UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELE SILVA DE ALMEIDA

METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS APLICADA EM UMA EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

JUIZ DE FORA
2010

MARCELE SILVA DE ALMEIDA

METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS APLICADA EM UMA EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: M. Sc., Thais Cristina Pereira Ferraz

Co-Orientador: Eng., Wagner Jorge de Oliveira

JUIZ DE FORA

2010

MARCELE SILVA DE ALMEIDA

METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS APLICADA EM UMA EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 22 de junho de 2010.

BANCA EXAMINADORA

_____

M. Sc., Thais Cristina Pereira Ferraz
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Eng., Wagner Jorge de Oliveira

_____

D. Sc., Roberta Resende Zagha
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

D. Sc., Marcos Martins Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar meu caminho.

À minha família, pelo enorme apoio e constante motivação.

À Professora Thais Cristina Pereira Ferraz, pela sábia orientação neste trabalho.

Ao Engenheiro Wagner Jorge de Oliveira, pelo grande aprendizado.

Aos Professores Roberta Resende Zagha e Marcos Martins Borges, pela grande contribuição e tempo dedicado a este trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de melhoria de processo no qual o Método de Análise e Solução de Problema – MASP é utilizado no diagnóstico da causa fundamental do baixo índice do tempo de eficiência de uma estribadeira, máquina utilizada na produção de vergalhões cortados e dobrados para a construção civil. O MASP é dividido em oito etapas, nas quais são utilizadas ferramentas básicas da qualidade, no intuito de sistematizar a solução dos problemas. O nível de utilização da estribadeira foi constatado após um estudo feito nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008. Contudo, o plano de ação proposto não foi concretizado integralmente. Com base nestes dados históricos, este trabalho propõe uma análise dos meses de setembro, outubro e novembro de 2008 com o objetivo de averiguar a persistência do problema ou prevenir sua recorrência. Para tanto, foi aplicado o MASP até a etapa de elaboração do plano de ação, sendo os resultados discutidos com base nos setes tipos de perda da produção que ocorrem no chão de fábrica.

Palavras-chave: Melhoria da qualidade. MASP. Eficiência operacional.

ABSTRACT

This paper aims to present a research about a process improvement. For that, was used the QC Story to diagnose the fundamental cause of low time efficiency of a estribadeira, machinery used in production of Rebar Cutting & Bending. The QC Story is divided into eight stages, in which are used basic tools of quality, in order to systematize the problems solution. The estribadeira utilization level was reported following a study done in January, February and March 2008. However, the proposed action plan was not concluded. Based on these historical data, this paper proposes an analysis of the months of September, October and November 2008 with the objective of investigating the persistence of the problem or prevent its recurrence. In order to do this investigation, was applied the QC Story until the action plan stage. The results were discussed based on the seven wastes types of production on the factory floor.
Keywords: Quality improvement. QC Story. Operational Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Melhoria Contínua 15
Figura 2 Três tipos de resolução de problemas 16
Figura 3 Relação entre o MASP e o Ciclo PDCA 19
Figura 4 O sistema Toyota de produção e os sete tipos de perda 24
Figura 5 FEPSC 26
Figura 6 Fluxo do Processo 26
Figura 7 Utilização Diária – Janeiro de 2008 28
Figura 8 Utilização Diária – Fevereiro de 2008 29
Figura 9 Utilização Diária – Março de 2008 29
Figura 10 Utilização Diária – Setembro de 2008 30
Figura 11 Utilização Diária – Outubro de 2008 31
Figura 12 Utilização Diária – Novembro de 2008 31
Figura 13 Diagrama de Pareto das paradas operacionais da estribadeira 33
Figura 14 Análise estatística dos meses observados 34
Figura 15 Box Plot – Principais paradas mês de Novembro 35
Figura 16 Diagrama de Pareto – Estratificação por Turno 36
Figura 17 Diagrama de Pareto – Estratificação parada Abastecimento 37
Figura 18 Diagrama de Pareto – Estratificação por dias da semana 38
Figura 19 Diagrama de Pareto – Estratificação Abastecimento por Bitola 38
Figura 20 Diagrama de Pareto – Estratificação Troca de material por Bitola 39
Figura 21 Diagrama de Pareto – Estratificação Regulagem por Bitola 39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 As 7 etapas e ferramentas do CQ 16
Quadro 2 Os quatorze passos para soluções de problemas 18
Quadro 3 As sete etapas para solução de problemas 19
Quadro 4 Comparação entre as metodologias de Juse, Kume e Campos 20
Quadro 5 Etapas do MASP 20
Quadro 6 Paradas operacionais estribadeira 27
Quadro 7 Plano de ação 5W1H 42
Quadro 8 Etapas do MASP utilizadas na resolução do problema 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Cálculo Eficiência de Tempo 30
Tabela 2 Análise confiabilidade dos dados 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 OBJETIVO 12
1.3 JUSTIFICATIVAS 12
1.4 CONDIÇÕES DE CONTORNO 13
1.5 METODOLOGIA 13
1.6 DESCRIÇÃO 14
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO 14
2 ESTUDO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL 15
2.1 MELHORIA DA QUALIDADE 15
2.2 METODOLOGIAS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS 17
2.2.1 JUSE 17
2.2.2 HITOSHI KUME 18
2.2.3 FALCONI CAMPOS 19
2.2.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS DE JUSE, KUME E CAMPOS 20
2.3 EFICIÊNCIA OPERACIONAL 20
2.3.1 OS SETE TIPOS DE PERDA 21
2.3.1.1 *MUDA* PELO EXCESSO DE PRODUÇÃO 22
2.3.1.2 *MUDA* PELO EXCESSO DE ESTOQUE 22
2.3.1.3 *MUDA* PELO EXCESSO DE REFUGO E RETRABALHO 23
2.3.1.4 *MUDA* PELO EXCESSO DE MOVIMENTO 23
2.3.1.5 *MUDA* PELO EXCESSO DE PROCESSAMENTO 23
2.3.1.6 *MUDA* PELO EXCESSO DE ESPERA 23
2.3.1.7 *MUDA* PELO EXCESSO DE TRANSPORTE 24
2.3.1.8 ANÁLISE DAS *MUDAS* 24
3 METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS: INVESTIGAÇÃO INICIAL 25
3.1 A EMPRESA 25
3.1.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO 26

3.1.2 O PROBLEMA 27
3.2 INVESTIGAÇÃO INICIAL 30
4 ANÁLISE DOS DADOS 33
4.1 ANÁLISE DAS PARADAS OPERACIONAIS 33
4.2 ESTUDO DOS MESES OBSERVADOS 33
4.3 ESTRATIFICAÇÃO DOS DADOS 34
4.3.1 ESTRATIFICAÇÃO POR TEMPO 35
4.3.1.1 ESTRATIFICAÇÃO POR TURNO 35
4.3.1.2 ESTRATIFICAÇÃO POR DIA DA SEMANA 37
4.3.2 ESTRATIFICAÇÃO POR TIPO DE MATERIAL 38
5 PLANO DE AÇÃO 40
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS 40
5.2 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO SEGUNDO *MUDAS* 41
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 43
REFERÊNCIAS 44
ANEXO 46

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atualmente, qualquer empresa, de pequeno, médio ou grande porte, preocupa-se com a qualidade de seu produto e/ou serviço. Para Falconi (1992, p.2) "*um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente*".

A qualidade é um fator fundamental para a empresa ser competitiva no mercado. A empresa deve utilizar a gestão da qualidade para melhorar processos e alcançar melhores resultados. Segundo Marçal et al. (2008) como um produto ou serviço é o resultado de um processo, a forma ideal de aumentar a qualidade é focar no processo de fabricação.

Por isso, para este trabalho foi analisado o processo de corte e dobra de vergalhões no intuito de melhorar o mesmo e conseqüentemente sua qualidade.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como principal objetivo analisar os fatores que afetam a eficiência de tempo de máquina de uma estribadeira, de acordo com o grau de aproveitamento da disponibilidade operacional, por parte da equipe de produção. Por fim, propor um plano de ação para que o grau de utilização alcance o nível expresso pela meta.

1.3. JUSTIFICATIVAS

Através do histórico do nível de utilização da estribadeira, nota-se que esta está abaixo da meta definida. Devido a isso, foi proposto este estudo para análise das causas que afetam diretamente o tempo de utilização de máquina para identificação da causa fundamental. Para tanto, foi avaliado o tempo de paradas operacionais.

O interesse pelo tema é decorrente do envolvimento da pesquisadora neste processo, em especial durante as atividades de estágio.

1.4. CONDIÇÕES DE CONTORNO

Este tipo de estudo envolverá inicialmente uma empresa de corte e dobra de vergalhões, localizada na cidade Juiz de Fora/MG, podendo ser expandido para outras empresas de corte e dobra que utilizem o mesmo tipo de maquinário.

1.5. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado seguindo as quatro grandes etapas de investigação listadas abaixo:

1. Revisão bibliográfica: melhoria da qualidade; solução de problemas segundo a gestão da qualidade;
2. Mapeamento de processos;
3. Aplicação do MASP;
4. Recomendações para Plano de Ação.

Devido ao tema deste trabalho, vale ressaltar a diferença entre metodologia, método e técnica. Metodologia se refere ao estudo dos métodos, método indica o que fazer (quais as etapas a serem seguidas), já a técnica mostra como realizar tal atividade (a formar mais adequada de fazer) (FONSECA & MIYAKE, 2006).

O desenvolvimento do estudo fundamenta-se no Método de Análise e Solução de Problema (MASP). O MASP, segundo Paris (2003, p.36), "*consiste em uma seqüência de etapas que levam a um planejamento participativo para a melhoria da qualidade de um produto ou serviço de determinado setor em uma organização*".

Este método é a base para que o controle da qualidade possa ser praticado, pois permite que as pessoas aprendam através da solução de problemas, a importância deste controle (PACHECO et al., 2006).

1.6. DESCRIÇÃO

Este trabalho foi realizado em uma empresa de Corte e Dobra de vergalhões, tendo como foco principal a análise do tempo de parada de uma estribadeira, máquina capaz de efetuar o corte e dobra de vergalhões de até 12,5mm de diâmetro. Esta funciona em dois turnos, tendo um operário responsável em cada um deles. No decorrer deste processo é necessário realizar várias paradas para, por exemplo: trocar o material, fazer a regulagem da máquina, efetuar a retirada do material acabado, entre outras. Para fazer o controle de tais paradas é utilizado uma folha de verificação padrão da empresa. Através de uma análise realizada sobre os dados fornecidos por esta durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2008, pode-se constatar o baixo nível de utilização da máquina. Neste trabalho foi feito esta análise para os meses de setembro, outubro e novembro de 2008, os quais a pesquisadora teve acesso e que não foram afetados pela crise econômica.

1.7. ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo II apresenta uma revisão bibliográfica, sendo os principais tópicos abordados: método de análise e solução de problemas - MASP, eficiência operacional e tipos de *mudas* da produção no *Gemba.*

No capítulo III foi realizada uma investigação inicial do problema. Após esta etapa de observação, foram levantas duas hipóteses sobre as possíveis causas deste problema.

