dos novos trabalhadores é que eles são jovens, e trazem com eles, para as plantas, as novas perspectivas da juventude americana em 1970. (...) As novas atitudes ultrapassam as fronteiras raciais. Trabalhadores negros e brancos possuem expectativas mais elevadas sobre suas atividades de trabalho e sobre os salários que receberão, bem como sobre a vida que irão levar. Eles são inquietos, inconstantes, instáveis, características que levam à transitoriedade, o que dificulta o ajustamento a uma linha de montagem. O profundo descontentamento com o trabalho e o desejo de fugir torna-se terrivelmente claro duas vezes por dia, quando findam os turnos, e os homens correm em debandada através dos portões da fábrica em direção aos estacionamentos, onde às vezes correm perigo de vida em sua pressa de ir embora. (...) O absenteísmo aumentou intensamente; dobrou nos últimos dez anos na GM e na Ford, tendo se elevado mais fortemente no ano passado. (...) Os atrasos cresceram, tornando ainda mais difícil dar início à produção a cada começo de turno, após os chefes de seção terem conseguido amealhar trabalhadores para substituir os ausentes. As queixas sobre a qualidade aumentam fortemente. Existe um número maior de discussões com os chefes, mais reclamações sobre disciplina, sobre trabalho além do tempo, mais ressentimentos. A rotatividade é maior. A percentagem de pedidos de demissão na Ford no ano passado foi de 25,2%. (...) Alguns trabalhadores da linha de montagem mostram tal desvinculação com a atividade de trabalho que, como relatam os gerentes com perplexidade, vão embora quando da mudança de turno e não voltam sequer para receber pelo tempo em que trabalharam. O resultado de toda essa confusão é, inevitavelmente, desperdício de força de trabalho, menor eficiência, maiores custos, necessidade de mais inspeções e reparos, e um agudo prejuízo para a reputação da empresa, com consumidores irritados com os defeitos em seus novos e cintilantes automóveis. Em algumas plantas o descontentamento dos trabalhadores chegou a tal ponto que passou a ocorrer flagrante sabotagem. Parafusos foram deixados nos tambores de freio, ferramentas foram soldadas nos pára-lamas (para causar um barulho misterioso e infundável), houve riscos na pintura e cortes nos estofamentos. (...) é significativo que o problema do absenteísmo seja especialmente severo na indústria automobilística, na qual trabalhadores menos qualificados, e portanto, menos motivados constituem 70% da força de trabalho, em contraste com uma média de apenas 10% de trabalhadores desqualificados na indústria como um todo. (GOODING, 1970, p. 69-70 e 112)

#### **2.4.2 O Sistema Toyota de Produção (STP)**

O STP foi desenvolvido através de tentativa e erro durante décadas (FUJIMOTO, 1999). A eficiência produtiva demonstrada pelo sistema fez com que muitos estudiosos se interessassem em compreender e aplicar esse sistema (WOMACK e JONES, 1998).

Ohno (1997), considerado o idealizador do STP, define a base do sistema como a absoluta eliminação do desperdício, suportada por dois pilares: *just-in-time* e

autonomação. *Just-in-time* é o sistema no qual algo somente é produzido no momento necessário, puxado pela demanda do processo posterior e, em última instância, pelo cliente final. Autonomação tem o sentido de automação com interferência humana, e abrange o aumento de produtividade através da separação dos tempos das atividades das máquinas e de seus operadores, possibilitada por mecanismos tais como a parada automática de máquina, impedindo que erros sejam produzidos em série.

Em 1950, a Toyota Motor Company havia produzido 2.685 automóveis enquanto a fábrica da Ford em Detroit, em apenas um único dia, produzia 7.000 veículos (WOMACK e JONES, 1998). Neste mesmo ano, Eiji Toyoda fez uma visita de três meses na fábrica da Ford e constatou que seria possível melhorar o sistema de produção ali existente. Ao retornar ao Japão, junto com Taiichi Ohno começaram a gerar o que se chamaria de Sistema Toyota de Produção.

As diferenças no ambiente econômico entre o que Eiji Toyoda viu em Detroit e a realidade do Japão de 1950 eram muito grandes. O mercado doméstico japonês era limitado, exigindo maior variabilidade de modelos em um volume de produção muito menor. O mercado externo se protegia contra exportações japonesas ao mesmo tempo que estava ansioso em operar no Japão, o que provocou uma reação do governo japonês proibindo investimentos externos diretos na indústria automobilística japonesa. Outro aspecto importante era o perfil da mão de obra existente, nativa do Japão muito pouco propensa a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável. Além desses pontos, a economia japonesa estava devastada pela guerra em uma situação em que a compra de tecnologias de produção ocidentais era quase impossível.

Nesse contexto, a construção do STP se iniciou e o grande objetivo, como já observado, era a eliminação dos desperdícios ou perdas. O conceito de perda, cujo significado está relacionado à incorporação do cliente no conceito da produção (SHINGO, 1996). Para uma melhor compreensão deste conceito, Shingo propõe a classificação do trabalho em três categorias (ANTUNES JR., 1995):

- trabalho efetivo, no qual as atividades desenvolvidas geram custos e modificam o material ou serviço e agregam valor ao produto (por exemplo, colocação de portas, levantamento de alvenaria);

- trabalho adicional são atividades que geram custos, não agregam valor ao produto, mas são necessárias ao trabalho efetivo (por exemplo, transporte vertical de materiais em obras de edificações);
- perda é definida como toda atividade (como retrabalho, transporte desnecessário de materiais) ou não atividade (como espera e ociosidade) que geram custo e não agregam valor ao produto.

Após a classificação do trabalho, as perdas foram também classificadas, em sete categorias:

- Perdas por Superprodução: estas são as perdas mais importantes por terem a propriedade de esconderem as demais perdas e pela dificuldade de serem eliminadas. A perda por superprodução pode ser por produzir mais do que o necessário ou produzir antecipadamente às necessidades;
- Perdas por Transporte: são todas as atividades de movimentação de materiais que geram custo e não agregam valor. Elas devem ser minimizadas, até o limite de sua eliminação;
- Perdas no Processamento: são as atividades do processamento que poderiam ser eliminadas sem alterar as funções básicas do produto;
- Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos: as perdas por fabricação e produtos defeituosos consistem na fabricação de componentes ou produtos que não estão dentro das especificações do projeto;
- Perdas no Movimento: as perdas por movimentação estão diretamente relacionadas aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação;
- Perdas por Espera: as perdas por espera são associadas ao tempo em que nenhum processo ou operação é executado pelos operadores ou máquinas, embora seus custos horários continuem ocorrendo;
- Perdas por Estoque: as perdas por estoque acontecem pela manutenção de estoque de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados, que geram custo financeiro e podem ocasionar perdas de oportunidades de negócios. A principal causa desta perda é o desbalanceamento entre o período de compra e o de produção.

Baseado nos dois pilares de sustentação, o *just-in-time* e a autonomia, o STP consiste em buscar a eliminação das perdas acima relacionadas, em uma perspectiva de melhoria contínua com a utilização de diversas ferramentas de gestão.

### 2.4.3 A Mentalidade Enxuta

A partir dos resultados que o STP produziu na indústria automobilística, seus fundamentos foram disseminados e outros setores iniciaram a aplicação dos conceitos da STP. Womack e Jones (1998) cunharam então o termo Mentalidade Enxuta (ou *Lean Thinking*), uma vez que se buscava em todo tipo de organização a eliminação das perdas ou desperdícios. Não se tratava mais de uma técnica restrita ao setor automobilístico.

Após anos de pesquisa e interação com muitas platéias, Womack e Jones sintetizaram a Mentalidade Enxuta em cinco princípios (WOMACK e JONES, 1998):

- **Especificação do valor:** o ponto de partida para a mentalidade enxuta é o valor, e este só pode ser definido pelo cliente final. De acordo com o nível de atendimento do produto (bem e/ou serviço) às expectativas do cliente em relação às suas necessidades, preço, quantidades e momento específico;
- **Identificação da cadeia de valor:** o mapeamento das atividades de produção de um bem ou serviço permite o diagnóstico da situação atual e das perdas na cadeia, bem como, evidenciar ações para sua eliminação. Caracterizam-se três situações básicas: (i) processos que criam valor percebido pelo cliente; (ii) processos que não criam valor, mas que não podem ser eliminadas; e (iii) processos que não criam valor ao cliente e podem ser eliminadas;
- **Fluxo:** após a etapa anterior, o que permaneceu na cadeia deve fluir o mais facilmente possível, de forma que o fluxo seja acelerado e os tempos de atravessamento reduzidos;
- **Estabelecimento da produção puxada:** após o enxugamento dos processos e da aceleração do fluxo, deve-se estabelecer o equilíbrio do

que é processado com a demanda do cliente. Desta forma, cada atividade só é executada se acionada por sua atividade subsequente, sendo o cliente a última etapa e o gerador do processamento das atividades;

- **Perfeição:** após cumprir os passos anteriores, deve-se retornar ao início. Essa sistemática permite a criação de um ciclo sustentável de melhoria.

Com esses cinco princípios a aplicação dos conceitos inicialmente desenvolvidos e aplicados no STP poderiam facilmente ser replicados em outros setores.

De forma estruturada, o Quadro 1 mostra as conexões entre os objetivos, princípios, elementos fundamentais e ferramentas da Mentalidade Enxuta.

Objetivos	Princípios	Elementos fundamentais	Exemplos de ferramentas
Melhorar continuamente a competitividade da empresa, através de:  - eliminação dos desperdícios; - consistente-mente atender aos requisitos dos clientes em variedade, qualidade, quantidade, tempo, preço	VALOR	Pacote produto/serviço de valor ampliado	- Variedade de produtos planejada
		Redução de <i>lead times</i>	- Engenharia simultânea
	FLUXO DE VALOR	Alta agregação de valor na empresa estendida	- Mapeamento do fluxo de valor - Parcerias com fornecedores
		FLUXO	Produção em fluxo
	Trabalho padronizado		- Gráfico de Balanceamento de operador - Gerenciamento visual
	PUXAR	Produção e <i>entrega just-in-time</i>	- Takt Time (ritmo da demanda) - Kanban - Nivelamento da Produção
		Recursos flexíveis	- <i>Set-up</i> rápido - Equipamentos flexíveis - Multifuncionalidade de operadores
	PERFEIÇÃO	Aprendizado rápido e sistematizado	- Equipes auto gerenciáveis - Cinco por quês - Programa de sugestões - 5S
		Foco comum	- Compromissos da Direção da empresa com os funcionários - Treinamento de todos na empresa e fornecedores nos princípios e ferramentas <i>lean</i> - Simplicidade na comunicação

**Quadro 1:** Uma Visão das Conexões entre Objetivos, Principias, Elementos Fundamentais e Ferramentas *lean*

**Fonte:** Baseado em PICCHI (2001a)

Assumindo que o objetivo da empresa é continuamente melhorar sua competitividade, dois nichos são estabelecidos, um intrínseco à empresa: a eliminação dos desperdícios (entendendo que desperdício é tudo aquilo que não gera valor ao cliente) e outro extrínseco à empresa: atender às demandas dos clientes em variedade, qualidade, quantidade, tempo e preço. Uma vez definidas essas estratégias, os cinco princípios (já mencionados anteriormente) são estabelecidos no sentido de atender a essas estratégias.

Para cada princípio, são definidos os elementos fundamentais e suas respectivas ferramentas de gestão que dão suporte para o princípio em que estão inseridos, a seguir são apresentados alguns exemplos dentro de cada princípio:

- VALOR: no caso de uma empresa que comercializa produtos, segundo a Mentalidade Enxuta é primário definir o que é valor do ponto de vista do cliente. Para que isso ocorra um elemento fundamental é o pacote de valor ampliado, onde os atributos do produto objetivam agregar mais valor ao produto do ponto de vista do cliente. Para apoiar esse elemento, é importante o uso de uma ferramenta de gestão que planeje e determine a variedade de produtos a ser oferecida aos clientes;
- CADEIA DE VALOR: uma vez que o valor está determinado, o passo seguinte é analisar os processos da empresa como um todo para manter e melhorar os processos que agregam valor e eliminar os processos que não geram valor. Um elemento fundamental nesse princípio é a alta agregação de valor na empresa estendida<sup>1</sup>, é importante que os fornecedores, que fazem parte da cadeia de valor, também estejam orientados ao que agrega valor ao cliente. Uma ferramenta importante nesse processo é o mapeamento do fluxo de valor, onde se investiga e se classifica cada etapa do processo produtivo;
- FLUXO: com a cadeia de valor mapeada, deve-se estabelecer um fluxo produtivo da forma mais **acelerada possível**, reduzindo os tempos de atravessamento dos produtos em processo. Um elemento fundamental é a produção em fluxo, onde os processos são estudados e ordenados em

busca do atendimento desse princípio. Um exemplo de ferramenta é o *poka-yoke*<sup>2</sup>, evitando que erros aconteçam e faça com que o fluxo retroceda;

- PUXAR: no princípio puxar, um elemento fundamental é a entrega *just in time*, sem esse elemento não é possível operar no conceito de produção puxada, pois quando o processo subsequente demandar ou “puxar” o recurso antecedente, este precisa ter agilidade de resposta e uma vez que os estoques já foram definidos como desperdício, a entrega *just in time* se torna fundamental para que o processo flua sendo puxado pelo último elo da cadeia que em última instância é o cliente final. Uma vez que os elementos fundamentais estão definidos, é necessária a utilização de ferramentas de gestão em cada elemento, fornecendo as bases para o funcionamento de todo o processo. Seguindo o exemplo anterior, a utilização da ferramenta *kanban* permite uma fácil e rápida visualização da quantidade do momento de repor os materiais necessários para o atendimento da demanda em um processo produtivo, desta forma e juntamente com os *inputs* de outras ferramentas, o elemento *just in time* tem subsídios de informação para funcionar adequadamente e contribuir no atendimento ao princípio que está suportando, no caso, a produção puxada;
- PERFEIÇÃO: o princípio perfeição estabelece a busca incessante por aprimoramentos no processo. Os elementos fundamentais são voltados a melhoria contínua onde ferramentas como programa de sugestões e cinco porquês exploram possibilidades de melhoria nos padrões implementados.

Pode-se perceber claramente um encadeamento lógico dentro da Mentalidade Enxuta que permite um desenvolvimento contínuo da competitividade da empresa, sendo: (i) define-se o que é valor, algo que o cliente final está disposto a precificar, (ii) mapeia-se o fluxo de valor existente, buscando eliminar tudo que não contribui para agregar valor, (iii) acelera-se esse fluxo o máximo possível,

---

<sup>1</sup> Empresa estendida é um conceito onde os fornecedores presentes na cadeia da empresa são considerados no processo; Womack e Jones (1998) cunham um termo interessante ao explicar esse processo: *empreendimento enxuto*.

<sup>2</sup> *Poka-yoke* é um mecanismo a prova de erros que se cria no processo produtivo de forma que o operador não consiga, por exemplo, ir adiante em uma montagem errada.

concentrando-se sempre no que gera valor, (iv) cria-se mecanismos de acionamento dos processos a partir do último ponto, para que toda a “máquina” só funcione para atender uma demanda existente e não uma expectativa e finalmente (v) busca-se a perfeição revisitando cada etapa buscado sempre melhorar cada processo.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na função armazenagem estão compreendidas as atividades de manuseio e estocagem. E dentro destas atividades é possível a combinação de várias tecnologias, tipos de instalações e equipamentos.

A compreensão do perfil de cada operação logística e suas características específicas permite que se monte uma estratégia na qual se utilizem os equipamentos mais adequados e se organize o fluxo de materiais da maneira mais racional possível, buscando a maior eficiência nas operações da função armazenagem.

Por outro lado, um objetivo importante da Mentalidade Enxuta é a busca pela menor quantidade possível de materiais armazenados. Este é um ponto importante do presente trabalho. Apesar de já delimitado conceitualmente no capítulo I, cabe esclarecer ainda mais esta dicotomia.

A produção de resinas termoplásticas implica formação de estoques cíclicos, de acordo com a classificação de Plossl (1985), em função do lote econômico de produção ser grande em relação à demanda imediata de mercado de determinado item. Logo, é produzido muito mais do que o necessário para atender uma demanda imediata. A produção é realizada segundo o lote econômico e o excedente é armazenado para atender demandas futuras desse mesmo item. A partir desse fato, a formação de estoques de produto acabado na indústria petroquímica de resinas termoplásticas é uma realidade. Mesmo assim isso não significa que não se possam aplicar os princípios da Mentalidade Enxuta na função armazenagem.

