



**Ricardo Barbaro Netz**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA  
PRODUÇÃO INTEGRADO EM UMA EMPRESA DO SETOR  
METAL-MECÂNICO PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO  
SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO**

**Horizontina**

**2012**

**Ricardo Barbaro Netz**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA  
PRODUÇÃO INTEGRADO EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-  
MECÂNICO PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO SISTEMA DE  
GESTÃO DA PRODUÇÃO**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Especialista.

**Horizontina**

**2012**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO  
INTEGRADO EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO PARA  
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO”**

**Elaborada por:**

**Ricardo Barbaro Netz**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

**Aprovado em: / /2012  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Especialista. Vilmar Bueno Silva  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador**

---

**Especialista. Fabrício Desbessel  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

---

**Ademar Michels, Doutor.  
Coordenador do Curso de Engenharia de Produção**

**Horizontalina  
2012**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho de conclusão de curso primeiramente à Deus que me deu toda sabedoria e força para chegar até aqui e também à minha esposa, companheira e incentivadora nos momentos fundamentais. A meus pais que sempre deram todo tipo de força, apoio e motivação durante esses anos.

"Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, não há sucesso no que não se gerencia."

*Deming*

## RESUMO

Nos dias atuais, com a acirrada competitividade no mercado, as empresas se veem cada vez mais desafiadas e pressionadas a buscar novas soluções estratégicas para seus negócios. Um grande desafio encontra-se em como melhorar os índices de produtividade através de um melhor gerenciamento dos próprios recursos produtivos das organizações. O presente trabalho busca apresentar uma proposta para solucionar o problema da falta de um controle efetivo no sistema de gestão de produção da empresa Metalúrgica Netz Ltda. Para isso, utilizou-se a metodologia da pesquisa-ação e tem como principal objetivo implantar o sistema de gerenciamento da produção integrado CODI na empresa. Buscou-se também, como objetivos específicos, fundamentar alguns conceitos como: administração da produção; sistemas da produção; indicadores; entre outros, bem como identificar a situação atual da empresa (principais problemas no gerenciamento dos recursos produtivos) e apresentar o processo de implantação do sistema. Como resultados (apresentados em gráficos e tabelas), houve avanços significativos para a empresa, principalmente na redução dos tempos ociosos e aumentos na produtividade do setor analisado. Isso mostra a importância de um gerenciamento eficiente dos recursos produtivos, bem como as consequências positivas alcançadas pela empresa.

Palavras-chave:

eficácia global dos equipamentos - controle online - gerenciamento de recursos produtivos

## **ABSTRACT**

With the fierce competition in the market today, companies find themselves increasingly challenged and pressured to seek new strategic solutions for their business. A major challenge lies in improving productivity through better management utilizing their resources efficiently and wisely. This study aims to propose a solution to the following issue: the lack of an effective control system throughout Metallurgica Netz Ltda., a production management company. In order to resolve the issue at hand, we used the action research methodology while our main objective was to integrate CODI, a production management system, into the company. We also specifically sought to support various concepts like production management, production systems, indicators, to name a few. We also strived to identify the company's main problems regarding resource management, and to successfully bring in the deployment process system. The results, as can be seen with graphs and tables showing our findings, have shown significant advances in the business, mainly in reduced downtime as well as increased productivity throughout the sectors that were analyzed. This emphatically shows the importance of effective resource management as well as the positive effects the company achieved by doing so.

**Keywords:**

overall effectiveness of equipment - online control - management of productive resources

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Delineamento da pesquisa .....	15
FIGURA 2 - Modelo de transformação para descrever a natureza da produção .....	23
FIGURA 3 - Classificação dos sistemas de produção.....	24
FIGURA 4 - Uma definição de MRP .....	33
FIGURA 5 - Esquema do planejamento de necessidades de materiais (MRP).....	34
FIGURA 6 - Estrutura funcional de um ERP .....	36
FIGURA 7 - Representação gráfica de um indicador.....	39
FIGURA 8 - Índices de eficiência .....	47
FIGURA 9 - Sistemática de cálculo do OEE.....	48
FIGURA 10 - Esquema de funcionamento do sistema CODI .....	60
FIGURA 11 - Interface gráfica do sistema CODI.....	65
FIGURA 12 - Gráfico da evolução das horas em parada.....	70
FIGURA 13 - Gráfico da evolução da disponibilidade .....	70
FIGURA 14 - Principais motivos de parada para o recurso DBD001 em fev/2012.....	71
FIGURA 15 - Principais motivos de parada para o recurso DBD001 de fev a set/2012 .....	72
FIGURA 16 - Principais motivos de parada para o recurso DBD002 de fev a set/2012 .....	73
FIGURA 17 - Principais motivos de parada para o recurso DBD003 de fev a set/2012 .....	74

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise de eficiência geral - janeiro de 2012 .....	63
TABELA 2 - Análise de eficiência geral - fevereiro de 2012.....	65
TABELA 3 - Análise de eficiência geral - março de 2012 .....	66
TABELA 4 - Análise de eficiência geral - abril de 2012 .....	66
TABELA 5 - Análise de eficiência geral - maio de 2012 .....	67
TABELA 6 - Análise de eficiência geral - junho de 2012 .....	67
TABELA 7 - Análise de eficiência geral - julho de 2012 .....	68
TABELA 8 - Análise de eficiência geral - agosto de 2012 .....	68
TABELA 9 - Análise de eficiência geral - setembro de 2012.....	69

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA</b> .....	<b>12</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
1.3 OBJETIVOS .....	14
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4 ESCOPO E DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	17
2.1.1 CONCEITUAÇÃO .....	18
2.1.2 OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	19
2.1.3 BREVE HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO .....	20
2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	21
2.2.1 TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	23
2.3 MODELOS DE SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO (SAP) .....	25
2.3.1 MODELO DA MANUFATURA ENXUTA (JIT) .....	26
2.3.2 MODELO DE SISTEMA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) .....	30
2.3.3 MODELO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO PROGRAMADA (MRP) .....	32
2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO .....	36
2.4.1 CONCEITUAÇÃO .....	36
2.4.2 TIPOS DE INDICADORES .....	38
2.4.3 EXEMPLOS DE INDICADORES .....	39
2.5 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) .....	42
2.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	42
2.5.2 OEE – BREVE HISTÓRICO .....	43
2.5.3 CONCEITUAÇÃO .....	44
2.5.4 OBJETIVOS E CARACTERÍSTICAS DO OEE .....	45
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>50</b>
3.1 DEFINIÇÃO .....	50
3.2 ETAPAS E CARACTERÍSTICAS .....	50
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>52</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS E SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA .....	52
4.1.1 A EMPRESA CONCEDENTE .....	52
4.1.2 TIPOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA .....	53
4.1.3 MODELO DE SAP UTILIZADO .....	53
4.1.4 INDICADORES .....	54
4.2 PROCESSO DE DECISÃO E ESCOLHA DO SOFTWARE .....	56
4.2.1 O SISTEMA CODI .....	56
4.2.2 INSTALAÇÃO DO SISTEMA .....	59
4.2.3 AJUSTES DO SISTEMA .....	61
4.3 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES .....	61
4.3.1 ACERCA DO ÍNDICE OEE .....	62