Já o capítulo IV se refere à etapa de análise dos dados. Para tanto, foi feita uma estratificação destes por Tempo (Dias da Semana e Turno) e por Tipo de Material (Bitola).

No capítulo V, foi feita uma análise dos resultados obtidos no capítulo IV. Com base nestes, um plano de ação foi elaborado.

O capítulo VI, Conclusão, destaca a importância da utilização do MASP neste projeto, além de propor futuras análises.

2. ESTUDO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

2.1. MELHORIA DA QUALIDADE

A melhoria da qualidade pode ser dividida em dois tipos: Melhoria Contínua e Melhoria Revolucionária.

A Melhoria Revolucionária propõe uma mudança drástica no processo, seja através da implementação de um novo projeto, ou de uma nova abordagem sobre o problema (FAEDA, 2007). Segundo Slack (2002) este tipo de melhoria demanda altos investimentos de capital e interfere ou interrompe a rotina de operações.

Segundo Bessant et al. (1994), a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental e contínua, que envolve todos dentro de uma organização.

Neste trabalho, a melhoria contínua será abordada de acordo com a TQM (*Total Quality Management*), o qual utiliza esta expressão como um processo de resolução de problemas (SHIBA et al., 1997). Neste sentido, a melhoria contínua é baseada em duas idéias principais: Melhoria Sistemática e Melhoria Iterativa (Figura 1).

Figura 1 - Melhoria Contínua
Fonte: SHIBA et al., 1997 (Adaptado).

A Melhoria Sistemática é aquela originada por uma abordagem científica, a qual considera inúmeras soluções possíveis, até que a melhor seja identificada. Para isto, é utilizado o modelo WV, o qual descreve a resolução de problemas através da alternância entre o Nível de Pensamento (reflexão, planejamento, análise) e o Nível da Experiência (informação do mundo real) (SHIBA et al., 1997).

A melhoria sistemática aborda três tipos de melhoria: Controle de Processos, Melhoria Reativa e a Melhoria Proativa. A Figura 2 mostra as três abordagens de melhoria descritas no modelo WV.

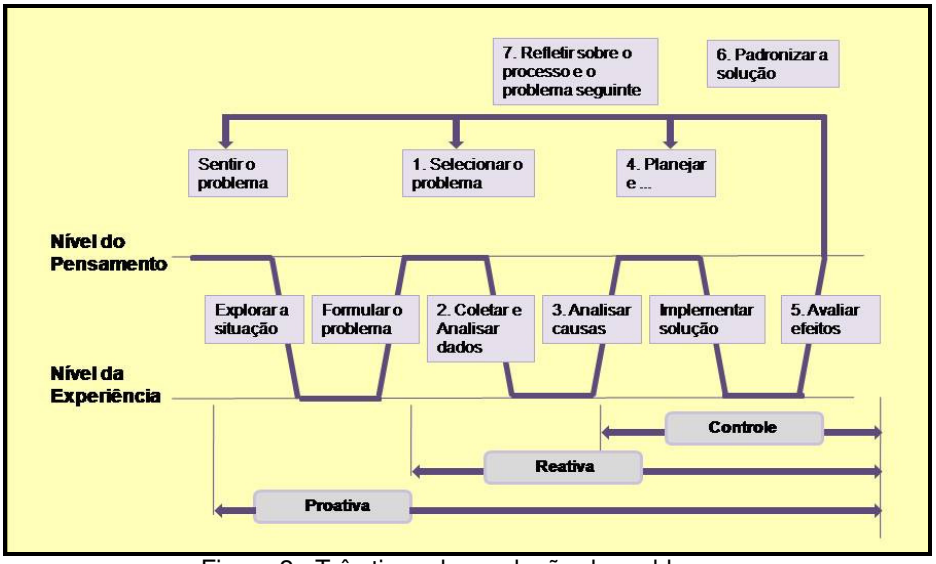

Figura 2 - Três tipos de resolução de problemas
Fonte: SHIBA et al., 1997 (Adaptado).

O Controle de Processo tem como objetivo manter um determinado processo funcionando no seu padrão, caso exista algum problema, deve ser executada uma ação corretiva. Para isto é utilizado o ciclo SDCA (padronizar, executar, verificar e atuar).

Diferente do Controle de Processo, a Melhoria Reativa reage a um problema específico, buscando acabar com as causas desta anomalia. Essa abordagem utiliza um processo de resolução de problemas baseado nas sete etapas do Controle de Qualidade (CQ) - como ilustra a Figura 2. A relação entre as sete etapas e as sete ferramentas do CQ é apresentada no Quadro 1.

Sete Etapas do CQ	Sete Ferramentas do CQ
1. Selecionar o tema 2. Coletar e analisar os dados 3. Analisar a causa	Lista de verificação, gráficos, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de correlação, diagrama de causa-e-efeito
4. Planejar e implementar a solução	
5. Avaliar os efeitos	Lista de verificação, gráficos, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de correlação, diagrama de causa-e-efeito, cartas-de-controle
6. Padronizar a solução	
7. Refletir sobre o processo (e o problema seguinte)	

Quadro 1 – As 7 etapas e ferramentas do CQ
Fonte: SHIBA et al., 1997 (Adaptado).

Na Melhoria Proativa, existe o sentimento de um problema, a partir do qual é estudada situação e formulado o seu problema. Segundo Shiba et al. (1997), nesta etapa deve-se escolher qual rumo a empresa irá seguir, para então saber em qual área, ou setor, o sistema de melhoria será implantado.

A Melhoria Iterativa, ou Realimentação da Melhoria, tem como base o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action). Para Shiba et al. (1997) "*o PDCA simboliza o princípio da iteração na resolução de problemas – efetuar melhorias por etapas e repetir o ciclo de melhoria várias vezes".*

Neste trabalho será utilizada a abordagem Reativa, já que existe um problema específico (baixa eficiência operacional), que será tratado através de uma metodologia de análise e solução de problemas.

2.2 . METODOLOGIAS DE SOLUÇÕES DE PROBLEMAS

Segundo Campos (1992, p.20) "problema é o resultado indesejável de um processo". Desta maneira, ao longo dos anos, vários autores apresentaram sua metodologia para solução de problemas. Para Paris (2003, p.36), *"MASP, Método de Análise e Solução de Problemas, consiste em uma seqüência de etapas que levam a um planejamento participativo para a melhoria da qualidade de um produto ou serviço de determinado setor em uma organização".*

Neste estudo são discutidas as metodologias clássicas utilizadas pela JUSE (União de Engenheiros e Cientistas Japoneses), Hitoshi Kume e Falconi Campos.

2.2.1. JUSE

A JUSE aborda a soluções de problemas através do TQC (*Total Quality Control*). De acordo com Juse (1991) *apud* Magalhães (2005) os problemas sempre existem, mesmo em empresas onde seja implementada a padronização, pois os problemas surgirão junto com esta. Para solucionar um problema, é necessário identificar a relação entre a causa principal e seus efeitos. Para isso, a JUSE apresenta "os quatorze passos para soluções de problemas" (Quadro 2).

QUATORZE PASSOS	DESCRIÇÃO
1° Passo - Compreenda os problemas da área	É necessário entender os problemas da área
2° Passo - Selecione o tema da atividade de melhoria	Deve-se utilizar um critério para estabelecer qual problema tem prioridade, exceto quando este já é determinado pela
3° Passo - Organize grupos promocionais	Caso o problema de melhoria envolva vários setores, o grupo responsável pela atividade deve ser composto por pessoas de diferentes departamentos
4° Passo - Crie um plano de atividades	Após a definição do tema e do grupo de melhoria, deve ser elaborado um plano de atividades, incluindo um cronograma
5° Passo - Compreenda as circustâncias atuais	Analisar o processo ao longo do tempo. Verificar as variações do processo e os dados
6° Passo - Estabeleça objetivos	Definir em qual nível de melhoria as atividades devem chegar
7° Passo - Analisar causa	Utilizando como base a variabilidade, identificada no 5° Passo, definir a relação entre as características (resultados) e as causas, e procurar as causas verdadeiras
8° Passo - Pesquise planos de melhoria	Com as causas do problema identificadas, deve ser elabordo um plano de melhoria, para isso utilizar o 5W1H
9° Passo - Execute o plano de melhoria	Nesta etapa é recomendado estabelecer um prazo de implementação de cada uma das ações presente no plano de melhoria descrito no 8° Passo. Para que os resultados gerados por cada ação possam ser avalisados
10° Passo - Verificar os resultados das atividades de melhoria	Fazer uma análise dos resultados. Os objetivos foram alcançados?
11° Passo - Padronize	A padronização através da documentação é necessária. Esta é uma medida importante contra a reincidência de problemas
12° Passo - Estabeleça controle completo	Através da manutenção do controle total, os benefícios da melhoria são mantidos por um longo tempo
13° Passo - Revise as atividades	Novos problemas surgem quando reexaminados as atividades realizadas
14° Passo - Tópicos para o futuro	Definição de novas atividades de melhoria

Quadro 2 – Os quatorze passos para soluções de problemas
Fonte: JUSE, 1991 (Adaptado).

2.2.2. HITOSHI KUME

Hitoshi Kume apresenta uma metodologia de solução de problemas baseada em métodos estatísticos de gerenciamento. Segundo Kume (1993), deve-se utilizar ferramentas estatísticas em substituição a intuição e experiência, pois assim, reduz a possibilidade de grande dispêndio de força em solução ineficiente. Ainda segundo o autor, o que gera produtos defeituosos é a variação de quatro fatores: materiais, condições de equipamentos, método de trabalho e inspeção. Kume apresenta uma metodologia de solução de problemas dividida em sete etapas, estas estão apresentadas no Quadro 3.

ETAPAS	OBJETIVO
1° Etapa - Problema	Identificar o problema
2° Etapa - Observação	Invetigar o problema de diferentes pontos de vista
3° Etapa - Análise	Descobrir quais as causas prinicipais
4° Etapa - Ação	Agir para eliminar as causas principais
5° Etapa - Verificação	Certificar-se de que o problema não ocorrerá novamente
6° Etapa - Padronização	Eliminar definitivamente a causa do problema
7° Etapa - Conclusão	Revisar o processo de resolução de problema e planejar o trabalho futuro

Quadro 3 – As sete etapas para solução de problemas
Fonte: KUME, 1993 (Adaptado).

2.2.3. FALCONI CAMPOS

Campos (1992) apresenta um método de solução de problemas baseado na estratificação de cada uma das etapas do ciclo PDCA. Este segundo Marçal et al. (2008), é um método de gestão, o qual visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis através de quatro fases: *Plan, Do, Check e Action.*

O MASP desenvolvido por Falconi Campos é divido em oito grandes etapas: Identificação do Problema; Observação; Análise; Plano de Ação; Ação; Verificação; Padronização; Conclusão. A abordagem feita em cada uma dessas etapas, assim como sua relação com o PDCA, é mostrada na Figura 3.