Dada a existência desses estoques, é propósito desse estudo analisar essa realidade à luz da Mentalidade Enxuta e construir uma ferramenta de avaliação da aderência dos princípios da Mentalidade Enxuta em um processo que essencialmente não gera valor ao produto, a armazenagem. Por conseguinte, o

trabalho avança na exploração das possibilidades de aplicação dos princípios da Mentalidade Enxuta em processos de apoio à manufatura, tal como a armazenagem.

### 3 OBJETO DE ESTUDO

O terceiro capítulo traz informações acerca do objeto de estudo, cenário onde será aplicada a pesquisa do presente trabalho.

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS AO CAPÍTULO

A armazenagem das resinas termoplásticas, em forma de produto acabado e embalado, objeto do presente estudo, ocorre, na maioria das vezes, nos próprios locais de produção, mais especificamente, em instalações de armazenagem dentro da área das fábricas. Os resultados observados desta estratégia têm sido considerados adequados, segundo o mencionado sobre planejamento de operações logísticas, expostas anteriormente, e aos seguintes fatos:

- os embarques nacionais são, em sua quase totalidade, feitos em modal rodoviário e em cargas fechadas de carretas. O transporte ferroviário nacional, no momento, não possui competitividade suficiente para atender as demandas operacionais do setor;
- como a malha de distribuição é simples, uma vez que se tratam de entregas únicas, do tipo ponto-a-ponto, sem a necessidade de roteirização, a prática de consolidação de estoques se torna mais facilitada e propícia aos objetivos logísticos das empresas;
- o mercado comprador de resinas é composto por empresas processadoras e não por consumidores finais, o que aumenta a previsibilidade da demanda, o tamanho e a padronização dos lotes, fazendo com que a distância entre o local que o produto está armazenado e o ponto de uso não seja um fator crítico, permitindo planejar o transporte com eficácia.

Este capítulo tem o objetivo de fornecer informações empíricas a respeito do objeto de estudo. O objeto de estudo pode ser examinado em duas dimensões: (i) a

empresa que atua na prestação dos serviços de armazenagem dos produtos estudados e, (ii) o setor industrial em que tais produtos estão contidos.

### 3.2 A EMPRESA ESTUDADA

O GRUPO PREDIAL é uma *holding* controladora de empresas atuantes no mercado de prestação de serviços com foco de atuação em grandes clientes e especializado na operação de serviços do tipo “*Indoor*”, ou seja, os serviços prestados pela empresa ocorrem dentro das instalações do cliente. Uma parte dos equipamentos necessários ao serviço pertence aos clientes, tais como equipamentos fixos de ensaque, instalações de armazenagem e áreas de embarque e administrativas. Outra parte é de responsabilidade da empresa, tal como equipamentos móveis de carga, descarga e movimentação de materiais e sistemas de informação interna.

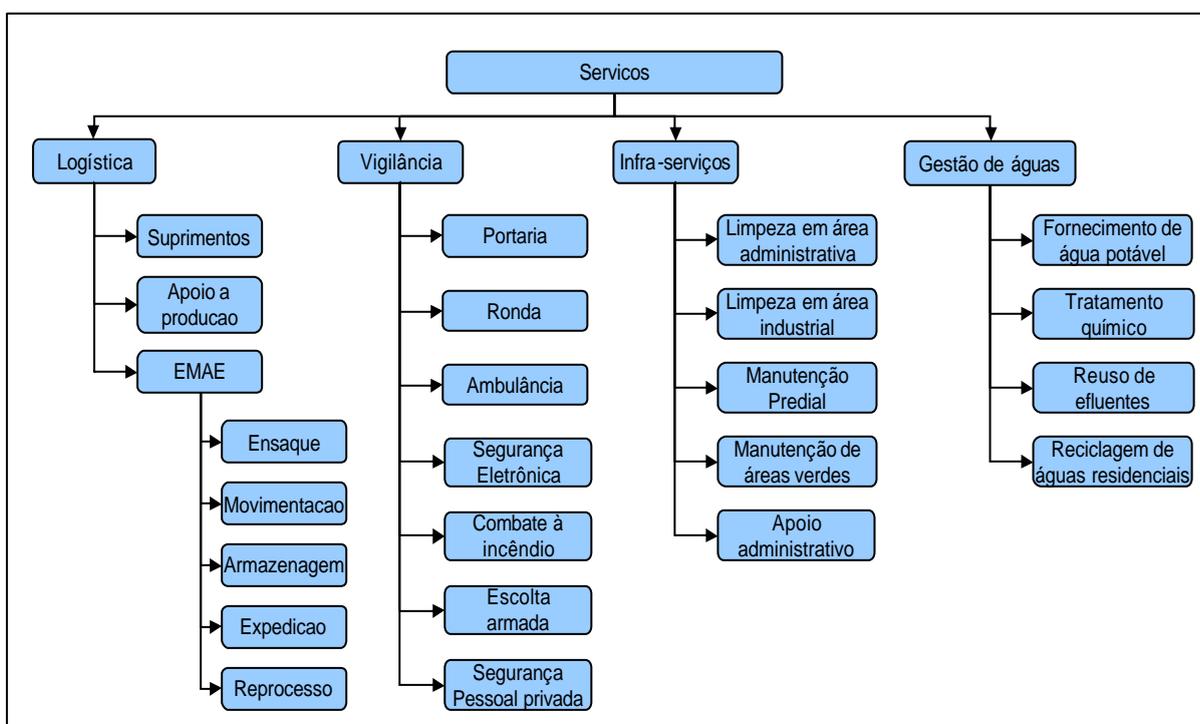
A empresa é uma sociedade anônima de capital fechado, resultado da consolidação de cinco empresas de prestação de serviços. O seu histórico de origem está detalhado abaixo.

- 1962 - o Grupo Predial foi fundado na Bahia, por Hélio Bandeira Neves. O seu foco de atuação foi em serviços de manutenção e zeladoria de infraestrutura no setor público;
- 1992 – A empresa foi adquirida por Carlos N. Pedreira e detinha, na ocasião, cinco clientes, todos no setor público;
- 1993 – O grupo entrou no setor de segurança, a partir da aquisição da empresa INTERSEG, posteriormente nomeado GRUPO PREDIAL;
- 1995 – A empresa conquistou seu primeiro contrato de prestação de serviços em logística;
- 1999 – O grupo conquistou o contrato de logística no Pólo Petroquímico de Triunfo, RS;
- 2003 – Foi iniciado o processo de profissionalização da gestão, por meio da contratação da empresa Valora Gestão de Negócios;

- 2006 – Foi criada a empresa In-Haus, segmentando e aprofundando sua atuação no mercado de Logística;
- 2006 – Foi adquirida a empresa Ecopolo, marcando a entrada do Grupo no mercado de águas e efluentes;
- 2006 – Foi adquirida a empresa Planem, aumentando a capacidade técnica do grupo na atividade de segurança patrimonial eletrônica e monitoramento.

O GRUPO PREDIAL conta com 7.000 colaboradores e um faturamento médio recente de R\$170 milhões por ano. Tem atuação nacional, com sede localizada em São Paulo, possui base regional nos estados da Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Como uma empresa de prestação de serviços, o GRUPO PREDIAL atua nos mercados de infra-serviços, segurança, águas e efluentes e logística, sendo a responsável pela estruturação e operação dos serviços.

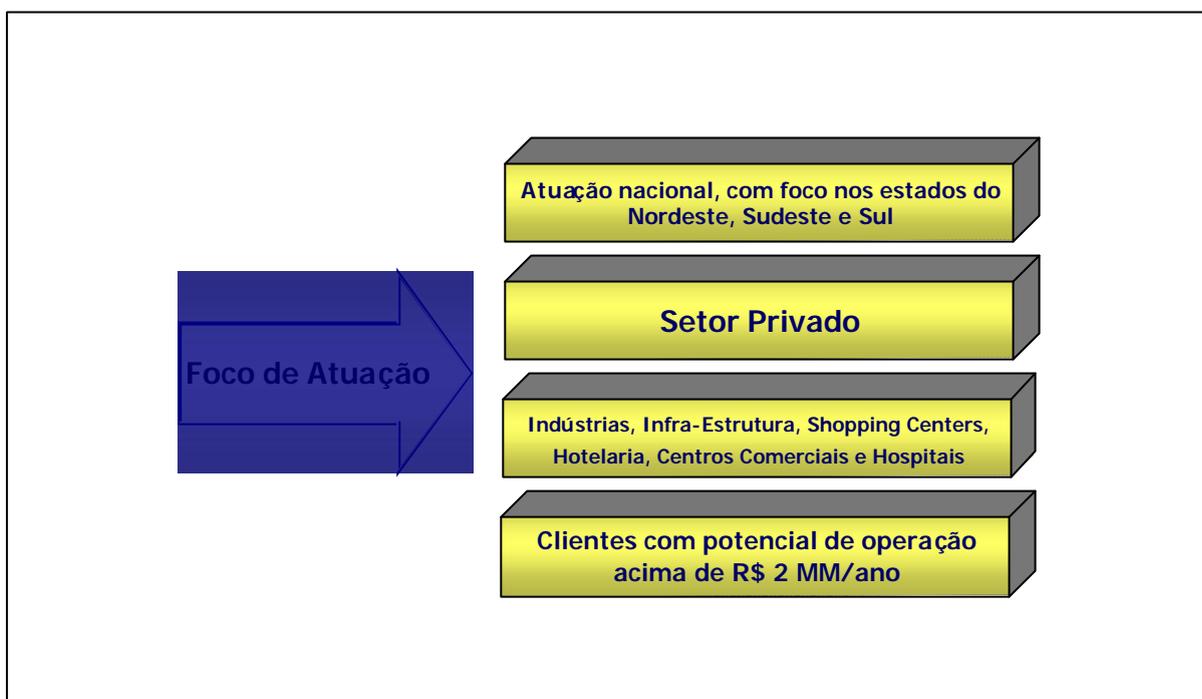
As soluções oferecidas pela empresa estão organizadas em quatro grupos, conforme especificado na Figura 8.



**Figura 8:** Serviços Oferecidos pelo GRUPO PREDIAL

Fonte: Grupo Predial (2008)

O foco de atuação da empresa pode ser verificado na Figura 9. O presente estudo está relacionado com os contratos de logística no Pólo Petroquímico de Triunfo, onde a empresa possui significativa atuação na função armazenagem.



**Figura 9:** Foco de Atuação do GRUPO PREDIAL  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Os principais contratos de prestação de serviços logísticos em vigor com seus respectivos dados são:

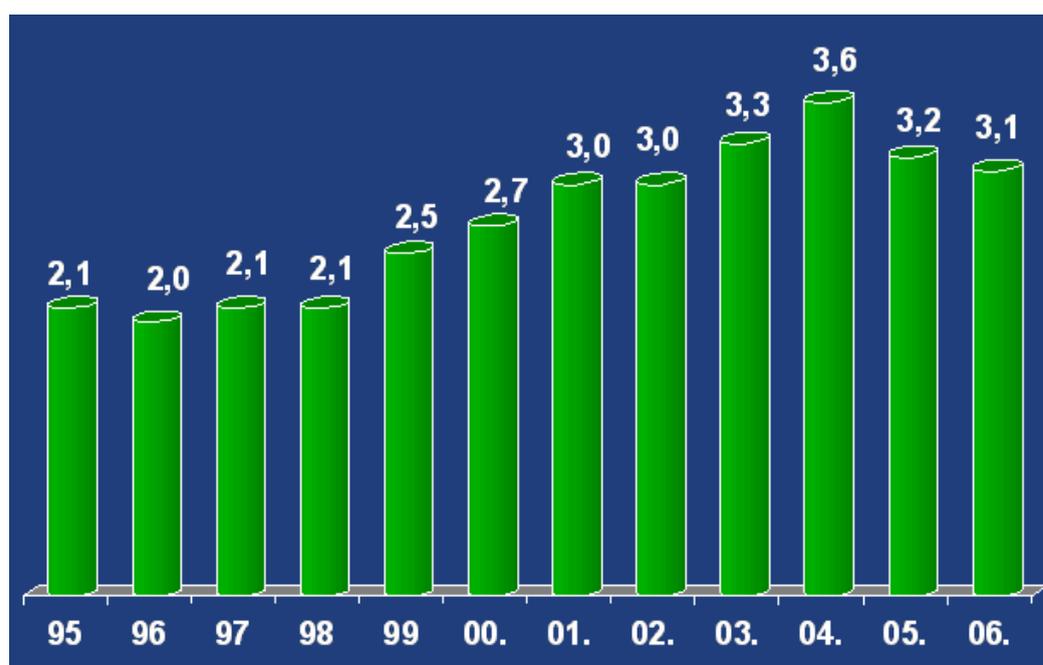
- Braskem – Pólo Petroquímico de Triunfo/RS:
  - ✓ Serviços de embalagem do produto final (ensaque), apoio a produção, armazenagem e expedição;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 1999;
  - ✓ Quarenta e duas empilhadeiras;
  - ✓ Duzentos e noventa e nove colaboradores diretos e indiretos.
- DSM Elastômeros – Pólo Petroquímico de Triunfo/RS:
  - ✓ Serviços de embalagem do produto final e movimentação interna;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 2008;
  - ✓ Uma empilhadeira;

- ✓ Vinte e nove colaboradores diretos e indiretos.
- Petroquímica Triunfo – Pólo Petroquímico de Triunfo/RS:
  - ✓ Serviços de movimentação, armazenagem e expedição;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 2007;
  - ✓ Oito empilhadeiras;
  - ✓ Vinte e nove colaboradores diretos e indiretos.
- Borealis – Pólo Petroquímico de Triunfo/RS:
  - ✓ Serviços de embalagem do produto final (ensaque), apoio a produção, armazenagem e expedição;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 1999;
  - ✓ Três empilhadeiras;
  - ✓ Trinta e quatro colaboradores diretos e indiretos.
- Epson – São Paulo/SP:
  - ✓ Serviços de gestão de operações, recebimento, armazenagem, movimentação, *repacking* e expedição;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 2004;
  - ✓ Uma empilhadeira elétrica;
  - ✓ Trinta e cinco colaboradores diretos e indiretos.
- Ford – Camaçari/BA;
  - ✓ Serviços de administração de suprimentos e gestão de operações recebimento, armazenagem, movimentação, *delivery*, *repacking*, expedição e gestão de vinte lojas internas de materiais com mais de 20.000 itens;
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 2003;
  - ✓ Dez empilhadeiras e 04 veículos de entrega;
  - ✓ Trezentos colaboradores.
- Braskem – Pólo Petroquímico de Camaçari/BA;
  - ✓ Serviços de administração de suprimentos e gestão de operações (recebimento, armazenagem, movimentação e expedição);
  - ✓ Início da prestação dos serviços: 2002;

- ✓ Quatro empilhadeiras e duas pás-carregadeiras;
  - ✓ Trinta e dois colaboradores diretos e indiretos.
- Unigel – Pólo Petroquímico de Camaçari/BA.
    - ✓ Serviços completos de intra-logística (em toda a cadeia de abastecimento em 4 plantas do grupo), apoio à produção, administração de documentos fiscais e gestão 4.000 itens;
    - ✓ Início da prestação dos serviços: 2007;
    - ✓ Dezesesseis empilhadeiras e duas pás-carregadeiras;
    - ✓ Cento e vinte colaboradores diretos e indiretos.

### 3.3 O SETOR ESTUDADO

O presente estudo está focado no setor produtivo de resinas termoplásticas. Tal setor se insere na indústria petroquímica, que por sua vez integra a indústria química. A Figura 10 mostra a evolução da participação da indústria química no PIB (Produto Interno Bruto) nos anos de 1995 a 2006, as barras correspondem ao percentual dessa participação.



**Figura 10:** Evolução da Participação Percentual da Indústria Química no PIB Nacional  
**Fonte:** Abiquim (2007)

As principais resinas termoplásticas produzidas encontram-se no Quadro 2, acompanhadas de suas características, algumas de suas aplicações e seus respectivos símbolos de reciclagem.

