

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Leonidas Magno de Moraes**

**AVALIAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO  
AMBIENTE OPERÁRIO DE UMA EMPRESA  
METALÚRGICA**

**Taubaté - SP**

**2010**

**Leonidas Magno de Morais**

**AVALIAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO  
AMBIENTE OPERÁRIO DE UMA EMPRESA  
METALÚRGICA**

Dissertação apresentada para obtenção do certificado de Mestre pelo Curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção  
Orientador: Antonio Faria Neto Prof. Dr.  
Co-orientador: Paulo Cesar Corrêa Lindgren Prof. MSc

**Taubaté - SP**

**2010**

M827a      Morais, Leonidas Magno de.  
Avaliação de desperdícios no ambiente operário de uma empresa metalúrgica./ Leonidas Magno de Morais. – Taubaté: Unitau, 2010.

84 f.:il;30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté. Faculdade de Engenharia Mecânica. Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica.

Orientador: Antonio Faria Neto.

1. Desperdício. 2. Just In Time (JIT). 3. Manufatura Enxuta. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica. II. Título.

CDD(21) 658

**LEONIDAS MAGNO DE MORAIS**  
**AVALIAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO AMBIENTE OPERÁRIO DE UMA EMPRESA**  
**METALÚRGICA**

Dissertação apresentada para obtenção do Certificado de Título de Mestre pelo Curso Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté,  
Área de Concentração: Produção  
Orientador: Antonio Faria Neto Prof. Dr.  
Co-orientador: Paulo Cesar Corrêa Lindgren Prof. MSc

**Data:** \_\_\_\_\_

**Resultado:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Antonio Faria Neto - UNITAU**

**Assinatura** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves - UNITAU**

**Assinatura** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Silvio Fazolli – IAE - CTA**

**Assinatura** \_\_\_\_\_

**Em especial, dedico este trabalho à minha esposa, Elaine, co-participante de todas as minhas conquistas, aos meus pais, Carlos e Angela, que me inspiraram na busca contínua do conhecimento e aos meus filhos, Juliana, João Vitor e Jéssica, que me motivam a vencer os desafios do dia a dia.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade de Taubaté, por ter proporcionado o mestrado em horário compatível com minhas atividades profissionais, professores qualificados e espaço agradável ao estudo.

Aos colegas de classe, principalmente aqueles que co-participaram de diversas etapas do curso, dividindo e auxiliando a execução das atividades, seja através de conhecimento ou amizade.

À minha família, sempre presente nos meus desafios e conquistas, apoiando minhas decisões e ajudando a me recuperar dos meus erros.

Ao Prof. Antonio Faria, orientador deste trabalho, que se dispôs em vários momentos a ajudar, através do seu conhecimento, direcionamento e apoio.

À Deus, meu muito obrigado, pois sem sua providência, graça e sabedoria, jamais poderia conquistar mais essa vitória.

“Amei a sabedoria mais do que a saúde e a beleza, e resolvi tê-la  
como luz, porque o brilho dela nunca se apaga.”

Sabedoria 7, 10



## RESUMO

A competitividade do mercado globalizado e a busca constante das empresas em se destacarem frente aos seus clientes, oferecendo produtos de valor agregado e de preço competitivo frente aos seus concorrentes, tem levado essas empresas a buscarem formas de inovação e aplicação de técnicas e métodos que agreguem aos seus sistemas de gestão e produção, oportunidades de reduzir seus custos, a fim de oferecer o melhor preço ou aumentar seu lucro. A filosofia do Sistema Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta, tem sido aplicada por empresas de todo o mundo e alavancado constantes melhorias nos seus processos produtivos, através da eliminação de desperdícios.

Este trabalho tem como foco o levantamento dos desperdícios existentes dentro dos processos relacionados à produção, através da aplicação de uma ferramenta de avaliação desenvolvida com base nos conceitos da Manufatura Enxuta, mais precisamente o Just in Time - JIT. Essa ferramenta desenvolvida por Rawabdeh é composta por um questionário que estabelece pesos a cada tipo de relacionamento entre os tipos de desperdício e quantifica em porcentagem o impacto que cada desperdício exerce sobre o outro. A resultante é uma matriz que pode servir de direcionamento e auxílio para tomada de decisões objetivando a minimização dos custos e conseqüentemente o aumento da lucratividade.

Palavras chaves: Desperdícios, Lean Manufacturing, avaliação de ambiente operário, Just in Time (JIT).

## **ABSTRACT**

The competitiveness of global market and the constant search of the companies stand out in front of their customers by offering value-added products and competitive price facing its competitors has led these companies to seek ways of innovation and application of techniques and methods that add to their management systems and production opportunities to reduce their costs in order to offer the best price or increase their profit. The philosophy of Lean Manufacturing System or Lean Manufacture has been implemented by companies around the world and leveraged constant improvements in their production processes by eliminating waste.

This work focuses on the removal of waste in the existing processes related to production through the application of an assessment tool developed based on the concepts of Lean Manufacturing, specifically the Just In Time - JIT. This tool developed by Rawabdeh, is composed by a questionnaire that provides weights to each type of relationship between the types of waste and quantifies the percentage that each impact waste has on each other. The result is a matrix that can serve as guideline, identification of the root causes of wastes and assistance in making decisions aimed at minimizing the costs and therefore increase profitability.

Keywords: Waste, Lean Manufacturing, job shop environment, Just in Time (JIT).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Movimentos do trabalhador (Ohno, 1997) .....	19
Figura 2 - Relacionamento direto dos desperdícios (RAWABDEH, 2005) .....	30
Figura 3 – Posicionamento do líder em custo (PORTER, 1992) .....	35
Figura 4 - As três categorias de desperdícios (homem, máquina, materiais) (RAWABDEH, 2005) .....	43
Figura 5 - Fluxo de Materiais e de Informação (SHOOK; ROTHER, 1999) .....	45
Figura 6 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor (SHOOK; ROTHER, 1999) ...	46
Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito (CAMPOS, 1999) .....	47
Figura 8 - Fluxo de Aplicação da Ferramenta de Avaliação de Desperdícios .....	58
Figura 9 - Delineamento da pesquisa – Avaliação de Desperdício .....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Simbologia do grau de relacionamento entre os desperdícios (RAWABDEH, 2005) .....	54
Tabela 2 – Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD) .....	55
Tabela 3 – Matriz de valores dos desperdícios e Resultado Final .....	56
Tabela 4 – Nova métrica para resultado final da MRD (RAWABDEH, 2005).....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Diferenças entre os sistemas Ford e Toyota (SHINGO, 1996) .....	42
Quadro 2– Explicação da relação do desperdício excesso de tempo de espera com os demais (RAWABDEH, 2005) .....	49
Quadro 3 – Explicação da relação do desperdício excesso de estoque com os demais .....	50
Quadro 4 – Explicação da relação do desperdício superprodução com os demais	50
Quadro 5 – Explicação da relação do desperdício produtos defeituosos com os demais (RAWABDEH, 2005) .....	51
Quadro 6 – Explicação da relação do desperdício excesso de processamento com os demais (RAWABDEH, 2005) .....	51
Quadro 7 – Explicação da relação do desperdício excesso de movimentação (pessoas) com os demais (RAWABDEH, 2005) .....	52
Quadro 8 – Explicação da relação do desperdício excesso de movimentação (materiais) com os demais (RAWABDEH, 2005) .....	52
Quadro 9 – Critérios para avaliar os pontos fortes e as relações entre os desperdícios .....	53
Quadro 10 – Relacionamento entre o desperdício superprodução e os outros desperdícios (RAWABDEH, 2005) .....	54
Quadro 11– Etapas de aplicação da ferramenta de avaliação de desperdício .....	57
Quadro 12– Áreas de Aplicação de cada tipo de desperdício (RAWABDEH, 2005)	63
Quadro 13 – Quadro de Relacionamento de Desperdícios .....	68
Quadro 14 – Matriz de Relacionamento dos Desperdícios (MRD) .....	69
Quadro 15 – Matriz de valores dos desperdícios e Resultado Final .....	69
Quadro 16 – Consolidação dos Relacionamentos .....	70

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo do Lead Time (DENNIS, 2008) .....	26
Equação 2 – Composição do custo Total (ALVES, 1995) .....	34
Equação 3 – Cálculo do Preço (OHNO, 1997) .....	40
Equação 4 – Cálculo do Lucro (OHNO, 1997) .....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Delimitação do Trabalho .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Justificativa do Trabalho.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Organização do Trabalho .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Os Conceitos de Produção, Operações e Processos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 Operações .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 Processos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Conceituação de Desperdício .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Tipos de desperdícios.....</b>	<b>22</b>
2.2.1.1 Superprodução .....	22
2.2.1.2 Excesso de processamento .....	23
2.2.1.3 Excesso de estoques .....	24
2.2.1.4 Excesso de transporte, ou excesso de movimentação de material .....	25
2.2.1.5 Excesso de produção de peças defeituosas, ou produtos defeituosos.....	25
2.2.1.6 Excesso de tempo de espera .....	26
2.2.1.7 Excesso de movimentação de pessoal ou excesso de movimento .....	28
<b>2.2.2 Os Sete Desperdícios e suas inter-relações .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.3 Os impactos dos desperdícios na empresa.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.4 A redução do custo através da eliminação dos desperdícios.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.5 A eliminação de desperdícios através do pensamento enxuto.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3 O processo de identificação dos desperdícios.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping) .....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2 Diagrama causa-efeito.....</b>	<b>46</b>
<b>2.3.3 Os cinco Por quês .....</b>	<b>47</b>
<b>2.3.4 Instrumento de Avaliação de Desperdícios de Rawabdeh.....</b>	<b>48</b>
<b>3 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESPERDÍCIO DE RAWABDEH .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 A relação entre os sete desperdícios.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 Quantificação das relações entre os desperdícios.....</b>	<b>52</b>

3.3 Matriz de Relacionamento dos Desperdícios – MRD .....	54
3.4 Síntese das etapas de aplicação da Ferramenta de Avaliação .....	56
<b>4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>59</b>
4.1 Caracterização da pesquisa .....	59
4.2 Delineamento da pesquisa .....	61
4.2.1 <i>Etapa exploratória</i> .....	61
4.2.2 <i>A seleção dos entrevistados</i> .....	63
4.2.3 <i>Descrição da empresa</i> .....	64
4.2.4 <i>Descrição do Produto</i> .....	64
4.2.5 <i>Descrição do Processo</i> .....	65
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
5.1 Relacionamento entre os desperdícios .....	68
5.2 Matriz de Relacionamento entre os Desperdícios (MRD) .....	69
<b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
6.1 Excesso de Processamento .....	71
6.2 Excesso de Movimentação de Materiais ou Excesso de Transporte .....	72
6.3 Excesso de Produção de Peças Defeituosas ou Produtos Defeituosos .....	74
6.4 Superprodução .....	74
6.5 Excesso de Movimentação de Pessoas .....	75
6.6 Excesso de Estoque .....	76
6.7 Excesso de Tempo de Espera .....	77
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Dentro da realidade competitiva mundial, uma empresa manufatureira que busca prosperar ou mesmo apenas sobreviver, deve sempre atentar às forças competitivas que dirigem a concorrência de mercado, ao quais segundo Porter (1992), constituem-se em clientes, novos concorrentes, fornecedores e possíveis produtos substitutos.

Para se obter vantagem competitiva, deve-se ter a produção como um enfoque estratégico. Para tanto, é necessário, encarar o controle dos custos como parte vital para o sucesso do empreendimento. Nesta visão, a busca pela melhoria da qualidade é um meio para a redução dos custos e também para o aumento da produtividade (ALVES, 1995).

Essa busca pela redução de custos e aumento da produtividade tem sido comumente feita através do estudo das oportunidades de melhoria nas atividades que agregam valor para o cliente, e não apenas pela busca da eliminação, ou minimização das atividades que não agregam valor (HINES; RICH, 1997).

Para Ohno (1997), a redução de custos deve ser uma das preocupações dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual, mas para isso não existe método mágico. Ao invés disso, é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operacionalidade, para utilizar bem instalações e máquinas e eliminar todo o desperdício.

Assim, vê-se que um importante ponto para redução dos custos seria a eliminação dos desperdícios provenientes do processo produtivo. Na medida em que os gestores conhecem mais profundamente os desperdícios que ocorrem em suas respectivas áreas de atuação, suas empresas poderão melhorar seu processo de tomada de decisões, auferindo os benefícios que decorrem de um adequado conhecimento das relações entre custos e qualidade.

O desperdício de recursos tem impacto direto sobre os custos, qualidade e tempo de entrega. Excesso de estoque, movimentação desnecessária de materiais e de pessoal, potencial humano subutilizado, tempos não planejado de ociosidade e de troca de turnos são sintomas de desperdícios. Nesse sentido, a eliminação dos desperdícios gera maior lucratividade, produtividade e eficiência (ALUKAL, 2008).

A eliminação de desperdícios em pouco tempo tornou-se um importante tema de investigação. O sistema Lean Manufacturing ou Sistema Toyota de Produção, tem como uma de suas premissas esse objetivo. A filosofia Just in time (JIT) é um dos conceitos que sustenta a filosofia do sistema Lean, e significa “produzir o item necessário na hora certa e na quantidade necessária, ao custo certo ou menor possível” (DENNIS, 2008).

O processo de identificação dos desperdícios ou atividades que não agregam valor ao produto ou ao processo não é uma tarefa fácil e inter-relacioná-los é uma tarefa ainda mais difícil. O grande número de parâmetros e sobreposições entre os diferentes processos pode criar atividades capazes de esconder ou ocultar outras atividades que estão relacionadas, direta ou indiretamente, com algum tipo de desperdício.

A literatura traz diversas metodologias de identificação de desperdícios, porém pouco se fala sobre o relacionamento existente entre eles e o impacto que cada um exerce sobre os demais e vice-versa, com exceção de uma ferramenta de análise proposta por Rawabdeh (2005).

Classificar essa relação pode contribuir muito no processo de eliminação dos desperdícios, pois o resultado deste tipo de análise servirá como um indicador capaz de apontar as prioridades nos processos, bem como sugerir ferramentas capazes de diminuir ou eliminar os desperdícios no ambiente fabril.

## **1.1 Objetivos**

Os Objetivos deste trabalho são estudar uma ferramenta de identificação e quantificação de desperdícios proposta em 2005, por um pesquisador jordaniano, Ibrahim Rawabdeh, e em seguida aplicá-la na identificação e quantificação dos desperdícios de uma indústria metalúrgica.

## **1.2 Delimitação do Trabalho**

Este estudo está delimitado a uma indústria metalúrgica nacional de médio porte, com cerca de 350 funcionários, produtora de tubos de aço para o setor

petroquímico, localizada no Vale do Paraíba (SP)

### **1.3 Justificativa do Trabalho**

Os resultados desta avaliação determinarão a inter-relação entre os sete desperdícios existentes dentro da empresa e servirão de indicadores que permitirão conhecer os impactos de cada um desses desperdícios em cada atividade relacionada ao ambiente fabril, abrindo a oportunidade de se eleger ferramentas adequadas para o tratamento dessas deficiências e para a melhoria do processo, resultando no aumento da competitividade da empresa no mercado dentro do qual se encontra inserida.

Além da contribuição à empresa analisada, este estudo apresenta uma ferramenta ainda pouco difundida e utilizada por empresas no Brasil. Durante a revisão da literatura e pesquisa bibliográfica não foi encontrada a aplicação desta ferramenta por nenhuma outra empresa a não ser no trabalho original, escrito pelo idealizador da ferramenta. Acredita-se que esta ferramenta pode ser de grande ajuda no processo de eliminação dos desperdícios. Ampliar a apresentação dessa proposta pode contribuir de forma econômica para empresas que queiram aplicá-la, já que a eliminação de desperdícios pode promover uma redução significativa de custos de produção.

### **1.4 Organização do Trabalho**

No Capítulo 2 será feita uma revisão dos sete tipos de desperdícios caracterizados na literatura, procurando discutir o seu inter relacionamento bem como o seu impacto sobre os custos e sobre a gestão empresarial. Por fim, serão apresentadas as técnicas clássicas utilizadas para a identificação e quantificação de tais desperdícios.

O Capítulo 3 será inteiramente dedicado ao estudo do método de identificação e quantificação de desperdícios proposto em 2005 por Ibrahim Rawabdeh. O que se justifica, uma vez que o estudo desse método é um dos objetivos dessa dissertação.

No Capítulo 4 serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento dessa pesquisa. Ainda neste capítulo serão caracterizados a empresa, o seu produto e o processo de produção onde o método de Rawabdeh será aplicado.

O Capítulo 5 apresentará os resultados da aplicação do novo método à indústria em questão.

O Capítulo 6 apresentará discussões sobre os resultados obtidospretende apresentar, ainda que de forma sintética, algumas providências que podem diminuir os desperdícios identificados e quantificados no capítulo anterior.

No Capítulo 7 deverão estar reunidas todas as conclusões apontadas ao longo do trabalho.

Por fim, serão apresentadas as referências bibliográficas e anexos.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Como ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho será abordada a interpretação dos conceitos referente a Operações e Processos dos Sete Desperdícios, seus impactos nas empresas e processo de identificação dos mesmos, de modo a auxiliar o planejamento e execução das atividades referentes a avaliação dos desperdícios dentro do ambiente fabril.