4.4 RESULTADOS E ANÁLISES.....	63
4.4.1 TABELAS E GRÁFICOS DOS RESULTADOS .....	63
4.4.2 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS MOTIVOS DE PARADA .....	71
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A - CADASTROS BÁSICOS.....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - JANEIRO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE C - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - FEVEREIRO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE D - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - MARÇO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE E - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - ABRIL DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE F - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - MAIO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE G - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - JUNHO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE H - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - JULHO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE I - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - AGOSTO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE J - ANÁLISE EFICIÊNCIA GERAL - SETEMBRO DE 2012 (COMPLETA).....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE K - FOTO 01 - DOBRADEIRAS.....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE L - FOTO 02 - SISTEMA CODI INSTALADO.....</b>	<b>85</b>

## INTRODUÇÃO

No cenário competitivo atual, as pressões por resultados e desempenho tornam-se cada vez mais comuns e frequentes às organizações que, por sua vez, se veem cada vez mais desafiadas na busca por excelência, no cumprimento das prioridades competitivas e no atendimento às necessidades dos clientes. O não cumprimento desses fatores é o que tem levado muitas empresas à perda da competitividade e muitas vezes a sucumbirem diante desse cenário.

Com base nisso, surge a oportunidade de análise para essas questões envolvendo a área de gerenciamento da produção em uma empresa do setor metal-mecânico localizada no município de Santa Rosa - RS, buscando uma maneira de resolver o problema da falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção na empresa Metalúrgica Netz Ltda.

Como objetivo geral, buscou-se a implantação de um sistema de gerenciamento da produção integrado (via software e hardware), o sistema CODI. Após identificados os principais problemas no sistema de gestão da produção na empresa, o sistema foi finalmente instalado e passou gerar os dados das máquinas (indicadores). Assim, puderam dar uma posição mais concreta sobre a eficácia global dos equipamentos e, através desses dados, dar condições tangíveis para busca e melhoria da otimização dos tempos produtivos, redução de tempos ociosos e por consequência o aumento da produtividade.

Como metodologia de pesquisa, utilizou-se a pesquisa-ação, pois envolve diretamente o pesquisador com o projeto em questão.

## 1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A apresentação da pesquisa destina-se a mostrar qual é o problema de pesquisa; a justificativa do problema; os objetivos do trabalho (geral e específicos); o delineamento de toda a pesquisa e como está estruturado o trabalho.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

É comum nos dias de hoje, as dificuldades e barreiras que as empresas encontram para obter ganhos de produtividade e reduções de custos. Uma dessas barreiras é a administração eficiente dos próprios recursos produtivos, que cada vez mais se faz necessária frente às inúmeras pressões do mercado que desejam os produtos e/ou serviços sempre com mais agilidade na entrega, qualidade e certamente preços reduzidos.

As reduções de custos e aspectos financeiros muitas vezes já não refletem mais como os principais causadores das crises, porém percebe-se que muitos dos fatores que levam a isso estão relacionados principalmente a problemas de produtividade e má gestão dos recursos produtivos da própria organização. Uma vez bem gerenciados, trazem grandes benefícios como: ganhos de produtividade, maior aproveitamento desses recursos produtivos e, por consequência, levam a uma redução nos custos e aumento da produtividade.

O problema, muitas vezes, encontra-se em como mensurar tudo isso através de indicadores confiáveis, visto que muitas empresas nem possuem tais indicadores ou quando têm são defasados, desatualizados ou incoerentes, não conseguindo gerenciar os resultados de maneira correta e eficaz.

Surge então a oportunidade de análise para essas questões, envolvendo a área de gerenciamento da produção em uma empresa do setor metal-mecânico localizada no município de Santa Rosa, ao noroeste do estado do Rio Grande do Sul, visando propor uma solução para a seguinte questão: Como resolver o problema da falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção na empresa Metalúrgica Netz Ltda.?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A implantação de um sistema de gerenciamento da produção integrado (CODI) para a empresa em questão é um desafio muito grande e de extrema importância.

Atualmente, torna-se essencial medir o desempenho dos equipamentos em um sistema de produção, pois alguns pontos são diretamente dependentes desse desempenho, como a produtividade dos processos, a eficiência da mão-de-obra, o nível de qualidade dos produtos, performance, entre outros (ANDRADE; SCHERER, 2009).

Nos dias de hoje, com a economia globalizada e com a grande competitividade do mercado, as empresas de manufatura vem procurando se adequar cada vez mais às exigências dos seus clientes e, por esse motivo, a medição do sistema de manufatura vem se tornando cada dia mais essencial para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua desses sistemas de manufatura (SANTOS; SANTOS, 2007, p. 1).

Conforme o autor citado anteriormente, então, sob esse aspecto, faz-se necessário que as empresas busquem melhorar continuamente a eficiência de seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo os custos de fabricação.

Com base nisso que o trabalho proposto visa apresentar a aplicação e implantação de um sistema indicador da Eficácia Global dos Equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) via *software*, numa indústria do setor metal-mecânico localizada na cidade de Santa Rosa – RS.

O tema justifica-se principalmente pela dificuldade que existe em analisar as reais condições da utilização eficiente dos recursos produtivos da empresa, dificuldades essas que tendem a impedir a adequada utilização desses recursos que possuem um caráter estratégico na busca da redução de custos, bem como na melhoria e manutenção da produtividade (SANTOS; SANTOS, 2007).

Por fim, é também um assunto muito significativo e relevante para a Engenharia, especialmente para a Engenharia de Produção, pois aborda conceitos e problemas comuns discutidos nessa área, além de desafiar os envolvidos na busca e solução de problemas que são apresentados durante o curso.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Implantar o sistema de gerenciamento da produção integrado (por *software* e *hardware*) CODI na empresa Metalúrgica Netz Ltda.