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do Problema	Definir claramente o problema e esclarecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Figura 3 – Relação entre o MASP e o Ciclo PDCA
Fonte: CAMPOS, 1992 (Adaptado).

2.2.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS DE JUSE, KUME E CAMPOS

Segue abaixo o Quadro 4 com uma comparação entre as três metodologias citadas neste trabalho.

MÉTODO	Nº DE ETAPAS	SEMELHANÇAS	DIFERENÇAS
JUSE	14	Mesmo com etapas diferentes, o raciocínio utilizado se assemelha com os outros	Devido ao número de etapas, este detalha mais sua metodologia.
KUME	7	Suas etapas são muito parecidas com as de Campos	Difere das outras metodologias por não diferenciar as etapas: Ação e Plano de Ação
CAMPOS	8	Se assemelha com a metodologia abordada por Kume	Aborda sua metolodogia dentro do ciclo PDCA

Quadro 4 – Comparação entre as metodologias de JUSE, Kume e Campos
Fonte: Autora, 2009.

Optou-se pela metodologia abordada por Campos (2002), pois esta possui suas etapas muito claras e bem definidas, além de utilizar como base o ciclo PDCA. Neste trabalho serão abordadas as quatro primeiras etapas de sua metodologia: Identificação do problema; Observação; Análise e Plano de Ação. As ferramentas utilizadas nessas etapas são apresentadas no Quadro 5.

Etapa	Tarefas	Ferramentas Empregadas
Identificação do Problema	1) Escolha do Problema; 2) Histórico do Problema; 3) Fazer a análise de Pareto.	Gráficos de linha; Gráfico de Pareto;
Observação	1) Descoberta das características do problema através da coleta de dados; 2) Observação local.	Análise de Pareto: Estratificação Lista de Verificação Gráfico de Pareto Priorize
Análise	1) Definição das causa influentes; 2)Escolha das causas mais prováveis; 3) Verificação de Hipóteses .	Diagrama de Causa e Efeito; Pareto; Histograma
Plano de Ação	Elaboração do Plano de Ação	5W1H

Quadro 5 - Etapas do MASP
Fonte: CAMPOS, 1992 (Adaptado).

2.3. EFICIÊNCIA OPERACIONAL

O cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) foi proposto originalmente por profissionais da área de Manutenção Produtiva Total (NIKAJIMA,

1988). O IROG pode ser calculado através da multiplicação do Índice do Tempo Operacional (ITO), pelo Índice de Performance Operacional (IPO), pelo Índice de Produtos Aprovados (IPA) - Equação 1.

$$\mu_{Global} = ITO \times IPO \times IPA$$

Equação 1 – Cálculo do IROG

O ITO se refere ao tempo total em que a máquina ficou disponível para produção, excluindo o tempo das paradas. O IPO consiste no tempo de operação da máquina em vazio, pequenas paradas e quedas de velocidade. Já o IPA representa o tempo total de produção de peças boas, excluindo o tempo gasto com retrabalho.

No entanto, o cálculo do IROG deve ser diferente de acordo com o posto de trabalho. No caso de recursos críticos, o IROG assume o conceito de TEEP - *Total Effective Equipment Productivity* – Produtividade Efetiva Total do Equipamento. Neste caso deve-se disponibilizar todo o tempo disponível para a produção, ou seja, sem paradas programadas. Para as demais máquinas é utilizado o OEE – *Overall Equipment Efficiency* – Índice de Eficiência Global. Neste caso, o tempo disponível para a produção é calculado pela diferença entre o tempo total e o tempo das paradas programadas.

Este estudo focará na melhora da eficiência de tempo (E_T), para melhorar a eficiência operacional. Esta pode ser calculada através da Equação 2.

$$E_T = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{tempo disponível}}$$

Equação 2 – Cálculo da E_T

Segundo Alvarez (2001), o tempo disponível para produção é calculado pela subtração entre o período de trabalho e as paradas programadas. Sendo o tempo de produção o período em que a máquina, no caso a estribadeira, esteve operando.

Através da melhora do nível de eficiência operacional, o ITO aumentará, melhorando assim a eficiência calculada na Equação1.

2.3.1. OS SETE TIPOS DE PERDA

Para melhorar a eficiência do processo, deve-se tentar reduzir as Sete Perdas que ocorrem no chão de fábrica (*Gemba).* De acordo com Imai (1997), em cada processo há recursos (pessoas, máquinas e materiais) que agregam ou não valor,

muda refere-se a qualquer atividade que não agrega valor (perda). O *muda* no *Gemba* é dividido em sete categorias:

- *Muda* pelo excesso de produção;
- *Muda* pelo excesso de estoque;
- *Muda* pelo excesso de refugos e retrabalho;
- *Muda* pelo excesso de movimento;
- *Muda* pelo excesso de processamento;
- *Muda* pelo excesso de espera;
- *Muda* pelo excesso de transporte.

2.3.1.1. *MUDA* PELO EXCESSO DE PRODUÇÃO

Dentre todos os tipos de *muda*, este é considerado o pior, pois transmite um falso sentimento de segurança, além de ajuda a encobrir vários tipos de problemas. No JIT (*Just in Time*), estar à frente do cronograma é pior que estar atrás, já que o excesso de produção resulta em consumo desnecessário de matéria-prima, uso inútil de mão-de-obra e equipamentos, espaço adicional para armazenar o estoque, aumento dos custos administrativos, entre outros (IMAI, 1997). Para que este tipo de muda não ocorra, deve-se tentar quebrar antigos paradigmas de produção, como: fazer com que as máquinas produzam mais do que o necessário, pois tem capacidade em excesso; operar na velocidade máxima da máquina, desconsiderando a velocidade do gargalo da linha, entre outros.

2.3.1.2. *MUDA* PELO EXCESSO DE ESTOQUE

Produtos em estoque não agregam valor, além disso, ajudam a aumentar os custos, já que um depósito exige mão-de-obra extra para operação e administração, além do custo com as próprias instalações do depósito. Quando o nível do estoque é alto, problemas no *Gemba*, como parada de máquinas, não são tratados adequadamente. Deve-se enfatizar também, que o excesso de estoque pode gerar um grande prejuízo a empresa, pois este pode ser destruído por algum desastre.

2.3.1.3. *MUDA* PELO EXCESSO DE REFUGOS E RETRABALHOS

Os refugos interrompem a produção e necessitam de retrabalho, sendo que freqüentemente, estes precisam ser descartados. A *muda* por retrabalho pode ser evitada através do aumento da qualidade no projeto.

2.3.1.4. *MUDA* PELO EXCESSO DE MOVIMENTO

Qualquer movimento corporal que não agrega valor é considerado improdutivo. Segundo Imai (1997), para identificar este tipo de muda, deve ser analisado a forma como os operadores usam suas mãos e pernas, reorganizar a posição das peças, além de desenvolver ferramentas adequadas.

2.3.1.5. *MUDA* PELO EXCESSO DE PROCESSAMENTO

Segundo Shingo (1996), devemos sempre nos questionar sobre o porquê que fazemos determinado produto e utilizamos determinado método de processamento. Muitas vezes, a tecnologia empregada, ou projetos inadequados, resultam neste tipo de muda.

2.3.1.6. *MUDA* PELO EXCESSO DE ESPERA

Este tipo de muda é identificado quando o operador esta com as mãos ociosas, isto ocorre quando há falta de peças, paralisação de máquina ou quando o operador esta monitorando algum equipamento enquanto este executa alguma tarefa que agrega valor (IMAI, 1997). No entanto, a muda de espera pode ser difícil de detectar quando esta se refere ao processamento. Muitas vezes, o operador fica segundo, minutos, totalmente parado, simplesmente esperando o próximo item a ser processado.

2.3.1.7. *MUDA* PELO EXCESSO DE TRANSPORTE

O Transporte é essencial para que os processos sejam realizados, no entanto, este não agrega valor. Para eliminar esta *muda*, os processos não devem ficar distantes da linha principal de produção.

2.3.1.8. ANÁLISE DAS *MUDAS*

Os sete tipos de perda podem ser analisados na Figura 4.

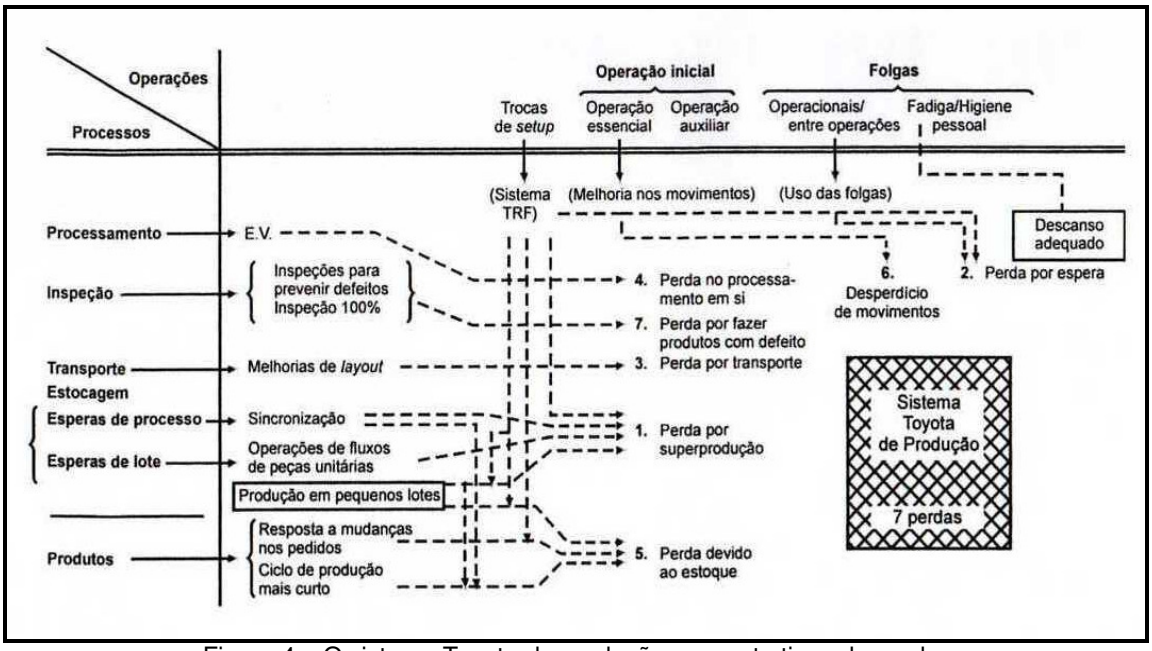

Figura 4 – O sistema Toyota de produção e os sete tipos de perda
Fonte: SHINGO, 1996, p.227.

Neste estudo, para alcançar o nível de utilização expresso pela meta, será feito uma análise do processo com enfoque em quatro *mudas*: *muda* pelo excesso de movimento, *muda* pelo excesso de processamento, *muda* pelo excesso de espera e *muda* pelo excesso de transporte.

3. MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS: INVESTIGAÇÃO INICIAL

3.1. A EMPRESA

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa do ramo siderúrgico, em uma das suas unidades de Corte e Dobra de vergalhões, a qual esta situada em Juiz de Fora (MG). Esta unidade é de pequeno porte, possui 12 funcionários e capacidade em torno de 400 toneladas/mês. O Corte e Dobra de vergalhões é muito utilizado na construção civil, ajudando a diminuir custos através da eliminação de perdas (sobras) de aço, pois este processo segue rigorosamente as especificações do projeto, e também através da diminuição do uso da mão-de-obra para este serviço no canteiro de obras.

O Corte e Dobra de vergalhões pode ser feito mecanicamente, através de uma máquina chamada estribadeira, ou manualmente através de dobradeiras e cortadeiras. A estribadeira é utilizada para cortar e dobrar aço com diâmetro: 4.2, 5.0, 6.3, 8.0 e 12.5mm, já a dobradeira e cortadeira tem como insumo aço de bitola 16.0, 20.0 e 25 mm. A unidade onde foi feito o estudo possui duas estribadeiras, duas dobradeiras e uma cortadeira. Este trabalho analisará o processo de uma das estribadeira.

Nesta unidade a estribadeira funciona em dois turnos: Turno 1 – 6:00 às 15:45; Turno 2 - 11:30 às 21:15, de segunda-feira a sexta-feira. Em cada turno há um operário responsável pela máquina, que deve programar a máquina, alinhar o material, retirar o material acabado, e fazer todo o monitoramento durante o processo.

É importante destacar que a unidade estudada possui processo por projeto, já que as peças são feitas de acordo com o projeto fornecido pelo cliente. Segundo Perales (2001) este tipo de processo atende a uma necessidade específica do cliente e tem uma data determinada para ser concluído. Nota-se ainda que este tipo de processo é caracterizado por ter uma grande flexibilidade para atender individualmente cada cliente, além de produzir em baixos volumes. De acordo com Almeida (2003), para este processo é necessário ter operadores qualificados, sendo treinados em uma variedade de tarefas, já que, freqüentemente, estes trabalham com pouca supervisão.

3.1.1. MAPEAMENTO DO PROCESSO

O mapeamento do processo é uma ferramenta fundamental, já que esta permite que sejam conhecidas, com detalhes, todas as operações que ocorrem durante a fabricação de um produto. No decorrer dos dias, as variações que ocorrem no processo provocam ajustes neste, que com o tempo, vão criando novos procedimentos, caminhos, que acabam por modificar o processo original (ROTANDARO, 2005). Por isso, para um mapeamento correto deve-se entrevistar as pessoas envolvidas diretamente no processo.

Para mapear o processo deste estudo, foi utilizado o FEPSC, acrônimo de fornecedores, entradas, processo, saídas, clientes (Figura 5), o Fluxo do Processo esta apresentando na Figura 6. Vale ressaltar que neste estudo não foi feito a análise de um produto, de uma peça específica, pois o processo não difere de acordo com o formato da peça e com a bitola de aço utilizada.

FORNECEDORES	ENTRADAS	PROCESSO	SAÍDAS	CLIENTES
Usina de aço	Bobinas de aço	Processo de Fabricação das peças	Produto final (peças do corte e dobra: estribos, ferros "L", ferros "U", entre outros)	Construtoras
Fabricante da estribadeira	Estribadera			
Operadores	Mão-de-obra			
Cia de Eletricidade	Energia			

Figura 5 – FEPSC
Fonte: Autora, 2009.

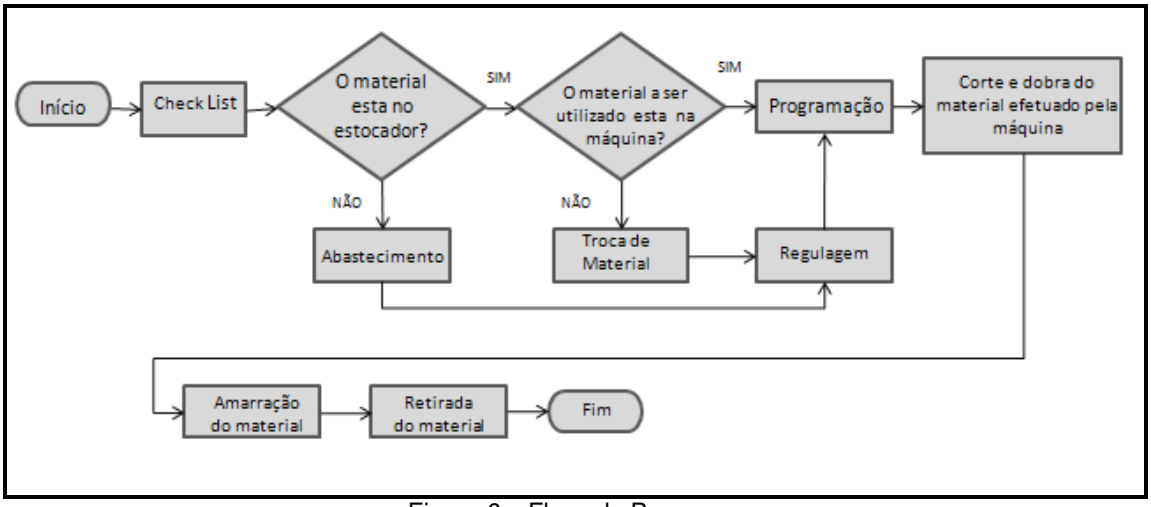

Figura 6 – Fluxo do Processo
Fonte: Autora, 2009.

3.1.2. O PROBLEMA

No decorrer do processo ocorrem várias paradas operacionais. O tempo utilizado por cada uma delas é marcado, pelo próprio operário, em uma Folha de Verificação padrão da empresa (Anexo 1). As principais paradas operacionais estão dispostas no Quadro 6.

PARADA OPERACIONAL	DESCRIÇÃO
Check List	Analisar se a máquina esta apta ao uso
Abastecimento	Abastecer o estocador da máquina com uma ou duas bobinas
Troca de Material	Utilizar o material presente no outro estocador da máquina
Regulagem	Ao trocar o material (bitola do aço), deve-se fazer os ajustes necessários na máquina
Programação	Programar o material a ser produzido
Amarração	Amarrar os feixes produzidos, as especificações da peça
Retirada	Retirada dos feixes de material acabado dispostos na máquina
Manutenção Corretiva	Manutenção realizada quando há quebra de máquina
Falta de Ponte Rolante	Indisponibilidade da Ponte Rolante para efetuar movimentações na área
Quebra de Material	Quebra do fio na máquina
Limpeza de Máquina	Durante o processo é liberado a carepa, sendo às vezes necessário efetuar a limpeza da máquina.
Retrabalho	Reproduzir ou corrigir, peças defeituosas
Teste de Peças	Peças, feitas pela primeira vez na unidade, precisam ser testadas na máquina
Limpeza de Pátio	Durante o processo é liberado a carepa, sendo às vezes necessário efetuar a limpeza do pátio
Embolo	Parada para desembolar o material na bobina
Montagem Sup. Amarrilha	Utilização da Amarrilha como suporte de estribos maiores

Quadro 6 – Paradas operacionais estribadeira
Fonte: Autora, 2009.

Como a empresa estudada possui processo por projeto, o cálculo da eficiência de tempo, utilizado para obter o nível de utilização da máquina, foi realizado de acordo com as equações abaixo.

$$T_T = H + PO + PNO$$

Equação 3 – Tempo Total Disponível

$$T_D = T_T - PNO$$

Equação 4 – Tempo Disponível

$$E_T = \frac{H}{T_D}$$

Equação 5 – Eficiência de Tempo

O termo **H** se refere ao tempo do horímetro, o qual é fornecido pela própria máquina, sendo o tempo real em que esta esteve produzindo. **PO** indica o tempo das Paradas Operacionais, já o **PNO** o tempo das Paradas Não Operacionais.

O nível de utilização da estribadeira, obtido por meio dos dados coletados pela folha de verificação (Anexo 1), referente aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008, correspondem ao valor percentual de 48,70%, 46,80% e 50,75%, respectivamente. Os valores diários podem ser observados na Figura 7, Figura 8 e Figura 9. A meta de utilização determinada pela empresa é de 75%, representada pela linha pontilhada.

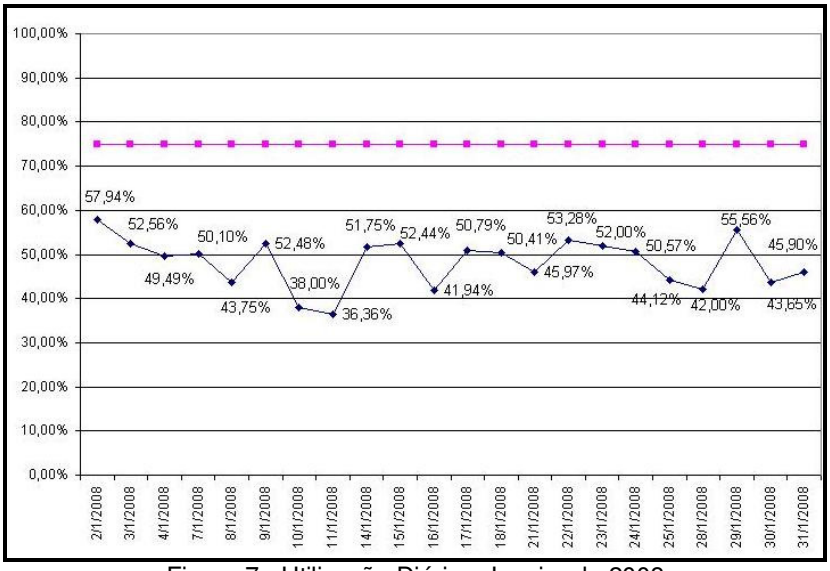

Figura 7 - Utilização Diária - Janeiro de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

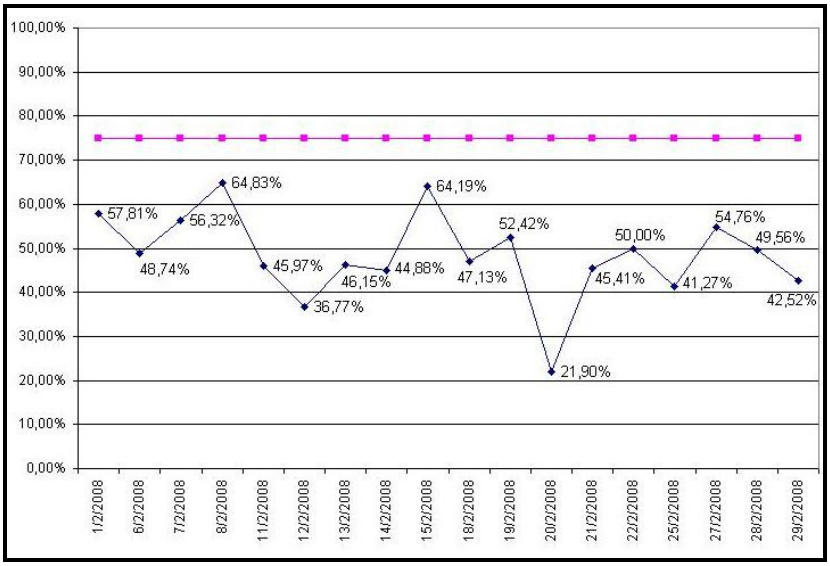

Figura 8 - Utilização Diária - Fevereiro de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