<p><b>Tereftalato de polietileno - PET</b></p> <p>Os plásticos de <b>tereftalato de polietileno</b> são transparentes, inquebráveis, impermeáveis e leves. O PET é utilizado, principalmente, na fabricação de garrafas de água mineral e refrigerante, embalagens para produtos alimentícios, como óleos e sucos, de limpeza, cosméticos e farmacêuticos. Também está presente em bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, entre outros.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Polietileno de alta densidade - PEAD</b></p> <p>Embalagens para alimentos, produtos têxteis, cosméticos e embalagens descartáveis são produzidas a partir do <b>polietileno de alta densidade</b>. Resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química, o PEAD também é usado na fabricação de tampas de refrigerante, potes para freezer e garrafas de água mineral, além de brinquedos e eletrodomésticos, cerdas de vassoura e escovas, sacarias (revestimento e impermeabilização), fitas adesivas, entre outros.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Cloreto de polivinila - PVC</b></p> <p>Por suas características como rigidez, impermeabilidade e resistência à temperatura, os <b>cloretos de polivinila</b> são usados principalmente em tubos, conexões, cabos elétricos e materiais de construção como janelas, portas, esquadrias e cabos de energia. O PVC também pode ser aplicado na fabricação de brinquedos, alguns tipos de tecido, chinelos, cartões de crédito, tubos para máquinas de lavar roupa e caixas de alimentos.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Polietileno de baixa densidade - PEBD e Polietileno de baixa densidade linear - PEBDL</b></p> <p>São flexíveis, leves, transparentes e impermeáveis. O <b>polietileno de baixa densidade (PEBD)</b> é utilizado na produção de filmes termocontroláveis, como caixas para garrafas de refrigerante, fios e cabos para televisão e telefone, filmes de uso geral, sacaria industrial, tubos de irrigação, mangueiras, embalagens flexíveis, impermeabilização de papel (embalagens tetrapak), entre outros. O <b>polietileno linear de baixa densidade (PEBDL)</b> é aplicado, principalmente, na produção de embalagens de alimentos, fraldas, absorventes higiênicos e sacaria industrial.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Polipropileno - PP</b></p> <p>Embalagens para alimentos, produtos têxteis e cosméticos, tampas de refrigerante, potes para freezer e garrafas de água mineral são alguns dos produtos fabricados com <b>polipropileno</b>. Esses plásticos conservam o aroma e são resistentes a mudanças de temperatura, brilhantes, rígidos e inquebráveis. Também são utilizados em produtos hospitalares descartáveis, tubos para água quente, autopeças, fibras para tapetes, fraldas, absorventes higiênicos, entre outros.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Poliestireno - PS</b></p> <p>Entre os produtos fabricados com o <b>poliestireno</b> estão os copos descartáveis, eletrodomésticos, produtos para construção civil, autopeças, potes para iogurte, sorvete e doces, frascos, bandejas de supermercados, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos etc. As principais características do PS são a impermeabilidade, rigidez, leveza e transparência.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 
<p><b>Copolímero de etileno e acetato de vinila - EVA</b></p> <p>O <b>copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA)</b> é empregado principalmente na fabricação de calçados, colas, adesivos, peças técnicas, fios e cabos.</p>	<p>Símbolo de reciclagem</p> 

**Quadro 2:** Principais Resinas Termoplásticas  
**Fonte:** Abiquim (2007)

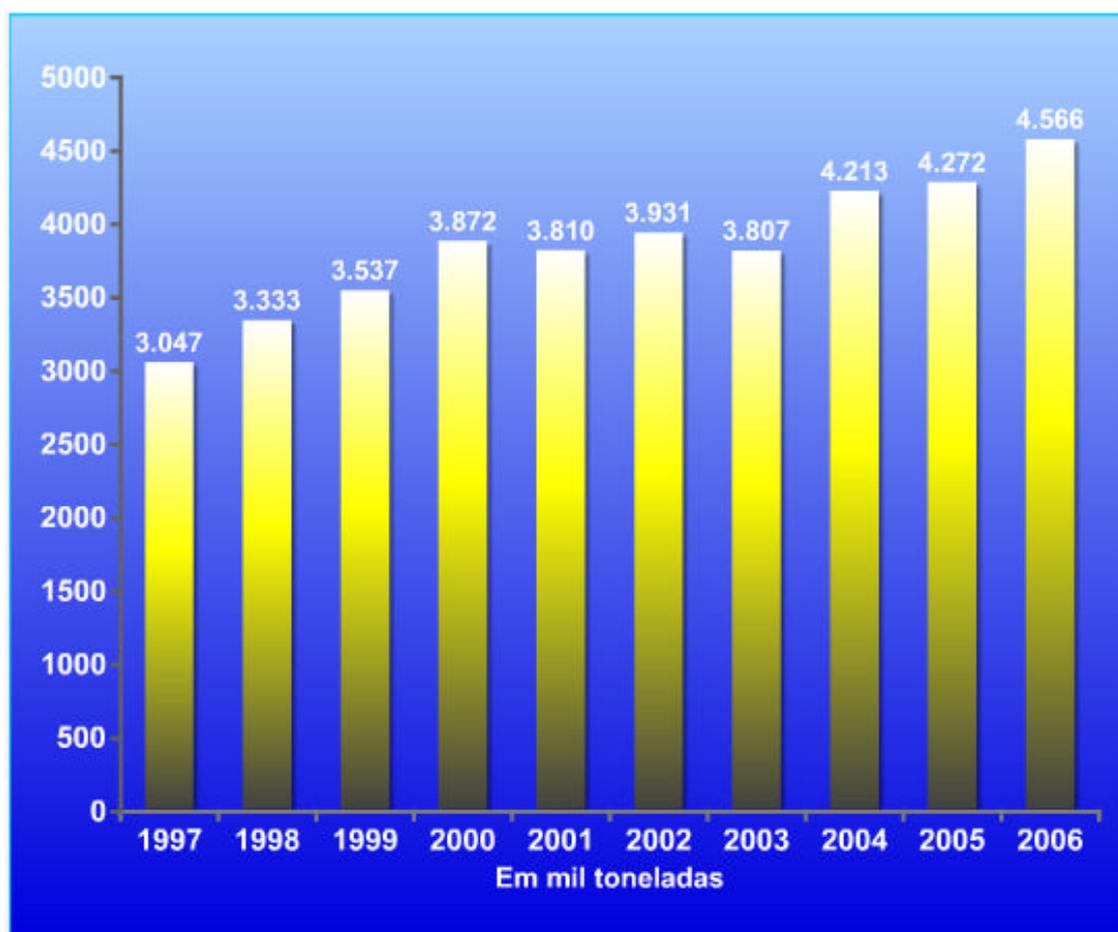
As capacidades de produção de resinas termoplásticas pelas empresas atuantes nesse setor surgem na Tabela 2.

Tabela 2: Capacidades de Produção de Resinas Termoplásticas por Empresa

<b>Tereftalato de polietileno - PET (1)</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem	BA	78.000 (5)
M&G Fibras e Resinas	MG/PE	290.000 (6)
M&G Polímeros	PE	450.000
<b>Total</b>		<b>818.000</b>
<b>Poliétileno de alta densidade - PEAD</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem (3)	BA	600.000
IPQ (2)	RS	550.000
Riopol (3)	RJ	540.000
Solvay Indupa	SP	82.000
<b>Total</b>		<b>1.772.000</b>
<b>Cloretos de polivinila - PVC</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem	AL/BA/SP	516.000
Solvay Indupa	SP	270.000
<b>Total</b>		<b>786.000</b>
<b>Poliétileno de baixa densidade - PEBD</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem (4)	BA/RS	365.000
Poliétilenos União (4)	SP	270.000
Triunfo (4)	RS	160.000
<b>Total</b>		<b>795.000</b>
<b>Poliétileno de baixa densidade linear - PEBDL</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem (3)	BA/RS	510.000
IPQ (3)	RS	150.000
Riopol (3)	RJ	540.000
<b>Total</b>		<b>1.200.000</b>
<b>Polipropileno - PP</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem	RS	560.000
IPQ	RS	180.000
Suzano Petroquímica	BA/RJ/SP	685.000
<b>Total</b>		<b>1.425.000</b>
<b>Poliestireno – PS</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Basf	SP	190.000
Dow Brasil Sudeste	SP	190.000
Innova	RS	135.000
Videolar	AM	120.000
<b>Total</b>		<b>635.000</b>
<b>EVA - Copolímero de etileno e acetato de vinila</b>		
Empresa	Localização	Capacidade instalada (em t/ano)
Braskem (4)	BA	150.000
Poliétilenos União (4)	SP	130.000
Triunfo (4)	RS	160.000
<b>Total</b>		<b>440.000</b>
<b>Total Geral</b>		<b>7.871.000</b>
(1) Refere-se à soma do PET grau fibra e grau garrafa.		
(2) Inclui capacidade multipropósito com PEBDL.		
(3) Capacidade multipropósito com PEAD/PEBDL.		
(4) Capacidade multipropósito com PEBD/EVA.		
(5) Unidade paralisada a partir de maio de 2008.		
(6) Unidade de Poços de Caldas - MG (230.000 t/ano) paralisada a partir de agosto de 2007.		

Fonte: Abiquim (2007)

Outro dado importante é a evolução do consumo aparente, que apresenta um crescimento de 50% em nove anos, conforme Figura 11. O consumo aparente é o resultado da soma do volume da produção com o das importações, menos o volume exportado. Estão englobadas no levantamento as resinas polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloretos de polivinila (PVC), tereftalato de polietileno (PET) e copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA).



**Figura 11:** Consumo Aparente de Resinas Termoplásticas no Brasil  
**Fonte:** Abiquim (2007)

### 3.4 AS OPERAÇÕES ESTUDADAS

Os armazéns estudados para a proposição de uma ferramenta de verificação da aderência dos princípios da Mentalidade Enxuta estão inseridos no III Pólo Petroquímico de Triunfo/RS.

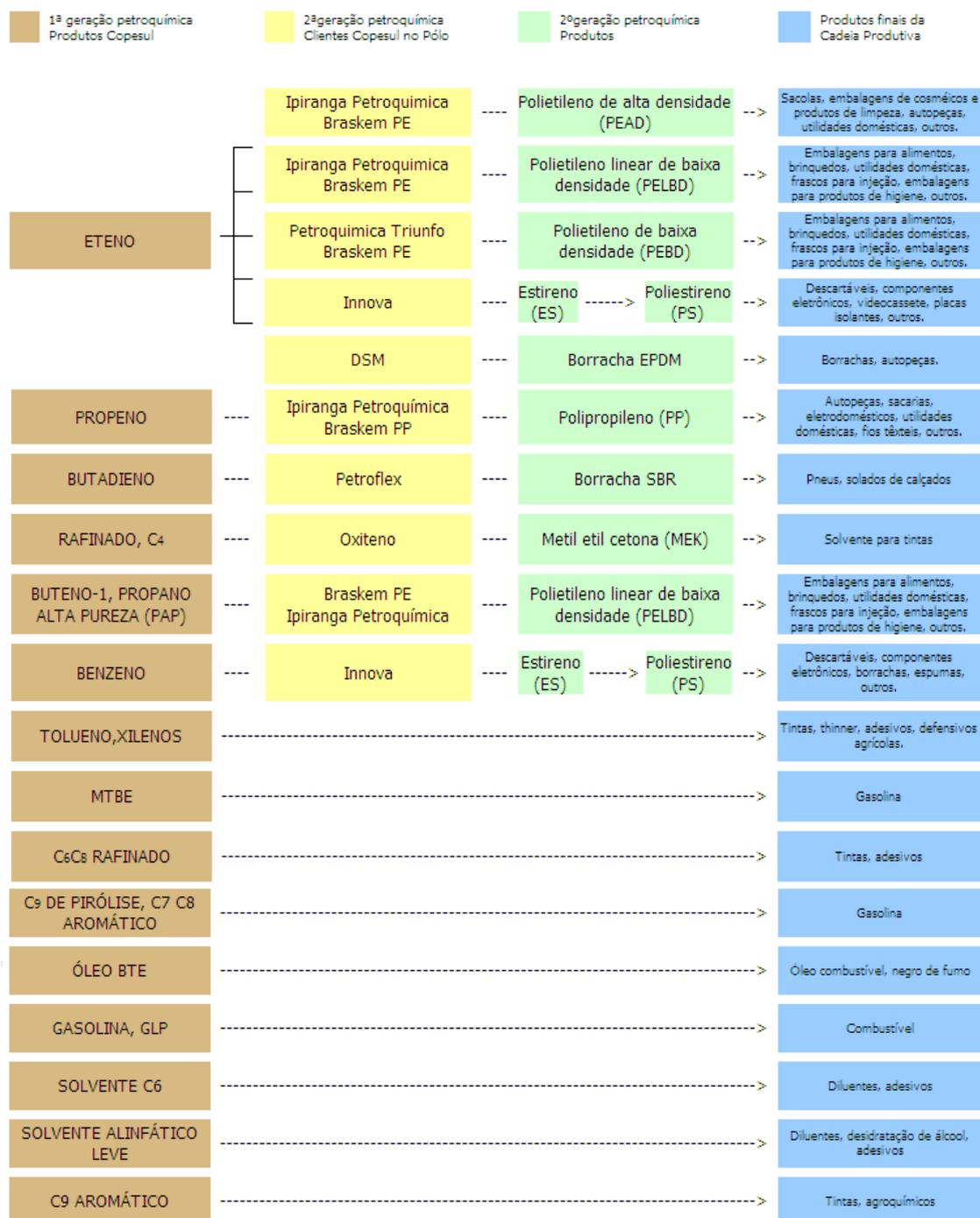
O III Pólo Petroquímico de Triunfo/RS está situado no município de Triunfo em uma área de 3.600 hectares, a 52 quilômetros de Porto Alegre/RS, onde trabalham cerca de 6.000 pessoas.

O III Pólo Petroquímico é composto por oito empresas, sendo uma de primeira geração, (Copesul), e outras sete de segunda geração (Braskem, DSM Elastômeros, Innova, Ipiranga Petroquímica, Oxiteno, Petroflex e Petroquímica Triunfo). A Copesul processa matérias-primas derivadas do petróleo, tais como nafta, GLP e condensado. Produzindo eteno, propeno, butadieno, benzeno, solventes e combustíveis, abastece quatro cadeias produtivas:

- cadeia das resinas termoplásticas: produzidas a partir de eteno e propeno pelas indústrias de segunda geração (Ipiranga Petroquímica, Braskem, Petroquímica Triunfo e Innova);
- cadeia dos Elastômeros: também produzidos por empresas de segunda geração do III Pólo Petroquímico (Petroflex e DSM elastômeros);
- cadeia dos solventes: abrange a indústria de tintas, calçados, móveis, agroindústria e outros setores que processam petroquímicos básicos para produzir solventes, adesivos e outros;
- cadeia dos combustíveis: abrange distribuidores de combustíveis e outros.

A Figura 12 mostra o fluxo básico das matérias-primas produzidas pela Copesul.