O referencial teórico foi desenvolvido de acordo com os conceitos que serviram de base para a criação da ferramenta de avaliação de desperdícios, semelhante ao estudo original desenvolvido por Rawadbeh (2005), abordando também os conceitos necessários para sua implementação conforme literatura referenciada.

### **2.1 Os Conceitos de Produção, Operações e Processos**

Shingo (1996) considera a produção como uma rede funcional de processos e operações. Os processos transformam matérias-primas em produtos e as operações são as ações que executam essas transformações. Esses conceitos fundamentais e sua relação devem ser melhor entendidos a fim de alcançar melhorias efetivas na produção.

#### **2.1.1 Operações**

Operações são todas as ações que executam transformações dentro do processo produtivo. Ohno (1997) demonstra o processo de produção através da análise do movimento dos trabalhadores, destacando como resultados o trabalho e os desperdícios. Ainda segundo Ohno (1997), os desperdícios são definidos como o movimento repetido e desnecessário que deve ser eliminado. A Figura 1 demonstra sua compreensão sobre os movimentos dos trabalhadores no processo produtivo

Ohno (1997) classifica o trabalho de três maneiras: o trabalho que agrega

valor, trabalho que não agrega valor, porém é necessário, e trabalho que não agrega valor e não é necessário:

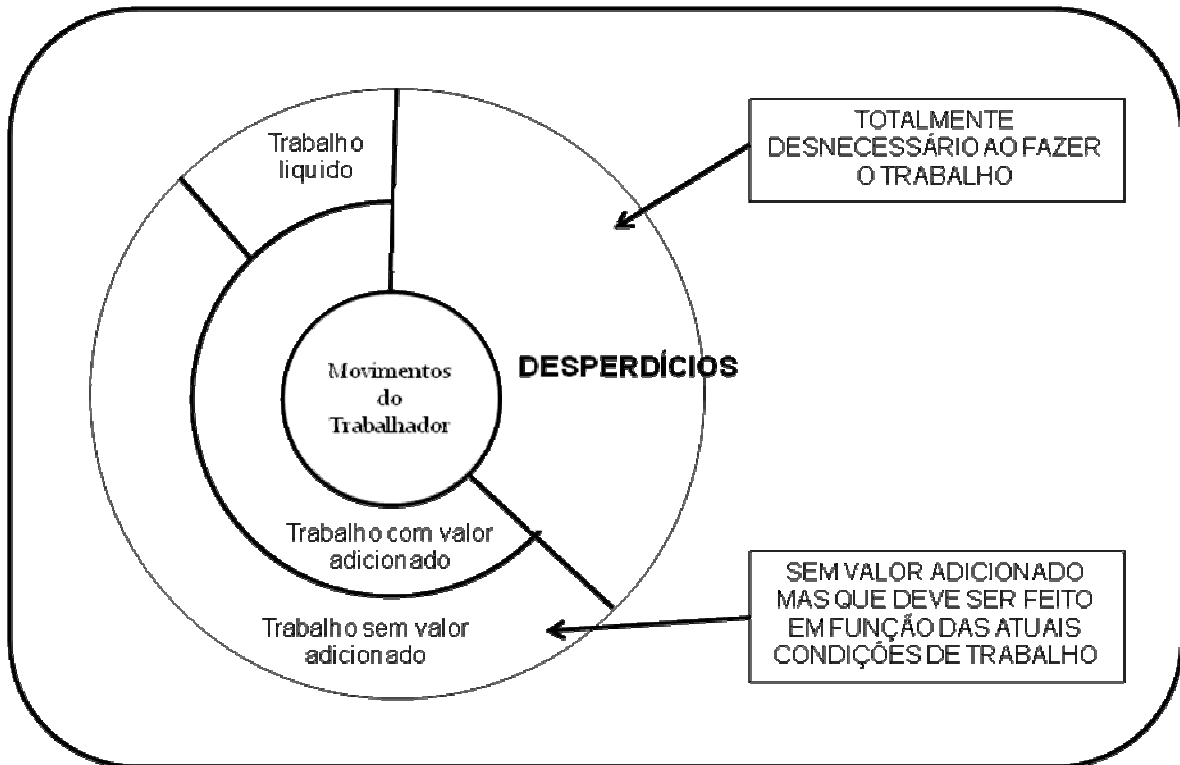


Figura 1– Movimentos do trabalhador (Ohno, 1997)

a) Atividades que agregam valor ao produto ou serviço:

São atividades que agregam valor aquelas que transformam a matéria-prima, modificando a sua forma e qualidade, gerando e agregando valores que são normalmente percebidos pelo cliente final. Ohno (1997) defende que todo processo agrega valor, em outras palavras, quando processadas a matéria-prima ou peças são transformadas em produtos que vão gerar valor adicionado atendendo uma necessidade do cliente final.

b) Atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, porém são necessárias:

São as atividades que não beneficiam a matéria-prima, por exemplo: movimentação para alcançar as peças, operações manuais de comandos do equipamento, etc. Apesar de não adicionarem valor, existem atividades nesta classificação que são necessárias.

c) Atividades que não agregam valor ao produto ou serviço e são desnecessárias:

São todas as atividades que não contribuem para as operações e são totalmente desnecessárias. Dentro deste conceito, pode-se citar: espera demasiada, estoques altos intermediários entre operações, reabastecimentos, movimentação excessiva do produto, etc. Essas atividades são classificadas dentro, da visão de Ohno (1997), como desperdícios.

Segundo Ohno (1997), a experiência prática do chão de fábrica demonstra que o percentual de trabalho que, de fato, agrega valor a um produto ou serviço é menor do que o esperado, o que faz com que haja a necessidade de se transformar todo e qualquer movimento em trabalho que agregue valor, pois estar se movendo nem sempre significa estar trabalhando.

### **2.1.2 Processos**

Para Shingo (1996), são cinco os elementos do processo que podem ser identificados no fluxo produtivo:

- Processamento: mudança física no material ou na sua qualidade (montagem e desmontagem).
- Inspeção: comparação com um padrão estabelecido.
- Transporte: movimento de materiais ou produtos, estejam eles em processamento ou acabados.
- Espera do processo: período de tempo que um lote total ou parcial não recebe nenhum tipo de processamento, aguardando outro lote ser processado.
- Espera do lote: período de tempo que peças de um mesmo lote aguardam outra peça processada.

## **2.2 Conceituação de Desperdício**

Segundo Womack, Jones e Roos (1992), o desperdício, também conhecido na língua japonesa por muda, normalmente é associado ao que se classifica como lixo, porém sua definição vai além disso.

Campos (1996) define o desperdício como todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, tempo, energia, etc.). É um dispêndio extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço, sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente.

Já Brimson (1996), diz que os desperdícios são constituídos pelas atividades que não agregam valor e que resultam em gastos de tempo, dinheiro, recursos, além de adicionarem custos desnecessários aos produtos. Ainda segundo Brimson (1996), são as atividades que não agregam valor que podem ser eliminadas sem que haja deterioração no desempenho da empresa (custo, função, qualidade e valor agregado) .

Nesta mesma linha, Nakagawa (1993) atribui como desperdício todas as formas de custos que não adicionam qualquer valor ao produto, sob a ótica do consumidor. Exemplifica com o caso de fabricante de televisores que só adiciona valor ao combinar e montar as partes necessárias para produzi-los. Por esta definição, contar, estocar componentes, inspecionar, testar, transportar, preencher controles internos, reprocessar, dentre outros, seriam atividades necessárias porém que não agregam valor.

Para Ohno (1997), o desperdício pode tornar-se um círculo vicioso, onde o desperdício gera desperdício e se esconde por toda a parte na produção. Para evitar isso, gestores da produção devem compreender por completo o que é o desperdício e as suas causas, pois a sua eliminação promove a redução de custos pela redução da força de trabalho e dos estoques, tornando clara a real disponibilidade de instalações e equipamentos.

Reduzir o desperdício na produção significa eliminar tudo aquilo que aumenta o custo de produção e não agrega valor. Contudo, muitas vezes, os desperdícios não são facilmente notados, pois se tornaram aceitos como conseqüência natural do trabalho rotineiro (OHNO, 1997).

Assim, para se eliminar desperdícios devem-se analisar minuciosamente e obrigatoriamente todas as atividades realizadas na fábrica e tentar minimizar aquelas que não agregam valor à produção. Para facultar um melhor entendimento



de quais são estas atividades, cabe classificá-las e exemplificá-las.

### **2.2.1 Tipos de desperdícios**

Segundo Shingo (1996), os desperdícios, inicialmente, podem ser classificados em sete categorias provenientes de excesso de produção, de excesso de processamento, de estoque, de transporte, de produção de peças defeituosas, de tempo em espera e de movimento.

Na seqüência, serão apresentados cada um desses desperdícios e suas particularidades:

#### 2.2.1.1 Superprodução

Segundo Ghinato (2000), de todos os sete desperdícios, o proveniente de superprodução é o mais danoso. Ele tem a propriedade de esconder os demais desperdícios e é o mais difícil de ser eliminado. Está relacionado ao fato de se produzir mais do que o requerido pela demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário, gerando custos desnecessários, tais como: mais funcionários, mais máquinas, mais peças e materiais, mais despesas com energia, etc.

Existem dois tipos de desperdícios por superprodução:

- Desperdícios por Superprodução por Quantidade - É a perda por produzir além do volume programado ou requerido (sobram peças/produtos).
- Desperdícios por Superprodução por Antecipação - É a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ou seja, as peças/produtos fabricadas ficarão estocadas, aguardando a ocasião de serem consumidas ou processadas por etapas posteriores.

A superprodução tende a esconder problemas de produção ou defeitos e produções ineficientes. Dennis (2008) diz que a produção em excesso dá origem a outros desperdícios:

- Trabalhadores ocupados produzindo coisas que ninguém pediu.
- Espera, relacionada a grandes lotes.
- Transporte de produtos finais desnecessários, que precisam ser levados a

depósito para estocagem.

- Dificuldade em detectar precocemente defeitos em função dos grandes lotes.
- Aumento de estoques que geram, também, imobilização do capital antes do tempo e aumento de despesas financeiras.
- Necessidade de utilização de maior espaço, o que exige ampliação das instalações.
- Desmotivação das equipes quanto à produtividade.
- Compras de materiais ou componentes em duplicidade.
- Danos aos produtos e materiais armazenados.
- Gastos em excesso com energia e utilidades.

A superprodução esconde, ainda, a questão da movimentação, pois qualquer movimento de pessoas ou de maquinário, que não agregue valor, será considerado como desperdício de movimento.

Os equipamentos devem ser utilizados dentro do maior limite de seu aproveitamento, porém, se isso for feito sem se considerar a necessidade da demanda, ocorrerá uma superprodução, quando forem produzidos peças ou produtos que podem não ser vendidos, gerando assim, investimento parado.

A superprodução geralmente dá a impressão de que todos estão ocupados, trabalhando e que as atividades fluem normalmente, mas isso é uma ilusão, pois elevados volumes distorcem a verdade e mascaram os problemas que podem vir à tona, quando os excessos são eliminados.

#### 2.2.1.2 Excesso de processamento

O excesso de processamento está relacionado ao fato de acrescentar ao processo mais trabalho ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço. Também classificam-se como desperdícios no próprio processamento, situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal, como por exemplo, a baixa velocidade de corte de um torno devido a problemas de ajuste ou de manutenção; o número de figuras estampadas em uma chapa metálica menor do que o máximo

possível devido a um projeto inadequado de aproveitamento de material, etc. (GHINATO, 2000).

A tarefa de produção deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor do produto, em termos específicos, a fim de eliminar os esforços desnecessários dentro do processamento.

Um ponto importante na avaliação do processamento é a utilização de ferramentas de previsão para analisar modos e efeitos de falha potenciais no produto e no processo. Esse tipo de posicionamento garante a qualidade do produto final.

### 2.2.1.3 Excesso de estoques

Ghinato (2000) define o desperdício associado ao estoque como sendo a perda sob a forma de armazenamento de matéria-prima, material em processamento ou produto acabado. Quando ocorre excesso de fornecimento de peças entre os processos, ou muitas peças (matéria-prima, componentes, etc.) são entregues pelos fornecedores, com o intuito de abastecer a fábrica, ocorre o que se chama de acúmulo de estoque, o que exige capital de giro para sua manutenção, gerando custos e caracterizando imobilização de capital, ou seja, desperdício. Quanto maior o estoque, maior o desperdício.

Normalmente os estoques são uma mera garantia contra emergências, mas quando são grandes aumentam o custo de estocagem e ainda ocupam áreas maiores da empresa, gerando um custo adicional pela sua ocupação.

Outro problema encontrado nas empresas com grandes estoques é que essa característica esconde a realidade das organizações, dificultando cada vez mais a identificação dos problemas existentes e, conseqüentemente, a sua eliminação. Quando ocorrem problemas com as peças de fornecedores, também fica mais difícil identificar a verdadeira causa do problema, para que ações corretivas sejam iniciadas (FERREIRA, 2004).

Estoque excessivo de materiais é desperdício, pois há produção além do necessário, o que gera lotes (estoques) intermediários, devido à inexistência de um fluxo contínuo.

#### 2.2.1.4 Excesso de transporte, ou excesso de movimentação de material

De acordo com Dennis (2008), transportar é somente uma movimentação de produtos, o que não contribui diretamente para o valor agregado destes, porém é um desperdício necessário, pois os materiais e produtos semi-acabados precisam ser movimentados dentro da fábrica. O transporte deve ser evitado, a menos que seja utilizado para o fornecimento da quantidade certa de materiais necessários, na hora certa, no lugar certo, de acordo com a solicitação. Segundo Ghinato (2000), o desperdício no transporte inclui os desperdícios em grande escala causados pelo *layout* ineficiente no local de trabalho, equipamentos excessivamente grandes ou produção tradicional por lotes. Como ele não agrega valor, pode ser encarado como um desperdício que deve ser minimizado.

Segundo Dennis (2008), produzir lotes menores e colocar os processos mais próximos entre si pode reduzir o desperdício de transporte. Sendo assim, as melhorias mais significativas em termos de redução dos desperdícios por transporte são aquelas obtidas através de alterações de *layout* que dispensem ou eliminem as movimentações de material. Muitos processos são concebidos com distâncias definidas entre máquinas, o que ajuda o uso de lotes de produção. A movimentação desses lotes força o operador, freqüentemente, a deixar seu posto de trabalho para mover essas peças, o que é uma forma de desperdício. Ao se planejar e projetar estações de trabalho, é necessário que se observe o arranjo, que deverá ser o mais próximo possível das operações simultâneas requeridas pelos lotes.

Somente após esgotadas as possibilidades de melhorias no processo é que, então, as melhorias nas operações de transporte são introduzidas, a fim de permitir que o material processado flua facilmente de um processo para outro, propiciando tanto a redução dos tempos de produção, quanto o número de horas-homem de transporte, sendo o caso da aplicação de esteiras rolantes, transportadores aéreos, braços mecânicos, talhas, pontes rolantes, etc.

#### 2.2.1.5 Excesso de produção de peças defeituosas, ou produtos defeituosos

Ghinato (2000) afirma que o desperdício por fabricação de produtos

defeituosos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que, por esta razão, não satisfazem os requisitos de uso. Dennis (2008) amplia essa definição de desperdício quando qualifica o desperdício não só como a perda de material, mas de tempo e energia envolvidos na produção e consertos de defeitos. Os produtos devem ser manufaturados de forma correta, logo na primeira vez; caso contrário, serão adicionadas tarefas desnecessárias para sua finalização, que demandam, adicionalmente, energia, tempo de equipamento, mão-de-obra e outros que acrescentarão custos desnecessários para a correção do defeito encontrado.

Considerando esse ponto de vista, pode-se dizer que correção é um fator de desperdício grave, pois a mesma pode gerar retrabalho custo de recuperação ou mesmo a perda total do esforço e material, além do elevadíssimo risco de perder clientes (FERREIRA, 2004).

Muitas vezes um problema é corrigido, porém não tem sua causa eliminada, o que significa a possibilidade de problemas futuros dentro da própria planta, com operações subseqüentes, assim como risco de falhas no cliente final. Por essa razão esse desperdício deve ser tratado com elevado grau de importância.

#### 2.2.1.6 Excesso de tempo de espera

Segundo Ghinato (2000), o desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção está sendo executado. O lote fica parado, à espera de sinal verde, para seguir em frente no fluxo de produção. Esse tempo de parada constitui um desperdício, refere-se, tanto à matéria-prima, quanto aos produtos semi-acabados que esperam pelo processo seguinte, assim como o acúmulo de estoques excessivos a serem entregues.

Segundo Dennis (2008), a espera aumenta o *lead time*, que consiste do tempo entre o momento em que o cliente fez o pedido e o momento em que ele o recebe. Pode-se considerar lead time da seguinte forma:

$$\text{Lead Time} = \text{Tempo de Processamento} + \text{Tempo de retenção}$$

Equação 1 – Cálculo do Lead Time (DENNIS, 2008)

Onde:

- Tempo de processamento: tempo total em que o produto está sendo processado
- Tempo de retenção: tempo em que o produto está no fabricante, ou em sua posse, porém aguardando algum tipo de processamento, seja ele em estado de matéria-prima, semi-acabado (em processamento) ou produto final.