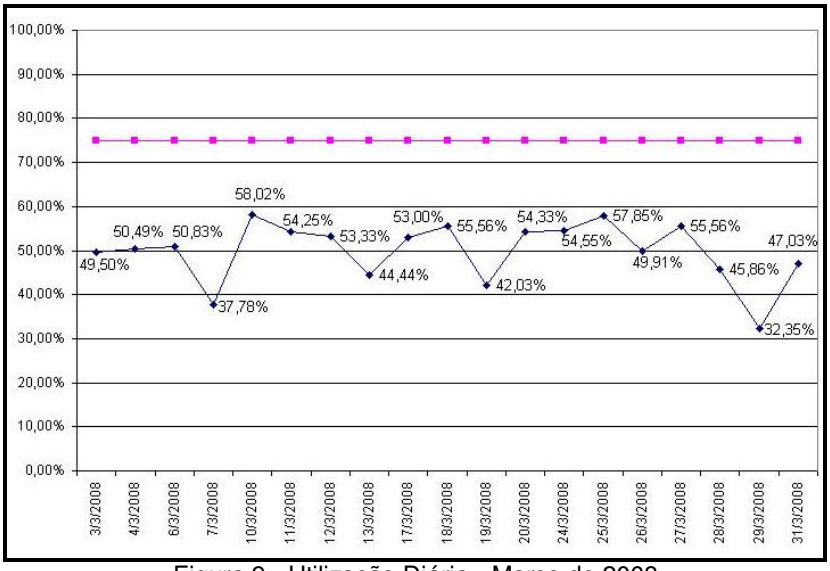

Figura 9 - Utilização Diária - Março de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

É possível verificar que além da meta não ser atingida, existe uma irregularidade no nível de utilização. Para este problema, segundo as informações de utilização diária de máquina, são levantadas as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1: Quanto maior a variação na execução dos processos, tanto maior a diferença nos níveis de utilização da máquina;
- Hipótese 2: Quanto mais próximo os dias de folga do operador, tanto maior o nível de utilização da máquina.

Portanto, no trabalho desenvolvido, as hipóteses expressam a investigação de que a eficiência operacional da estribadeira pode apresentar dependência com a

conformidade na execução dos processos (Hipótese1), bem como de que a eficiência operacional pode ser influenciada pela motivação do operador (Hipótese2).

3.2 INVESTIGAÇÃO INICIAL

Para realização deste trabalho foi feita a análise do nível de utilização da estribadeira referente aos meses de setembro, outubro e dezembro de 2008. A eficiência de tempo encontrada para esses meses foi de 35,30%, 35,90%, 45,70%, respectivamente. Para o cálculo de tais valores, assim como da eficiência de tempo diária, explícita nas Figuras 10,11 e 12, foi utilizada a Expressão 5, já mencionada anteriormente. Tal cálculo é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Cálculo Eficiência de Tempo

Mês	Tempo Total (min)	Tempo Horímetro (min)	PNO	TD	ET
Setembro	14365	4690	1081	13284	35,3%
Outubro	15630	5210	1130	14500	35,9%
Novembro	16985	7068	1526	15459	45,7%

Fonte: Autora, 2010.

Também é possível verificar, através da análise das Figuras 10, 11 e 12, que os mesmos problemas relatados nos meses de janeiro, fevereiro e março se mantêm para os meses de setembro, outubro e novembro de 2008.

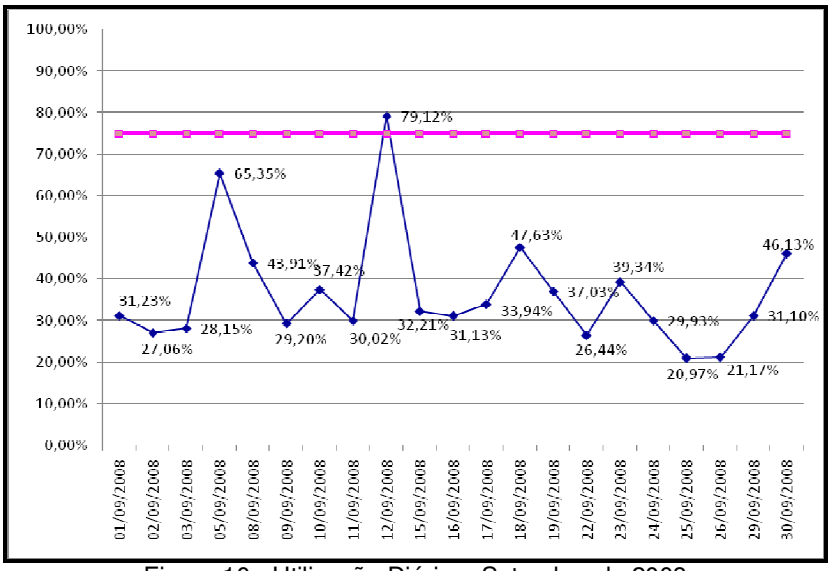

Figura 10 - Utilização Diária – Setembro de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

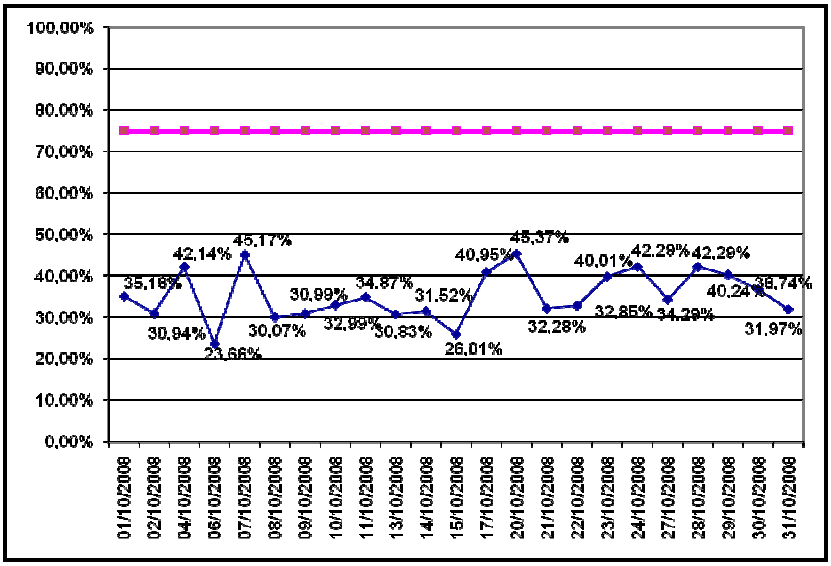

Figura 11 - Utilização Diária – Outubro de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

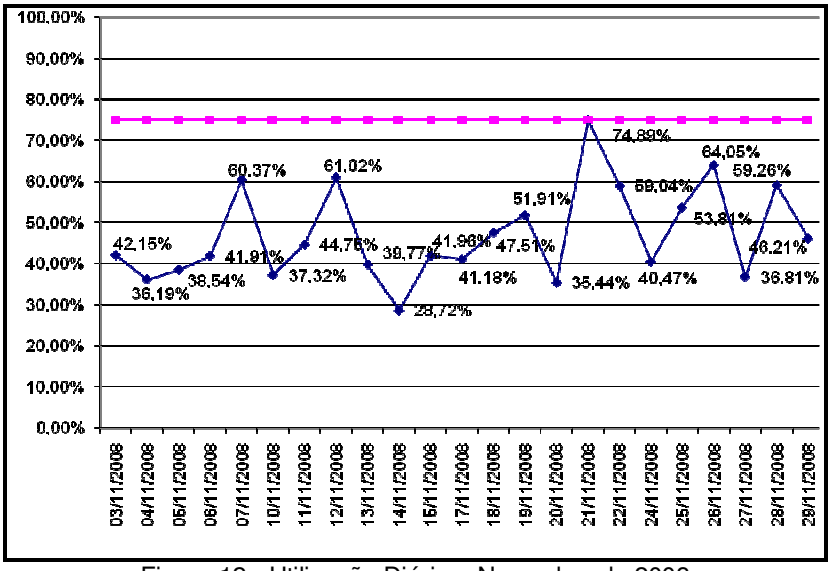

Figura 12 - Utilização Diária – Novembro de 2008
Fonte: Empresa, 2008.

A confiabilidade dos dados é obtida através da comparação entre o tempo de produção informado na Folha de Verificação e o Tempo Total, o qual se refere ao somatório entre o tempo do horímetro, das paradas operacionais e não-operacionais. Para que os dados sejam considerados confiáveis, a diferença encontrada entre esses dois fatores (margem de erro) deve ser menor ou igual a 7%. De acordo com a Tabela 2, nota-se que para os três meses os dados coletados são confiáveis.

Tabela 2 – Análise confiabilidade dos dados

Setembro 2008	Outubro 2008	Novembro 2008
3,49%	0,77%	1,78%

Fonte: Autora, 2010.

Após esta etapa de observação e estudo inicial dos dados, estes foram estratificados e analisados para descoberta da causa fundamental do problema abordado neste trabalho.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1 ANÁLISE DAS PARADAS OPERACIONAIS

Como pode ser visto no Quadro 6, existem dezesseis tipos de paradas operacionais relacionadas a estribadeira. Por isso, para direcionar esta investigação, foi realizado um Diagrama de Pareto (Figura 13), para analisar quais as principais paradas que afetam esta máquina. Para construção deste gráfico, foi utilizado o somatório dos dados referente aos meses de setembro, outubro e dezembro de 2008. Através deste diagrama, nota-se que as principais paradas operacionais são: Abastecimento (16,0%),Troca de Material (13,1%) e Regulagem (12,5%), totalizando 41,60% acumulado.

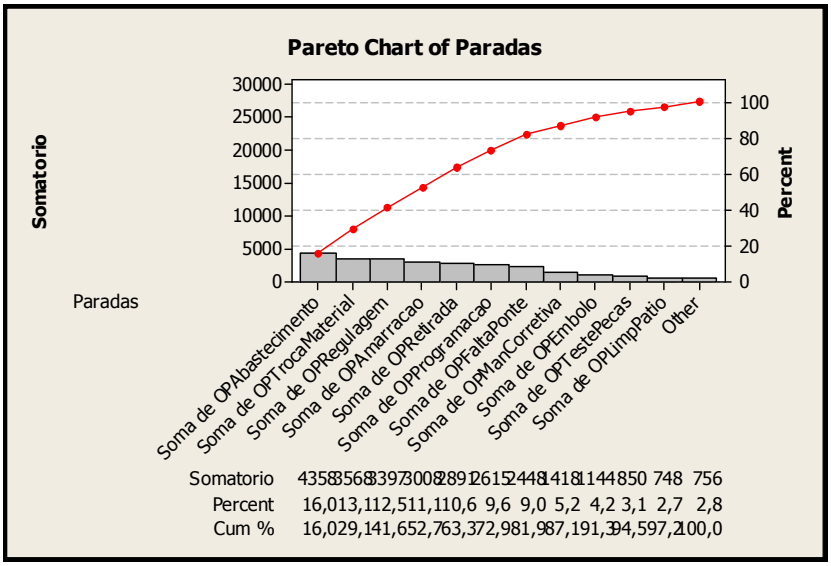

Figura 13 – Diagrama de Pareto das paradas operacionais da estribadeira
Fonte: Autora, 2010.