## *Destino dos Produtos Copesul*



**Figura 12:** Fluxo das Matérias-Primas Fornecidas pela Copesul  
**Fonte:** Copesul (2007)

Nos armazéns estudados, existem cerca de cem itens diferentes em cada instalação. Apesar da aparência similar, as propriedades físicas e aplicações são diferentes para cada item. Os lotes de produção de cada item variam de oitenta a quinhentas toneladas, sendo que 70% do volume é produzido em lotes superiores a

250 toneladas. As operações de manuseio e armazenagem, nos três armazéns, absorvem o quadro de mão de obra direta apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Quadro de Colaboradores Diretos

<b>CARGO</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Líder Operacional de Expedição	3
Coordenador de Logística	1
Conferente	6
Operador de Empilhadeira	79
Líder Operacional de Armazenagem	2
Auxiliar Operacional	80

**Fonte:** Grupo Predial (2008)

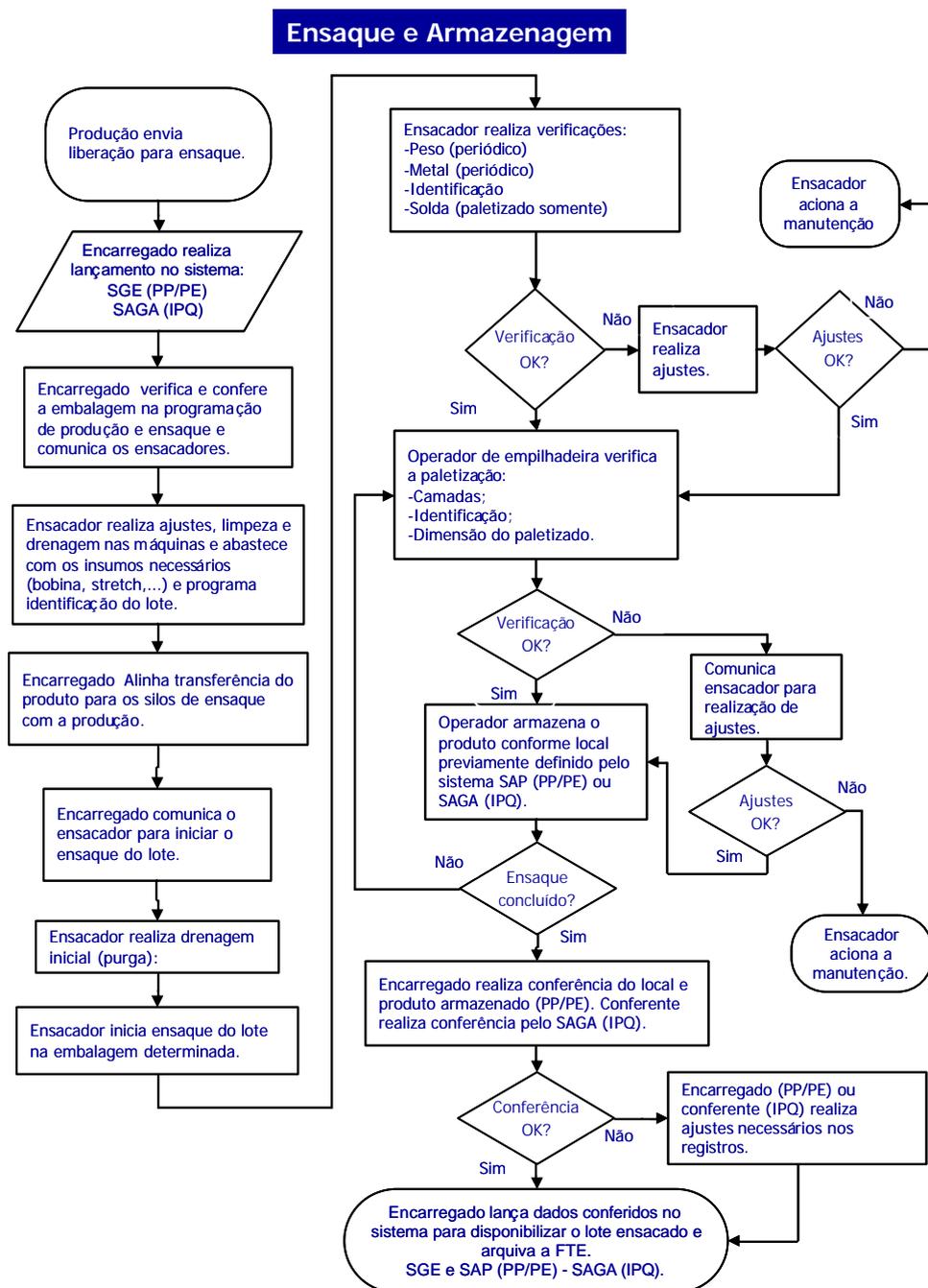
Em termos de equipamentos de movimentação, são utilizados os recursos apontados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Quadro de Equipamentos

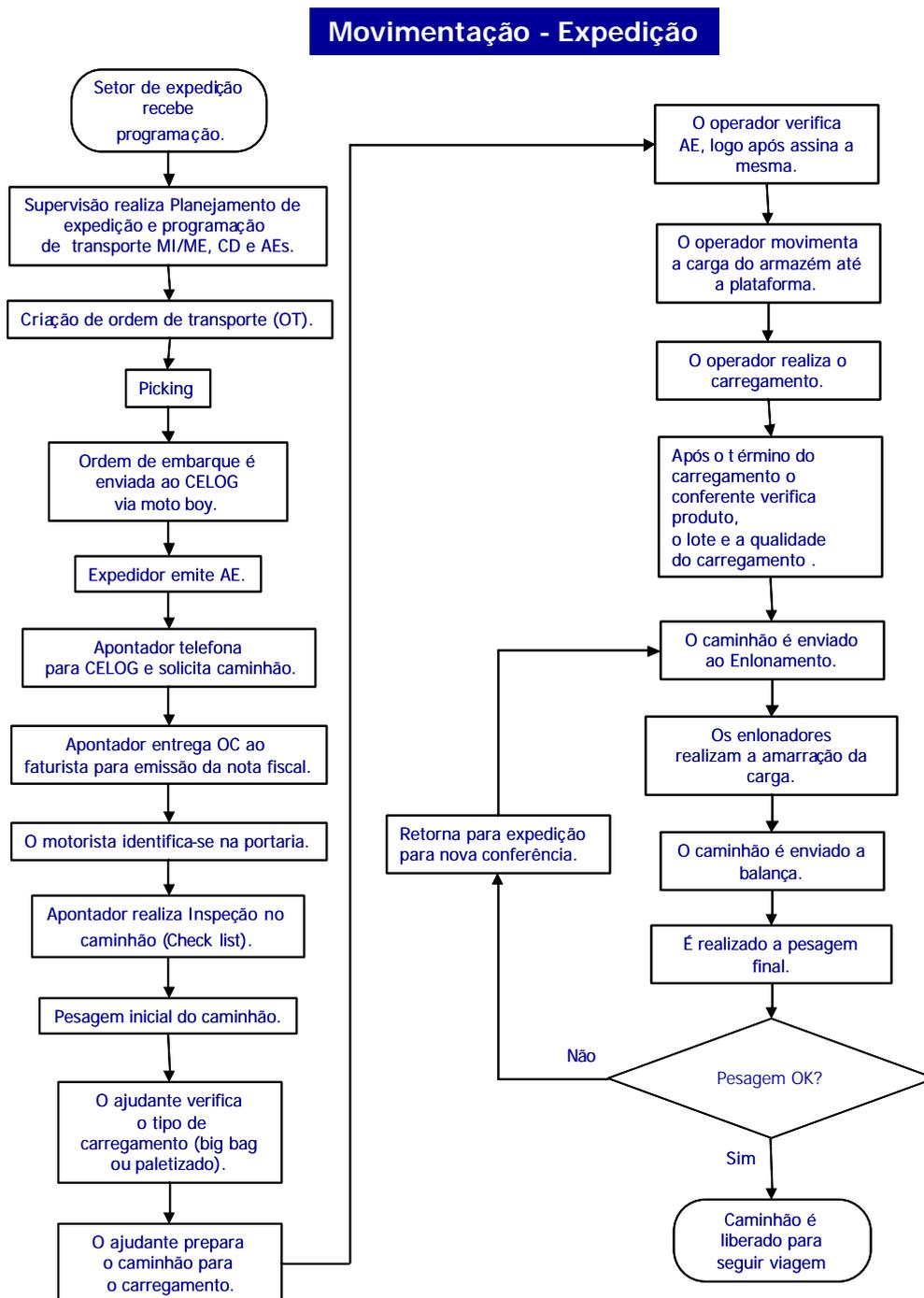
<b>TIPO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QTDE</b>	<b>FOTO</b>
Empilhadeira	Empilhadeira 4,5 toneladas	2	
Empilhadeira	Empilhadeira 2,5 toneladas	42	

**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Com relação aos processos, as Figuras 13 e 14 mostram de forma sintética os principais fluxos operacionais.



**Figura 13:** Fluxograma Básico de Ensaque e Armazenagem  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)



**Figura 14:** Fluxograma Básico de Movimentação  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Os três armazéns estudados, sediados em duas empresas diferentes, possuem uma área de armazenagem total de 43.000 m<sup>2</sup>, o que suporta um total de 40.000 a 45.000 toneladas de resinas. Os produtos são embalados e armazenados

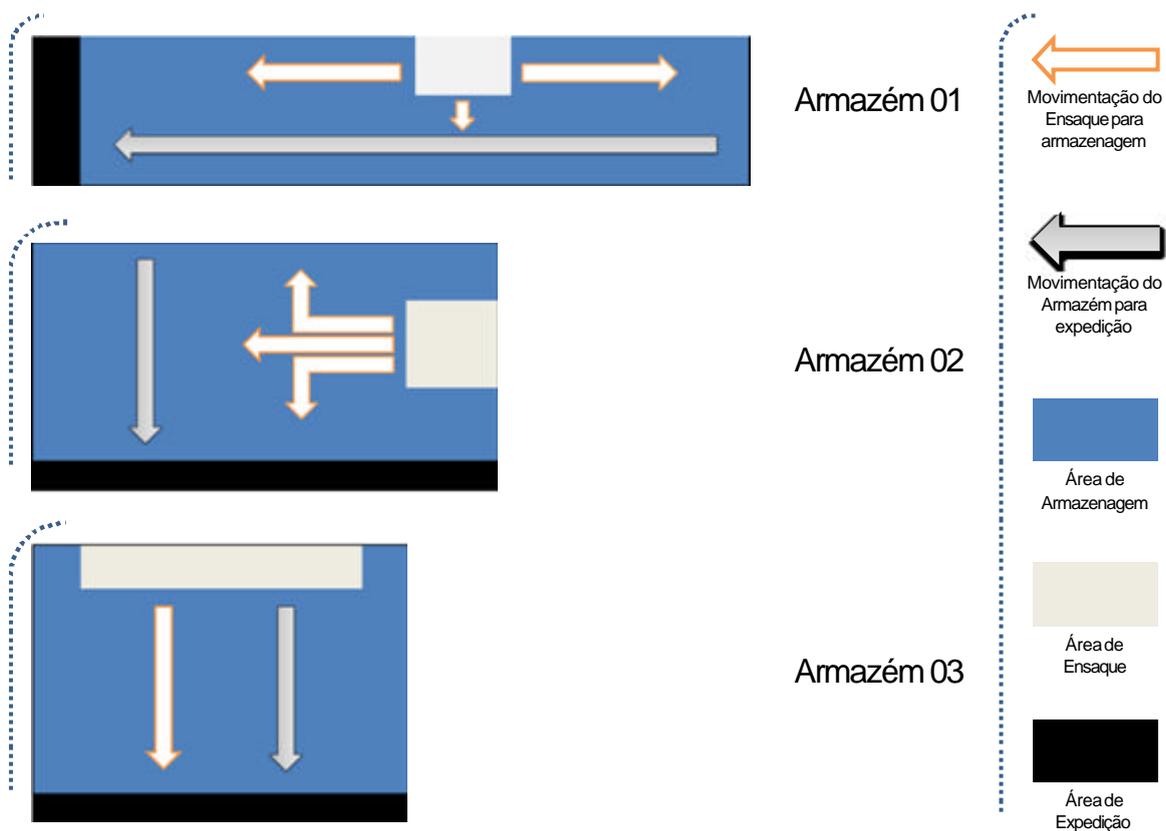
basicamente de duas formas, em *big bags* de 1.250 kg e em sacaria com 25 kg por saco (Figura 15).



**Figura 15:** Tipos de Embalagem e Armazenamento de Produtos  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Atualmente, por mês, são expedidas em média 142.000 toneladas dos três armazéns estudados, o que significa dizer que os estoques de produtos giram cerca de três vezes e meia por mês, ou ainda, existe um estoque de nove dias de cobertura de expedição. O que ocorre nessas operações, e já mencionado anteriormente, é que a capacidade de armazenagem não é suficiente para absorver a demanda por essa atividade; dessa forma, o excesso de produto é armazenado em armazéns externos localizados na região.

Os *layouts* dos armazéns apresentam diferenças fundamentais em termos de facilidade de fluxo, a Figura 16 apresenta essa distinção.



**Figura 16:** Representação dos Fluxos e Áreas nos Diferentes Armazéns  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Dentro de uma lógica de fluxo, a melhor produtividade de movimentação de produtos ocorre quando os mesmos são deslocados em linha reta e sem interrupções. No caso estudado, toda vez que o produto é movimentado da área de ensaque para a parte posterior do armazém (extremidade oposta à área de expedição), pode-se afirmar que se trata de um movimento improdutivo, ou seja, uma perda de recursos.

Na Figura 16, estão apresentados os sentidos principais em que os produtos são movimentados. Toda vez que ocorre uma contradição no sentido dos fluxos dos produtos que saem da área de ensaque para a área de armazenagem e dos produtos que saem da área de armazenagem para a área de expedição, observa-se um contra-fluxo, que representam perdas no processo de movimentação de materiais.

No armazém 01, percebe-se um contra-fluxo causado pela necessidade de se movimentar produtos da área do ensaque (onde o produto é embalado) para o fundo do armazém, para posteriormente, quando da expedição desses produtos, movimentá-los novamente para a plataforma de carregamento, que fica na parte

frontal do armazém. Além desse aspecto, o armazém 01 apresenta uma área na forma de um retângulo com lados considerados compridos, fazendo com que a movimentação de produtos seja muito grande.

O armazém 02, já apresenta uma melhora nesse sentido, mesmo tendo um formato retangular os lados não são tão compridos como no armazém 01, facilitando dessa forma a movimentação de produtos. Porém apresenta o mesmo problema de contra fluxo visto no armazém 01.

O armazém 03 por sua vez, possui o melhor *layout* dos três. Não favorece a existência de um contra fluxo e tem um formato menos comprido, de forma que os produtos possam ser movimentados em um sentido único e contínuo.

Um ponto importante na avaliação dos armazéns é a variabilidade de demanda dos serviços estudados. Esse ponto é importante porque se existe uma variabilidade alta se torna necessário um excesso de capacidade de movimentação ou armazenagem para compensar os momentos de ociosidades ou baixa demanda. Exemplificando: se durante um turno de trabalho de oito horas está prevista a produção de oitocentas toneladas, será necessário ter uma capacidade de movimentar essas oitocentas toneladas da ponta da esteira do ensaque (final do processo de produção) para a área de armazenagem. Um dimensionamento de recursos com a capacidade de movimentar cem toneladas por hora seria adequado para atender a demanda por movimentação. Porém, se existe uma variabilidade tal que nas primeiras quatro horas são produzidas cinqüenta toneladas por hora e nas quatro horas seguintes são produzidas cento e cinqüenta toneladas por hora, a produção do turno também seria de oitocentas toneladas, mas o dimensionamento de recursos de movimentação teria que ser 50% superior para absorver a demanda das últimas quatro horas do turno.

No que se refere à linearidade das operações, ou variabilidade de demanda, existem três cenários distintos que precisam ser desmembrados:

- demanda por movimentação para armazenagem: essa demanda é bastante linear, com pouca variação. Isso porque é um serviço que está diretamente ligado ao departamento de produção, onde existe pouca variação;
- demanda por movimentação para expedição: essa demanda já é mais sensível e dependente de fatores externos, no caso, vendas. Dessa forma

é possível que em determinado período do mês se tenha uma demanda muito baixa e em outros momentos o inverso;

- demanda por armazenagem: a necessidade de espaço para armazenagem é uma combinação das duas demandas acima, se uma delas variar muito, o reflexo se dará diretamente nessa demanda, a menos que haja uma coincidência improvável de variações proporcionais, ou seja, se a demanda por movimentação para expedição aumentar em 30%, a demanda por movimentação para armazenagem deverá aumentar os mesmos 30%.

Nas operações estudadas, historicamente existia uma variação muito baixa na demanda por movimentação para armazenagem e uma variação muito alta da demanda por movimentação de expedição em função de um significativo aumento de vendas nos últimos dias do mês.