Ghinato (2000) destaca basicamente três tipos de desperdícios por espera:

a) Desperdício por Espera no Processo:

O lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operadores estejam disponíveis para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte). As esperas de processo também podem estar relacionadas às taxas de defeitos superestimadas, causando a espera do processamento do excedente, ou, devido à antecipação da programação, os estoques intermediários podem ser gerados por desbalanceamento, para a absorção de quebras, refugos e para segurança gerencial (FERREIRA, 2004).

b) Desperdício por Espera do Lote:

É a espera a que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação, por exemplo: quando um lote de 1000 peças está sendo processado e a primeira peça, após ser processada, fica esperando as outras 999 peças passem pela máquina para poder seguir no fluxo com o lote completo. Esta perda é imposta sucessivamente a cada uma das peças do lote. Supondo que o tempo de processamento na máquina M seja de 10 segundos, a primeira peça foi obrigada a aguardar pelo lote todo por 2 horas e 47 minutos (999 pçs. x 10 segundos) desnecessariamente (GHINATO, 2000).

c) Desperdício por Espera do Operador:

Trata-se da ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações (INVERNIZZI, 2006). Enquanto o

operador assiste ao trabalho da máquina, ele não tem possibilidade de fazer outra atividade; conseqüentemente, não agrega valor. Esse tipo de desperdício é literalmente um "tempo morto" (FERREIRA, 2004).

Em algumas organizações, ocorre freqüentemente a utilização de operadores em ciclos automáticos, que acompanham o funcionamento da máquina sem desenvolverem atividades paralelas durante o tempo de processamento do equipamento. São necessários, portanto, estudos que possibilitem a menor intervenção possível do homem na operação, visando ao seu melhor aproveitamento durante o tempo de processamento do equipamento que opera. Para esses casos devem ser sempre utilizados conceitos de fluxo contínuo de fabricação, fazendo-se uso do bom senso, da lógica, criatividade e iniciativa, para o desenvolvimento de métodos eficazes (FERREIRA, 2004).

#### 2.2.1.7 Excesso de movimentação de pessoal ou excesso de movimento

Para Ghinato (2000), os desperdícios por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação, envolvendo tanto movimento humano quanto mecânico. O desperdício de movimento humano está relacionado à ergonomia do local de trabalho, e os mecânicos por sua vez, são desperdícios resultantes de equipamentos posicionados muito distantes. Ainda segundo Ghinato (2000), os movimentos dos operadores devem ser planejados de forma ergonômica, para evitar lesões e perdas de produtividade, que são ocasionadas pelo estresse físico e até mesmo mental. Quando movimentos desnecessários são analisados, revisa-se não somente o valor agregado, como também o método de trabalho operacional, visando à não sobrecarga do operador, devido aos fatores que provocam esforços repetitivos.

Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e métodos. Quando os movimentos de um operador são observados, pode-se comparar e analisar o valor agregado e o valor não agregado. Em um acompanhamento de estudo de tempos e métodos, é possível observar movimentos que podem ser agrupados, melhorados ou até mesmo eliminados, por meio de ações simples, como, por exemplo, a melhor disposição física da estação

de trabalho (GHINATO, 2000).

Segundo Shingo (1996), ações desse tipo podem ser implementadas, tanto no processo de fabricação, como nas operações. Quando o método de trabalho não é adequado, as pessoas acabam trabalhando além do necessário, o que resulta em menor produtividade.

As movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades. A racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da mecanização de operações, transferindo para as máquinas atividades manuais realizadas pelo operador. Contudo, vale alertar que a introdução de melhorias nas operações via mecanização é recomendada somente após terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e eventuais mudanças nas rotinas das operações (SHINGO, 1996).

### ***2.2.2 Os Sete Desperdícios e suas inter-relações***

Todos os tipos de desperdícios são interdependentes (RAWABDEH, 2005). Cada um destes desperdícios exerce um tipo de influência sobre os outros ou é influenciado pelos demais. A Figura 2 ajuda a demonstrar como cada desperdício afeta ou é afetado neste relacionamento. Por exemplo, a superprodução é classicamente considerada como o mais grave dos desperdícios, pois dá origem a outros tipos de desperdícios (DENNIS, 2008). Wu (2003) relatou que a superprodução de produtos obriga a empresa a mudar suas forças de trabalhos, tornando a padronização muito difícil o que leva, na grande maioria das vezes, a problemas de qualidade e desperdícios de materiais e de competências.



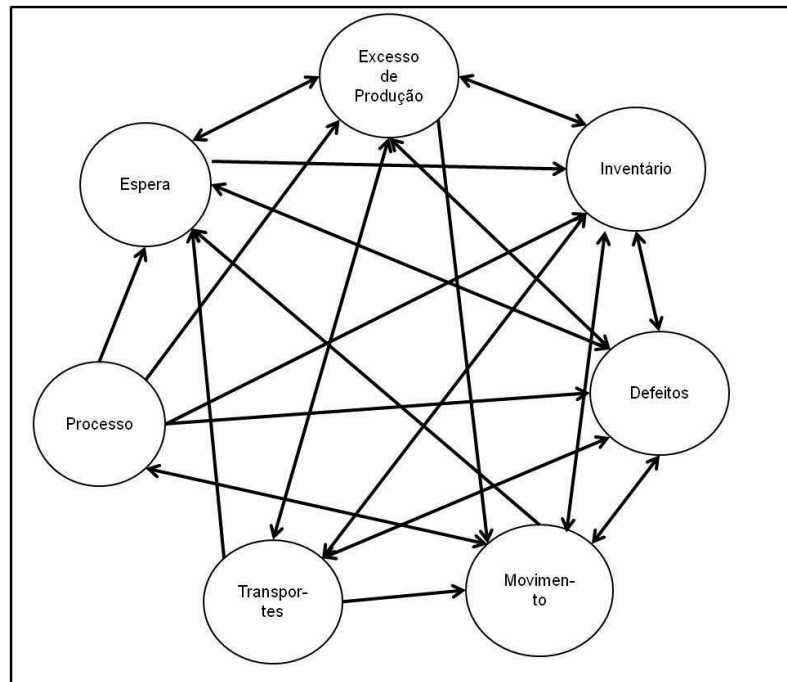


Figura 2 - Relacionamento direto dos desperdícios (RAWABDEH, 2005)

Discutir as relações entre os desperdícios pode parecer em um primeiro momento algo confuso ou desorganizado, entretanto RAWABDEH (2005) relaciona os tipos de desperdícios abordando o efeito de cada um sobre os outros:

a) A relação entre o desperdício de Superprodução e o desperdício de:

- Excesso de Estoques: O excesso de produção consome e necessita de grandes quantidades de insumos que causam estocagem, aumento de fluxo de produção e de mais trabalho no processo, o que consome mais espaço no chão de fábrica, gerando estoques temporários que não tem nenhum cliente (processo) que possa encomendá-lo ou consumi-lo.
- Produtos defeituosos: Quando o operador está produzindo mais, a sua preocupação com a qualidade das peças produzidas irá diminuir, devido ao sentimento de que existem peças suficientes para substituir as defeituosas
- Excesso de movimento: O excesso de produção leva a comportamentos não-ergonômicos e resulta em métodos de trabalho não-padronizados, que levam a uma quantidade considerável de perdas de movimento.
- Excesso de transporte: O excesso de produção aumenta a necessidade de transporte para acompanhar o crescente fluxo de materiais.
- Excesso de tempo de espera: O excesso de produção ocupa os recursos produtivos por tempos mais longos, criando longas filas de espera para outros

clientes internos.

b) A relação entre o desperdício de Excesso de Estoques e o desperdício de:

- Superprodução: Quanto maior for o nível de insumos, maior será a pressão sobre a mão de obra para trabalhar mais a fim de aumentar a rentabilidade da empresa.
- Produtos defeituosos: O aumento dos estoques intermediários aumenta a possibilidade de peças defeituosas devido a falta de preocupação com a qualidade do produto e de condições adequadas de armazenamento.
- Excesso de movimento: O aumento de estoques intermediários aumentará também o tempo para pesquisa, seleção, acesso, manuseio e movimentação de produtos semi acabados.
- Excesso de transporte: O aumento do estoque às vezes bloqueia os corredores e vias de acessos disponíveis, tornando a atividade de transporte mais demorada.

c) A relação entre o desperdício de produtos defeituosos e o desperdício de:

- Superprodução: O excesso de produção aparece, a fim de superar a falta de peças e devido à presença de peças defeituosas.
- Excesso de Estoques: A produção de peças defeituosas e que precisam ser retrabalhadas, implicam em elevados níveis de produtos semiacabados.
- Excesso de movimentação: A produção de peças defeituosas aumenta o tempo de procura, seleção e inspeção, para não mencionar que são criados retrabalhos necessitando treinamento e habilidades mais elevadas dos envolvidos.
- Excesso de transporte: O movimento das peças defeituosas para estações de retrabalho aumenta a intensidade de transporte.
- Excesso de tempo de espera: O retrabalho reservará um local de trabalho para que as peças defeituosas aguardem para serem reprocessadas.

d) A relação entre o desperdício de excesso de movimento e o desperdício de:

- Excesso de Estoques: Métodos de trabalho não padronizados levam a grandes estoques intermediários.

- Produtos defeituosos: A falta de treinamento dos operadores e de padronização das atividades implica no aumento da quantidade de defeitos.
- Excesso de Processamento: Quando os trabalhos não são padronizados, as perdas no processo aumentarão devido à falta de compreensão da capacidade tecnológica instalada.
- Excesso de tempo de espera: A falta de definição de padrões implica em tempo consumido na busca, seleção e movimentação de pessoas, resultando em um aumento do tempo de espera de peças aguardando seus sub componentes para serem processadas.

e) A relação entre o desperdício de excesso de transporte e o desperdício de:

- Superprodução: São produzidos itens em quantidades maiores do que o necessário com base na capacidade de produção do sistema, de modo a minimizar custos de transporte por unidade.
- Excesso de Estoques: O número insuficiente de equipamentos de movimentação de material (EMM<sup>1</sup>) conduz a um estoque maior, que pode afetar outros processos.
- Produtos defeituosos: EMM não adequado pode, por vezes, danificar os itens tornando-os defeituosos.
- Excesso de movimento: Quando os itens são transportados a locais não pré-determinados, há a possibilidade de desperdício de movimento, causado pela dupla movimentação, procura, seleção e armazenamento.
- Excesso de tempo de espera: Se EMM for insuficiente, isto significa que itens permanecerão parados, aguardando serem transportados.

f) A relação entre o desperdício de excesso de processamento e o desperdício de:

- Superprodução: A fim de reduzir o custo de uma operação por máquina (tempo), as máquinas são forçadas a operar em tempo/turno integral, o que resulta em excesso de produção.
- Excesso de Estoques: A combinação de operação em uma célula resultará diretamente na eliminação de estoques intermediários .
- Produtos defeituosos: Se a manutenção das máquinas não for adequada,

---

<sup>1</sup> Entende-se por EMM: pontes rolantes, empilhadeiras, rebocadores, caminhões ou outros meios de transportes (RAWABDEH, 2005)

resultará na produção de peças defeituosas.

- Excesso de movimento: A aplicação de novos processos tecnológicos sem o adequado treinamento acentua os desperdícios da mão de obra.
- Excesso de tempo de espera: Quando a tecnologia usada é inadequada, resultará em um tempo maior de espera, devido aos tempos de preparação de máquina e às conseqüentes paradas repetitivas.

g) A relação entre o desperdício de excesso de tempo de espera e o desperdício de:

- Superprodução: Quando uma máquina está esperando porque o seu fornecedor ou processo anterior está servindo outro cliente, esta máquina pode, por vezes, ser obrigada a produzir mais, apenas para se manter em funcionamento.
- Excesso de estoque: A espera significa mais itens do que o necessário em um determinado ponto, gerando estoques intermediários.
- Produtos defeituosos: Itens em espera podem causar defeitos devido a situações inadequadas de acondicionamento.

### ***2.2.3 Os impactos dos desperdícios na empresa***

Segundo Alves (1995), uma empresa manufatureira que pretenda alcançar e manter a liderança em custo, já que no contexto atual de globalização da economia onde o valor (preço) dos bens e serviços é determinado pelas condições de oferta e procura, deve, continuamente, focar a produção com uma visão estratégica, buscando, além da qualidade do produto e prazos de entrega que satisfaçam às necessidades dos clientes, um combate total aos desperdícios, procurando eliminar todos os processos e funções que não agreguem valor ao produto. Para isso ela deve ter como enfoque estratégico a produção, a fim de obter vantagem competitiva, tendo obrigatoriamente o controle dos custos como parte vital para o sucesso do empreendimento.

O custo verdadeiro é o custo real, natural, aquele resultante de atividades que agregam valor ao produto. Todos os outros custos, oriundos de atividades que não agregam valor ao produto, são na verdade desperdícios (ALVES, 1995).

Para entender melhor o impacto do custo da produção na sobrevivência da

empresa no mercado, primeiramente, faz-se necessário conhecer seu conceito e como normalmente é composto.

Segundo Alves (1995), teoricamente, pode-se classificar os custos decorrentes da produção em fixos e variáveis:

a) Custos fixos

Os custos fixos incluem os gastos com edificações, mão-de-obra indireta, manutenção de setores não diretamente envolvidos na atividade de produção, os equipamentos e outros elementos que definem, genericamente, a capacidade instalada da empresa.

b) Custos variáveis

Os custos variáveis incluem os insumos necessários à atividade de produção (matéria-prima e outros materiais intermediários), a mão-de-obra direta, a energia e outros fatores envolvidos nessa mesma atividade.

O custo total é composto pela soma dos custos fixos e variáveis, conforme demonstra a função abaixo:

$$CT = CF + CV$$

Equação 2 – Composição do custo Total (ALVES, 1995)

Onde:

CT = Custo Total

CF = Custo fixo

CV = Custo variável

Alves (1995) ainda expõe outro componente do custo total, muitas vezes não considerado por ser normalmente imponderável. É o custo das rejeições de peças por problemas de qualidade. Em função da dificuldade de se ponderar esse tipo de custo as empresas multiplicam o valor do seu Custo Total por constantes excessivamente altas para determinar os Preços de Venda.

Para Porter (1992), a estratégia de uma empresa, que queira oferecer um

preço de venda melhor no mercado, começa com um bom produto, com qualidade aceitável e características que suprem as necessidades básicas do cliente. Ao conseguir isso, o líder em custo estará conseguindo uma margem maior de lucro no mercado, fixando um preço mínimo. Dentro desta estratégia há um posicionamento que determina a habilidade da empresa em ter um desempenho superior. Este posicionamento surge da comparação do preço da empresa com o de seus concorrentes e de sua posição de custo com a de seus concorrentes, como procura ilustrar a Figura 3.

Considerando a importância de se conhecer o custo real para se ter vantagem frente ao mercado competidor, além do custo financeiro, que se compõe pela função do tempo total de permanência do produto na empresa desde sua entrada no setor de recebimento, até sua saída da fábrica em forma de produto final, e também os juros sobre o capital aplicado na compra de matéria-prima, no pagamento da mão-de-obra aplicada na produção, nos gastos de energia elétrica e outros recursos necessários, faz-se necessário incluir, na composição do custo total, os custos derivados da má-qualidade, que consiste do resultado da falta de qualidade do processo produtivo (ALVES, 1995).

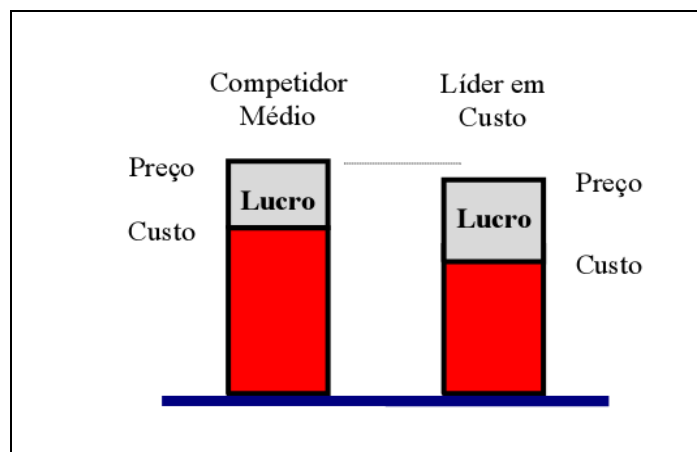


Figura 3 – Posicionamento do líder em custo (PORTER, 1992)

Decorre-se das definições expostas que o desperdício corresponde às atividades que não agregam valor aos produtos e que podem ser eliminadas sem que ocorra diminuição no desempenho do mesmo, como por exemplo, itens defeituosos, movimentação desnecessária, inspeção de qualidade, capacidade ociosa, mão de obra e energia perdidas, perdas de horas de treinamento e aprendizado entre outros. Considerando isso, pode-se dizer que o desperdício faz

parte da categoria dos custos da qualidade, onde o termo “custos da qualidade” está associado aos custos da má qualidade (principalmente os custos para se encontrar e corrigir o trabalho defeituoso). O custo da qualidade pode ser definido como a diferença entre os custos atuais de operação e os custos de operação, caso não tivesse ocorrido falhas no sistema ou erros dos funcionários.