4.2 ESTUDO DOS MESES OBSERVADOS

Para este trabalho foram coletados os dados relativos aos meses de setembro, outubro e novembro de 2008. Estes meses foram escolhidos, pois foram os últimos não afetados pela crise financeira que ocorreu no final do ano de 2008.

Como pode ser visto na Figura 14, foi realizado um análise estatística referente a estes três meses. Através desta figura, pode-se notar que o mês de novembro se difere dos demais por apresentar a maior média de eficiência, aproximadamente 47%, enquanto que os meses de setembro e outubro obtiveram

como média 36,6% e 35,40%, respectivamente. É interessante verificar que setembro e novembro obtiveram os maiores valores diários de eficiência, 79%, 75%, sendo que a máxima de outubro encontrada foi de 45%. Além disso, também é possível verificar, através dos Box Plot, que o mês de novembro possui uma variabilidade em torno de 24%. Com base nesta análise, ou seja, por possuir melhor eficiência em comparação aos outros meses e variabilidade elevada, o mês de novembro foi escolhido para análise do problema de baixo nível de utilização da estribadeira.

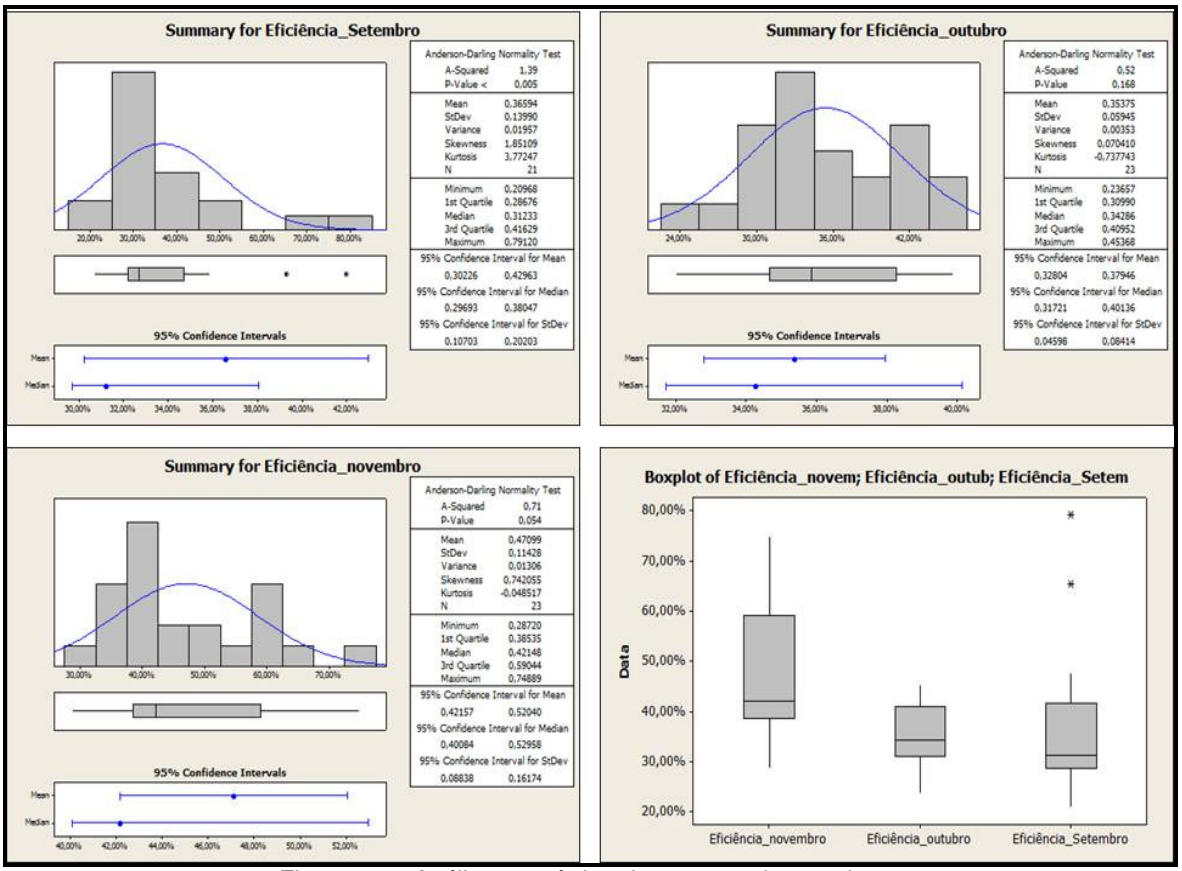

Figura 14 – Análise estatística dos meses observados
Fonte: Autora, 2010.

4.3 ESTRATIFICAÇÃO DOS DADOS

De acordo com as análises feitas anteriormente, notou-se que as principais paradas operacionais que influenciam no nível de utilização da máquina estribadeira são: Abastecimento, Regulagem e Troca de Material. Além disso, optou-se pela utilização dos dados do mês de novembro para estratificação dos dados.

Como pode ser visto na Figura 15, dentre as três principais paradas operacionais analisadas, no mês de novembro, o abastecimento permanece sendo a principal, com uma média de aproximadamente 27 minutos, e coeficiente de variação em torno de 95%.

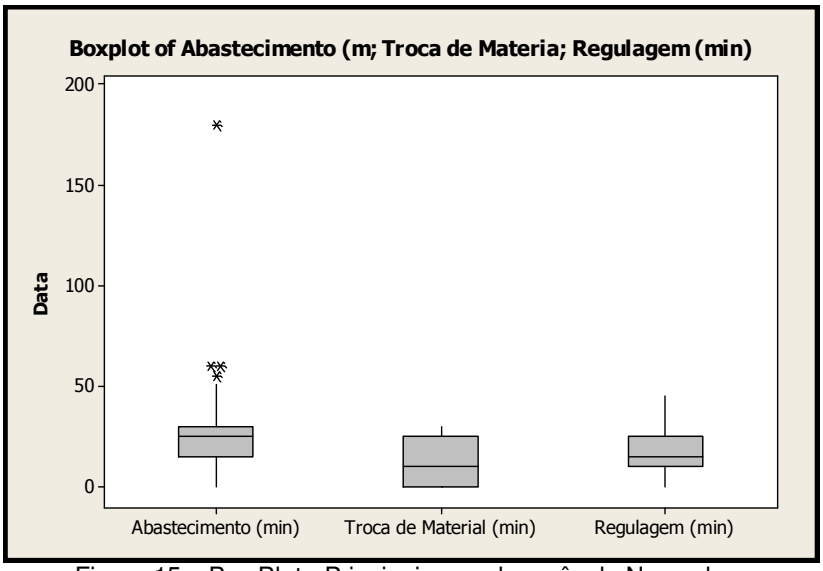

Figura 15 – Box Plot - Principais paradas mês de Novembro.
Fonte: Autora, 2010.

Para uma análise mais precisa dos dados, estes foram estratificados por:

- Tempo: Turno (Manhã e Tarde) e Dias da Semana;
- Tipo de material: Bitola (espessura do aço).

4.3.1 ESTRATIFICAÇÃO POR TEMPO

4.3.1.1 ESTRATIFICAÇÃO POR TURNO

Para descobrir em qual turno ocorre o maior tempo de paradas, foi realizado um Diagrama de Pareto (Figura 16), com o somatório das principais paradas operacionais. Através deste, nota-se que o turno da Manhã é o responsável pelo maior tempo de paradas (54,70%). Após esta análise, foram construídos outros três gráficos de Pareto (Figura 16), para verificar se nos três tipos de paradas operacionais estudadas a maior incidência destas também ocorre no turno da Manhã.

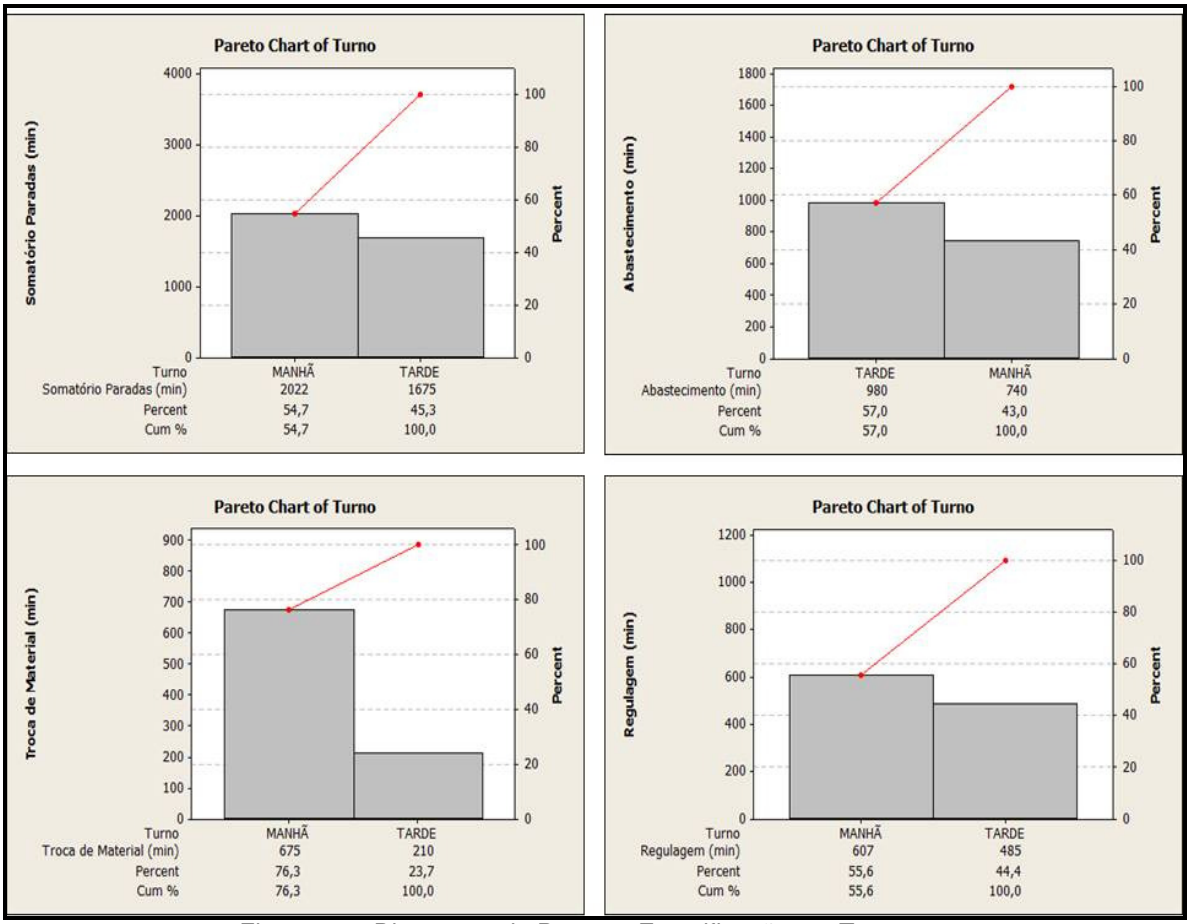

Figura 16 – Diagramas de Pareto – Estratificação por Turno
Fonte: Autora, 2010.