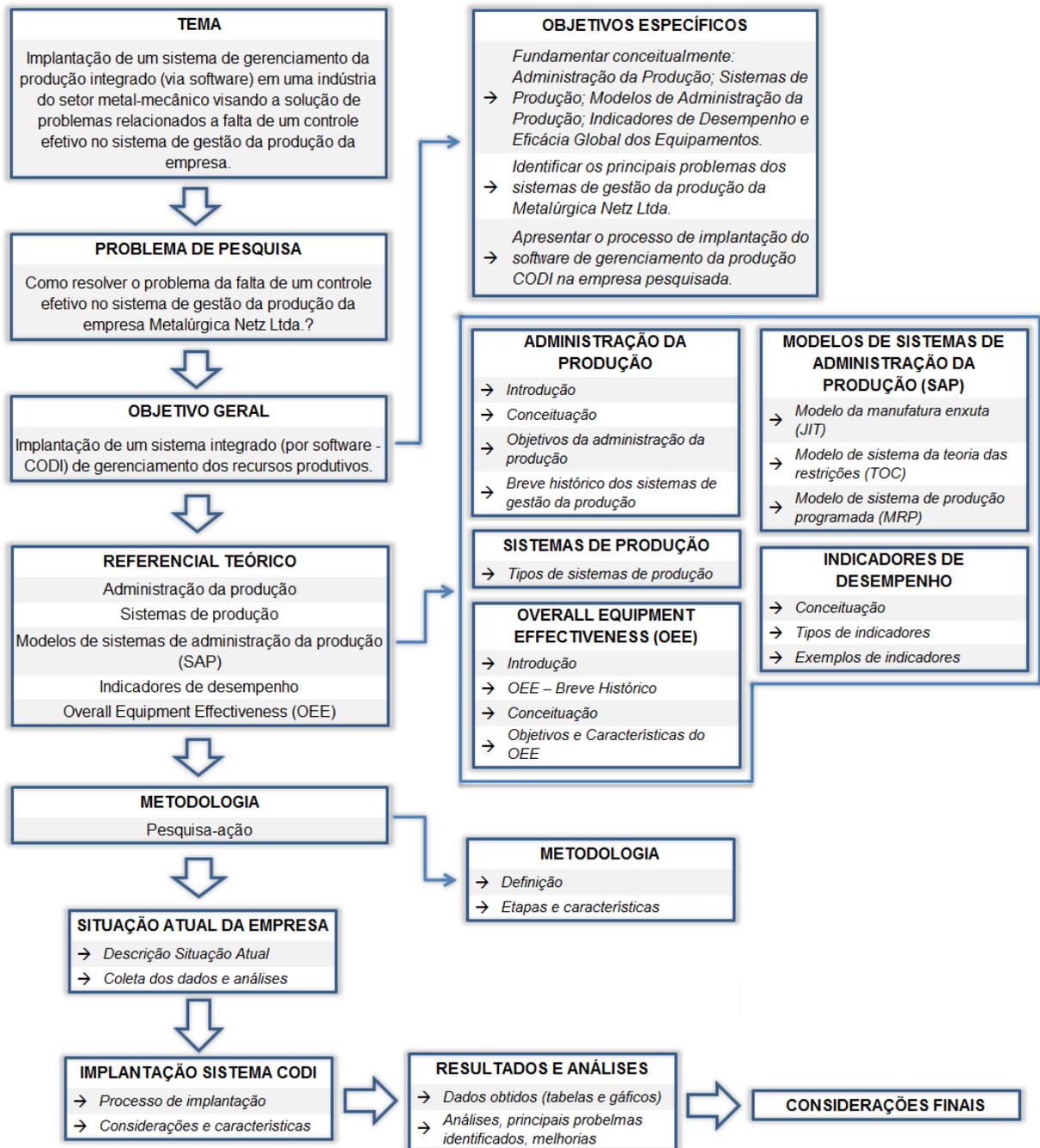
#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Fundamentar conceitualmente: Administração da Produção; Sistemas de Produção; Modelos de Gestão da Produção; Indicadores de Desempenho e OEE (Eficácia Global dos Equipamentos);
- Identificar os principais problemas dos sistemas de gestão da produção da Metalúrgica Netz Ltda.;
- Apresentar o processo de implantação do software de gerenciamento da produção CODI na empresa pesquisada.

### 1.4 ESCOPO E DELINEAMENTO DA PESQUISA

A seguir, tem-se o delineamento de toda pesquisa abordada no presente trabalho, na Figura 1.

Figura 1: Delineamento da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além do presente capítulo, no qual se apresenta o problema de pesquisa; a justificativa; os objetivos e as delimitações do trabalho, esse relatório é composto por mais quatro capítulos.

No capítulo 2, discute-se a revisão da literatura, onde os conceitos relacionados ao projeto são abordados detalhadamente. São discutidos os conceitos de administração da produção, sistemas de produção, modelos de sistema de administração da produção (SAP), indicadores de desempenho e o OEE (Overall Equipment Effectiveness - Eficácia Global dos Equipamentos).

No capítulo 3, apresenta-se a metodologia de pesquisa utilizada no presente trabalho que é a pesquisa-ação. Ainda, nesse capítulo, a definição, etapas e características da metodologia são discutidas detalhadamente.

No capítulo 4, são apresentados os resultados e análises dos resultados, através de quadros e gráficos que representam de maneira mais detalhada esses resultados.

E por fim, na última parte do trabalho, apresentam-se as considerações finais da pesquisa, bem como uma análise geral do que foi realizado e perspectivas futuras para os novos resultados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura para o presente trabalho busca abordar e decorrer sobre os conceitos mais pertinentes ao assunto proposto. A partir disso, a seguinte revisão teórica é dividida em cinco tópicos principais, onde em cada um, novos subtópicos são abordados com maiores detalhamentos.

O primeiro tópico trata da "Administração da Produção", onde aborda conceitualmente o tema, explica os seus objetivos e traça um breve histórico sobre o assunto. O segundo tópico aborda os "Sistemas de Produção", explicando quais são os principais tipos mais comumente utilizados. Já o terceiro tópico apresenta os principais "Modelos de Sistemas de Administração da Produção (SAP)", trazendo ao conhecimento o Modelo da Manufatura Enxuta (JIT), o Modelo de Sistema da Teoria das Restrições (TOC) e ainda o Modelo de Sistema de Produção Programada (MRP).

O quarto tópico fala sobre "Indicadores de Desempenho", onde aborda conceitualmente o tema, traz alguns tipos e exemplos de indicadores (os mais utilizados nas empresas). Por fim, o quinto tópico trata do OEE (Eficácia Global dos Equipamentos), que é o principal assunto do trabalho e onde se apoia a base de estudo da pesquisa.

### 2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

As pressões por desempenho não dão folga às organizações, que trazem consigo igual rigor para com os seus profissionais, em todas as áreas. As operações estão em constantes mudanças, exigindo dos responsáveis esforços cada vez mais apurados para conseguir melhores resultados. Nesse contexto, a área produtiva não poderia estar excluída. Ela é uma das mais exigidas no cumprimento das prioridades competitivas. Com isso, a importância da gestão da produção fica ressaltada dentro das empresas e se vê obrigada a procurar melhores custos, melhores prazos de entrega e flexibilidade no atendimento nas necessidades do cliente (ROCHA, 2008).