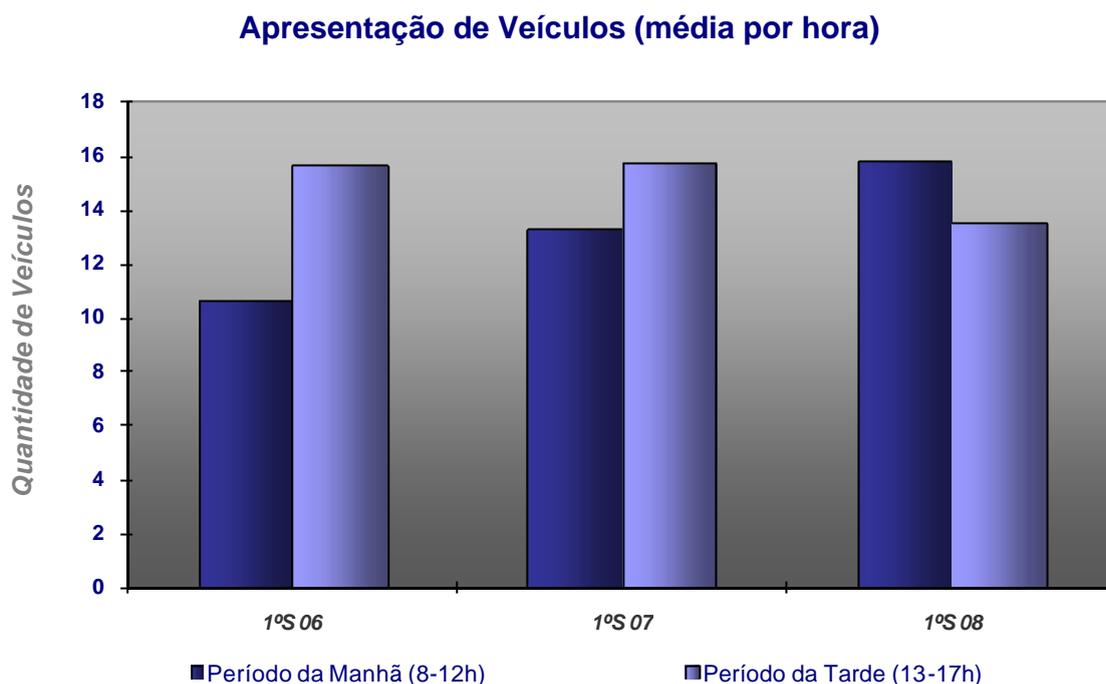
Porém, ao longo dos últimos meses, mais especificamente no primeiro semestre de 2008, houve uma alteração significativa desse quadro. Foi introduzida uma política de armazenagem externa diferente, de forma que a variabilidade de expedição reduziu significativamente. Isso foi possível porque, mesmo nos momentos em que o volume de vendas estava reduzido, o volume de expedição foi mantido, não diretamente para os clientes, mas para os armazéns externos. Dessa forma houve um alinhamento dessa demanda ao longo do mês. A Figura 17 mostra o reflexo dessa política na concentração da expedição nos últimos dias do mês.



**Figura 17:** Concentração de Expedição  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Um outro aspecto importante dessa alteração, que trouxe grande impacto na utilização dos recursos de movimentação para expedição, foi a oferta de caminhões para carregamento. Antes dessa linearização, a demanda por caminhões era definida horas antes da expedição efetiva, uma vez que estava ligada diretamente ao volume de vendas do dia anterior. Isso fazia com que o tempo de reação dos transportadores fosse muito pequeno, provocando uma oferta de caminhões concentrada no período da tarde.

Com essa alteração na política de armazenagem, a demanda por veículos pôde ser prevista com mais antecedência, de forma que os transportadores passaram a disponibilizar caminhões mais cedo, uma vez que a demanda por esse recurso já estava estabelecida com mais antecedência. A Figura 18 compara a oferta de veículos no primeiro semestre dos anos de 2006, 2007 e 2008 (verificou-se apenas o primeiro semestre para comparar o mesmo período disponível de 2008), demonstrando claramente o aumento da oferta de caminhões no período da manhã o que faz com que os recursos destinados para a movimentação para expedição não corram o risco de ficarem ociosos por falta de caminhões.



**Figura 18:** Disponibilidade de Veículos por Período nos Armazéns  
**Fonte:** Grupo Predial (2008)

Os dados demonstram que ao longo dos semestres houve uma inversão na concentração de disponibilização de veículos, evitando paradas no fluxo de expedição por falta desse recurso no período da manhã.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO

Por tudo o que foi apresentado, percebe-se a importância do setor de resinas termoplásticas na economia brasileira. O aumento da demanda não só é produzido pelo crescimento econômico, mas também pelo aumento de utilização de plásticos em diferentes aplicações em substituição a outros materiais. Um bom exemplo disso está no setor automobilístico, que crescentemente vem empregando partes plásticas na produção de veículos.

Analisando-se os dados de produção, é possível estimar a quantidade de área necessária para armazenagem dos produtos acabados nas indústrias de resinas termoplásticas. Com base em observações empíricas válidas no setor,

observa-se a relação de um metro quadrado por tonelada armazenada e um giro de estoques de aproximadamente uma vez ao mês. Isso faz com que seja necessário um metro quadrado por tonelada produzida por mês. Como a capacidade total anual é de 7,87 milhões de toneladas por ano, mensalmente são produzidas cerca de 650.000 toneladas, que demandam 650.000 metros quadrados de área de armazenagem. Tais valores evidenciam a importância da função armazenagem no setor de resinas termoplásticas, o que auxilia e reforça a justificção do tema desta dissertação.

No próximo capítulo é apresentada a pesquisa. O método foi o estudo de caso. No capítulo, são descritos o método de trabalho e apresentados os resultados.

## 4 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO

Para se atingir aos objetivos do presente trabalho, foi necessário o desenvolvimento de uma ferramenta específica para esse fim. A ferramenta escolhida foi um questionário cobrindo os cinco princípios da Mentalidade Enxuta, com cinco perguntas para cada um dos princípios. Esse capítulo discorrerá acerca da criação dessa ferramenta.

### 4.1 MONTAGEM DO QUESTIONÁRIO

Para chegar a um questionário assertivo, foi necessária a montagem de um grupo focado com especialistas nas operações estudadas de forma que os pontos de interesse pudessem ser definidos com precisão.

O grupo foi composto por quatro pessoas com experiência e conhecimento na área de interesse da pesquisa (logística de armazenagem), dos quais, dois possuem pós-graduação em engenharia de produção, todos possuem nível gerencial e em média possuem doze anos de experiência em gestão de operações logísticas. Foi necessária uma reunião prévia de nivelamento com o grupo, para que os princípios da Mentalidade Enxuta fossem compreendidos por todos do mesmo modo. A mediação do grupo foi do pesquisador e a orientação metodológica do orientador, garantindo que os princípios da Mentalidade Enxuta fossem cobertos. Inicialmente, estabeleceram-se cinco campos, um para cada princípio. Em cada um dos campos foi adicionada uma pergunta para auxiliar os futuros entrevistados na interpretação correta do que se investigaria. Desta forma, foi montada a estrutura da Quadro 3.

Conceito	Princípio
<b>Mentalidade Enxuta</b>	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?
	<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?
	<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?

**Quadro 3:** Campos Básicos do Questionário de Pesquisa

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A discussão que foi mediada pelo pesquisador, teve como fio condutor as perguntas do Quadro 3. Após as discussões, foram definidos cinco conceitos que descrevem os princípios da mentalidade enxuta. Estes conceitos formaram a base para a elaboração das perguntas que investigaram cada princípio, especificamente nas operações estudadas. As respostas são de múltipla escolha e com uma classificação de 1 a 5, de tal forma que se predominantemente, alguns dos princípios tivesse a classificação 5, poderia se dizer que naquele princípio a operação era totalmente aderente com a Mentalidade Enxuta. A legenda para essa classificação foi a da Tabela 5.

**Tabela 5:** Legenda de Classificação do Questionário

Nota	Descrição
5	Atende (ou possui) plenamente
4	Atende (ou possui) em grande quantidade
3	Atende (ou possui) medianamente
2	Atende (ou possui) em pequena quantidade
1	Não atende (ou não possui)

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para o princípio “Especificação do Valor” foram definidas as afirmativas apresentadas no Quadro 4.

<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)
	Comprometimento com a organização física
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato
	Competitividade em custos dos serviços prestados

**Quadro 4:** Afirmativas Testadas para o Princípio “Especificação do Valor”

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O uso da técnica do grupo focado nesse ponto foi importante, pois a especificação do valor ao cliente necessariamente precisava da contribuição de especialistas da área. A especificação de valor proposta foi desenhada, evidentemente, sob o ponto de vista do cliente. Porém, em conformidade com as delimitações da pesquisa, o cliente nesse caso é o cliente interno tomador do serviço armazenagem. Os pontos abordados foram:

- **Segurança do Trabalho:** esse ponto foi muito forte na determinação de valor, ficou evidente para o grupo a importância do tema e o valor que o mesmo tem perante a organização. O entendimento é que de nada adianta executar um bom serviço, com alto nível de qualidade operacional se não houver condições seguras de trabalho;
- **Qualidade de Inventário:** em se falando de armazenagem, o principal indicador de um bom nível de serviço é a exatidão dos registros de inventário ou a capacidade de controlar os estoques e espaços disponíveis;
- **Organização Física:** o grupo também manifestou forte preocupação com essa questão, demonstrando que trata-se de um valor importante a ser considerado;
- **Confiabilidade:** em função da forte ligação com a função produção e ao atendimento de vendas diretas aos clientes finais, a confiabilidade na execução dos serviços é um valor importante;
- **Custos:** a questão financeira também se mostrou importante na especificação de valor.

Do mesmo modo, para o princípio “Identificação da Cadeia de Valor” foram definidas as seguintes afirmativas apresentadas no Quadro 5.

<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais
	Comprometimento em evitar retrabalhos
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos

**Quadro 5:** Afirmativas Testadas para o Princípio “Identificação da Cadeia de Valor”

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Após a definição das questões voltadas à exploração da especificação do valor, foram montadas pelo grupo afirmativas que investigassem a capacidade de se identificar, tipificar e eliminar perdas possíveis. Os pontos abordados foram:

- Identificação de Perdas Operacionais: o grupo buscou com essa afirmação investigar que nas operações atuais, existe a preocupação em identificar, classificar, gerenciar com indicadores as perdas que ocorrem no processo;
- Proposição de Mudanças: dentro de um processo alinhado com a Mentalidade Enxuta, deve haver um canal aberto para que mudanças possam ser propostas no sentido de eliminar perdas identificadas;
- Retrabalho: com essa afirmativa, o grupo buscou explorar o domínio dos entrevistados nessa questão;
- Ociosidades de Mão de Obra e Equipamentos: em afirmativas separadas, o objetivo, semelhantemente à afirmativa anterior, é explorar o domínio dos entrevistados na administração desses recursos.

Para o princípio “Fluxo” foram definidas as afirmativas do Quadro 6.

<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais
	<i>Layout (dimensões/distâncias) adequado para o fluxo demandado</i>
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos
	Multifuncionalidade dos equipamentos
	Multifuncionalidade dos colaboradores

**Quadro 6:** Afirmativas Testadas para o Princípio “Fluxo”

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O objetivo da pesquisa nesse ponto era investigar se havia esforços claros no sentido de acelerar ou tornar mais produtivo o fluxo de materiais demandados, os pontos investigados foram:

- inovação: para que seja possível a aceleração do fluxo de materiais, é natural que inovações sejam propostas, o objetivo dessa afirmativa é explorar essas ações, se existentes;
- *layout*: dentro de uma visão de fluxo, as questões relativas à disposição física dos recursos e as vias de acesso e fluxo de materiais devem ser exploradas;
- paradas: foi explorada aqui a possível existência de paradas operacionais desnecessárias, o que caracterizaria perdas passíveis de serem eliminadas;
- multifuncionalidade de Mão de Obra e Equipamentos: em afirmativas separadas, procura-se aqui entender se os recursos têm múltiplas aplicações, criando flexibilidade para movimentação dos mesmos para pontos de maiores demandas pontuais.

Para o princípio ‘Estabelecimento da Produção Puxada’ foram definidas as afirmativas apresentadas no Quadro 7.

<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Equilíbrio contínuo entre capacidade de manuseio e demanda operacional
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas
	Responsividade à elevadas demandas operacionais
	Alinhamento com metas operacionais do cliente

**Quadro 7:** Afirmativas Testadas para o Princípio “Estabelecimento da Produção Puxada”

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Considerando a função armazenagem, as afirmativas foram construídas no sentido de entender se existe racionalidade entre o que é demandado e a capacidade instalada de oferta de serviços, dessa forma, foram explorados:

- Equilíbrio de Demanda por Manuseio e Armazenagem: em afirmativas separadas, o grupo buscou entender se os recursos disponibilizados eram compatíveis com a demanda existente;
- Flexibilidade: o objetivo nessa afirmativa era entender a flexibilidade dos recursos existentes em atender demandas diferenciadas ou variabilidades operacionais, tais como mudanças no padrão das embalagens;
- Responsividade: neste ponto, o grupo buscou identificar a capacidade dos recursos em atender variações de quantidades de demanda em momentos

pontuais, sendo que quanto menor essa responsividade, maior a necessidade de se ter recursos ociosos para atender a essas variações;

- Alinhamento com o Cliente: dentro de uma visão de cliente interno, o objetivo era entender se as ações da área responsável pela função armazenagem estavam alinhadas com as metas de clientes internos, responsáveis por outros elos da cadeia logística.

Para o princípio ‘Perfeição’ foram definidas as afirmativas apresentadas no Quadro 8.

<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)
	Sistemática de revisão de procedimentos
	Sistemática de auditoria de processos operacionais
	Indicadores de performance operacional
	Matriz de treinamentos operacionais

**Quadro 8:** Afirmativas Testadas para o Princípio “Perfeição”

**Fonte:** Elaborado pelo autor

As afirmativas nesse princípio foram montadas no sentido de investigar se existem sistemas que buscam o desenvolvimento contínuo dos processos. Para tanto, foram explorados os seguintes pontos:

- Programas da Qualidade: o grupo buscou verificar a existência de programas estabelecidos que incentivem práticas de melhoria contínua;
- Revisão de Processos: considerando que os processos devem ser melhorados, é importante que haja um estabelecimento de revisão de procedimentos operacionais;
- Auditoria: verificação da existência de robustez nos processos, não no sentido de inspeção, onde o fluxo é parado, mas no sentido de acompanhamento e apontamento de oportunidades operacionais;
- Indicadores: verificação da existência de indicadores que reflitam o desempenho operacional e que seja de fato utilizados como ferramenta de gestão na função armazenagem;
- Treinamento: buscou-se com essa afirmativa investigar se há um programa claro e eficaz de treinamento, garantindo que as pessoas executem suas tarefas com a devida qualificação.

## 4.2 QUALIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Após a montagem do questionário padrão a ser utilizado nas entrevistas, fez-se uma verificação da clareza e do entendimento pelos entrevistados do que se pretendia abordar.

O questionário foi testado de dois modos. O primeiro modo foi qualitativo: os próprios membros do grupo focado testaram o questionário e apresentaram algumas sugestões de melhoria na forma. As sugestões disseram respeito principalmente à clareza com que as perguntas apreenderam os conceitos qualitativos escolhidos pelo grupo para representar os princípios da mentalidade enxuta.

Feitas as correções qualitativas, passou-se ao teste quantitativo. O questionário foi testado com três pessoas de diferentes áreas com conhecimentos em ambas as teorias pesquisadas (função armazenagem e Mentalidade Enxuta). Esse grupo foi composto por um Diretor da empresa pesquisada e dois profissionais de nível gerencial com mais de quinze anos de experiência em operações logísticas.

O resultado foi submetido a uma análise de confiabilidade pelo teste do *Alfa de Crombach*, de onde se obteve o seguinte resultado:

- Especificação de Valor: *Alfa de Crombach* menor que 0,6. As afirmativas 3 e 5 precisaram ser melhor formuladas para facilitar a compreensão dos entrevistados;
- Cadeia de Valor: *Alfa de Crombach* maior que 0,83. Não houve necessidade de alterações;
- Fluxo: *Alfa de Crombach* menor que 0,6. As afirmativas 13, 14 e 15 precisaram ser melhor formuladas para facilitar a compreensão dos entrevistados;
- Produção Puxada: *Alfa de Crombach* maior que 0,79. Não houve necessidade de alterações;
- Perfeição: *Alfa de Crombach* maior que 0,87. Não houve necessidade de alterações.

Mediante resultados obtidos, as questões foram alteradas de forma que o entendimento ficasse mais claro. O Quadro 9 mostra essas alterações (as afirmativas sombreadas foram as ajustadas).