De acordo com Juran e Gryna (1991), existem quatro grandes categorias de custos da má qualidade:

#### a) Custos das falhas internas

São os custos relacionados aos defeitos encontrados antes da transferência do produto ao consumidor. São custos que desapareceriam caso não existissem defeitos no produto antes da expedição. Pode-se evidenciar como exemplos:

- O retrabalho, o qual trata dos custos para corrigir os defeitos tornando o produto adequado para o uso.
- A análise das falhas, as quais se referem aos custos para analisar os produtos não-conformes.
- Sucata e retrabalho os quais estão relacionados com os custos da sucata e do retrabalho relativo a produtos não-conformes recebidos dos fornecedores;
- Perdas evitáveis de processo referentes ao custo das perdas que acontecem mesmo com produtos conformes.

#### b) Custos das falhas externas

São os custos relacionados aos defeitos encontrados no produto após ser enviado ao cliente. Como exemplo pode-se citar:

- As despesas com garantia.
- As despesas com a correção das reclamações.
- As despesas relativas ao material devolvido.

#### c) Custos de avaliação

São os custos decorrentes da determinação do grau de conformidade com os requisitos de qualidade. Exemplos:

- Custos com inspeção e testes no recebimento.
- Custos com inspeção e testes durante o processo.

- Custos com inspeção e testes finais.
- Custos de avaliação de estoques.

#### d) Custo de prevenção

São os custos incorridos para manter níveis mínimos de custos das falhas e de avaliação. Exemplo:

- Custos com o planejamento da qualidade.
- Custos com a análise dos produtos novos.
- Custos com o planejamento de processo.
- Custos com a avaliação dos estoques.

Dentre as categorias de custos citadas, aquelas que oferecem maior potencial de redução são os custos das falhas, porque além da redução do custo em si possibilita a remoção das causas da insatisfação do cliente. O custo referente aos desperdícios pode ser classificado como parte dos custos das falhas internas.

### ***2.2.4 A redução do custo através da eliminação dos desperdícios***

Diversos autores defendem a eliminação dos desperdícios como base para a redução de custo e sobrevivência da empresa no mercado, sendo que a redução de custo deve ser o objetivo das empresas manufactureiras que busquem sobreviver no mercado atual (OHNO, 1997).

O desperdício de recursos tem impacto direto sobre custo, qualidade e entrega. Excesso de estoque, movimentação desnecessária de material e de pessoal, potencial humano subaproveitado, tempos não planejado de ociosidade e de troca de turnos são, todos, sintomas de desperdício. No sentido contrário, a eliminação dos desperdícios causa maior satisfação do cliente, lucratividade, produtividade e eficiência (ALUKAL, 2008).

Considerando a necessidade da empresa em obter vantagem competitiva em custo a fim de aumentar a produtividade e ganhar competitividade, “dois parâmetros dão origem aos indicadores dos custos no processo produtivo: produtividade e qualidade” (ALVES, 1995).

Como já exposto, os desperdícios colaboram para os custos da má-qualidade,



portanto, faz-se necessário a utilização de ferramentas no levantamento dos desperdícios existentes dentro do processo produtivo assim a busca pela eliminação do mesmo, a fim de conquistar vantagem competitiva.

### ***2.2.5 A eliminação de desperdícios através do pensamento enxuto***

Existe um poderoso antídoto ao desperdício: o pensamento enxuto, que é uma forma de especificar valor, alinhar as ações criadoras de valor, realizando-as sem interrupções e de forma eficaz, também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor (WOMACK; JONES, 2004).

Ainda segundo Womack (2004), o pensamento enxuto é enxuto porque é uma forma de fazer cada vez mais com menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, ao mesmo tempo, oferecer aos clientes o que eles desejam.

Segundo Ferreira (2004), é grande o número de empresas que têm investido em atividades voltadas à eliminação de desperdício, como: Kaizen (melhoria contínua), JIT/Kanban, Teoria das Restrições – Theory of Constraints (TOC), Seis Sigma, Downsizing, Reengenharia, e outros. Algumas destas atividades produzem resultado de vitórias isoladas contra as perdas, às vezes conquistam bons resultados, mas há casos de fracasso na melhoria do todo, seja pela falta de um conhecimento mais profundo e amplo das mesmas, ou pelo fato de elas não se articularem dentro de um sistema.

Segundo Dennis (2008), um sistema é uma série integrada de partes com uma meta claramente definida, que tem as seguintes características:

- Cada parte tem um objetivo definível;
- As partes são interdependentes;
- Pode-se compreender cada partes ao ver como se insere no sistema, mas não conseguimos compreender o sistema analisando as partes não montadas;
- Para entender o sistema, primeiramente devemos compreender seu objetivo, suas interdependências e suas interações.

Quando as atividades não ocorrem dentro de uma visão de sistema, perde-se

a oportunidade de gerar valor para o cliente. O pensamento enxuto ajuda as empresas a especificarem claramente o valor, alinhando todas as atividades capazes de agregar valor ao produto ao longo de uma cadeia, fazendo com que esse valor permaneça num fluxo contínuo, de acordo com as necessidades do cliente.

Um modelo de gestão da produção, desenvolvido pela Toyota no Japão em meados do século XX, mostrou-se uma maneira inteiramente nova de se produzir, e ficou conhecida no ocidente como Produção Enxuta, onde buscou-se a combinação das vantagens da produção artesanal e em massa, e evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez da última. Com essa finalidade, empregam-se na produção enxuta: as equipes de trabalhadores multi qualificados ou polivalentes em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade (SANTOS; SANTOS, 2007). A grande diferença entre a produção enxuta e produção em massa está na constante busca pela perfeição, seja ela no processo ou no produto.

Para Invernizzi (2006), o sucesso alcançado pelo sistema da Toyota, criado por seu engenheiro Taichi Ohno foi tão grande que o ultrapassou os muros das fábricas da Toyota, e hoje em dia, é um modelo que está sendo seguido por outras empresas em diversas partes do Mundo.

Os conceitos desse sistema são hoje conhecidos como Sistema Lean de Produção, Sistema de Produção Enxuta ou ainda, Lean Manufacturing (LM).

Ghinato (2000) define LM como:

“É uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização” (GHINATO, 2000).

O National Institute of Standards Technology Manufacturing Extension Partnership (NIST), do Departamento do Comércio dos Estados Unidos, afirma que

“LM é a maneira sistemática de identificar e eliminar desperdícios (atividades que não agregam valor) por meio de contínuo aperfeiçoamento do fluxo do produto conforme as necessidades do cliente (que "puxam" o processo) na busca da perfeição” (NIST).

Dennis (2008) considera que o LM “representa fazer mais com menos”, ou

seja, dar aos clientes o que eles querem utilizando menos tempo, menos esforço humano, menos maquinaria e menos material. Esse conceito alimenta mais uma vez a importância da idéia de se buscar a satisfação do cliente, oferecendo produtos de valor, porém buscando uma gestão produtiva eficiente a ponto de se conseguir o menor custo possível.

O conceito de LM é considerado tão importante para época em que a filosofia começou a ser implantada na Toyota, quanto para os dias atuais, onde é condição básica para as empresas se manterem competitivas no mercado, uma gestão que vise obter um custo produtivo reduzido, a fim de oferecerem produtos com preços competitivos proporcionando, ainda, uma boa margem de lucro

Para Ohno (1997), o objetivo principal do LM é seguir e eliminar todo e qualquer desperdício a fim de se buscar uma redução dos custos, e baseia-se na crença de que a tradicional equação

$$\mathbf{Custo + Lucro = Preço}$$

Equação 3 – Cálculo do Preço (OHNO, 1997)

onde:

- Custo: equivale a todo gasto despendido para fabricação do produto
- Lucro: equivale o valor líquido que é esperado como retorno do investimento
- Preço: equivale ao valor que será vendido o produto.

deve ser substituída por:

$$\mathbf{Preço - Custo = Lucro}$$

Equação 4 – Cálculo do Lucro (OHNO, 1997)

A primeira fórmula mostra que só se tem o preço de venda após determinar-se o custo, seja ele qual for, e o lucro que se entende como sendo razoável. Assim, tem-se um preço de venda que será apresentado ao mercado e que poderá ser muito acima do que os clientes estejam dispostos a pagar, resultando provavelmente em uma perda na concorrência. Essa formula baseava-se na situação tradicional do mercado antigamente, onde o preço era imposto como resultado de um dado custo

de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida. Desta forma, era permitido ao fornecedor transferir ao cliente os custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção (GHINATO, 2000).

A segunda fórmula indica que o preço de venda não está em discussão e muito menos que será a empresa fornecedora que estabelecerá o seu valor. Este valor é fixado naturalmente pelo mercado, pela lei da oferta e da procura. Quanto ao lucro, este sim, poderá ser determinado pela empresa, mas sem alterar o preço de venda que o mercado está disposto a pagar. Logo, o único caminho para se conseguir o lucro esperado é através do controle dos custos. Isso significa buscar constantemente a redução dos custos, através de uma busca incansável de dar soluções aos problemas.

Assim, resumidamente pode-se dizer que o Sistema Toyota de Produção reúne o objetivo de criar valor, fazendo mais com menos seguindo um fluxo.

Uma comparação interessante é aquela entre os Sistemas Ford e Toyota apresentada por Shingo (1996). Essa comparação constituiu o Quadro 1.

Segundo Shingo (1996), na comparação entre os sistemas fica claro que o Sistema Toyota apresenta uma evolução progressiva em relação ao Sistema Ford, e que está voltado para atender ao mercado japonês, o qual produz em massa, em lotes pequenos, com estoques mínimos, tendo como seu maior segredo a troca rápida de moldes e ferramentas dentro do sistema Lean Manufacture.

Dessa forma, as melhorias ocorrem de forma sistêmica e permanente, e eliminam, não só os desperdícios, mas também as respectivas fontes geradoras, que nunca deveriam retornar. Para isso, encontra-se dentro do sistema Lean Manufacture, um pacote de ferramentas que são utilizadas para suportar o sistema, podendo-se citar: 5S, TPM (Manutenção Total Produtiva), Trabalho Padrão, Fluxo Contínuo, Sistema à Prova de Erros, e outras complementares. Essas ferramentas serão detalhadas na seqüência do trabalho.

Quadro 1– Diferenças entre os sistemas Ford e Toyota (SHINGO, 1996)

<b>Característica</b>	<b>Ford</b>	<b>Toyota</b>	<b>Benefício</b>
1. Fluxo de peças unitárias	Somente na Montagem	Interligação do processo e montagem	Ciclos curtos, inventário de produtos acabados reduzidos, estoque intermediário pequeno
2. Tamanho do Lote	Grande	Pequeno	Redução do estoque intermediário, produção contra pedido
3. Fluxo do Produto	Produto único (poucos modelos)	Produto Misto (muitos modelos)	Redução do estoque intermediário, ajustes para mudanças, promoção do equilíbrio da carga

Mas a escolha e implementação dessas ferramentas deve ser feita frente a uma análise de causa de cada um dos sete tipos de desperdícios, afim de melhor aproveitar seus benefícios e atingir o objetivo principal, eliminação de desperdícios. Essa idéia é defendida por Alukal (2008):

“Desenvolver formas de eliminar os desperdícios, consiste numa busca contínua para eliminar as causas dos problemas que impedem a melhoria da produtividade e da qualidade. Uma análise da causa fundamental de cada um dos desperdícios permitirá que se descubra qual é o instrumento do LM adequado para lidar com as causas identificadas” (ALUKAL, 2008).

### **2.3 O processo de identificação dos desperdícios**

Como já mencionada, a busca contínua da identificação e eliminação de desperdícios pode levar a um ganho de eficiência, melhorando a produtividade e aumentando a competitividade. Normalmente, empresas que focam na estratégia de eliminar desperdícios em seu processo produtivo, percebem os seguintes benefícios (CHASE; AQUILANO; JACOBS, 1998):

- Menor estoque e matérias-primas associadas;
- Custos reduzidos do trabalho na exploração do processo;
- Menores estoques;

- Maior nível de qualidade dos produtos;
- Aumento da flexibilidade e capacidade em resposta às demandas;
- Menor custo de produção global;
- Envolvimento dos trabalhadores e aumento da produtividade

A redução das atividades não produtivas, classificadas como desperdícios, normalmente, economiza tempo e permite que mais recursos sejam alocados para a melhoria da eficiência e da rentabilidade (CANEL; ROSEN; ANDERSON, 2000).

O princípio da melhoria contínua pela eliminação dos desperdícios tem sido aplicado como uma abordagem que visa melhorar efetivamente o desempenho do sistema de produção de forma global. Estudos sugerem que a sincronização da área do desenvolvimento de produto pode ser alcançada através de quatro principais etapas:

- Processo de normalização;
- Partilha do conhecimento;
- Alinhamento das boas práticas existentes;
- Contínua eliminação dos desperdícios no ciclo de desenvolvimento.

O processo de identificação dos desperdícios e/ou atividades que não agregam valor ao produto ou ao processo não é uma tarefa fácil. O grande número de parâmetros e sobreposições entre os diferentes processos pode causar atividades capazes de ocultar outras atividades relacionadas direta ou indiretamente a desperdícios.

Utilizamos os 4M's (mão-de-obra, máquina, material e método), porém divididos em três categorias conforme Figura 4, o que ajuda a centrar a atenção sobre as áreas potenciais que necessitam ser abordadas e melhoradas.

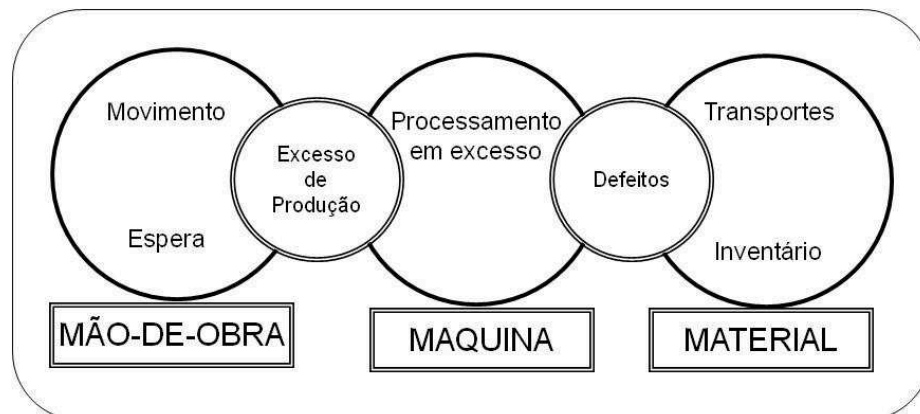


Figura 4 - As três categorias de desperdícios (homem, máquina, materiais) (RAWABDEH, 2005)

A literatura atual mostra que o conceito de eliminar atividades de não valor agregado e desnecessárias, reduzir estoques, minimizar defeitos e eliminar movimentos e espera dos processos produtivos é uma parte essencial de um sistema de produção, o LM, conforme já foi mencionado. Embora indústrias japonesas tenham alcançado um sucesso substancial na aplicação deste conceito, ainda existe uma carência de metodologias sistemáticas capazes de identificar o ponto de partida para a atuação na eliminação dos desperdícios. Algumas ferramentas, porém poucas ainda, já existentes podem nortear esse processo.

### ***2.3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping)***

Para Shingo (1996), a produção consiste em um grande fluxo de processos e operações, sendo cada processo um fluxo de material. O processo é a transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados, e as operações são os trabalhos realizados para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço. Nesse processo necessariamente o produto deve ser adicionado de valor através de cada etapa. Atividades que não agregam valor ao produto devem ser eliminadas.

O Fluxo de Valor é toda a ação, que agrega valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a sua transformação (SHOOK; ROTHER, 1999). Mapear o Fluxo de Valor é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto. O mapeamento do fluxo completo abrange várias empresas e até outras unidades produtivas. O mapeamento é uma ferramenta essencial para enxergar o sistema, e tem como principais vantagens (SHOOK; ROTHER, 1999):

- Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais;
- Ajuda a identificar o desperdício e suas fontes;
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura.;
- Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo;
- Aproxima conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de ferramentas isoladas;
- Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta;

- Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

Dentro de uma empresa o fluxo de material é o mais visível, mas também existe o fluxo de informação, que diz para cada processo o que fabricar. Estes dois fluxos estão muito interligados e o mapeamento deve contemplar ambos, conforme mostra a Figura 5.



Figura 5 - Fluxo de Materiais e de Informação (SHOOK; ROTHER, 1999)

Para que seu resultado seja satisfatório, é necessário seguir alguns passos (SHOOK; ROTHER, 1999):

- Selecionar a família de produtos.
- Determinar o gerente do fluxo.
- Desenhar o estado atual e futuro.
- Planejar e implementar o plano de ação.

Durante o mapeamento do estado atual as idéias sobre o estado futuro surgem, na Figura 6 observa-se que as setas tem sentido duplo, indicando que o desenvolvimento do estado atual e o futuro se sobrepõem.

O último passo é a elaboração do plano de implementação, que deve descrever em uma página, quais são as etapas para se chegar ao estado futuro. No momento que o estado futuro torna-se uma realidade, um do novo estado futuro deverá ser confeccionado. Isto é a melhoria contínua do processo.