Conforme o autor citado anteriormente, há muito tempo a melhor performance das empresas de produção depende da qualidade do planejamento e da programação dos processos, foco mais presente nas grandes e médias organizações, porém ainda carecendo de maiores cuidados nas pequenas.

Enquanto as grandes apoiam-se em *softwares* que integram o todo da empresa, as pequenas ainda buscam fundamentos que lhes ajudem a desenvolver o básico da produção, medir o resultado do trabalho e avaliar seu desempenho.

### 2.1.1 Conceituação

Para Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 29), a administração da produção “trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Tudo o que se veste, come, senta em cima, usa, lê ou lança na prática de esportes chega a você graças aos gerentes de operações que organizaram sua produção”.

Administrar a produção significa também lidar com os meios de produção (equipamentos, matéria-prima e mão-de-obra), obtendo a funcionalidade que permite conseguir bens com a qualidade assegurada e no montante correspondente aos recursos usados (ROCHA, 2008).

Ainda, segundo Rocha (2008) a produção é definida como o ato de fazer ou construir algo que atenda a um consumidor. Para que ela seja operacionalizada é necessário utilizar corretamente as funções gerenciais de planejamento, organização, comando, coordenação e controle. O planejamento é a primeira fase de toda atividade. Antecipa-se às demais e é concretizada pelo estabelecimento de metas e prazos para uma atividade que se quer concretizar no futuro. Com o planejamento, a empresa:

- Segue o caminho certo na sua área de atuação;
- Obtém melhor clareza nos seus objetivos;
- Facilita as tomadas de decisão;
- Evita ineficiência e ineficácia no uso dos recursos.

Para Moreira (2002, p. 1), de uma forma geral, a Administração da Produção e Operações:

[...] diz respeito àquelas atividades orientadas para a produção de um bem físico ou à prestação de um serviço. Neste sentido, a palavra “produção” liga-se mais perto de atividades industriais, enquanto que a palavra “operações” refere-se às atividades desenvolvidas em empresas de serviços.

Moreira (2002, p. 3) ainda define: “A Administração da Produção e Operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de Produção (empresas industriais) ou Operações (empresa de serviços)”. Preocupa-se ainda com o planejamento, organização, direção e o controle das operações produtivas, de forma a harmonizarem-se com os objetivos da empresa.

A tarefa de administrar a produção bem como as operações, para Rocha (2008), pode ser vista como a parte da administração que comanda o processo produtivo, pela utilização eficaz dos meios de produção e das funções gerenciais, na busca por obter produtos ou serviços com elevados índices de desempenho.

Já Rocha (1995, p. 5) conceitua que “a administração da produção é a parte da administração que comanda o processo produtivo, pela utilização dos meios de produção e dos processos administrativos, buscando elevação da produtividade”.

Favaretto *apud* Kopak (2003, p. 28) relata que:

Um conjunto de atividades, cuja sequência possa ser estabelecida e sua abrangência delimitada, será chamada de processo. Um conjunto destes processos é a Gestão da Produção (GP), responsável por todas as atividades da produção, desde a compra da matéria-prima até a expedição.

Ainda, um conceito importante a ser ressaltado é a função produção que, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), representa na organização a reunião de recursos que são destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço.

### **2.1.2 Objetivos da administração da produção**

Rocha (1995) diz que a produção objetiva operar máquinas e lidar com materiais através da utilização de mão-de-obra apropriada, originando um produto. E pode-se dizer então que administrar a produção significa lidar com os meios de produção, obtendo deles uma funcionalidade que permita conseguir os bens com qualidade assegurada e o montante correspondente aos recursos usados.

Para Slack, Chambers e Johnston (2002) a administração da produção é importante, pois está preocupada com a criação de produtos e serviços de que todos

nós dependemos. A criação de produtos e serviços é a principal razão da existência de qualquer organização, seja a empresa grande ou pequena, de manufatura ou serviço, visando lucro ou não.

Ainda, segundo os autores citados anteriormente, a administração da produção é interessante e desafiadora. Interessante porque está no centro de muitas mudanças que afetam o mundo dos negócios como: mudanças na preferência do consumidor, nas redes de suprimento trazidas por tecnologias baseadas em internet, no que se faz no trabalho, como se faz, onde se faz e assim por diante. Desafiadora, pois promove a criatividade que permite às empresas responder a tantas mudanças que têm se tornado a tarefa principal dos gerentes de produção.

### **2.1.3 Breve histórico dos sistemas de gestão da produção**

Os últimos 45 anos constituíram uma época de grandes mudanças na gestão e organização do sistema produtivo das empresas industriais em todo o mundo. Dois grandes grupos de mudanças foram marcantes nesse período. O primeiro foi o grande desenvolvimento tecnológico ocorrido em termos de máquinas, sistemas de informações, automação, robótica, telecomunicações, entre outros, que tornaram possível um planejamento e controle mais eficiente das operações (CLETO, 2002).

Ainda, conforme o autor anterior, o segundo está relacionado às transformações relativas às novas filosofias, conceitos e métodos de gestão de recursos humanos. Estes passaram a ser vistos, principalmente a partir da década de 80, como a principal fonte de vantagem competitiva das empresas. Um diferencial que, bem gerenciado, pode alavancar a empresa a patamares de crescimento e desenvolvimento significativo.

Em meados dos anos 50, os conceitos de Taylor, Ford e Sloan na chamada “produção em massa”, sem dúvida uma grande contribuição para os sistemas de gestão da produção, começam a perder força em frente a grande competitividade que as empresas começaram a enfrentar na época (CLETO, 2002).

A partir do início da década de 1960, particularmente nos países desenvolvidos, a gestão dos sistemas produtivos industriais passa a ser objeto de alterações profundas. Avanços na tecnologia de processamento de informações possibilitaram o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento das operações

industriais (MRP, MRP II), inicialmente com o objetivo de gerenciar o fluxo de materiais e, posteriormente, com o objetivo de gerenciar também os recursos humanos, máquinas, instalações, etc. (CLETO, 2002).

Para o autor anteriormente citado, como os princípios da produção em massa não mais se ajustavam a difícil situação econômica e ao mercado incipiente de seu país naquele momento, surge então, a “produção enxuta” na década de 60. Possuía princípios diferentes dos da produção em massa, particularmente em relação à gestão dos materiais (matérias-primas, produtos em processo, componentes, conjuntos e produtos acabados) e ao trabalho humano nas fábricas.

Um aspecto importante a ressaltar sobre as transições entre um sistema de produção e outro é citado com clareza por Womack, Jones e Ross (1992, p. 7):

Nenhuma nova idéia surge do vácuo. Pelo contrário, novas idéias emergem de um conjunto de condições em que as velhas idéias parecem não mais funcionarem. Esse também foi o caso com a produção enxuta, que surgiu num determinado país numa época específica, porque as idéias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam não mais funcionar.