Analisando a Figura 16, nota-se que apenas o Abastecimento possui maior incidência no turno da Tarde (57%). Baseado nisso, e por ser a parada de maior incidência, foi realizada uma estratificação por bitola para descobrir se alguma destas é a responsável por este resultado. Troca de Material e Regulagem apresentaram o percentual de 76,3% e 55,6% para o Turno da Manhã.

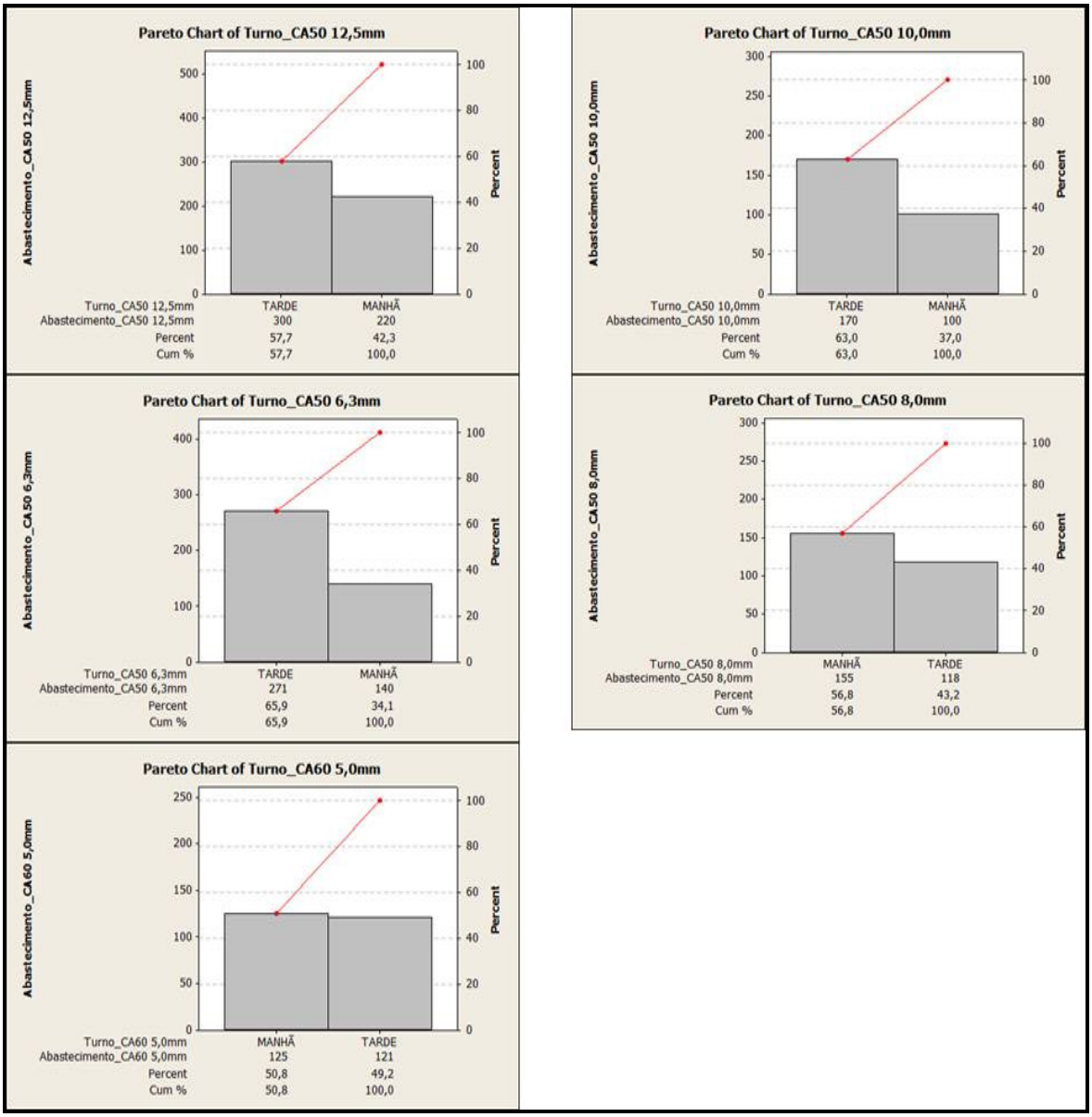

Figura 17 – Diagramas de Pareto – Estratificação parada Abastecimento
Fonte: Autora, 2010.

Ao analisar Figura 17, nota-se que as bitolas que possuem maior tempo de parada Abastecimento no turno da Tarde são: 12,5mm (300 min), 6,3mm (271 min) e 10mm (170min).

4.3.1.2 ESTRATIFICAÇÃO POR DIA DA SEMANA

Para verificação da hipótese 2, levantada no Capítulo II, foi realizado a estratificação do somatório das principais paradas pelo Tempo (Dias da Semana).

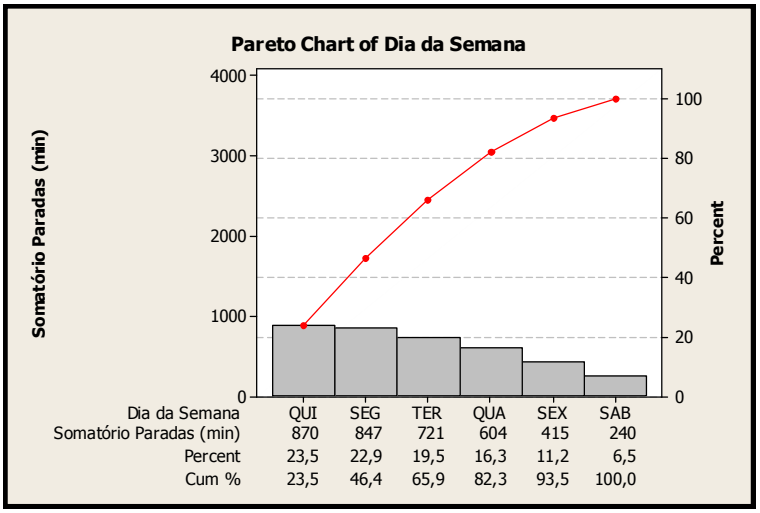

Figura 18 – Diagrama de Pareto – Estratificação por dias da semana
Fonte: Autora, 2010.

É possível verificar através da Figura 18, que nas sextas-feiras e nos sábados, o tempo de paradas operacionais é realmente menor, em torno de 415 e 240 minutos, sendo o valor acumulado de apenas 17,7%.

4.3.2 ESTRATIFICAÇÃO POR TIPO DE MATERIAL

Com o intuito de averiguar se as diferentes bitolas utilizadas no processo de fabricação do material cortado e dobrado influenciam nas paradas operacionais analisadas, foi realizada a estratificação por bitola.

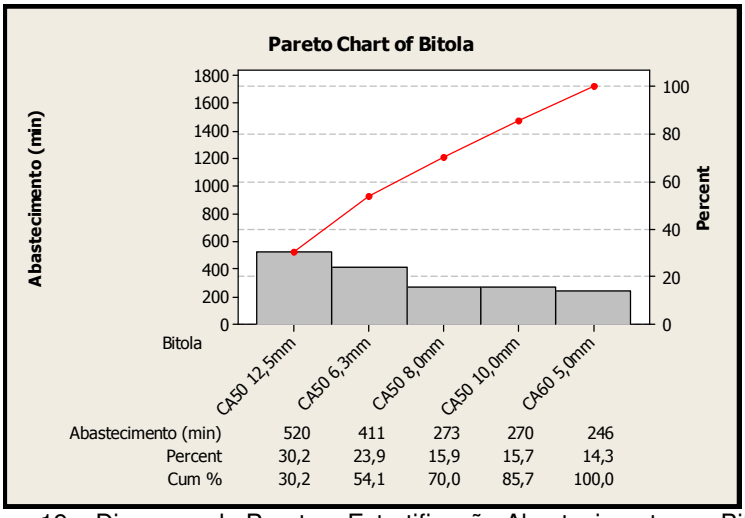

Figura 19 – Diagrama de Pareto – Estratificação Abastecimento por Bitola
Fonte: Autora, 2010.

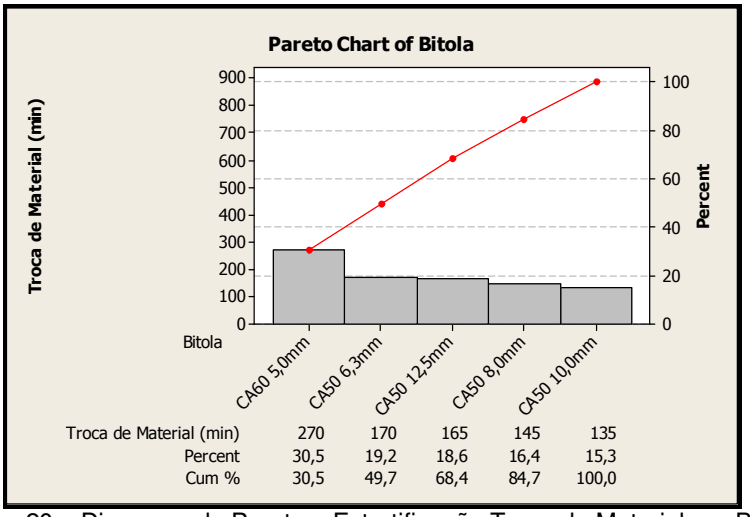

Figura 20 – Diagrama de Pareto – Estratificação Troca de Material por Bitola
Fonte: Autora, 2010.

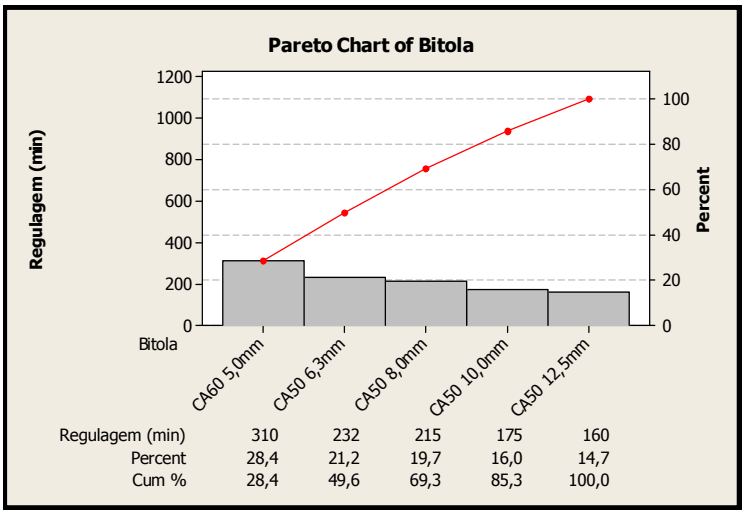

Figura 21 – Diagrama de Pareto – Estratificação Regulagem por Bitola
Fonte: Autora, 2010.