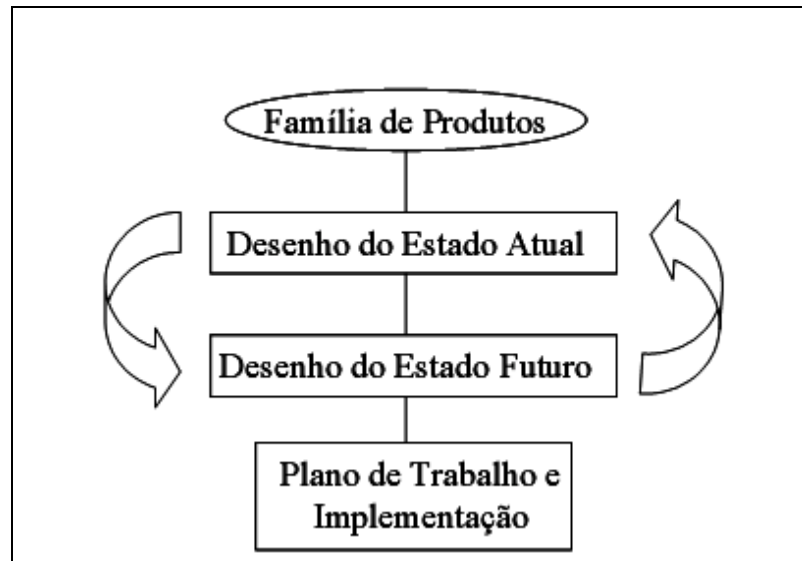


Figura 6 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor (SHOOK; ROTHER, 1999)

### 2.3.2 Diagrama causa-efeito

Trata-se de uma ferramenta normalmente utilizada pelo Sistema de Qualidade, que consiste em uma forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito), na tentativa de eliminá-los. Esse diagrama é basicamente o resultado de um processo de brainstorming, sendo ele, o diagrama, o elemento de registro e representação de dados e informações. É também conhecido como: Diagrama de Ishikawa ou Espinha-de-Peixe (MIGUEL, 2001).

Este sistema permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais de determinado problema ou oportunidade de melhoria, bem como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos.

Para Campos (1999), controlar processos é essencial no gerenciamento em todos os níveis da empresa, porém como primeiro passo, deve-se compreender a relação entre causa e efeito. Sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas que possivelmente exerceu alguma influência.

Ainda para Campos (1999), a empresa como um todo é um processo, composto por vários outros processos permite localizar mais facilmente o problema e agir prontamente sobre suas causas. Para ele o processo é um conjunto de causas é controlado através de seus efeitos.

A Figura 7 apresenta um modelo de Diagrama de causa e efeito.

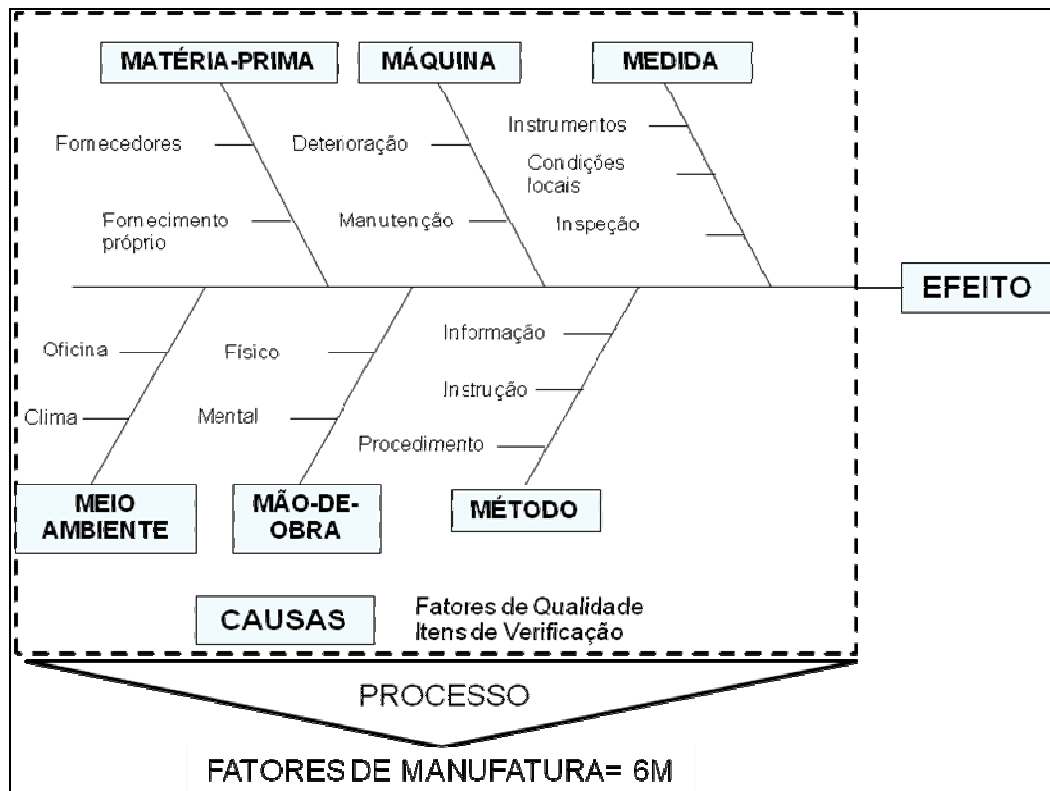


Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito (CAMPOS, 1999)

Segundo Miguel (2001), o Diagrama de Causa e Efeito pode ser elaborado seguindo os seguintes passos:

- Determinar o problema a ser estudado;
- Relatar as possíveis causas e registrá-las no diagrama;
- Construir o diagrama agrupando as causas em “6M” (mão-de-obra, máquina, método, matéria-prima, medida e meio ambiente);
- Analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras ou causa raiz;
- Correção dos problemas.

### 2.3.3 Os cinco Por quês

Shingo (1996) cita que uma atividade muito importante é a procura pelas causas reais dos problemas e perdas através dos “cinco por quês”. Para Ohno (1997), deve-se perguntar “por quê” cinco ou mais vezes, até que a causa de um problema seja descoberta. Shingo (1996), diz que esse tipo de análise nos impede de terminar a investigação antes de termos atingido a raiz do problema, que é o

objetivo fundamental da melhoria.

Por que o desperdício é gerado? Com esta pergunta, segundo Ohno (1997), questiona-se sobre o significado do lucro, que é condição para a existência continuada do negócio, e ao mesmo tempo, considerando-se o porquê que as pessoas trabalham. Ele defende que dados são importantes dentro de uma organização, porém, os fatos superam essa importância, fazendo-se assim a necessidade de buscar efetivamente a causa do problema, afim de que as ações não fiquem desfocadas.

### ***2.3.4 Instrumento de Avaliação de Desperdícios de Rawabdeh***

O instrumento de avaliação dos desperdícios pondera e articula a relação entre os desperdícios.

Para Rawabdeh (2005), todos os tipos de desperdícios são interdependentes, os diferentes tipos de relacionamentos entre os desperdícios e a natureza de cada um sugerem que estes relacionamentos não sejam igualmente ponderados. A necessidade de atribuir pesos aos relacionamentos é justificada pela necessidade de se conhecer qual tipo de desperdício contribui mais para uma dada atividade no chão de fábrica

Trata-se de uma ferramenta específica, desenvolvida por Rawabdeh (2005), composta por um questionário de avaliação que pondera de forma direta e objetiva a relação entre os sete tipos de desperdício, quantificando os impactos que cada um dos desperdícios exerce sobre os demais.

A coleta dos dados é consolidada em uma matriz, denominada Matriz de Relacionamento entre os desperdícios (MRD), que demonstra a porcentagem de impacto que os desperdícios causam uns sobre os outros.

Discutir e demonstrar as relações entre os desperdícios pode parecer em um primeiro momento algo confuso ou desorganizado, entretanto Rawabdeh (2005) relaciona os tipos de desperdícios abordando o efeito de cada um sobre os demais.

No próximo capítulo será apresentado, de forma detalhada, o Instrumento de Avaliação de Desperdícios desenvolvido por Rawabdeh (2005), tal ferramenta foi aplicada em uma empresa metalúrgica como estudo de caso.

### 3 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESPERDÍCIO DE RAWABDEH

Este capítulo tem por objetivo apresentar a ferramenta de avaliação de desperdícios desenvolvida por Rawabdeh (2005), identificando como cada um dos sete tipos de desperdícios impacta ou é impactado pelos demais. A identificação dos principais desperdícios, proporciona informações relevantes para a tomada de decisão na busca de melhorias e redução dos desperdícios.

#### 3.1 A relação entre os sete desperdícios

O instrumento de avaliação dos desperdícios pondera a relação entre os desperdícios. Os relacionamentos dos sete tipos de desperdícios são apresentados nos Quadros de 2 a 8, sendo que cada quadro está identificado pela inicial do desperdício em inglês, conforme definição do estudo original (RAWABDEH, 2005):

- O: Superprodução (Over-production);
- I: Excesso de estoque (Inventory);
- D: Produtos defeituosos (Defects);
- M: Excesso de movimento (Moviment);
- P: Excesso de processamento (Process);
- T: Excesso de transporte (Transportation);
- W: Excesso de tempo de espera (Waiting)

A cada relacionamento foi atribuído o símbolo de sublinhado "\_" Por exemplo, O\_I indica o efeito direto do Excesso de produção ao Excesso de Estoque.

Quadro 2– Explicação da relação do desperdício excesso de tempo de espera com os demais (RAWABDEH, 2005)

Relação entre	Relacionamento do desperdício excesso de tempo de espera com os demais
W_O	Quando uma máquina está esperando porque o seu fornecedor ou processo anterior está servindo outro cliente, esta máquina pode, por vezes, ser obrigada a produzir mais, apenas para se manter em funcionamento.
W_I	A espera significa mais itens do que o necessário em um determinado ponto, gerando estoques intermediários.

W_D	Itens em espera podem causar defeitos devido a situações inadequadas de acondicionamento.
-----	---

Quadro 3 – Explicação da relação do desperdício excesso de estoque com os demais (RAWABDEH, 2005)

Relação entre	Relacionamento do desperdício excesso de estoque com os demais
I_O	Quanto maior for o nível de insumos, maior será a pressão sobre a mão de obra para trabalhar mais a fim de aumentar a rentabilidade da empresa.
I_D	O aumento dos estoques intermediários aumenta a possibilidade de peças defeituosas devido a falta de preocupação com a qualidade do produto e de condições adequadas de armazenamento.
I_M	O aumento de estoques intermediários aumentará também o tempo para pesquisa, seleção, acesso, manuseio e movimentação de produtos semi acabados.
I_T	O aumento do estoque às vezes bloqueia os corredores e vias de acessos disponíveis, tornando a atividade de transporte mais demorada.

Quadro 4 – Explicação da relação do desperdício superprodução com os demais (RAWABDEH, 2005)

Relação entre	Relacionamento do desperdício superprodução com os demais
O_I	O excesso de produção consome e necessita de grandes quantidades de insumos que causam estocagem, aumento de fluxo de produção e de mais trabalho no processo, o que consome mais espaço no chão de fábrica, gerando estoques temporários que não tem nenhum cliente (processo) que possa encomendá-lo ou consumi-lo.
O_D	Quando o operador está produzindo mais, a sua preocupação com a qualidade das peças produzidas irá diminuir, devido ao sentimento de que existem peças suficientes para substituir as defeituosas.
O_M	O excesso de produção leva a comportamentos não-ergonômicos e resulta em métodos de trabalho não-padronizados, que levam a uma quantidade considerável de perdas de movimento.
O_T	O excesso de produção aumenta a necessidade de transporte para acompanhar o crescente fluxo de materiais.
O_W	O excesso de produção ocupa os recursos produtivos por tempos mais longos, criando longas filas de espera para outros clientes internos.

Quadro 5 – Explicação da relação do desperdício produtos defeituosos com os demais  
(RAWABDEH, 2005)

<b>Relação entre</b>	<b>Relacionamento do desperdício produtos defeituosos com os demais</b>
D_O	O excesso de produção aparece, a fim de superar a falta de peças e devido à presença de peças defeituosas.
D_I	A produção de peças defeituosas e que precisam ser retrabalhadas, implicam em elevados níveis de produtos semi acabados em estoque
D_M	A produção de peças defeituosas aumenta o tempo de procura, seleção e inspeção, para não mencionar que são criados retrabalhos necessitando treinamento e habilidades mais elevadas dos envolvidos.
D_T	O movimento das peças defeituosas para estações de retrabalho aumenta a intensidade de transporte.
D_W	O retrabalho ocupará estações de trabalho, fazendo com que novas peças tenham que entrar em uma fila de espera para serem processadas.

Quadro 6 – Explicação da relação do desperdício excesso de processamento com os demais  
(RAWABDEH, 2005)

<b>Relação entre</b>	<b>Relacionamento do desperdício excesso de processamento com os demais</b>
P_O	A fim de reduzir o custo de uma operação por máquina (tempo), as máquinas são forçadas a operar em tempo/turno integral, o que resulta em excesso de produção.
P_I	A combinação de operação em uma célula resultará diretamente na eliminação de estoques intermediários.
P_D	Se a manutenção das máquinas não for adequada, resultará na produção de peças defeituosas.
P_M	A aplicação de novos processos tecnológicos sem o adequado treinamento acentua os desperdícios da mão de obra.
P_W	Quando a tecnologia usada é inadequada, resultará em um tempo maior de espera, devido aos tempos de preparação de máquina e às conseqüentes paradas repetitivas.

Quadro 7 – Explicação da relação do desperdício excesso de movimentação (pessoas) com os demais (RAWABDEH, 2005)

<b>Relação entre</b>	<b>Relacionamento do desperdício excesso de movimentação (pessoas) com os demais</b>
M_I	Métodos de trabalho não padronizados levam a grandes estoques intermediários
M_D	A falta de treinamento dos operadores e de padronização das atividades implica no aumento da quantidade de defeitos.
M_P	Quando os trabalhos não são padronizados, as perdas no processo aumentarão devido à falta de compreensão da capacidade tecnológica instalada.
M_W	A falta de definição de padrões implica em tempo consumido na busca, seleção e movimentação de pessoas, resultando em um aumento do tempo de espera de peças aguardando seus sub componentes para serem processadas.

Quadro 8 – Explicação da relação do desperdício excesso de movimentação (materiais) com os demais (RAWABDEH, 2005)

<b>Relação entre</b>	<b>Relacionamento do desperdício excesso de movimentação (materiais) com os demais</b>
T_O	São produzidos itens em quantidades maiores do que o necessário com base na capacidade de produção do sistema, de modo a minimizar custos de transporte por unidade.
T_I	O número insuficiente de equipamentos de movimentação de material (EMM) conduz a um estoque maior, que pode afetar outros processos.
T_D	EMM não adequado pode, por vezes, danificar os itens tornando-os defeituosos.
T_M	Quando os itens são transportados a qualquer lugar, isto significa uma maior probabilidade de desperdício de movimento, causado pela dupla movimentação, procura, seleção e armazenamento.
T_W	Se EMM for insuficiente, isto significa que itens permanecerão parados, aguardando serem transportados.

### 3.2 Quantificação das relações entre os desperdícios

Para Rawabdeh (2005), os diferentes tipos de relacionamentos e a natureza de cada um desses tipos sugerem que estes relacionamentos não sejam igualmente ponderados. A necessidade de atribuir pesos aos relacionamentos é justificada pela necessidade de se conhecer qual tipo de desperdício contribui mais para uma dada

atividade no chão de fábrica. Para tanto foi desenvolvido um critério, baseado em um questionário (Quadro 9), para quantificar a força dos relacionamentos entre os desperdícios. Tal questionário consiste em seis questões e cada resposta tem uma ponderação específica variando de zero a quatro. Devem ser feitas várias reuniões de brainstorming com vários especialistas para explorar e responder as questões.

Quadro 9 – Critérios para avaliar os pontos fortes e as relações entre os desperdícios (RAWABDEH, 2005)

<b>Questionário</b>		
	<b>Perguntas</b>	<b>Peso</b>
<b>1</b>	I Produz j?	
	a) Sempre	4
	b) Às vezes	2
	c) Raramente	0
<b>2</b>	Qual é o tipo de relacionamento entre i e j?	
	a) i aumenta a medida que j aumenta	2
	b) Com o aumento de i o j permanece constante	1
	c) É aleatório, depende da condição	0
<b>3</b>	O efeito de j devido a i:	
	a) Aparece direta e claramente	4
	b) Precisa de tempo para aparecer	2
	c) Muitas vezes não aparece	0
<b>4</b>	A eliminação do efeito de i sobre j é obtida por:	
	a) Engenharia e Métodos	2
	b) Simples e direto	1
	c) Treinamento	0
<b>5</b>	As influências principais do efeito de j devido ao i:	
	a) Qualidade dos produtos	1
	b) Produtividade dos recursos	1
	c) Tempo	1
	d) Qualidade e Produtividade	2
	e) Produtividade e Tempo	2
	f) Qualidade e Tempo	2
	g) Qualidade, Produtividade e Tempo	4
<b>6</b>	Com que grau o efeito de i sobre j aumenta o tempo de fabricação?	
	a) Alto grau	4
	b) Médio grau	2
	c) Baixo grau	0



Nesse questionário, i e j significam tipos de desperdícios, sendo que o desperdício tipo i é causa direta, em certa medida, do desperdício tipo j.

O Quadro 10 ilustra um exemplo da tabulação dos resultados do relacionamento entre superprodução e os demais desperdícios.