Por fim, segundo Kopak (2003), no início da década de 70, o físico israelense Eliyahu Goldratt, desenvolve a chamada Teoria das Restrições (TOC) através do software OPT.

Para Gupta *et al. apud* Kopak (2003, p. 51) a Teoria das Restrições:

Busca ajudar os gerentes em todos os níveis da organização para manter um foco apropriado na restrição do sistema. A TOC reconhece que a restrição do sistema limita o desempenho do sistema e propõe-se a fixar princípios e conceitos para gerenciar a restrição.

Os assuntos pertinentes a produção enxuta e a teoria das restrições serão abordados mais detalhadamente no tópico 2.3.

## 2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Quando se fala em sistema de produção, está se referindo a maneira pela qual se organiza a produção de bens e serviços, com características diferentes de volume e variedade. Também pode-se afirmar que é a definição do tipo de processo utilizado em manufatura de produtos e serviços.

Moreira (2002) explica que ‘sistema de produção’ é o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços. O sistema de produção é, ainda, uma entidade abstrata, porém extremamente útil para dar uma ideia de totalidade.

Sahin *apud* Kopak (2003, p. 34) relata que “o sistema de produção da empresa deve refletir a sua posição competitiva e a sua estratégia”.

Os sistemas de produção, segundo Kopak (2003), além de fornecer o suporte para que as empresas possam alcançar os seus objetivos estratégicos, devem ser capazes de dar suporte ao tomador de decisões logísticas a:

- Planejar os materiais comprados, as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização, os níveis adequados de estoques e matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nas quantidades necessárias;
- Programar as atividades de produção;
- Informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos de produção e das ordens, tanto de compras como de produção, para que os pedidos possam ser entregues aos clientes com os menores prazos possíveis.

Moreira (2002, p. 8) diz que: “Distinguem-se ainda no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais. São eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle”.

Slack, Chambers e Johnston (2002), explicam que qualquer operação que produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, faz isso por um processo de transformação e, por transformação, entende-se o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir *outputs*. Em resumo, a produção envolve um conjunto de recursos de *input* usado para transformar algo ou para ser transformado em *outputs* de bens ou serviços.

A Figura 2 exemplifica com maior clareza o modelo de transformação usado para descrever a natureza da produção.

Figura 2: Modelo de transformação para descrever a natureza da produção.



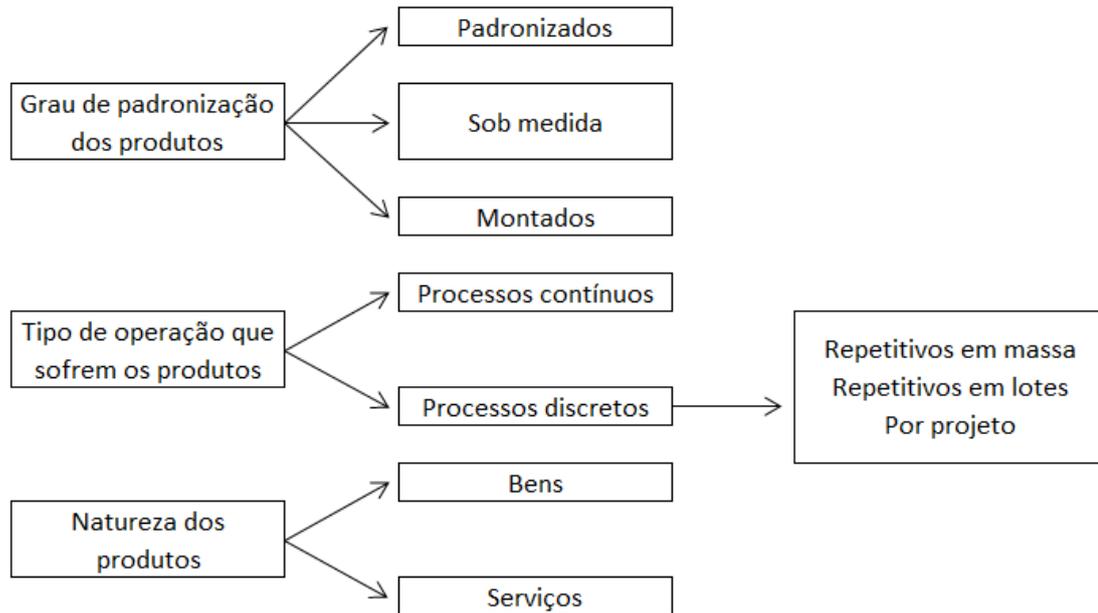
Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 36).

### 2.2.1 Tipos de sistemas de produção

A classificação dos sistemas de produção, segundo Kopak (2003, p. 34), tem como objetivo “facilitar a percepção sobre as características inerentes a cada sistema e relacioná-las com a complexidade das atividades do Planejamento e Controle da Produção desses sistemas”.

A Figura 3 apresenta a classificação dos sistemas de produção, segundo o autor citado anteriormente.

Figura 3: Classificação dos sistemas de produção.



Fonte: Adaptado de Tubino *apud* Kopak (2003, p. 35).

Dentre os vários modelos propostos por diferentes autores para os sistemas de produção, o presente trabalho procura apresentar a classificação mais usual, ou mais tradicional, para dar uma melhor sequência ao assunto.

A classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, reveste-se de grande utilidade na classificação de uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção. É assim possível discriminar grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais em função do particular tipo de sistema, possibilidade essa que racionaliza a apresentação didática (MOREIRA, 2002).

Para o autor anterior, tradicionalmente, os sistemas de produção são agrupados em três grandes categorias:

- a) Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha;
- b) Sistema de produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente);
- c) Sistemas de produção de grandes projetos sem repetição.

- a) Sistemas de Produção Contínua (fluxo em linha)

“Os sistemas de produção contínua ou fluxo em linha apresentam uma sequência linear para se fazer o produto ou serviço; os produtos são bastante

padronizados e fluem de um posto de trabalho a outro numa sequência prevista” (MOREIRA, 2002, p. 10).

Ainda, segundo o autor citado anteriormente, as diversas etapas do processamento devem ser balanceadas para que as mais lentas não retardem a velocidade do processo. De uma forma geral, os sistemas de fluxo em linha são ainda caracterizados por uma alta eficiência e acentuada inflexibilidade.

#### b) Sistemas de Produção Intermitente (fluxo intermitente)

Nesse caso, a produção é feita em lotes. Ao término da fabricação do lote de um produto, outros produtos tomam o seu lugar nas máquinas. O produto original só voltará a ser feito depois de um tempo, caracterizando-se assim uma produção intermitente de cada um dos produtos (MOREIRA, 2002).

Ainda segundo Moreira (2002), no sistema de produção intermitente, a mão-de-obra e os equipamentos são tradicionalmente organizados em centros de trabalho por tipo de habilidades, operação ou equipamento, ou seja, os equipamentos e as habilidades dos trabalhadores são agrupados em conjunto, definindo um tipo de arranjo físico conhecido como funcional ou por processo.