Princípio	Parâmetro (versão testada)	Parâmetro (versão ajustada)
<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)
	Comprometimento com a organização física	Comprometimento com a organização física (manutenção das áreas de armazenagem limpas, organizadas e demarcadas)
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato
	Competitividade em custos dos serviços prestados	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada armazenada é coerente com o praticado no mercado)
<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais
	Comprometimento em evitar retrabalhos	Comprometimento em evitar retrabalhos
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra	Controle sobre a ociosidade da mão de obra
<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos
	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais
	Layout ( <i>dimensões/distâncias</i> ) adequado para o fluxo demandado	Layout ( <i>dimensões/distâncias</i> ) adequado para o fluxo demandado
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)
	Multifuncionalidade dos equipamentos	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)
	Multifuncionalidade dos colaboradores	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)
<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Equilíbrio contínuo entre capacidade de manuseio e demanda operacional	Equilíbrio contínuo entre capacidade de manuseio e demanda operacional
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas
	Responsividade à elevadas demandas operacionais	Responsividade à elevadas demandas operacionais
	Alinhamento com metas operacionais do cliente	Alinhamento com metas operacionais do cliente
<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)
	Sistemática de revisão de procedimentos	Sistemática de revisão de procedimentos
	Sistemática de auditoria de processos operacionais	Sistemática de auditoria de processos operacionais
	Indicadores de performance operacional	Indicadores de performance operacional
	Matriz de treinamentos operacionais	Matriz de treinamentos operacionais

#### Quadro 9: Ajustes ao Questionário

Fonte: Elaborado pelo autor

Após as alterações, o questionário foi considerado adequado para o objetivo de pesquisa, uma vez que o entendimento do que se pretendia estudar estava claro no instrumento de avaliação. O capítulo seguinte discorrerá sobre os resultados da aplicação desse instrumento ao objeto de estudo.

## 5 RESULTADOS DA PESQUISA

Após o desenvolvimento descrito no capítulo anterior, chegou-se à versão definitiva do questionário. A seguir, foi-se a campo para aplicar o questionário.

### 5.1 RESULTADOS OBTIDOS

O questionário foi aplicado, individualmente, para cada um dos três armazéns, a cinco especialistas praticantes da área. Ao todo, foram quinze aplicações. Os cinco especialistas praticantes possuem formação em engenharia ou administração, ocupam cargos de liderança na empresa operadora logística e possuem mais de cinco anos de experiência específica nas operações estudadas. As Tabelas 6, 7 e 8 mostram o resultado geral do questionário para os três armazéns. Nas primeiras e segundas colunas das tabelas tem-se a mentalidade enxuta dividida em sua estrutura de princípios. Nas terceiras colunas têm-se os conceitos desdobrados que recompõem os princípios. Nas próximas colunas, as opiniões dos cinco respondentes e por fim as médias e desvios-padrão das respostas.

ARMAZÉM 01							Desvio Padrão	
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	
	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5	0,00
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	5	4,8	0,45
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	5	5	4	4	5	4,6	0,55
	Comprometimento com a organização física (manutenção das áreas de armazenagem limpas, organizadas e demarcadas)	5	5	4	5	4	4,6	0,55
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	4	4,2	0,45
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada armazenada é coerente com o praticado no mercado)	4	4	4	5	4	4,2	0,45
	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	5	5	3	3	3	3,8	1,10
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	4	4	3	3	3	3,4	0,55
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	5	4	3	4	4	4	0,71
	Comprometimento em evitar retrabalhos	3	3	3	3	3	3	0,00
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3,2	0,45
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	3	3	5	3	3,6	0,89
	<i>Layout (dimensões/distâncias)</i> adequado para o fluxo demandado	3	2	3	4	2	2,8	0,84
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	4	5	4	4,2	0,45
	<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	3	4	4	5	4	4	0,71
	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)	3	4	4	5	4	4	0,71
	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71
	Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	3	3	4	4	4	3,6	0,55
	<b>Estabelecimento da Produção</b> Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	4	3,2	0,45
	<b>Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	5	5	3	5	5	4,6	0,89
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	4	4	5	4,6	0,55
	Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	4	4	4	4,6	0,55
	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	3	3	4	4	4	3,6	0,55
	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	5	4,8	0,45
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a excelência?	3	3	5	5	4	4	1,00
	Busca por excelência	3	3	3	4	5	3,6	0,89
	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	0,00
	Sistêmica que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	4	5	4	4	4	4,2	0,45

Mentalidade Enxuta

**Tabela 6:** Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 01  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

**Tabela 7: Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 02**  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

<b>ARMAZÉM 02</b>								
<b>Princípio</b>	<b>Conceito</b>	<b>1º Resp.</b>	<b>2º Resp.</b>	<b>3º Resp.</b>	<b>4º Resp.</b>	<b>5º Resp.</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5	0,00
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	3	4,4	0,89
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	5	5	4	4	3	4,2	0,84
	Comprometimento com a organização física	5	5	4	5	3	4,4	0,89
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	4	4,2	0,45
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada na armazenagem é coerente com o praticado no mercado)	4	4	4	5	4	4,2	0,45
	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	5	5	3	4	3	4	1,00
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	4	4	3	4	3	3,6	0,55
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	5	4	3	5	4	4,2	0,84
	Comprometimento em evitar retrabalhos	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	3	3	5	3	3,6	0,89
	<i>Layout (dimensões/distâncias)</i> adequado para o fluxo demandado	4	4	4	5	3	4	0,71
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	4	5	3	4	0,71
	<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	3	4	4	5	3	3,8	0,84
	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)	3	4	4	5	3	3,8	0,84
	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71
	Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	3	3	4	4	4	3,6	0,55
	<b>Estabelecimento da Produção</b> Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	3	3	0,00
	<b>Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o demandado pelo cliente?	5	5	3	5	3	4,2	1,10
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	4	4	2	4	1,22
	Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	4	4	4	4	1,22
	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	3	3	4	4	3	3,4	0,55
	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	3	4,4	0,89
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a excelência?	3	3	5	5	3	3,8	1,10
	Sistematização de revisão de procedimentos	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	busca por Sistematização de auditoria de processos operacionais	3	3	3	3	3	3	0,00
	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	0,00
	Sistematização que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	4	5	4	4	3	4	0,71

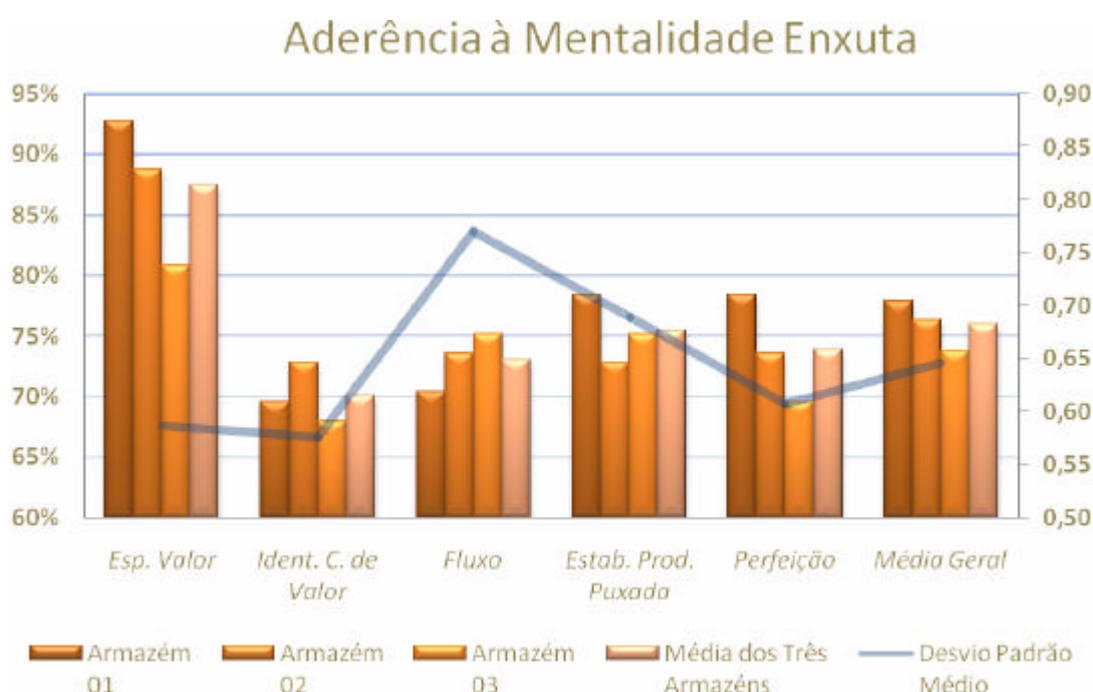
Mentalidade Enxuta

ARMAZÉM 03								
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão
	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	4	4	5	4,6	0,55
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	3	5	3	4,2	1,10
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?							
	Comprometimento com a organização física	4	4	3	4	3	3,6	0,55
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	4	5	3	4	3	3,8	0,84
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada na armazenada é coerente com o praticado no mercado)	5	4	3	4	4	4	0,71
	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	4	5	3	4	3	3,8	0,84
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	3	4	3	3	3	3,2	0,45
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços comprometimento em evitar retrabalhos no sentido de eliminar Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	4	3	3	5	4	3,8	0,84
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3	0,00
	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	4	3	5	3	3,8	0,84
	<i>Layout (dimensões/distâncias)</i> adequado para o fluxo demandado	5	5	5	4	3	4,4	0,89
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	3	5	3	3,8	0,84
	<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	3	4	4	5	3	3,8	0,84
	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)							
	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71
	Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	4	3	4	4	4	3,8	0,45
	<b>Estabelecimento da Produção</b> Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	4	4	3	3	3	3,4	0,55
	<b>Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	5	5	3	5	3	4,2	1,10
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	3	4	2	3,8	1,30
	Responsividade a elevadas demandas operacionais	5	5	3	4	3	3,8	1,30
	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	4	3	4	4	3	3,6	0,55
	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	3	3	4	5	3	3,6	0,89
	<b>Perfeição:</b> existem esforços sistemáticos de revisão de procedimentos evidenciando a busca por excelência?	4	4	3	5	3	3,8	0,84
	Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Indicadores de performance operacional	3	3	4	3	3	3,2	0,45
	Sistemática que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	3	4	4	4	3	3,6	0,55

**Tabela 8:** Resultados Numéricos do Questionário no Armazém 03  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os três armazéns apresentaram os resultados da Figura 19. Nessa figura, são apresentados os resultados graficamente, expressos em percentual atingido, para cada princípio, por cada armazém (três primeiras barras). A última barra apresenta a média aritmética dos três armazéns e a linha em eixo secundário apresenta os desvios-padrão dos resultados dos construtos e geral.



**Figura 19:** Aderência Média dos Três Armazéns aos Princípios da Mentalidade Enxuta

**Fonte:** Elaborado pelo autor

De forma geral, os resultados apontaram para um bom nível de aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta nos três armazéns. Mesmo não havendo um programa estruturado de gestão que visasse à implantação da Mentalidade Enxuta, seus princípios surgiram em uma intensidade média de 75% como resultado do atual sistema de gestão da empresa. O maior desvio-padrão encontrado nos resultados obtidos dos respondentes foi de 0,77 no princípio fluxo e o menor no princípio perfeição com um desvio-padrão de 0,61.

O destaque positivo foi a especificação do valor, que obteve o maior percentual atingido, com 87%. Durante a pesquisa, ficou evidente que os fatores que os clientes (internos e externo) reconhecem como valor estão realmente muito claros para todos e a busca em atender esses valores é muito presente no dia-a-dia das operações e nas estratégias de operação e do negócio.

O segundo princípio mais aderente, em média, foi o estabelecimento da produção puxada, com 75%. Dada a peculiaridade da aplicação da Mentalidade Enxuta em serviços, como já explorado nos capítulos II e IV, a lógica adotada para esse princípio foi a verificação da existência de equilíbrio entre o que é demandado em serviços e o que é ofertado de recursos. Nesse sentido, as maiores lacunas encontradas nesse princípio foram: (i) a estabilidade da demanda por áreas de armazenagem; e (ii) o equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos.

Em seguida, o princípio perfeição atingiu 74% de aderência. As questões relativas ao uso de indicadores para o gerenciamento das operações se mostraram menos aderentes dentro da análise do princípio, bem como a sistemática de auditorias de processos operacionais, o que estimula a melhoria contínua.

O princípio fluxo ficou com 73% de aderência média. Dentro desse princípio, a baixa multifuncionalidade da mão de obra foi o destaque negativo. A falta desta característica não permite que determinados processos sejam acelerados em momentos de maior demanda. Positivamente, foi observado um fluxo operacional com poucas paradas. Normalmente, em operações logísticas como as estudadas, são vistas muitas paradas para conferências e inspeções. Nas operações pesquisadas isso não foi encontrado, pois os produtos são movimentados do seu ponto inicial ao seu destino final praticamente sem nenhuma parada.

O princípio identificação da cadeia de valor foi o que se mostrou menos aderente. Fatores relacionados ao controle da ociosidade dos equipamentos e da mão de obra impactaram negativamente no resultado da aderência a esse princípio, uma vez que não se tem o controle sobre esses recursos e pouca gestão é feita no sentido de otimizar o uso dos mesmos. Positivamente, foi encontrado um bom comprometimento em evitar retrabalhos nas operações.

A Tabela 9 sintetiza os resultados por princípio e por armazém. De forma geral, os resultados apontaram para um bom nível de aderência aos princípios da

Mentalidade Enxuta nos três armazéns. Desdobrou-se cada princípio em cada armazém.

**Tabela 9:** Aderência dos Três Armazéns aos Princípios da Mentalidade Enxuta

Princípio	Armazém	Armazém	Armazém
	01	02	03
Especificação do Valor	93%	89%	81%
Identificação da Cadeia de Valor	70%	73%	68%
Fluxo	70%	74%	75%
Estabelecimento da Produção Puxada	78%	73%	75%
Perfeição	78%	74%	70%
<b>Média Geral</b>	<b>78%</b>	<b>76%</b>	<b>74%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.2.1 Análise dos Resultados por Armazém

Aprofundando a análise, no sentido de encontrar os pontos mais descolados dos princípios da Mentalidade Enxuta, as tabelas 10, 11, 12, 13 e 14 detalham os resultados obtidos por cada um dos princípios no Armazém 01.

**Tabela 10:** Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 01

Princípio	Conceito	ARMAZÉM 01					Média	Desvio Padrão
		1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.		
Mentalidade Enxuta	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5	0,00
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	5	4,8	0,45
	Especificação do Valor: o que o cliente percebe como valor?							
	Comprometimento com a organização física (manutenção das áreas de armazenagem limpas, organizadas e demarcadas)	5	5	4	4	5	4,6	0,55
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	4	4,6	0,55
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada armazenada é coerente com o praticado no mercado)	4	4	4	5	4	4,2	0,45
Especificação do Valor (média da coluna)		4,8	4,8	4,2	4,8	4,6	4,6	0,4

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando uma ordem de classificação de cada um dos cinco princípios entre os três armazéns, a especificação do valor no Armazém 01 foi o que obteve o melhor resultado, com 93% de aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta. Tal

resultado evidencia que as operações da função armazenagem nesse armazém estão alinhadas com o que é entendido como valor aos clientes. Um comentário adicional é válido sobre a primeira afirmativa, que obteve 100% de aderência, realmente ficou muito claro durante a pesquisa a preocupação e o conceito de valor que o tema segurança do trabalho tem nas operações estudadas.

**Tabela 11:** Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 01

		ARMAZÉM 01							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Identificação da Cadeia de Valor: são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	5	5	3	3	3	3,8	1,10
		Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	4	4	3	3	3	3,4	0,55
		Comprometimento em evitar retrabalhos	5	4	3	4	4	4	0,71
		Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3	0,00
		Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45
		<b>Identificação da Cadeia de Valor (média da coluna)</b>	<b>4,0</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>3,5</b>	<b>0,6</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Com 70% de aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta, a identificação da cadeia de valor apresentou um dos piores resultados na pesquisa. A falta de controle sobre a ociosidade de equipamentos e mão de obra não permite que se mapeie essas perdas nem que haja ações gerenciais no sentido de reduzir ou eliminar esses desperdícios.

Tabela 12: Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 01

		ARMAZÉM 01							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	3	3	5	3	3,6	0,89	
	<i>Layout</i> (dimensões/distâncias) adequado para o fluxo demandado	3	2	3	4	2	2,8	0,84	
	Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	4	5	4	4,2	0,45	
	Fluxo: existem ações para acelerar o fluxo operacional?	3	4	4	5	4	4	0,71	
	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)	3	4	4	5	4	4	0,71	
	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71	
Fluxo (média da coluna)		3,4	3,4	3,4	4,4	3,0	3,5	0,7	

Fonte: Elaborado pelo autor

O fluxo no Armazém 01 também apresentou um resultado abaixo da média dos demais princípios. Dois pontos influenciaram fortemente esse resultado. O primeiro é a questão do *lay out*, o Armazém 01 (conforme abordado na Figura 16) apresenta um fluxo bastante dificultado em função do *lay out* existente. O segundo ponto foi a multifuncionalidade da mão de obra; essa característica não permite que o fluxo seja acelerado em momentos de maior demanda em uma área específica através da utilização de mão de obra de uma outra área.