Quadro 10 – Relacionamento entre o desperdício superprodução e os outros desperdícios (RAWABDEH, 2005)

Questões		1		2		3		4		5		6		Total	Simbologia do grau de relacionamento
Relação entre os desperdícios		R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P		
Super-produção	O_I	B	2	A	2	B	2	B	1	E	2	C	0	9	I
	O_D	A	4	A	2	A	4	A	2	D	2	B	2	16	E
	O_M	B	2	B	1	C	0	C	0	C	1	C	0	4	U
	O_T	A	4	A	2	A	4	A	2	G	4	A	4	20	A
	O_W	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U

A cada resposta é atribuída uma ponderação. Os pesos de todas as respostas de cada relacionamento são somados, resultando em um total. A soma é registrada na coluna “Total”, essa soma indica a força de cada relacionamento.

A última coluna do Quadro 10 “Simbologia do grau de relacionamento”, é preenchida segundo a Tabela 1, que atribui um símbolo à intensidade de relacionamento.

Tabela 1 – Simbologia do grau de relacionamento entre os desperdícios (RAWABDEH, 2005)

Total	Tipo de relacionamento	Simbologia do grau de relacionamento
17 a 20	Absolutamente importante	A
13 a 16	Muito importante	E
9 a 12	Importante	I
5 a 8	Pouco importante	O
1 a 4	Não importante	U

### 3.3 Matriz de Relacionamento dos Desperdícios – MRD

A medição e análise dos critérios por grau de intensidade foi organizada de

forma simples e lógica em uma matriz intitulada Matriz de Relacionamento dos Desperdícios – MRD, que se apresenta em dois moldes, o primeiro conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD)

<b>Matriz de Relacionamento dos desperdícios preenchida com símbolos</b>							
	<b>O</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>W</b>
<b>O</b>	A						
<b>I</b>		A					
<b>D</b>			A				
<b>M</b>				A			
<b>T</b>					A		
<b>P</b>						A	
<b>W</b>							A

Neste modelo, em cada linha é inserida a simbologia do grau de relacionamento conforme Tabela 1, que demonstra os efeitos de um determinado desperdício sobre os demais. Da mesma forma, cada coluna indica em que proporção ou intensidade cada tipo de desperdício é afetado pelos demais.

Na diagonal principal, em destaque na MRD, deverá ser atribuída, por definição, o símbolo A , que caracteriza o impacto de cada desperdício relacionado consigo mesmo.

O segundo molde da MRD, conforme Tabela 3, apresenta o resultado final da avaliação convertida em pontos de acordo com a Tabela 4.

Para tal conversão, foram utilizados os valores da Tabela 4 que atribui uma pontuação a cada símbolo, que se trata do limite superior de cada faixa de relacionamento da Tabela 1, dividido pelo fator 2.

Essa tabela apresenta o resultado final da aplicação da ferramenta, que serve de base para análise das inter-relações dos desperdícios dentro do ambiente estudado.

Tabela 3 – Matriz de valores dos desperdícios e Resultado Final

Matriz de Relacionamento - Resultado Final - preenchida com valores numéricos									
	O	I	D	M	T	P	W	SOMA	%
O									
I									
D									
M									
T									
P									
W									
SOMA									
%									

Tabela 4 – Nova métrica para resultado final da MRD (RAWABDEH, 2005)

Simbologia do grau de relacionamento	Pontos
A	10
E	8
I	6
O	4
U	2
X	0

### 3.4 Síntese das etapas de aplicação da Ferramenta de Avaliação

O Quadro 11 demonstra resumidamente, etapa a etapa a aplicação da ferramenta proposta, e a Figura 8 ilustra a interação entre as tabelas e anexos durante cada etapa.

Quadro 11– Etapas de aplicação da ferramenta de avaliação de desperdício

<b>Etapas de aplicação da ferramenta de avaliação de desperdício</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tabelas e Quadros</b>
1ª	O entrevistado responde a cada uma das 6 questões do Quadro 9, para cada relacionamento apresentado nos Quadros de 2 a 8, inserindo no Anexo A, a letra correspondente a cada questionamento na coluna de resposta 'R'.	Quadros de relacionamentos, Quadro 9 e Anexo A
2ª	No Anexo A, é atribuído a cada uma das respostas o peso correspondente no Quadro 9, inserido-os nas colunas de Pesos 'P'.	Quadro 9 e Anexo A
3ª	Preenchido o quadro do Anexo A, totaliza-se cada uma das linhas, somando todos os pesos atribuídos a cada relacionamento.	Anexo A
4ª	Ao total do Anexo A será atribuída uma nova menção, considerando a divisão de faixas da Tabela 1.	Anexo A e Tabela 1
5ª	Nesta fase, a menção final de cada relacionamento do Anexo A é repassada para a linha de cada desperdício da Tabela 2. Caso não exista relação entre os desperdícios o campo será preenchido com 'X'. O campo cinza da Tabela 2, equivale a relação do desperdício consigo mesmo, e neste, a menção a ser atribuída será a máxima 'A'.	Anexo A e Tabela 2
6ª	Completada a Tabela 2, esta servirá de espelho para o preenchimento da Tabela 3, onde as menções serão substituídas novamente por pesos, conforme Tabela 4.	Tabelas 3 e 4
7ª	Completada a Tabela 3, soma-se os pesos de cada linha e coluna, e calcula-se o percentual de cada uma considerando a somatória total de pesos.	Tabela 3

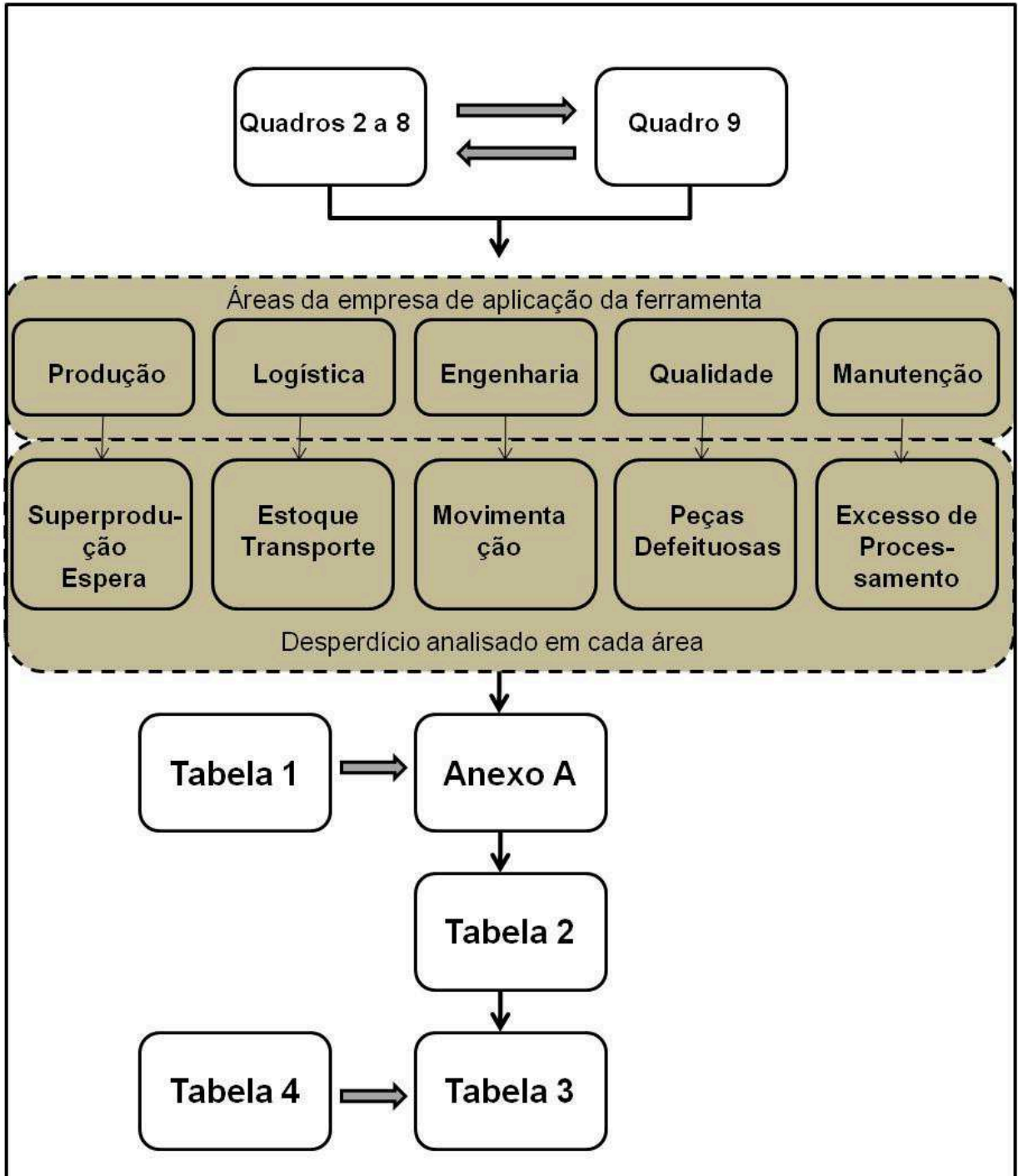


Figura 8 - Fluxo de Aplicação da Ferramenta de Avaliação de Desperdícios

## 4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Nesta seção, será apresentada a descrição do método de pesquisa empregado para diagnosticar desperdício, conforme a ferramenta proposta do Rawabdeh (2005).

Na sequência, será descrita a caracterização da pesquisa, em seguida a apresentação da ferramenta de avaliação e sua aplicação numa indústria metalúrgica de grande porte, produto de tubos.

### 4.1 Caracterização da pesquisa

Existem diversos critérios para se classificar uma pesquisa. Usando o critério de Godoy (1995), este trabalho poderia ser considerado como pesquisa qualitativa, pois não depende fortemente de análise estatística para suas inferências. Além disso, há uma imersão do pesquisador no contexto e a perspectiva interpretativa de condução da pesquisa. Godoy argumenta que:

“a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesse amplos que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo” (GODOY, 1995, p.58).

Tendo a pesquisa qualitativa suas raízes na Antropologia e Sociologia, que usam a observação prolongada no local onde as coisas acontecem, Godoy (1995) reforça que o papel do pesquisador é o de captar a perspectiva daqueles por ele entrevistados. Para captar tal perspectiva é essencial a permanência no “campo”, seja para observar, o que é ideal, seja por meio de outros instrumentos, tais como: entrevistas, questionários, fotos, gravações, etc.

Porém, o método quantitativo de pesquisa tem no questionário uma de suas grandes ferramentas. É pelos resultados obtidos nessa técnica de coleta de dados que são feitas as induções, que hora confirmam as suposições inicialmente

levantadas pelo pesquisador.

Porém Gomes e Araujo (2010), dizem que

A pesquisa quantitativa se baseia no paradigma positivista, onde a racionalidade reina de forma absoluta. Em áreas do conhecimento como matemática, física e química, por exemplo, essa ideologia sempre gozou de muito respaldo, e isso acabou se espalhando para outros campos do saber, incluindo a administração e outras ciências sociais que não possuíam um método de pesquisa próprio. Esta corrente defende a isenção de valor do pesquisador no transcurso do seu trabalho, alegando que o mesmo não pode “contaminar” os resultados da pesquisa com suas crenças, sua percepção, ou seja, não é permitido ao pesquisador, segundo essa metodologia, fazer inferências baseado na sua visão de mundo. Ele deve ser um sujeito neutro, preocupado apenas em mensurar friamente os fatos observados (GOMES; ARAUJO, 2010).

Considerando que a ferramenta aplicada neste trabalho leva em consideração a interpretação dos entrevistados sobre as ocorrências avaliadas dentro do campo de pesquisa, e que este trabalho levanta dados a serem utilizados para a melhoria na gestão, acredita-se que a metodologia quantitativa por si só suprimiria a devida importância das pessoas e sua visão do ambiente em que está sendo estudado.

Gomes e Araujo (2010) defendem que é incorreto generalizar que os métodos quantitativos são inadequados para pesquisas na área da administração. Para ele há de se observar as peculiaridades de cada estudo a fim de adequar as ferramentas de investigação ao objeto estudado. Assim, o campo científico aponta o surgimento de um novo paradigma metodológico, utilizado principalmente pela área de administração, que melhor atenda as necessidades dos pesquisadores. Essa dicotomia positivista x interpretativo, quantitativo x qualitativo, parece estar cedendo lugar a um modelo alternativo de pesquisa, o chamado quanti-qualitativo, ou o inverso, quali-quantitativo, dependendo do enfoque do trabalho (GOMES; ARAUJO, 2010).

Por fim, considerando esse modelo alternativo, pode-se classificar este trabalho como uma pesquisa quali-quantitativa, pois considera os dados levantados por uma ferramenta quantitativa, um questionário que pontua e conceitua as respostas, conseguidos através da percepção das pessoas pesquisadas sobre ambiente analisado.

## 4.2 Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa constituiu-se da aplicação de uma ferramenta específica, desenvolvida por Rawabdeh (2005), que é composta por um questionário de avaliação que estuda a relação entre os sete tipos de desperdício, ponderando o impacto que cada um deles exerce sobre os demais, a coleta dos dados é consolidada em uma matriz que demonstra a porcentagem de impacto que os desperdícios causam uns sobre os outros.

O instrumento proposto é considerado um instrumento qualitativo, quanto ao preenchimento do questionário e quantitativo quanto ao desenrolar final do método, pois objetiva:

- Estudar o modelo proposto por Rawabdeh (2005).
- Identificar os desperdícios e apontar suas inter relações dentro de um ambiente fabril.
- Diferenciar a intensidade dos desperdícios e classificá-los por ordem de importância.

O roteiro seguido no estudo é apresentado na Figura 9.

### 4.2.1 Etapa exploratória

Esta etapa se caracterizou pela observação do *modus operandi* da organização que constitui o objeto de pesquisa. Uma vez que o autor atuou como colaborador nessa organização, foi possível capturar o conhecimento detalhado do processo. Nessa fase, houve também o estudo bibliográfico com maior profundidade sobre os principais conceitos de desperdícios, ferramentas de análise e a ferramenta proposta por Rawabdeh (2005).



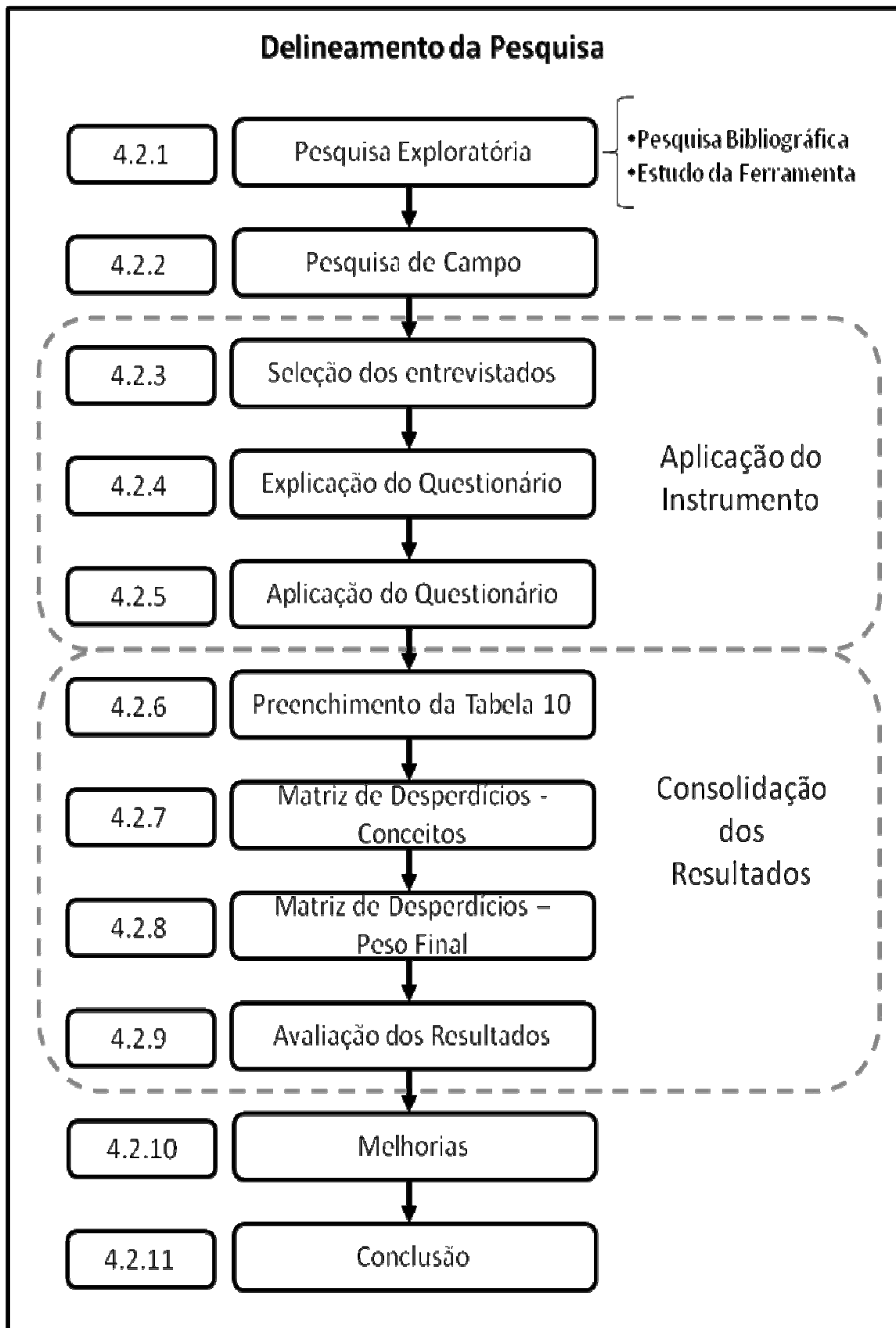


Figura 9 - Delineamento da pesquisa – Avaliação de Desperdício

#### 4.2.2 A seleção dos entrevistados

A primeira etapa da aplicação da ferramenta consiste em fazer a seleção dos gestores a serem entrevistados, levando em consideração o grau de impacto que a área em questão afeta ou contribui na lucratividade da empresa. Normalmente o gestor deve possuir o domínio do seu setor, tanto técnico, quanto financeiro e uma boa visão global do negócio. Neste estudo o instrumento de avaliação foi direcionado aos supervisores e chefes das áreas de produção, manutenção, logística, engenharia e qualidade, direcionando para cada uma dessas áreas o questionário (Quadro 9) na busca do enfoque de relacionamento específico, conforme ilustrado no Quadro 12.