Vale ressaltar que a empresa em análise do presente trabalho, enquadra-se mais nesse tipo de sistema (sistema funcional).

#### c) Sistema de Produção para Grandes Projetos

Moreira (2002) explica que esse tipo diferencia-se bastante dos tipos anteriores, pois, na verdade, cada projeto é um produto único, não havendo assim um fluxo do produto. Nesse caso, tem-se uma sequência de tarefas ao longo do tempo, geralmente de longa duração, com pouca ou até nenhuma repetitividade. Uma característica marcante dos projetos é o seu alto custo e a dificuldade gerencial no planejamento e controle. Exemplos de grandes projetos: produção de navios, aviões, grandes estruturas, etc.

### 2.3 MODELOS DE SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO (SAP)

No entendimento de Giansesi e Corrêa *apud* Leite (2006, p. 6):

Os sistemas de administração da produção ou SAP como também são conhecidos, é a base, o coração do processo produtivo. Estes, têm

como objetivos principais o planejamento e o controle do processo de manufatura em todos os seus níveis. Dentre estes níveis se incluem materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores.

Para os autores anteriores, um SAP deve ser capaz de suportar atividades tipicamente gerenciais como:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade;
- Planejar os materiais comprados;
- Planejar níveis apropriados de estoques;
- Programar atividades de produção;
- Ser capaz de saber da situação correta, das pessoas, equipamentos, materiais, etc.;
- Ser capaz de reagir eficazmente;
- Prever informações a outras funções;
- Ser capaz de prometer prazos.

Essas atividades acabam afetando os níveis de desempenho do SAP em termos de qualidade, custo, prazo, flexibilidade e confiabilidade e, por consequência, a competitividade da empresa no mercado onde atua. Dentre os sistemas de produção considerados puros tem-se o JIT (*Just in Time*), OPT/TOC (Teoria das Restrições) e MRPII (Planejamento dos Recursos de Manufatura), cada um com suas características específicas (LEITE, 2006).

### **2.3.1 Modelo da manufatura enxuta (JIT)**

“O sistema *Just in Time*, doravante denominado JIT, foi desenvolvido no início da década de 50 na Toyota Motors Company, no Japão, como um método para aumentar a produtividade, apesar dos recursos limitados” (MOURA; BANZATO *apud* ROSSETTI *et al.* 2008, p. 1).

No auge da conhecida Produção em Massa, após o término da 2ª Guerra Mundial, o Japão dá início ao programa de reconstrução nacional o qual conduz importantes mudanças no âmbito da produção, reconhecidas no mundo ocidental somente a partir da década de 70 (até então focado nos princípios da Manufatura em Massa), com base nos preceitos da Administração Científica, conhecida posteriormente como Manufatura Enxuta (PORTO; SACOMANO; JÚNIOR, 2004).

Após a 2ª Guerra Mundial, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota japonesa, foram os pioneiros no conceito da famosa produção enxuta. O salto japonês para sua atual proeminência econômica logo se seguiu na medida em que outras companhias e indústrias japonesas copiaram este notável sistema (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Ainda segundo Porto, Sacomano e Júnior (2004), essas mudanças foram proporcionadas por esses dois visionários da Toyota, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Eles perceberam que a produção em massa jamais funcionaria no Japão por diversos motivos, dentre os quais:

- O Japão tinha um mercado interno limitado, que demandava uma vasta variedade de veículos, tornando a produção em massa inviável;
- A força de trabalho nativa do Japão não era propensa a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável;
- Inexistiam no Japão os trabalhadores-hóspedes, isto é, trabalhadores temporários dispostos a enfrentar condições precárias de trabalho em troca de remuneração compensadora. Estes indivíduos no ocidente constituíam o grosso da força de trabalho na maioria das companhias de produção em massa;
- A economia do Japão encontrava-se devastada pela guerra.

O JIT (*Just in Time*) é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses. A filosofia está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo. A companhia líder do desenvolvimento do JIT no Japão foi a *Toyota Motor Company* (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Segundo os autores citados anteriormente, o JIT, em seu aspecto mais básico, significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não formem estoques, e nem depois para que seus clientes não tenham que esperar.

Para Kopak (2003, p. 48) “o sistema JIT produz somente os produtos quando for necessário e na quantidade solicitada pelos clientes. A demanda puxa os produtos através do processo de manufatura”.

Womack, Jones e Ross (1992) explicam que a melhor maneira de descrever a produção enxuta está em contrastá-la com a produção artesanal e a produção em

massa, os dois outros métodos de produção criados pelo homem, e por isso afirmam:

A produção enxuta (essa expressão foi definida pelo pesquisador do IMVP John Krafcik) é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK; JONES; ROSS, 1992, p. 3).

Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 482), elaboram uma definição mais completa:

O just in time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.

Conforme explicitado por Bernardes e Marcondes *apud* Rossetti *et al.* (2008, p. 2) “a metodologia JIT prevê um sistema de gestão das pessoas conforme o descrito para a Qualidade Total, para que se garanta a participação, o comprometimento e não conformismo do indivíduo”. As metas impostas pelo JIT são um tanto amplas e ambiciosas. Não são alcançadas da noite para o dia, mas em um movimento contínuo de aperfeiçoamento, denominado Kaizen, que engloba os seguintes aspectos:

- a) Zero defeitos;
- b) Tempo zero de preparação;
- c) Estoques zero;
- d) Movimentação zero;
- e) Quebra zero;
- f) *Lead time* zero;
- g) Lote unitário (uma peça de cada vez).

Ainda, segundo os autores anteriores, um sistema JIT deve apoiar-se em alguns elementos básicos, sem os quais serão muito pequenas as chances de sucesso. São eles:

- a) Kanban;
- b) Tempos de preparação;
- c) Colaborador multifuncional;
- d) Layout;
- e) Qualidade;
- f) Fornecedores.

Outro aspecto muito importante a ser citado é que, na Produção Enxuta, a redução dos custos através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, isto é, a sequência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. Este processo sistemático de identificação e eliminação de perdas passa ainda pela análise das operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam qualquer valor (GHINATO, 2000).

Ainda, segundo o autor citado anteriormente, na linguagem da engenharia industrial consagrada pela Toyota, perdas (MUDA em japonês) são atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas. Taiichi Ohno, o grande idealizador do Sistema Toyota de Produção, propôs que as perdas presentes no sistema produtivo fossem classificadas em sete grandes grupos, listados a seguir:

- Perda por super-produção (quantidade e antecipada);
- Perda por espera;
- Perda por transporte;
- Perda no próprio processamento;
- Perda por estoque;
- Perda por movimentação;
- Perda por fabricação de produtos defeituosos.