**Tabela 13:** Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 01

		ARMAZÉM 01							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	3	3	4	4	4	3,6	0,55	
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	4	3,2	0,45	
	<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	5	5	3	5	5	4,6	0,89	
	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	4	4	5	4,6	0,55	
	Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	4	4	5	4,6	0,55	
	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	3	3	4	4	4	3,6	0,55	
<b>Estabelecimento da Produção Puxada (média da coluna)</b>		<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>4,0</b>	<b>4,4</b>	<b>3,9</b>	<b>0,6</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

O estabelecimento da produção puxada apresentou boa aderência, dentro das características de cada recurso, a operação demonstrou ter alta flexibilidade e responsividade a demandas elevadas e específicas, essas características elevaram a aderência ao princípio. O ponto que influenciou negativamente no percentual de aderência foi a variabilidade da demanda por áreas de armazenagem, tal característica traz dificuldades no dimensionamento desse recurso (espaço para armazenagem).

**Tabela 14:** Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento Perfeição do Armazém 01

		ARMAZÉM 01							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	5	4,8	0,45	
	Sistemática de revisão de procedimentos	3	3	5	5	4	4	1,00	
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	3	3	3	4	5	3,6	0,89	
	Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	3	3	3	0,00	
	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	0,00	
	Sistemática que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	4	5	4	4	4	4,2	0,45	
<b>Perfeição (média da coluna)</b>		<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>0,6</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

O princípio perfeição também apresentou boa aderência à Mentalidade Enxuta. A busca por melhoria contínua ficou demonstrada com vários programas e uma comunicação fácil e acessível a todos os colaboradores. Negativamente à

aderência, a pouca existência de indicadores de performance foi verificada, mostrando uma lacuna de gestão nesse princípio. Vale observar que o desvio padrão entre os respondentes nesse quesito foi zero.

As tabelas 15, 16, 17, 18 e 19 mostram os resultados obtidos por cada um dos princípios no Armazém 02.

**Tabela 15:** Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 02

		ARMAZÉM 02							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5	0,00	
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	3	4,4	0,89	
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?								
	Comprometimento com a organização física	5	5	4	4	3	4,2	0,84	
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	3	4,4	0,89	
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada na armazenagem é coerente com o praticado no mercado)	4	4	4	5	4	4,2	0,45	
<b>Especificação do Valor</b>		<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,8</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>	<b>0,6</b>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A exemplo do que foi evidenciado no Armazém 01, o Armazém 02 também mostrou uma boa aderência no princípio especificação de valor e novamente as questões de segurança do trabalho se mostraram bem presentes entre todos os respondentes, conforme demonstrado na Tabela 16.

**Tabela 16:** Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 02

		ARMAZÉM 02							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	5	5	3	4	3	4	1,00	
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	4	4	3	4	3	3,6	0,55	
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?								
	Comprometimento em evitar retrabalhos	5	4	3	5	4	4,2	0,84	
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45	
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45	
<b>Identificação da Cadeia de Valor</b>		<b>4,0</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>0,7</b>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A identificação da cadeia de valor foi um dos princípios menos aderentes no Armazém 02. Novamente, o pouco controle sobre a ociosidade dos equipamentos e mão de obra influenciou negativamente no percentual atingido. Por outro lado, questões como o comprometimento em evitar retrabalhos e a capacidade de identificação de perdas trouxeram uma compensação ao nível de aderência do armazém a este princípio.

**Tabela 17:** Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 02

		ARMAZÉM 02							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta		Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	3	3	5	3	3,6	0,89
		<i>Layout</i> (dimensões/distâncias) adequado para o fluxo demandado	4	4	4	5	3	4	0,71
		Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	4	5	3	4	0,71
	Fluxo: existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)	3	4	4	5	3	3,8	0,84
		Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71
	<b>Fluxo</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>4,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,7</b>	<b>0,8</b>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A aderência do Armazém 02 ao princípio fluxo foi um pouco superior em relação ao mesmo princípio no Armazém 01 devido ao *lay out* mais favorável. Novamente a pouca multifuncionalidade da mão de obra trouxe um impacto negativo no percentual atingido.

**Tabela 18:** Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 02

		ARMAZÉM 02							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	3	3	4	4	4	3,6	0,55	
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	3	3	0,00	
	<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	3	5	3	4,2	1,10
	Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	4	4	2	4	1,22	
	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	3	3	4	4	3	3,4	0,55	
<b>Estabelecimento da Produção Puxada</b>		<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,6</b>	<b>0,7</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

A instabilidade na demanda por áreas de armazenagem também se mostrou decisiva na definição da aderência do Armazém 02 ao princípio do estabelecimento da produção puxada. A flexibilidade operacional e a responsividade, a exemplo do que foi observado no Armazém 01, continuaram influenciando positivamente o percentual atingido.

**Tabela 19:** Resultados Numéricos do Princípio Perfeição do Armazém 02

		ARMAZÉM 02							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	3	4,4	0,89	
	Sistemática de revisão de procedimentos	3	3	5	5	3	3,8	1,10	
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	4	3	3,2	0,45
	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	0,00	
	Sistemática que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	4	5	4	4	3	4	0,71	
<b>Perfeição</b>		<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>0,6</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

No princípio perfeição, constatou-se uma performance idêntica do Armazém 02 em relação ao Armazém 01, evidenciando também a lacuna no uso de indicadores para gerir as operações realizadas.

A seguir, as tabelas 20, 21, 22, 23 e 24 indicam os resultados observados no Armazém 03.

Tabela 20: Resultados Numéricos do Princípio Especificação do Valor do Armazém 03

		ARMAZÉM 03							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	4	4	5	4,6	0,55	
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	3	5	3	4,2	1,10	
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?								
	Comprometimento com a organização física	4	4	3	4	3	3,6	0,55	
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	4	5	3	4	3	3,8	0,84	
	Custos competitivos na área (ex: o custo por tonelada na armazenagem é coerente com o praticado no mercado)	5	4	3	4	4	4	0,71	
<b>Especificação do Valor</b>		<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>3,2</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6</b>	<b>4,0</b>	<b>0,7</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

No Armazém 03, o princípio especificação de valor também foi o mais aderente entre os cinco princípios. Mesmo em intensidade um pouco menor, o fator segurança do trabalho continua sendo visto como o valor mais importante nesse quesito. A afirmativa com menor percentual atingido, abordando questões relativas à organização física, alcançou a marca de 72%.

Tabela 21: Resultados Numéricos do Princípio Identificação da Cadeia de Valor do Armazém 03

		ARMAZÉM 03							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta	Capacidade de identificar e classificar perdas nas operações	4	5	3	4	3	3,8	0,84	
	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	3	4	3	3	3	3,2	0,45	
	<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?								
	Comprometimento em evitar retrabalhos	4	3	3	5	4	3,8	0,84	
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3	0,00	
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	0,45	
<b>Identificação da Cadeia de Valor</b>		<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>0,5</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os três armazéns, esse princípio foi o que atingiu o menor percentual de todos, com apenas 68% de aderência. As dificuldades com o controle da ociosidade da mão de obra e dos equipamentos mais uma vez ficaram evidentes.

**Tabela 22:** Resultados Numéricos do Princípio Fluxo do Armazém 03

		ARMAZÉM 03							
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão	
Mentalidade Enxuta		Capacidade de propor inovações em equipamentos e processos para aumentar o fluxo no manuseio dos materiais	4	4	3	5	3	3,8	0,84
		Layout (dimensões/distâncias) adequado para o fluxo demandado	5	5	5	4	3	4,4	0,89
		Processo com poucas paradas no fluxo de produtos (conferências, pontos de redistribuição - ex: para o produto ser movimentado de um ponto a outro não é necessário paradas para inspeção)	4	4	3	5	3	3,8	0,84
	Fluxo: existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Multifuncionalidade dos equipamentos (um mesmo equipamento atende muitos tipos de demandas operacionais - ex: a mesma empilhadeira pode armazenar, movimentar e carregar produtos)	3	4	4	5	3	3,8	0,84
		Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	0,71
	<b>Fluxo</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>0,8</b>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O Armazém 03 obteve a maior aderência ao princípio fluxo dentre os três armazéns, principalmente em função de seu *lay out* favorável. A multifuncionalidade da mão de obra novamente foi o ponto que impactou negativamente a aderência a esse princípio.

**Tabela 23:** Resultados Numéricos do Princípio Estabelecimento da Produção Puxada do Armazém 03

ARMAZÉM 03										
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão		
Mentalidade Enxuta		Equilíbrio entre capacidade e demanda por movimentação de produtos	4	3	4	4	4	3,8	0,45	
		Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	4	4	3	3	3	3,4	0,55	
	<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b>	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	3	5	3	4,2	1,10	
		Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	3	4	2	3,8	1,30	
		Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	4	3	4	4	3	3,6	0,55	
<b>Estabelecimento da Produção Puxada</b>		<b>4,4</b>	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,8</b>	<b>0,8</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor

A aderência do Armazém 03 ao princípio estabelecimento da produção puxada foi de 75%. A flexibilidade operacional foi vista como o ponto mais positivo neste princípio. A questão da variabilidade da demanda por áreas de armazenagem novamente impactou negativamente no percentual atingido.

**Tabela 24:** Resultados Numéricos do Princípio Perfeição do Armazém 03

ARMAZÉM 03										
Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	Desvio Padrão		
Mentalidade Enxuta		Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	3	3	4	5	3	3,6	0,89	
		Sistemática de revisão de procedimentos	4	4	3	5	3	3,8	0,84	
	<b>Perfeição:</b>	existem esforços evidenciando a busca por excelência?	3	3	3	4	3	3,2	0,45	
		Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	4	3	3,2	0,45	
		Indicadores de performance operacional	3	3	4	3	3	3,2	0,45	
	Sistemática que garanta que os treinamentos operacionais sejam realizados	3	4	4	4	3	3,6	0,55		
<b>Perfeição</b>		<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>0,6</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor

No Armazém 03, a questão que aborda o uso de indicadores de desempenho obteve o maior percentual entre os três armazéns, mesmo estando entre os piores percentuais do princípio, é um ponto a ser registrado. Porém, na média da aderência obtida para este princípio, o Armazém 03 foi o que obteve a pior classificação

principalmente em função das evidências de programas de melhoria contínua, que foram inferiores aos outros armazéns.

## 5.2.2 Análise dos Melhores Resultados

A Tabela 25 relaciona os pontos que atingiram uma aderência superior a 85%.

**Tabela 25: Conceitos com Maior Aderência nos Três Armazéns**

Princípio	Conceito	1º Resp.	2º Resp.	3º Resp.	4º Resp.	5º Resp.	Média	% Aderência	
<b>ARMAZÉM 01</b>									
<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5,0	100%	
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	5	4,8	96%	
	Comprometimento com a organização física (manutenção das áreas de armazenagem limpas, organizadas e demarcadas)	5	5	4	4	5	4,6	92%	
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	4	4,6	92%	
	<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Flexibilidade operacional para atendimento de demandas específicas	5	5	3	5	5	4,6	92%
<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por	Responsividade à elevadas demandas operacionais	5	5	4	4	5	4,6	92%	
	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	5	4,8	96%	
<b>ARMAZÉM 02</b>									
<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	5	5	5	5,0	100%	
	Capacidade de gerenciar os estoques, administrando a exatidão dos inventários e controlando os espaços para armazenagem (garantia de que as quantidades que estão nos sistemas estejam corretas e coerentes com o inventário físico)	5	5	4	5	3	4,4	88%	
	Confiabilidade em entregar os serviços acordados em contrato	5	5	4	5	3	4,4	88%	
	<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por	Programas com foco em melhoria contínua (ex: 5S's, coleta de sugestões)	5	5	4	5	3	4,4	88%
	<b>Especificação do Valor:</b> o que o cliente percebe como valor?	Competência em realizar as operações com elevado nível em segurança do trabalho	5	5	4	4	5	4,6	92%
<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?		Layout (dimensões/distâncias) adequado para o fluxo demandado	5	5	5	4	3	4,4	88%

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Como comentado anteriormente, o princípio especificação de valor foi o que apresentou maior aderência. Isso fica evidenciado na Tabela 25; nos três armazéns esse princípio obteve afirmativas com aderência superior a 85%. Vale observar novamente o excepcional desempenho das questões relativas à segurança do trabalho nos três armazéns, foi realmente um ponto que ficou muito claro durante as pesquisas.

O estabelecimento da produção puxada apresentou afirmativas com aderência superior a 85% somente no Armazém 01, ao passo que o princípio perfeição esteve presente nos armazéns 01 e 02.

Em função de seu *lay out* favorável, conforme mostrado na Figura 16, o Armazém 03 teve uma afirmativa presente, dentro do princípio fluxo, entre as mais aderentes.

### **5.2.3 Análise das Maiores Lacunas Observadas**

A Tabela 26 relaciona as maiores lacunas encontradas durante a pesquisa. O critério de classificação utilizado foi a seleção das afirmativas que apresentaram aderência inferior a 70%.

Tabela 26: Afirmativas com Menor Aderência nos Três Armazéns

Princípio	Conceito	1º	2º	3º	4º	5º	Média	% Aderência
		Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.		
<b>ARMAZÉM 01</b>								
<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	4	4	3	3	3	3,4	68%
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3	60%
<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	64%
	Layout ( <i>dimensões/distâncias</i> ) adequado para o fluxo demandado	3	2	3	4	2	2,8	56%
<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	60%
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	4	3,2	64%
<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	60%
<b>ARMAZÉM 02</b>								
<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	64%
	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	64%
<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	60%
	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	3	3	3	3	3	3	60%
<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Alinhamento com metas operacionais da empresa (de forma que pouco planejamento seja necessário)	3	3	4	4	3	3,4	68%
	Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	4	3	3,2	64%
<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Indicadores de performance operacional	3	3	3	3	3	3	60%
<b>ARMAZÉM 03</b>								
<b>Identificação da Cadeia de Valor:</b> são evidenciados esforços no sentido de eliminar desperdícios?	Capacidade de propor mudanças operacionais que eliminem as perdas operacionais	3	4	3	3	3	3,2	64%
	Controle sobre a ociosidade da mão de obra (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	3	3	3	60%
<b>Fluxo:</b> existem ações para acelerar o fluxo operacional?	Controle sobre a ociosidade dos equipamentos (influência na demanda por esse recurso)	3	3	3	4	3	3,2	64%
	Multifuncionalidade dos colaboradores (uma mesma pessoa atende a vários tipos de processo - ex: um mesmo funcionário pode efetuar diferentes tarefas com conferir produtos, organizar a área e orientar motoristas)	3	4	3	3	2	3	60%
<b>Estabelecimento da Produção Puxada:</b> há equilíbrio entre o que é processado e o que é demandado pelo cliente?	Operação com demanda estável por áreas de armazenagem	4	4	3	3	3	3,4	68%
	Sistemática de auditoria de processos operacionais	3	3	3	4	3	3,2	64%
<b>Perfeição:</b> existem esforços evidenciando a busca por excelência?	Indicadores de performance operacional	3	3	4	3	3	3,2	64%

Fonte: Elaborado pelo autor

O único princípio que não teve nenhuma afirmativa entre as menos aderentes foi a especificação do valor. Pontos como a multifuncionalidade da mão de obra e o controle da ociosidade dos equipamentos e mão de obra estiveram presentes em todos os armazéns.

A afirmativa com o pior desempenho geral foi no princípio fluxo, em relação ao *lay out*, no Armazém 01 com 56%. Realmente os deslocamentos necessários para a movimentação dos produtos no Armazém 01 são muito maiores em relação aos outros dois armazéns. Isso se deve a sua forma muito comprida e pouco larga, esse detalhe também está retratado na Figura 16.

Na análise do princípio estabelecimento da produção puxada, a afirmativa que explora a questão da estabilidade da demanda por áreas de armazenagem esteve presente nos três armazéns. Constatou-se que em alguns momentos existe excesso de espaço para armazenagem e em outros os espaços existentes não são suficientes.