Através da Figura 19, é possível verificar que as bitolas 12,5mm (520 min) e 6,3mm (411 min) são as que mais influenciam no Abastecimento, juntas estas bitolas correspondem a 54,1% desta parada. No entanto, para as paradas Troca de Material (Figura 20) e Regulagem (Figura 21) a bitola 5mm é o material de maior influência, representando 30,5% e 28,4%, destas paradas, respectivamente. Também é interessante notar, que no Diagrama de Pareto para Regulagem (Figura 15), as bitola aparecem em ordem crescente.

5. PLANO DE AÇÃO

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este Capítulo apresenta a análise entre os resultados encontrados no Capítulo III e as hipóteses levantadas no Capítulo II, além da elaboração de um Plano de Ação.

Hipótese 1: Quanto maior a variação na execução dos processos, tanto maior a diferença nos níveis de utilização da máquina. A grande variabilidade encontrada na execução das paradas estudadas pode ser confirmada através do cálculo do coeficiente de variação. No mês de novembro, o coeficiente de variação para as paradas de Abastecimento, Troca de Material e Regulagem foram, respectivamente, 95%, 77% e 68%. Para descobrir quais os principais fatores que influenciam neste alto nível de variabilidade, os dados foram estratificados.

De acordo com a análise realizada, o Turno da Manhã é o responsável pelo maior tempo de paradas. No entanto, a maior incidência da parada Abastecimento ocorre no turno da Tarde, envolvendo as bitolas 12,5mm e 6,3mm. Também é interessante notar que, quando foi realizada a estratificação por bitola, os materiais de espessura 12,5mm e 6,3mm também foram os responsáveis pelo maior tempo nesta parada.

Com relação a parada operacional Troca de Material, esta ocorre mais frequentemente no Turno da Manhã (76,3%). Ao ser realizado a estratificação por bitola, nota-se que o material de espessura 5mm é o responsável por quase 30% deste tipo de parada.

Ao analisar a parada Regulagem, os dados mostram um resultado interessante. Ao ser estratificado por bitola, nota-se que quanto menor a espessura do material, maior o tempo gasto na parada Regulagem. Esta também ocorre mais frequentemente no Turno da Manhã (55,3%).

Hipótese 2: Quanto mais próximo dos dias de folga do operador, tanto maior o nível de utilização da máquina. Esta hipótese também pode ser comprovada através da Figura 12, a qual mostra que os dias da semana em que o tempo utilizado para paradas operacionais é menor são as sextas-feiras e os sábados.

No plano de ação sugerido, todos estes itens listados acima serão levados em consideração com o intuito de diminuir a variabilidade no processo, melhorando assim o nível de utilização da estribadeira.

5.2 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO SEGUNDO MUDAS

Com relação ao Abastecimento, deve ser feito uma análise da localização das bobinas de aço de bitola 12,5mm e 6,3mm. Neste caso, é possível perceber a presença de dois tipos de muda, a muda pelo excesso de transporte e a muda pelo excesso de espera.

No Abastecimento, a bobina de aço deve ser removida do seu setor de estocagem, colocada em uma máquina, que tem a função de virar a bobina para posição vertical, depois esta é colocada no estocador. Após estas etapas, a bobina já posta no estocador, é levada até a estribadeira. Devido a esta movimentação da bobina até a estribadeira, é identificada a muda de transporte. Durante este processo, o operário fica em espera até que o ponteiro (operário que manuseia a ponte rolante) traga a bobina, por isso, a muda pelo excesso de espera.

Para que seja gasto menos tempo nesta parada, também pode ser proposto que nos momentos de ociosidade da ponte rolante, o ponteiro abasteça os estocadores, desse modo, no momento do abastecimento da máquina, somente será necessário a alocação do estocador na máquina.

Já para as paradas operacionais de Troca de Material e Regulagem é detectada a muda pelo excesso de movimentos. Em ambas as paradas, o operador da estribadeira deve manusear o material para que este seja colocado corretamente na máquina e devidamente alinhado. Para os dois casos, pode estar ocorrendo movimentos desnecessários, que não agregam valor. Além disso, como foi mostrado na análise de estratificação por bitola, deve-se estudar com mais cautela a execução de tais movimentos nas bitolas de menor espessura.

Além das ações já descritas acima, também é interessante ser feito uma revisão no método de motivação dos colaboradores. Como pode ser percebido através das análises realizadas, quanto mais próximo dos dias de folga do operário, menor o tempo gasto com paradas operacionais. Isso demonstra o aparecimento de uma motivação adicional por parte dos colaboradores para finalização de suas tarefas e assim um melhor aproveitamento do período de folga.

O fato das paradas operacionais serem mais demoradas no turno da Manhã é esperado, já que é neste período que ocorrem o maior número de procedimentos na unidade. Por este motivo, deve ser realizada uma análise do ambiente, para que os estímulos críticos possam ser amenizados.

Tais atividades descritas acima podem ser analisadas através do Quadro 7 – Plano de Ação 5W1H.

WHAT (O QUE)	WHO (QUEM)	WHERE (AONDE)	WHY (POR QUE)	WHEN (QUANDO)	HOW (COMO)
Análise da localização das bobinas de 12,5mm e 6,3mm	Analista de Projetos / Operador Líder	Pátio de operações	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Julho 2010	Análise de Layout
Diminuição do tempo de espera da estribadeira para o Abastecimento de Material	Analista de Projetos / Operador Líder	Pátio de operações	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Agosto 2010	Otimização da ociosidade da ponte rolante
Análise dos movimentos utilizados na parada Regulagem, em especial nos materiais de menor espessura	Analista de Projetos / Operadores da Estribadeira	Pátio de operações	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Julho 2010	Mapeamento do Processo
Análise dos movimentos utilizados na parada Troca de Material, em especial na bitola 5mm	Analista de Projetos / Operadores da Estribadeira	Pátio de operações	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Julho 2010	Mapeamento do Processo
Aumento da motivação dos colaboradores durante a excecução das atividades	Gestão de Pessoas	Sala de Treinamento	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Agosto 2010	Através de Treinamentos
Análises dos estímulos externos que influenciam o tempo de parada no Turno da Manhã	Analista de Projetos / Operador Líder	Pátio de operações	Por ter sido apontado como uma das causas do baixo nível de utilização durante a análise dos dados	Agosto 2010	Análise do Ambiente

Quadro 7 – Plano de Ação 5W1H
Fonte: Autora, 2010.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os principais objetivos deste trabalho foram alcançados, já que foram identificados os principais fatores que afetam o alto nível de paradas operacionais da estribadeira, além de ser proposto um plano de ação. Sendo importante destacar que esta investigação foi guiada pelo Método de Análise e Soluções de Problemas – MASP, como pode ser visto no Quadro 8.

ETAPAS	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
Identificação do Problema	Escolha do Problema: Baixo nível de utilização da estribadeira; Histórico do Problema: análise dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008;	Gráficos de Linha
Observação	Descoberta das características do Problema: Levantamento das Hipóteses 1 e 2;	Lista de Verificação Gráficos de Linha
Análise	Definição das possíveis causas do problema; Verificação das hipóteses 1 e 2;	Histograma Box Plot Diagrama de causa e efeito* Diagrama de Pareto
Plano de Ação	Elaboração do Plano de Ação	5W1H

Quadro 8 – Etapas do MASP utilizadas na resolução do problema
Fonte: Autora, 2010.

Como pode ser visto no Quadro 8, a metodologia utilizada neste trabalho se mostrou eficiente para resolução do problema abordado. Através dela, foi possível a identificação das principais causas do problema e a elaboração de um Plano de Ação. Também é importante ressaltar que neste trabalho não foi utilizado o diagrama de causa e efeito no seu formato gráfico, este aparece descrito no capítulo V.

Como o Plano de Ação proposto ainda não foi executado, não foi possível a análise de todas as etapas do MASP. No entanto, propõe-se que após esta fase, as quatro últimas partes do MASP (Verificação, Padronização e Conclusão) sejam realizadas, concluindo assim, o método de análise e solução de problemas abordados neste trabalho. Após a finalização completa do MASP, será possível obter um controle significativo com relação ao problema analisado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. A., 2003, **Estudo do Método**, www.iem.unifei.edu.br/dagoberto/artigo.html, (consulta: maio/2009).

ALVAREZ, R. R.; JUNIOR, J. A. V. A., Tack-Time: conceitos e contextualização dentro do sistema toyota de produção, **Gestão e Produção**, v.8, n.1 (Abr), p.1-18, 2001.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBRET, J.; HARDING, R.; WEBB, S. Rediscovering continuos improvement**. Technovation**, v.14, n.1, 1994.

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **Controle da qualidade total (No Estilo Japonês).** Edição:várias. Belo Horizonte: DG Editors, 1992.

FAEDA, E. S., **Metodologia para análise e solução de problemas em empresas de alto volume***.* Monografia*,* USP, São Carlos, SP, Brasil, 2007.

FONSECA, A. V. M.; MIYAKE, D. I, **Uma análise sobre o ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade**. In: *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, Out, 2006.

IMAI, M. **Gemba-Kaisen: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: IMAN, 1996.

KUME, HITOSHI. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 3. ed. São Paulo: Gente, 1993.

MAGALHÃES, H. P., **Uma Investigação sobre Métodos para Soluções de Problemas na Ótica da Engenharia: análise da da teoria e prática**. 2005. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2005.

MARÇAL, L. L.; SILVA, A. C. A.; COSTA, N. N., **Aplicação do MASP Utilizando o Ciclo PDCA na Solução de Problemas no Fluxo de Informações entre o PPCP e o Almoxarifado de uma Fábrica de Refrigerantes para o Abastecimento de Tampa Plásticas e Rolhas Metálicas.** In: *XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de janeiro, Out, 2008.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM – total productive maintenance**, Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

PACHECO, R. F.; PAIXÃO, J. N. V., **Uma investigação sobre o índice de perdas de embalagem em uma indústria farmacêutica***.* In: *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, Out, 2006.

PARIS, W. S., **Proposta de uma Metodologia para Identificação de Causa Raiz e Solução de Problemas Complexos em Processos Industriais: Um Estudo de**

Caso. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2003.

PERALES, W., **Classificação dos sistema de produção**. In: *XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Salvador, Out, 2001

ROTONDARO, R. G. Gerenciamento por processos. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P (Org). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, p.210-235, 2005.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

ANEXO 1 – FOLHA DE VERIFICAÇÃO

| OPERADOR | RELATÓRIO DE AÇÃO DE TOMADA - TEMPO PERDIDO EM MINUTOS | | |