Em um sistema JIT, onde a qualidade é primordial, o colaborador tem a autoridade de parar o processo produtivo se identificar algo que não esteja dentro do previsto. Ele deverá também estar preparado para corrigir a falha, ou então, pedir ajuda aos colegas de trabalho. Essa atitude e flexibilidade seriam impensáveis nos

sistemas tradicionais de produção em massa, no qual a linha de manufatura jamais poderia ser parada (ROSSETTI *et al.*, 2008).

“Após o conhecimento do JIT, muitos gerentes perceberam que este, bem como suas técnicas podem ser utilizados com sucesso em qualquer parte do mundo, fato que acelerou a popularização do JIT no mundo ocidental” (LEITE, 2006, p. 8).

### 2.3.2 Modelo de sistema da teoria das restrições (TOC)

Para Goldratt *apud* Oennig *et al.* (2004, p. 212):

A Teoria das Restrições (TOC), criada e desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt na década de 80, desenvolve uma metodologia para a administração dos processos de produção de indústrias, visando a maximização dos resultados. Seguindo esta interpretação, Goldratt (1993) afirma que a meta das empresas com fins lucrativos é ganhar dinheiro tanto no presente quanto no futuro e todos os processos de gestão devem estar de acordo com esse objetivo.

Segundo o autor anteriormente citado, para alcançar esses objetivos, um dos processos propostos pelo criador da TOC (Goldratt) é a otimização da capacidade produtiva da indústria através de uma maximização da utilização das restrições de produção. Ele entende que em toda empresa sempre haverá alguma restrição que limite a sua capacidade de produção.

Segundo Goldratt *apud* Rogers, Reis e Securato (2006, p. 84), “restrição é qualquer coisa que limita um melhor desempenho de um sistema, como o elo mais fraco de uma corrente, ou ainda, alguma coisa que não se tem suficiente”. Já Peleias *apud* Rogers, Reis e Securato (2006, p. 84) salienta que as restrições podem ser políticas ou ainda de recursos. A primeira (política) é relativa a normas, procedimentos e práticas usuais do passado. A segunda (recursos) diz respeito a mercados fornecedores, equipamentos, materiais, pedidos e pessoas.

Para Cogan (2005), a Teoria das Restrições (TOC) concentra-se em três requisitos: ganho (*throughput*), despesas operacionais e inventário.

Segundo o autor anterior, Goldratt definiu: Ganho (G) - corresponde ao índice no qual o sistema gera dinheiro através das vendas. Representa a diferença entre as vendas reais e o custo do material direto. Nesse modelo, o material direto é considerado como a única despesa variável; Inventário (I) - corresponde a todo o

dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que o sistema pretende vender; Despesas Operacionais (DO) - corresponde a todo dinheiro que o sistema gasta para transformar inventário em ganho.

A TOC tornou-se mundialmente conhecida através do livro “A Meta”, e abrange os princípios da produção otimizada. Vale ressaltar que ela é ainda mais ampla do que os princípios da produção otimizada, porque é composta de uma série de ferramentas de apoio gerencial (KOPAK, 2003).

Rahman *apud* Kopak (2003) aborda duas características essenciais da TOC:

➤ Todo sistema deve ter no mínimo uma restrição. Se isso não for verdade, então o sistema real deveria ter lucro ilimitado. Por essa razão, a restrição é alguma coisa que limita o sistema de alcançar alto desempenho *versus* meta;

➤ A existência das restrições representa oportunidades de melhoria.

Originalmente pensando, a TOC apresenta as restrições como algo positivo, não negativo. As restrições determinam o desempenho do sistema, uma gradual elevação na restrição do sistema vai melhorar o seu desempenho.

Dessa forma, o principal objetivo da Teoria das Restrições é concentrar os recursos onde eles serão mais úteis, ou seja, concentrar os esforços nos pontos do sistema industrial onde esses terão maior probabilidade de produzir um maior efeito (OENNING *et al.*, 2004).

A partir do princípio básico de que a empresa opera com algum tipo de restrição qualquer, Goldratt *apud* Rogers, Reis e Securato (2006), formula um processo geral de tomada de decisão empresarial. Este processo é conceituado pelo autor juntamente com cinco passos de focalização e apresenta-os da seguinte maneira:

1. Identificar a(s) restrição(ões) do sistema;
2. Decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema;
3. Subordinar qualquer outra coisa à decisão anterior;
4. Elevar a(s) restrição(ões) do sistema;
5. Se nos passos anteriores uma restrição for quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição do sistema.

A proposta de Goldratt, para a tomada de decisão sem a definição dos custos, enfoca o mundo dos ganhos, rejeitando a determinação de custos. Critica também o fato dos gerentes das empresas, por vários e vários anos, administrarem

suas empresas enfatizando o mundo dos custos. Rejeita ainda os rateios/direcionadores dos custos fixos, clamando ser impossível distribuí-los corretamente (COGAN, 2005).

O autor anteriormente citado, explica que para a determinação dos preços não é preciso conhecer os custos, pois os preços são determinados pelo mercado. A maximização do ganho é, então, a prioridade máxima. A redução do inventário (segunda prioridade) e a redução das despesas operacionais (terceira prioridade) fazem parte de suas recomendações.

É possível concluir ainda que Teoria das Restrições busca elaborar uma sistemática de apoio à tomada de decisões que estão relacionadas à maximização do ganho através da otimização da produção.

### **2.3.3 Modelo de sistema de produção programada (MRP)**

Com a atual concorrência e com a globalização dos negócios, que tornou necessária a coordenação de relações com fornecedores de diversas partes do mundo, é cada vez mais necessário e urgente que os gestores possuam ferramentas confiáveis e precisas para poder evitar perdas do poder de barganha ou oportunidades de vendas, assim como também os custos desnecessários com estoques. É nesse contexto que o MRP se destaca na estratégia organizacional como recurso flexível e de fácil utilização (HEIDRICH, 2005).

Falar de produção programada, nada mais é do que falar no planejamento de necessidades de materiais ou o planejamento de recursos de manufatura, ou seja, MRP.