Outro ponto de baixa aderência observado em todos os armazéns foi a utilização de indicadores como ferramenta de gestão para a busca da melhoria contínua, dentro do princípio perfeição.

#### **5.2.4 Análise Lacunas Observadas por Princípio**

Independentemente do nível de aderência observado em cada princípio, qualquer ponto observado com aderência inferior a 100% representa uma lacuna que tem o potencial de ser explorada. Esta parte do presente trabalho se propõe a explorar tais lacunas, bem como sugerir ações gerenciais possíveis para aumentar a aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta. Importante mencionar que as sugestões apresentadas limitam-se ao ponto de vista estudado, evidentemente, é possível que algumas ações indicadas possam representar um ganho no escopo estudado, mas trazerem ou demandarem custos superiores aos seus ganhos em outras áreas que não a delimitada nesse estudo.

##### **5.2.4.1 Especificação de Valor**

Dentro do princípio especificação de valor, as maiores lacunas encontradas, com uma aderência de 83%, dizem respeito a organização física do local de trabalho e a percepção de custo das operações de manuseio e armazenagem. Com relação ao custo, um indício de oportunidade de desenvolvimento desse fator e o baixo nível de inovação nos processos. Durante o contato do pesquisador com os profissionais da área envolvida, percebeu-se que a metodologia de trabalho é a mesma há muito tempo; investimentos em sistemas de gestão de armazéns (*WMS*) e equipamentos

automatizados de movimentação são exemplos de ações possíveis para redução de custos dos serviços.

A organização física, apesar de apresentar uma das menores aderências dentro do princípio, apresentou durante o período de pesquisa uma forte evolução através de implantações de programas de qualidade, tais como 5'S, e de desenvolvimento de formas de avaliação de desempenho nesse quesito, fazendo com que a percepção das pessoas fique mais aguçada para esse conceito.

#### 5.2.4.2 Identificação da Cadeia de Valor

A identificação da cadeia de valor foi o princípio menos aderente nas operações pesquisadas. A capacidade de identificar e classificar as perdas operacionais apresentaram uma aderência de 77%, demonstrando uma carência nos aspectos de gestão. Uma ação de monitoramento das perdas existentes através de indicadores poderia ser montada para que as oportunidades de ganhos fiquem mais claras e passem a ser perseguidas pela área operacional.

Alinhado com o que foi comentado sobre o princípio anterior, verificou-se nesse princípio uma baixa capacidade de propor inovações ao processo operacional, com uma aderência de 68%, tal aspecto é reforçado pela pouca gestão observada nesses processos. Da mesma forma, retrabalhos operacionais ficaram evidentes na pesquisa; constatou-se uma aderência de 80% nesse aspecto.

No sentido de investigar os esforços para evitar os desperdícios, o controle sobre a ociosidade da mão de obra e dos equipamentos foi pesquisado, e o resultado para esses fatores foi o menos aderente na média dos três armazéns, com 61 e 64% respectivamente. Nesse ponto, várias ações operacionais seriam possíveis. A principal delas seria uma distribuição mais linear das demandas operacionais ao longo do mês; vale ressaltar que durante a pesquisa, como já mencionado anteriormente, em função da estratégia de armazenagem externa de produtos, esse quesito melhorou bastante, porém, ainda existem muitas oportunidades. Em uma amostragem simples durante um dia de operação em um dos armazéns, foi verificada uma expedição de 2.400 toneladas em um dado período, porém, observou-se que mesmo durante o dia existem momentos de

ociosidade por falta de seqüenciamento de recursos. Caso não houvesse essa falta de sincronia a expedição teria sido de 2.800 toneladas, o que representa uma perda de 14% da capacidade de movimentação instalada.

#### 5.2.4.3 Fluxo

Novamente as questões de inovações, agora voltadas a uma aceleração do fluxo, mostraram-se tímidas, com uma aderência de 73%. Não foi identificada nenhuma inovação considerável na aceleração do fluxo nos últimos três anos. Importante mencionar que em função de fatores relacionados a segurança do trabalho, a velocidade dos equipamentos de movimentação foi reduzida, o que de certa forma penalizou esse conceito.

Dentro de um mesmo armazém, a pior aderência encontrada foi no conceito de *layout* no armazém 01, com 56%. Na média dos três a aderência apontada foi de 75%. Em função das instalações serem antigas, várias expansões foram feitas; no caso do armazém 01 esse fato dificultou muito a movimentação de materiais. Um reposicionamento da área de ensaque e da área de carregamento de veículos poderiam acelerar muito o fluxo existente nessa operação.

Outro ponto que demonstrou baixa aderência foi a multifuncionalidade dos recursos: 77% para os equipamentos e 60% para a mão de obra, novamente impactado por questões de segurança do trabalho. Durante a pesquisa ficou claro a existência de processos com deficiência de recursos (mão de obra ou equipamentos) e processos com excesso de recursos. No momento seguinte essa situação se apresentava inversa, onde havia deficiência passa a haver excesso e vice e versa. Certamente uma ação no sentido de tornar mais flexível a utilização dos recursos traria um ganho na aceleração do fluxo.

#### 5.2.4.4 Estabelecimento da Produção Puxada

No estabelecimento da produção puxada, as maiores lacunas existentes são as de estabilidade por demandas operacionais, aderência de 73% para movimentação e 64% para espaço para armazenagem. Tais flutuações fazem com que em alguns momentos se tenha excesso de demanda (movimentação ou armazenagem) e no momento seguinte a situação se inverta. Essa instabilidade dificulta a aderência a esse conceito. Como comentado anteriormente, a estratégia de armazenagem externa vem melhorando esse ponto em função da linearização das demandas operacionais.

#### 5.2.4.5 Perfeição

No princípio perfeição, a maior lacuna encontrada, com uma aderência de 61%, foi a gestão por indicadores operacionais. Foi observada uma baixa utilização desse tipo de ferramenta e uma baixa quantidade de ações motivadas pelos poucos indicadores existentes. Outro fator percebido diz respeito, não à quantidade, mas principalmente à qualidade da gestão empregada com o apoio dos indicadores, estabelecimento de metas e planos de ações para a evolução contínua da performance operacional.

### 5.3 ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DAS RESPOSTAS

A confiabilidade das respostas foi analisada pelo teste do alfa de Crombach. Tal teste se aplica quando pode ser esperado que um construto latente elaborado para fim de pesquisa seja descrito satisfatoriamente por mais de um conceito. Ou seja, a investigação de múltiplos atributos pode contribuir para a investigação de um construto elaborado. Entende-se que este é o caso da presente pesquisa. Para estudos exploratórios, um alfa maior do que 50% é satisfatório. Para estudos

intermediários ou confirmatórios, o alfa deve ser maior do que 60% (MALHOTRA, 2001).

A Tabela 27 apresenta o resultado do teste. Para os três armazéns e os cinco princípios, com a ajuda do software SSPS for Windows (v.13), foram calculados os alfa geral e os alfa que resultariam se cada uma das variáveis fosse retirada. Na tabela, foi anotada que variável apontou o maior incremento de alfa quando retirada, o que indica a variável de menor confiabilidade, ou seja, o conceito ou atributo que mais pode ter gerado dúvida nos respondentes.

**Tabela 27:** Teste de Confiabilidade das Respostas pelo Alfa de Crombach

	A1		A2		A3	
	alfa geral	alfa se vx fora	alfa geral	alfa se vx fora	alfa geral	alfa se vx fora
valor	0,51	v5/0,62	0,82	v1/0,87	0,86	v1/0,9
cadeia	0,61	v5/0,77	0,8	v1/0,83	0,35	v3/0,47
fluxo	0,75	v5/0,87	0,89	v5/0,94	0,81	v2/0,86
puxada	0,55	v3/0,73	0,14	v1/0,5	0,65	v1/0,79
melhoria	<0	-	0,55	v2/0,62	0,73	v4/0,82

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Apenas um conceito apresentou alfa negativo, ou seja, falta de correlação entre as respostas, o que pode indicar erro apreciável de interpretação ou de formulação das questões. Nos demais casos, em duas situações, o alfa foi menor do que 50%, o que pode indicar má interpretação pontual em variáveis. Para futuras aplicações do método, sugere-se revisar mais uma vez estas questões, agregando mais informação ao questionário.

#### 5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO

De maneira geral, a utilização da ferramenta desenvolvida para a verificação da aderência dos armazéns aos princípios da Mentalidade Enxuta se mostrou eficiente e produtiva. Mesmo com um resultado geral relativamente bom, de 76%, a ferramenta foi capaz de apontar as maiores lacunas existentes, onde se encontram oportunidades de melhoria, que se exploradas, podem se traduzir em ganhos

financeiros e, conseqüentemente, ganhos de competitividade em custos. Mesmo não sendo o objetivo principal do presente trabalho, o próximo e último capítulo projeta inclusive ganhos financeiros possíveis com a redução das lacunas encontradas.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação estudou a função armazenagem no pólo petroquímico de Triunfo/RS e propôs, à luz dos princípios da Mentalidade Enxuta, um instrumento de avaliação de aderência entre um e outro, ou seja, os princípios da Mentalidade Enxuta e a função armazenagem nas operações estudadas.

O primeiro capítulo abriu o estudo apresentando o tema, os objetivos, justificativa, método e delimitação. O segundo capítulo trouxe o referencial teórico necessário para suportar a pesquisa: a Mentalidade Enxuta e a função armazenagem. O terceiro capítulo apresentou o setor petroquímico e as operações estudadas, mostrando suas características específicas e fornecendo dados detalhados da função armazenagem. O quarto e o quinto capítulos discorreram sobre a criação da ferramenta de avaliação da aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta à função armazenagem nas operações estudadas, bem como, apresentou os resultados da pesquisa realizada com especialistas na área. Além destes capítulos, a dissertação se encerra com este, concluindo o estudo e propondo sugestões para trabalhos futuros.

### 6.1 CONCLUSÕES

O estudo dos princípios da Mentalidade Enxuta mostrou-se aplicável ao objeto de estudo, no caso, a função armazenagem em três armazéns de resinas petroquímicas. Importante observar a delimitação conceitual feita no início do presente estudo onde se deixou claro que mesmo que a armazenagem de produtos não seja uma atividade direta de geração de valor ao cliente final, quando seccionada, pode sim ser avaliada segundo os princípios da Mentalidade Enxuta e fruto dessa análise, ganhos podem ser extraídos.

Dentro dessa ótica, a ferramenta foi desenvolvida sob a perspectiva de uma área que presta serviços de armazenagem para outras áreas dentro de uma mesma empresa. Desta forma, a determinação do valor, por exemplo, foi feita a partir do que outras áreas que demandam esse serviço reconhecem como valor e não

necessariamente o cliente final. Este ponto foi abordado e explanado no quarto capítulo.

O quinto capítulo apontou e discutiu as lacunas evidenciadas na pesquisa. Alguns pontos que chamaram a atenção negativamente foram a pouca flexibilidade da mão de obra, o baixo controle sobre a ociosidade dos recursos e o *layout* do armazém 01. Alguns aspectos relacionados com a função armazenagem em si se destacaram positivamente. Pontos como o gerenciamento dos estoques e questões relativas à segurança do trabalho obtiveram alta classificação.

Um aspecto importante dentro do cenário da pesquisa é que os armazéns estudados encontram-se dentro das respectivas fábricas e acoplados ao setor de embalagem (ensaque). Isso influencia alguns resultados diretamente. Por exemplo, na especificação de valor, a segurança do trabalho é um ponto tido em alta conta em função de a operação estar dentro de um contexto de produção petroquímica. Outro fato é a necessidade de proteção da função produção, como a função armazenagem está diretamente ligada ao setor de ensaque, que por sua vez está diretamente ligado ao setor de produção, é vital que os produtos sejam movimentados das áreas de ensaque para as áreas de armazenagem continuamente. Esse fator faz com que os recursos tenham que ser dimensionados para suportar o pior cenário possível, de forma que em nenhum momento o setor de ensaque seja penalizado por falta de movimentação de produtos, o que geraria um impacto direto na produção. Isso sem dúvida traz ociosidade de recursos em alguns momentos quando se observa a função armazenagem segregadamente.

Como apontado no terceiro capítulo, a função armazenagem passou por mudanças consideráveis durante o período em que se estendeu a pesquisa da presente dissertação. Esse fato foi especialmente produtivo para a pesquisa, pois permitiu claramente perceber ganhos com a implementação de alguns dos princípios da Mentalidade Enxuta, basicamente na aproximação do conceito da produção puxada, através de um equilíbrio maior entre a demanda dos serviços relacionados à função armazenagem e capacidade instalada para atendê-la.

Por conseqüência, o ganho financeiro de tais mudanças, com a otimização de recursos, já foram, em parte, percebidos pela empresa. Na função armazenagem, nas operações estudadas, esse ganho foi de aproximadamente 30% para a mesma quantidade de produtos movimentados, conforme dados apurados em pesquisa.

Assim como na indústria automobilística, precursora de todo esse processo com o Sistema Toyota de Produção, a implementação dos princípios da Mentalidade Enxuta na função armazenagem da indústria petroquímica brasileira, especificamente no pólo petroquímico de Triunfo/RS, mostrou-se favorável, trazendo ganhos de custos interessantes. Essa constatação corrobora com a versatilidade de utilização da Mentalidade Enxuta e seus princípios e sua aplicabilidade nas mais diversas áreas.

Dessa forma a avaliação da aderência da função armazenagem aos princípios da Mentalidade Enxuta, mostrou-se relevante, na medida em que a constatação das lacunas entre teoria e prática são campos ricos a serem explorados tanto acadêmica quanto empresarialmente.

## 6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação analisou e propôs uma ferramenta de avaliação da aderência aos princípios da Mentalidade Enxuta de uma determinada operação, no caso, a função armazenagem na indústria petroquímica usando como objeto de estudo três armazéns no pólo petroquímico de Triunfo/RS. Dentro desse mesmo objeto de estudo, sugere-se explorar os princípios da Mentalidade Enxuta além dos limites impostos pelo presente trabalho, ou seja, antes e depois da função armazenagem, englobando funções como produção, transporte e vendas.

Outro campo oportuno para pesquisas seria a implementação de tais princípios nas operações estudadas, além da expansão para outras indústrias que não a petroquímica.

## REFERÊNCIAS

ADLMAIER, D.; SELLITTO, M. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v.17, n.2, p.395-406, 2007.

AGUIA Sistemas. **Produtos**. Disponível em:  
<<http://200.219.214.11/~aguia/produtos.php>>. Acesso em: 20 mar. 2008.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: logística empresarial. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANZATO, E. WMS. **Warehouse management system**: Sistema de gerenciamento de armazéns. São Paulo: IMAN, 1998.

BORCHARDT, M. **Diretrizes para a implementação dos princípios da mentalidade enxuta**: o caso das empresas de transporte coletivo rodoviário urbano. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFSC, [2005].

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

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Thomson, 2007.

DIAS, MARCO AURÉLIO P. **Administração de materiais**: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DRUCKER, P. **Concept of the corporation**. New York: The John Day company, 1946.

EISENHARDT, K. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O que é o método científico**. São Paulo: Pioneira, 1989.

GIL, Antonio Carlo. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002 – 2007.

GONÇALVES, P. **Administração de materiais**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

GOODING, J. **Blue-collar blues on the assembly line**. Fortune, july, 1970.

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

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Bookman, 2001.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAIVA, E.; CARVALHO JR., L.; FENSTERSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PANTALEÃO, L. **Desenvolvimento de um modelo de diagnóstico da aderência aos princípios do sistema Toyota de produção (lean production system)**: um estudo de caso. São Leopoldo: Universidade Vale do Rio dos Sinos, 2003.

PICCHI, F. Oportunidades da aplicação do lean thinking na construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n.1, p.7-23, jan./mar. 2003.

PLOSSL, G. **Production and inventory control**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1985.

RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2004.

ROESCH, S. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SELLITTO, M. BORCHARDT, M. PEREIRA, G. Avaliação multicriterial de desempenho: um estudo de caso na indústria de transporte coletivo de passageiros. **Gestão & Produção**, v.13,n.2, p.339-352, 2006.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Medição de tempo de atravessamento e inventário em processo em manufatura controlada por ordens de fabricação. **Produção** (em submissão).

SELLITTO, M.; WALTER, C. Avaliação do desempenho de uma manufatura de equipamentos eletrônicos segundo critérios de competição. **Produção**, v.16, n.1, p.34–47, 2006.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, J.; JONES, D. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.