O método aplicado buscou coletar dados exclusivamente da média gerência, direcionando o foco para a realidade operária, ao contrário da proposta original, que foi delimitada à alta gerência, representando uma limitação quanto à análise da realidade operária.

Quadro 12– Áreas de Aplicação de cada tipo de desperdício (RAWABDEH, 2005)

<b>Desperdício</b>	<b>Responsável da</b>
Superprodução	Área de Produção
Excesso de estoque	Área de Logística
Peças defeituosas	Área de Qualidade
Excesso de movimento (pessoas)	Área de Engenharia
Excesso de movimento (materiais)	Área de Logística
Excesso de processamento	Área de Manutenção
Excesso de tempo de espera	Área de Produção

Após a definição dos gestores a serem entrevistados, foi feito um treinamento sobre o Instrumento de Avaliação proposto, de modo a evitar posteriores dúvidas ou ambigüidades ao responder o questionário.

### **4.2.3 Descrição da empresa**

A empresa pesquisada é uma indústria metalúrgica de grande porte, localizada no Vale do Paraíba (SP) com aproximadamente 350 funcionários, dedicada à produção de tubos de aço de alto desempenho, soldados por indução de sinal de alta frequência, cujos clientes são as indústrias de petróleo e gás. Atualmente a planta tem uma capacidade instalada de produção de 120 mil toneladas-ano.

A empresa oferece a seus clientes no Brasil e no exterior, produtos da mais alta tecnologia em tubos soldados e tratados termicamente para o mercado de energia.

A empresa é certificada pela ISO 9000:2000. O processo de fabricação de tubos é conduzido por um modelo de gestão que garante a perenidade de conhecimento do processo e a confiabilidade do produto e assegura a satisfação dos clientes, por meio de atendimento aos requisitos exigidos pelo seu Sistema de Qualidade.

### **4.2.4 Descrição do Produto**

O produto fabricado são tubos de aço ERW utilizados na prospecção, extração, condução e processamento de petróleo, gás e seus derivados, bem como em refinarias e indústrias petroquímicas, nos gasodutos e nos. O nome ERW (Electric Resistance Welding) se deve ao processo de soldagem longitudinal nele utilizado, que é por resistência elétrica. Os tubos fabricados pelo processo ERW passam por um tratamento térmico no cordão de solda para alívio de tensões residuais.

São tubos com garantia de estanqueidade e resistência à pressões internas ou externas, utilizados como condutores de materiais sólidos (granulados ou particulados), líquidos ou pastosos e gasosos.

Os tubos são fornecidos com comprimento padrão de 6 e 12 metros, sem revestimento ou com revestimento FBE (Fusion Bond Epoxi) ou 3CPE (Tricapa de Polietileno ou Polipropileno). Os tubos de linha atendem a Norma NACE 0175 onde

aplicáveis, conforme figura 10.



Figura 10 – Caracterização do produto

#### 4.2.5 Descrição do Processo

Todo o processo de fabricação se desenvolve em três galpões:

- O galpão A, onde a bobina de aço é aberta e conformada em tubos, conforme ilustrado na figura 11.
- O galpão B, onde ocorre o tratamento térmico dos tubos, conforme ilustrado na figura 12.
- O galpão C, onde ocorre o rosqueamento das extremidades dos tubos, a proteção da rosca, medição, pesagem, estensilhamento, envernizamento e o empacotamento do produto, conforme ilustrado na figura 13.

Essa dissertação está delimitada à parte do processo desenvolvida no galpão C, pelo fato do autor ter sido o responsável técnico dessa etapa do processo.

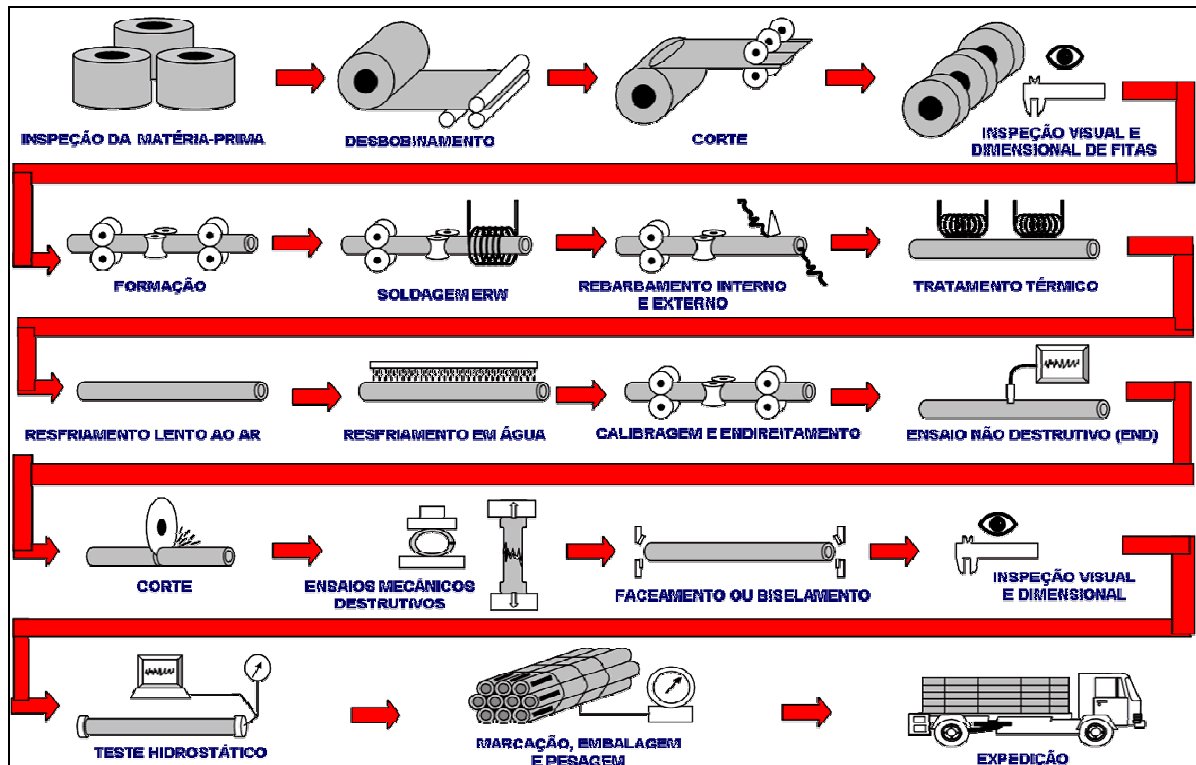


Figura 11 – Processo de formação de tubos, galpão A

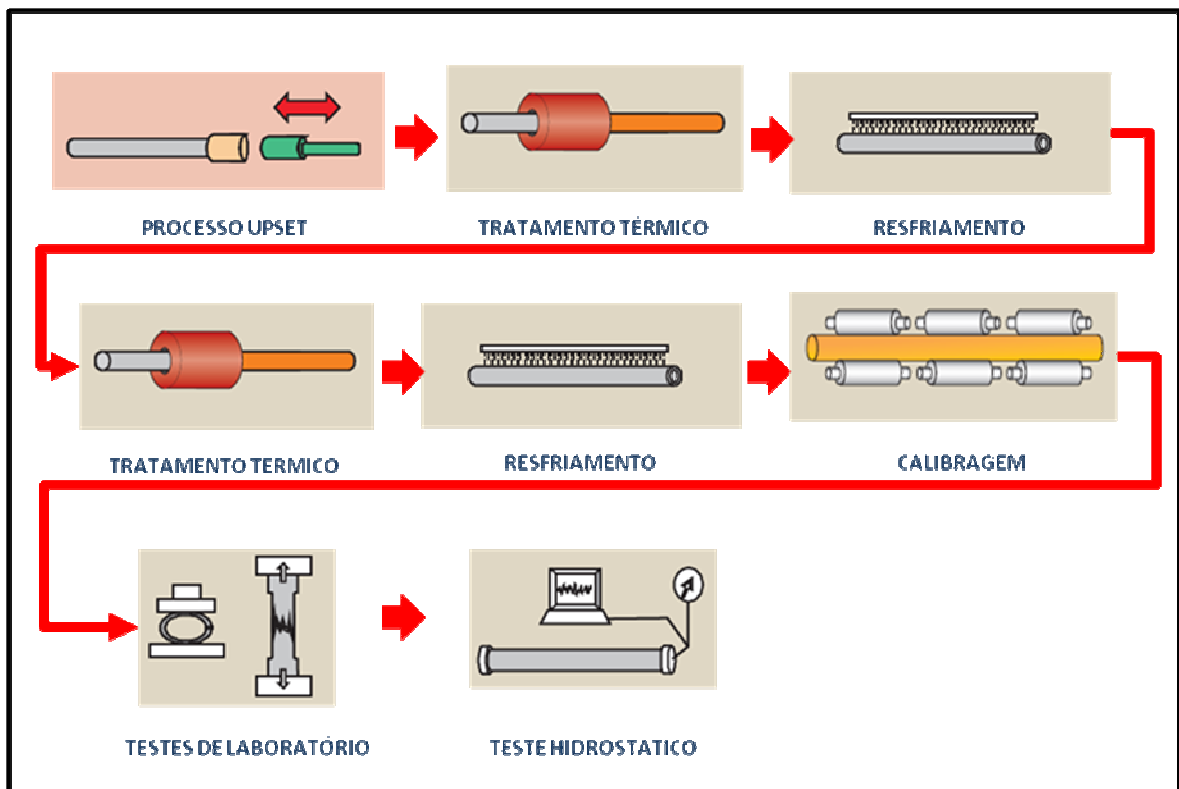


Figura 12 – Processo de tratamento térmico dos tubos, galpão B



Figura 13 – Processo de rosqueamento dos tubos, galpão C

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Relacionamento entre os desperdícios

O Quadro 13, denominado Quadro de Relacionamento de Desperdícios, sintetiza os questionários preenchidos pelos entrevistados.

Quadro 13 – Quadro de Relacionamento de Desperdícios

Questões		1		2		3		4		5		6		Total	Simbologia
Relação entre os desperdícios		R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P		
Superprodução	O_I	B	2	A	2	B	2	B	1	E	2	C	0	9	I
	O_D	A	4	A	2	A	4	A	2	D	2	B	2	16	E
	O_M	B	2	B	1	C	0	C	0	C	1	C	0	4	U
	O_T	A	4	A	2	A	4	A	2	G	4	A	4	20	A
	O_W	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
Excesso de estoque	I_O	B	2	A	2	A	4	C	0	G	4	A	4	16	E
	I_D	B	2	C	0	B	2	A	2	D	2	B	2	10	I
	I_M	A	4	A	2	A	4	C	0	C	1	C	0	11	I
	I_T	B	2	C	0	A	4	A	2	C	1	B	2	11	I
Peças defeituosas	D_O	B	2	C	0	A	4	A	2	E	2	B	2	12	I
	D_I	B	2	B	1	B	2	A	2	D	2	B	2	11	I
	D_M	A	4	A	2	A	4	C	0	E	2	A	4	16	E
	D_T	A	4	C	0	B	2	C	0	G	4	B	2	12	I
	D_W	B	2	C	0	C	0	C	0	A	1	B	2	5	O
Excesso de movimento	M_I	A	4	A	2	B	2	A	2	E	2	C	0	12	I
	M_D	B	2	A	2	A	4	C	0	G	4	A	4	16	E
	M_P	A	4	A	2	C	0	A	2	D	2	B	2	12	I
	M_W	A	4	C	0	A	4	C	1	F	2	B	2	13	E
Excesso de transporte	T_O	A	4	A	2	B	2	A	2	G	4	B	2	16	E
	T_I	A	4	A	2	A	4	A	2	C	1	A	4	17	A
	T_D	A	4	A	2	B	2	C	0	F	2	C	0	10	I
	T_M	A	4	A	2	A	4	A	2	E	2	A	4	18	A
	T_W	A	4	B	1	B	2	C	0	C	1	A	4	12	I
Excesso de processamento	P_O	B	2	A	2	A	4	B	1	G	4	A	4	17	A
	P_I	A	4	A	2	A	4	A	2	G	4	C	0	16	E
	P_D	A	4	A	2	B	2	A	2	G	4	A	4	18	A
	P_M	B	2	A	2	A	4	C	0	G	4	B	2	14	E
	P_W	A	4	A	2	A	4	A	2	G	4	A	4	20	A
Excesso de espera	W_O	C	0	C	0	C	0	B	1	C	1	C	0	2	U
	W_I	C	0	C	0	C	0	B	1	A	1	C	0	2	U
	W_D	B	2	C	2	B	2	A	2	A	1	C	0	9	I

## 5.2 Matriz de Relacionamento entre os Desperdícios (MRD)

O Quadro 14 é a matriz de relacionamento preenchida a partir do Quadro 11.

Quadro 14 – Matriz de Relacionamento dos Desperdícios (MRD)

Matriz de Relacionamento dos desperdícios							
	O	I	D	M	T	P	W
O	A	I	E	U	A	X	U
I	E	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	E	I	X	O
M	X	I	E	A	X	I	E
T	E	A	I	A	A	X	I
P	A	E	A	E	X	A	A
W	U	U	I	X	X	X	A

O Quadro 15 é o Quadro 13 convertido em pontos de acordo com a Tabela 4.

Quadro 15 – Matriz de valores dos desperdícios e Resultado Final

Matriz de Relacionamento - Resultado Final									
	O	I	D	M	T	P	W	SOMA	%
O	10	6	8	2	10	0	2	38	13,7%
I	8	10	6	6	6	0	0	36	12,9%
D	6	6	10	8	6	0	4	40	14,4%
M	0	6	8	10	0	6	8	38	13,7%
T	8	10	6	10	10	0	6	50	18,0%
P	10	8	10	8	0	10	10	56	20,1%
W	2	2	6	0	0	0	10	20	7,2%
SOMA	44	48	54	44	32	16	40	278	100,0%
%	15,8%	17,3%	19,4%	15,8%	11,5%	5,8%	14,4%	100,0%	

Com base no Quadro 15, observa-se que os desperdícios que mais afetam os demais são excesso de processamento (20,1%), excesso de transporte ou excesso



de movimentação de materiais (18%), produção de peças defeituosas ou produtos defeituosos (14,4%), superprodução (13,7%), excesso de movimentação de pessoas (13,7%), excesso de estoque (12,9%) e excesso de tempo de espera (7,2%).

Em contrapartida os desperdícios que são mais afetados são: produtos defeituosos ou produção de peças defeituosas (19,4%), excesso de estoque (17,8%), superprodução (15,8%), excesso de movimentação de pessoas (15,8%), excesso de tempo de espera (14,4%), excesso de transporte ou excesso de movimentação de materiais (11,5%) e excesso de processamento (5,8%). O Quadro 16 elenca esses resultados, demonstrando as relações “Absolutamente importante” e “Muito importante”.

Quadro 16 – Consolidação dos Relacionamentos

DESPERDÍCIO	GRAU DE RELACIONAMENTO		
	Percentual (%)	Absolutamente Importante	Muito importante
<b>Excesso de Produção</b>	20,1	Superprodução, Defeito e Espera	Estoque e Movimentação
<b>Excesso de Transporte</b>	18,0	Estoque e Movimentação	Superprodução
<b>Produção de Peças Defeituosas</b>	14,4		Movimentação
<b>Superprodução</b>	13,7	Transporte	Defeitos
<b>Excesso de movimentação de pessoas</b>	13,7		Defeitos
<b>Excesso de Estoque</b>	12,9		Superprodução
<b>Excesso de Tempo de Espera</b>	7,2		

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os comentários sobre as relações absolutamente importantes e muito importantes entre os desperdícios.

### 6.1 Excesso de Processamento

O excesso de processamento é o grande impactante sobre os demais desperdícios, sua relação é absolutamente importante sobre a superprodução, produção de peças defeituosas e tempo de espera e muito importante sobre o estoque e sobre a movimentação.

#### Excesso de processamento → Excesso de produção de peças defeituosas

(Relação absolutamente importante)

O excesso de processamento, no setor de rosqueamento de tubos, torna mais lisa a superfície da rosca o que pode levar a uma diminuição da espessura do tubo, de modo a comprometer a funcionalidade do produto e a ocorrência de vazamentos.

#### Excesso de processamento → Superprodução

(Relação absolutamente importante)

Por conta do problema relatado no item anterior, freqüentemente os operadores são forçados a produzir mais peças do que o previsto, objetivando garantir que a quantidade prevista de peças boas, afim de que sejam aprovadas pelo controle de qualidade no fim dos turnos.

#### Excesso de processamento → Excesso de tempo de espera

(Relação absolutamente importante)

O excesso de processamento faz com que se forme uma fila de peças que estão aguardando para serem processadas. Essas peças esperam por um tempo maior do que o necessário por conta do excesso de processamento a que estão submetidas as peças à sua frente.

O excesso de processamento também aumenta o tempo de espera do operador do torno CNC, pois força-o a ficar mais tempo acompanhando, ao lado da máquina, a fabricação das peças, já que os tornos, nestes casos, não estão regulados conforme especificações do fabricante e da engenharia.

Excesso de processamento → Excesso de estoque

(Relação muito importante)

O excesso de processamento torna a fabricação de tubos mais lenta, o que gera um estoque de produto semiacabado antes de cada operação.

Excesso de processamento → Excesso de movimentação de pessoas

(Relação muito importante)

No caso das peças produzidas com o excesso de processamento, os tornos CNC não estão regulados conforme especificação da engenharia, o que obriga o operador a verificar 100% das roscas após sua fabricação, provocando uma movimentação de pessoal não prevista.

Por outro lado o excesso de processamento somente é impactado de forma importante pelo excesso de movimentação.

## **6.2 Excesso de Movimentação de Materiais ou Excesso de Transporte**

O desperdício com transporte ou excesso de movimentação de materiais é bastante impactante sobre os demais, sua relação é absolutamente importante sobre a movimentação, excesso de estoque, muito importante sobre a superprodução e importante em relação à produção de peças defeituosas e tempo de espera.

Excesso de transporte → Excesso de movimentação

(Relação absolutamente importante)

Devido a dimensão do produto fabricado, tubos de 6 a 12 metros, faz-se necessário a presença de um ou mais operadores para acompanhar a movimentação destes materiais pelos galpões, principalmente quando os tubos são

içados pelas pontes rolantes, o objetivo deste acompanhamento é evitar incidentes e acidentes.

Outro ponto importante em que o excesso de transporte impacta no excesso de movimentação é a falta de espaço dentro do galpão C, freqüentemente os operadores são forçados a movimentar o produto acabado de um lugar para o outro, a fim de que os estoques não atrapalhem o fluxo contínuo de produção.

#### Excesso de transporte → Excesso de estoque

(Relação absolutamente importante)

A falta de espaço para armazenagem do produto acabado, no setor da rosqueadeira, é agravado pelo constante acúmulo de material na área de empacotamento. Isto se dá pela quantidade insuficiente dos equipamentos de movimentação, tais como empilhadeiras e carretas.

A falta de espaço dentro do galpão C, somado a falta de equipamentos de movimentação, resulta em acúmulo de produto e estoque de subprodutos em locais indevidos.

#### Excesso de transporte → Superprodução

(Relação muito importante)

Devido a quantidade insuficiente de equipamentos de movimentação para abastecer as máquinas com diferentes tipos de matéria prima, freqüentemente os operadores são forçados a produzir grandes lotes de um determinado produto e só para manter os equipamentos funcionando. O excesso de movimentação de materiais deve ser evitado, a menos que seja utilizada para o fornecimento da quantidade certa de materiais, na hora certa, conforme necessidade.

No setor da rosqueadeira este desperdício é agravado pelo layout ineficiente, ou seja, as máquinas estão excessivamente distantes umas das outras. A alternativa seria redefinir o layout e aproximar os equipamentos, levando-se em consideração as normas técnicas de segurança.

No que diz respeito ao impacto sofrido pelo desperdício excesso de transporte, observa-se que ele é afetado de forma absolutamente importante pela superprodução e de forma importante pelo excesso de estoque e de peças defeituosas.

### **6.3 Excesso de Produção de Peças Defeituosas ou Produtos Defeituosos**

O desperdício excesso de produção de peças defeituosas impacta de forma muito importante o desperdício excesso de movimentação de pessoas; impacta de forma importante a superprodução, o excesso de transporte e o excesso de estoque, porém tem uma relação de pouca importância em relação ao tempo de espera.

Excesso de produção de peças defeituosas → Excesso de movimentação de pessoas

(Relação muito importante)

Devido às características específicas do produto e do processo, este tipo de desperdício ganha relevância, pois, para todo e qualquer processamento de produto ou movimentação de peças defeituosas é necessário o apoio de um equipamento de movimentação específico, tais como ponte rolante, empilhadeira ou carreto.

No caso de retrabalho das peças defeituosas, as peças e os colaboradores envolvidos neste retrabalho necessitam serem encaminhados a um setor específico, local este que na maioria das vezes é fora do galpão C.

Por outro lado, o excesso de produção de peças defeituosas sofre muito impacto dos demais, sendo afetado de forma absolutamente importante pelo excesso de processamento, muito importante pela superprodução e excesso de movimentação de pessoas e importante pelo excesso de estoque, transporte e espera.

### **6.4 Superprodução**

O desperdício superprodução é relativamente impactante sobre os demais. Sua relação é absolutamente importante sobre o excesso de transporte, muito importante sobre a produção de peças defeituosas e importante sobre o excesso de estoque. Entretanto, não é importante quanto ao excesso de movimentação de pessoas e tempo de espera.

### Superprodução → Excesso de transporte

(Relação absolutamente importante)

O rosqueamento de mais tubos do que a demanda, gera a necessidade de transportar o produto recém processado para um lugar provisório e posteriormente para o local definitivo. Este excesso de transporte é agravado pela falta de espaço físico dentro do galpão C.

### Superprodução → Produção de peças defeituosas

(Relação muito importante)

A necessidade de se rosquear uma quantidade elevada de tubos, faz com que o operador altere o programa do torno CNC para um número menor de passes na confecção das roscas, gerando assim, um maior número de peças não conformes.

O rosqueamento de mais tubos do que a demanda, gera a necessidade de se criar novos estoques provisórios de material semiacabado, desperdiçando espaço que poderia ser aproveitado para outras finalidades.

Por sua vez, a superprodução é impactada de forma absolutamente importante pelo excesso de processamento, muito importante pelo excesso de estoque e transporte e importante pelo excesso de produção de peças defeituosas, não sendo impactado pelo desperdício de espera.

## **6.5 Excesso de Movimentação de Pessoas**

O desperdício excesso de movimentação de pessoas também é relativamente impactante sobre os demais. Sua relação é muito importante sobre o excesso de produção de peças defeituosas e tempo de espera; importante sobre o excesso de estoque e o excesso de processamento.

### Excesso de movimentação de pessoas → Excesso de produção de peças defeituosas

(Relação muito importante)

Dependendo da complexidade do produto a ser fabricado, o operador do torno CNC necessita deslocar-se até o armário de ferramentas ou ao almoxarifado, em busca de uma ferramenta específica, enquanto o equipamento encontra-se em funcionamento; ao retornar, o operador se depara com uma grande quantidade de peças defeituosas fabricadas automaticamente pelo equipamento durante a sua ausência.

#### Excesso de movimentação de pessoas → Excesso de tempo de espera

(Relação muito importante)

A falta de uma boa integração dos colaboradores recém contratados, somado a falta de treinamentos específicos aos postos de trabalho, tem contribuído para o agravamento deste desperdício no setor da rosqueadeira.

Devido a falta de informações sobre o que produzir e a falta de informações técnicas sobre o produto a produzir, sistematicamente, os operadores dos tornos CNC são obrigados a caminhar grandes distâncias atrás do líder de produção para esclarecer suas dúvidas, enquanto os tornos CNC permanecem desligados.

A falta de padronização das atividades e métodos de trabalho entre os turnos também contribuem de forma negativa nesta inter relação.

O excesso de movimentação de pessoas é bastante impactado pelos demais desperdícios, sendo influenciado de forma absolutamente importante pelo excesso de transporte; de forma importante pelo excesso de produção de peças defeituosas, pelo excesso de processamento e pelo excesso de estoque.

### **6.6 Excesso de Estoque**

O desperdício excesso de estoque tem um impacto moderado sobre os demais, ele influencia de forma muito importante a superprodução, de forma importante a produção de peças defeituosas, o excesso de transporte de materiais e o excesso de movimentação de pessoas.

#### Excesso de estoque → Superprodução

(Relação muito importante)

A armazenagem de produto acabado conforme, misturado a peças defeituosas, freqüentemente resulta na falta de controle dos estoques e conseqüentemente na necessidade de contagens periódicas dos materiais. Em caso de dúvida sobre a quantidade de peças boas, os operadores de produção são forçados a produzirem mais peças do que o previsto, mesmo sem as devidas ordens de produção (OP).

Observa-se no setor da rosqueadeira que a falta de controle do material é diretamente proporcional a quantidade de material nos estoques intermediários, ou seja, quanto mais material em processo, mais precário o controle.

Entretanto, o excesso de estoque sofre impacto absolutamente importante do transporte, muito importante do excesso de processamento e importante da superprodução, defeitos e excesso de movimentação, só não sendo impactado pela espera.

### **6.7 Excesso de Tempo de Espera**

Por fim, constata-se que o tempo de espera não tem nenhuma relação absolutamente importante ou muito importante com os demais desperdícios, este desperdício tem uma relação importante sobre a produção de peças defeituosas e não importante sobre a superprodução e excesso de estoque.

Em contrapartida, o impacto que o tempo de espera sofre dos demais desperdícios tem uma relação absolutamente importante quanto ao excesso de processamento, muito importante sobre o excesso de movimentação e importante sobre o transporte. Esta relação é pouco importante quanto à produção de peças defeituosas e não impactante sobre a superprodução.



## 7. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma revisão dos desperdícios no ambiente fabril relacionados na literatura, bem como o seu inter-relacionamento..

Apresentou-se uma ferramenta de análise de desperdício proposta pelo engenheiro jordaniano Ibrahim A. Rawabdeh, que permite relacioná-los e ordená-los segundo um critério de importância.

A ferramenta de avaliação de desperdícios demonstrou-se eficaz e refletiu a realidade vivenciada no ambiente operário, onde observou-se que os desperdícios que mais afetavam os demais eram: o excesso de processamento, o excesso de transporte, excesso de produção de peças defeituosas, superprodução, excesso de movimentação de pessoas, excesso de estoque e excesso de tempo de espera.

Em contrapartida, os desperdícios mais afetados pelos demais foram: excesso de produção de peças defeituosas, excesso de estoque, superprodução, excesso de movimentação de pessoas, excesso de tempo de espera, excesso de transporte e excesso de processamento.

Foi feita uma análise individualizada de cada um dos desperdícios, procurando comentar as relações absolutamente importantes e muito importantes entre eles.

O excesso de processamento foi o grande impactante sobre os demais desperdícios, sua relação foi absolutamente importante sobre a superprodução, excesso de produção de peças defeituosas e excesso de tempo de espera e muito importante sobre o estoque e sobre a movimentação.

O desperdício com o excesso de transporte foi bastante impactante sobre os demais, sua relação foi absolutamente importante sobre o excesso de movimentação, excesso de estoque, muito importante sobre a superprodução e importante em relação ao excesso de produção de peças defeituosas e excesso de tempo de espera.

O desperdício excesso de produção de peças defeituosas impactou de forma muito importante o desperdício excesso de movimentação de pessoas; impactou de forma importante a superprodução, o excesso de transporte e o excesso de estoque, porém teve uma relação de pouca importância com relação ao excesso de tempo de

espera.

O desperdício superprodução foi relativamente impactante sobre os demais. Sua relação foi absolutamente importante sobre o excesso de transporte, muito importante sobre o excesso de produção de peças defeituosas e importante sobre o excesso de estoque, entretanto, não foi importante quanto ao excesso de movimentação de pessoas e excesso de tempo de espera.

O desperdício excesso de movimentação de pessoas também foi relativamente impactante sobre os demais. Sua relação foi muito importante sobre o excesso de produção de peças defeituosas e tempo de espera; importante sobre o excesso de estoque e o excesso de processamento.

O desperdício excesso de estoque teve um impacto moderado sobre os demais, ele influenciou de forma muito importante a superprodução, de forma importante a produção de peças defeituosas, o excesso de transporte de materiais e o excesso de movimentação de pessoas.

Constatou-se que o excesso de tempo de espera não teve nenhuma relação absolutamente importante ou muito importante com os demais desperdícios, este desperdício teve uma relação importante sobre a produção de peças defeituosas e não importante sobre a superprodução e excesso de estoque.

Deve-se ressaltar que não se encontrou na literatura relatos da aplicação da ferramenta de Rawabdeh, a não ser no artigo original que a apresenta à comunidade científica. Por isso, com o objetivo de se conhecer mais sobre essa ferramenta, seria importante aplicá-la a empresas do mesmo seguimento e de mesmo porte, a fim de comparar os resultados obtidos num e noutro caso. Seria interessante, também, aplicá-la em empresas do mesmo seguimento, porém de diferentes portes.

Dada a subjetividade dos questionários, espera-se que a eficácia dessa ferramenta seja maior, quão mais próximo do chão de fábrica, ela seja aplicada.

## REFERÊNCIAS

ALUKAL, G. Lean, Chave para a qualidade e o preço que o cliente deseja. Última modificação em 07-01-2008. Disponível em <<http://www.comunitate.com.br/qualidade/producao-lean-transforme-sua-empresa-em-uma-maquina-enxuta>>. Data de Acesso 20-03-2010.

ALVES, J. M. O sistema Just in Time Reduz os Custos do Processo Produtivo. In: IV Congresso Internacional de Custos. Anais. Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP): 1995. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=32>> acesso em: 02.03.2010.

BRIMSON, J. A". Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades". São Paulo: Atlas, 1996.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento pelas diretrizes. 2a. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

CAMPOS, V. F. TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CANEL, C.; ROSEN, D; ANDERSON, E. A. (2000). Just-in-time is not just for manufacturing: a service perspective. *Industrial Management & Data system*, Vol 100, n 2; p. 51-60, 2000.

CHASE, R. B. AQUILANO, N. J.; JACOBS, R. F. Production and Operation Management Manufacturing and Services. Irwin: Homewood, 1998.

DENNIS, P. Produção Lean Simplificada. Porto Alegre: Bookman, 2008. 191 p.

FERREIRA, F.P. Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças. 2004. 178p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. Taubaté, 2004.

GHINATO, P. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Editores Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: UFPE, 2000.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*. Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr., 1995.

GOMES, F. P.; ARAUJO, R. M. Pesquisa Quanti-Qualitativa em Administração: uma visão holística do objeto em estudo. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/8semead/resultado/trabalhosPDF/152.pdf>. Data de acesso 15/07/2010

HINES, P; RICH N. "The seven value stream mapping tools". *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 19, n 1, p 81-96, 1997.

INVERNIZZI, G. O Sistema Lean de Manufatura aplicado em uma indústria de autopeças produtora de filtros automotivos. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas. 17-03-2006.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F. M. *Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade*. São Paulo: Makron Books, 1991. Vol1.

MIGUEL, P. A. C. *Qualidade, enfoque e ferramentas*. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

NAKAGAWA, Massayuki. *Gestão estratégica de custos: conceitos, sistemas e implementação*. São Paulo: Atlas, 1993.

OHNO, T. *O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997. 151p.

PORTER, M. E. *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

RAWABDEH, I. (2005). A Model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 25, n 8, p 800-22, 2005.

SANTOS, A. C.O; SANTOS, M. J. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de produção. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SHOOK, J.; ROTHER, M. Aprendendo a Enxergar : Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 2ª. edição. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WU, Y. C. Lean Manufacturing a perspective of Lean Suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 23, n 11, p 1349-76, 2003.

## ANEXO A

Tabela de Relação entre os Desperdícios

Questões (1)		1 (3)		2 (3)		3 (3)		4 (3)		5 (3)		6 (3)		Total (6)	Simbologia (7)
Relação entre os desperdícios (2)		R(4)	P(5)	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P		
Superprodução	O_I														
	O_D														
	O_M														
	O_T														
	O_W														
Excesso de Estoque	I_O														
	I_D														
	I_M														
	I_T														
Peças defeituosas	D_O														
	D_I														
	D_M														
	D_T														
	D_W														
Excesso de Movimento	M_I														
	M_D														
	M_P														
	M_W														
Excesso de Transporte	T_O														
	T_I														
	T_D														
	T_M														
	T_W														
Excesso de processamento	P_O														
	P_I														
	P_D														
	P_M														
	P_W														
Excesso de espera	W_O														
	W_I														
	W_D														

## **ANEXO B**

### **Regras de Preenchimento do Anexo A**

- 1) Questões – conforme Quadro 9 – Critérios para avaliar os pontos de relação de cada desperdício
- 2) Relação entre os desperdícios – Quadros de 2 8 – Explicação sobre o relacionamento de cada tipo de desperdício
- 3) Cada questionamento do Quadro 9
- 4) Letra de cada opção de resposta do Quadro 9
- 5) Peso de cada opção de resposta do Quadro 9
- 6) Somatória total dos pesos de cada relacionamento
- 7) Menção atribuída conforme Tabela 1 – Simbologia do grau de relacionamentos entre os desperdícios