O MRP – *Materials Requirements Planning* (traduzido para o português como Planejamento das Necessidades dos Materiais) original data dos anos 60, agora chamado de MRP. O MRP possibilita que as empresas calculem quanto material de determinado tipo é necessário e em que momento. Para fazer isso, o MRP utiliza os pedidos em carteira, assim como previsões de pedidos que a empresa acredita que irá receber. O MRP verifica, então, todos os componentes necessários para completar tais pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Os autores anteriormente citados ressaltam ainda que, durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito do MRP expandiram-se e foram integrados a outras

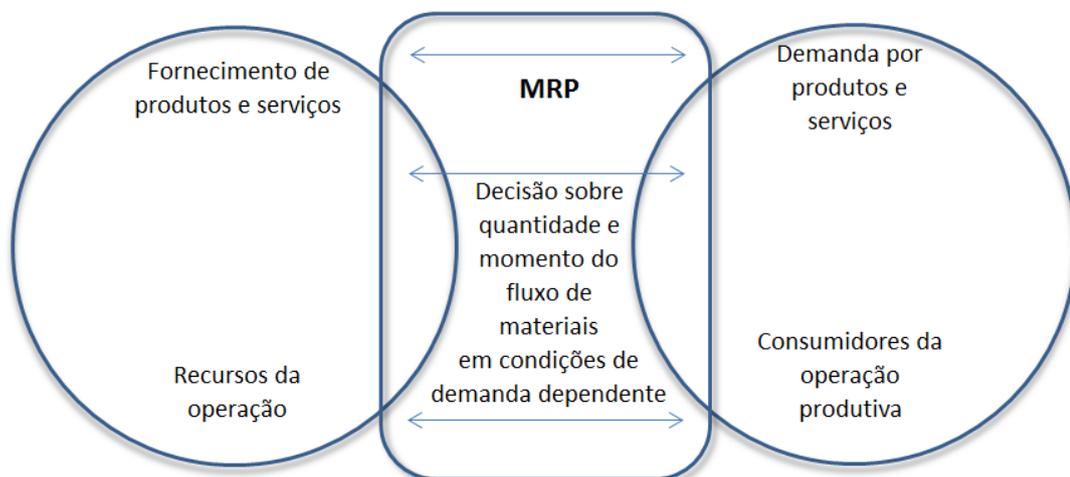
partes da organização. Essa versão ampliada do MRP é conhecida atualmente como Planejamento dos Recursos de Manufatura (*Manufacturing Resource Planning*), ou o MRP II.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 450) o MRP II “permite que as empresas avaliem as implicações da futura demanda nas áreas financeira e de engenharia da empresa, assim como analisem as implicações quanto à necessidade de materiais”.

Para Moreira (2002), o MRP é uma técnica que consiste em converter a previsão de demanda de um determinado item de demanda independente em uma programação das necessidades das partes componentes do item. Também pode ser visto como uma técnica que visa programar a produção de itens de demanda dependente, já que determina o quanto deve ser adquirido de cada item e em que data o item deve estar disponível.

Slack, Chambers e Johnston (2002), mostram uma definição do MRP, bem como seu papel na conciliação do fornecimento e da demanda de recursos, através da Figura 4.

Figura 4: Uma definição de MRP.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 449).

Segundo Correa *apud* Giampietro *et al.* (2007), o objetivo dos sistemas MRP é, ajudar a produzir e comprar apenas o necessário e apenas no momento necessário ou, no último momento possível, visando a eliminação de estoques, gerando assim uma série de encontros marcados entre componentes de um mesmo nível, para operações de fabricação ou montagem. E hoje, o mercado conta com

várias empresas que fornecem *softwares* de fácil uso e que se adequam a diversos portes de empresas.

De acordo com Moreira (2002), a implantação do sistema MRP deve responder às questões:

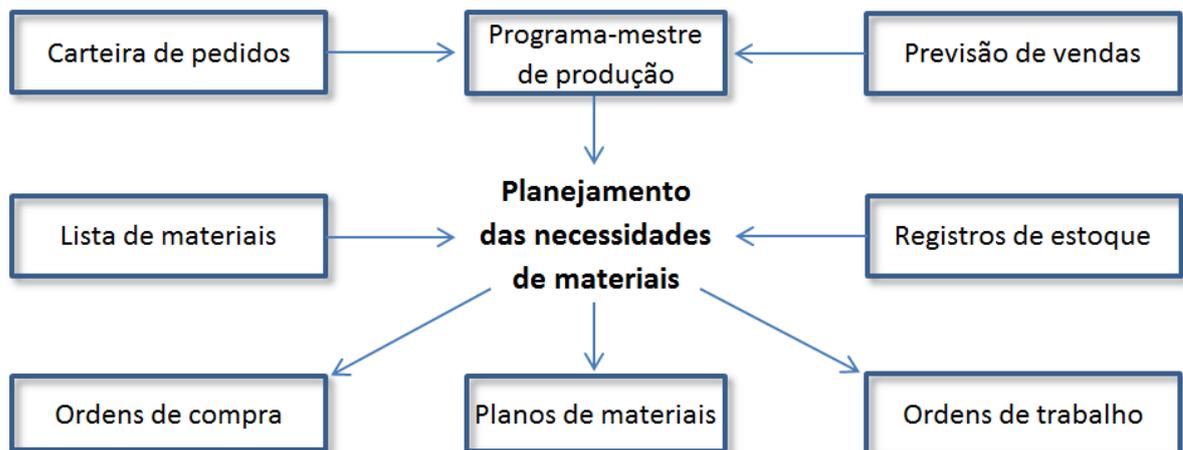
1. Que partes componentes serão necessárias para cumprir a demanda de produtos finais?
2. Em que quantidades são essas partes necessárias?
3. Quando são essas partes necessárias?

Para responder às três questões acima, são necessários os seguintes insumos:

1. O Plano Mestre de Produção.
2. Listagem de materiais.
3. Relatórios de controle de estoque.

Slack, Chambers e Johnston (2002) ilustram bem essas informações necessárias para processar o MRP, bem como alguns resultados, conforme a Figura 5.

Figura 5: Esquema do planejamento de necessidades de materiais (MRP).



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 451).

Como vantagens e/ou benefícios esperados quando as empresas alteram seus sistemas manuais ou computadorizados já existentes para um sistema com a lógica MRP, pode-se listar, conforme Heidrich (2005):

- Formação de preços mais competitivos;

- Níveis de estoques mais baixos;
- Respostas mais rápidas às demandas do mercado;
- Maior flexibilidade para mudar o programa mestre de produção;
- Custos de *setup* reduzidos;
- Tempo ocioso reduzido.

Além disso, o sistema MRP:

- Proporciona uma visão prévia aos gerentes da programação planejada, antes dos pedidos serem realmente liberados;
- Diz quando expedir e quando protelar;
- Atrasa ou cancela pedidos;
- Dá maior agilidade em relação às mudanças nas quantidades dos pedidos;
- Ajuda a planejar e visualizar a capacidade produtiva.

Por último, é importante ainda citar um modelo de gestão da produção ainda mais significativo e completo do que o MRP e que atualmente é largamente utilizado pelas empresas: o *Enterprise Resource Planning* (ERP).

De acordo com Buckhout *et al. apud* Mendes e Filho (2002, p. 278), um ERP:

[...] é um *software* de planejamento dos recursos empresariais que integra as diferentes funções da empresa para criar operações mais eficientes. Integra os dados-chave e a comunicação entre as áreas da empresa, fornecendo informações detalhadas sobre as operações da mesma.

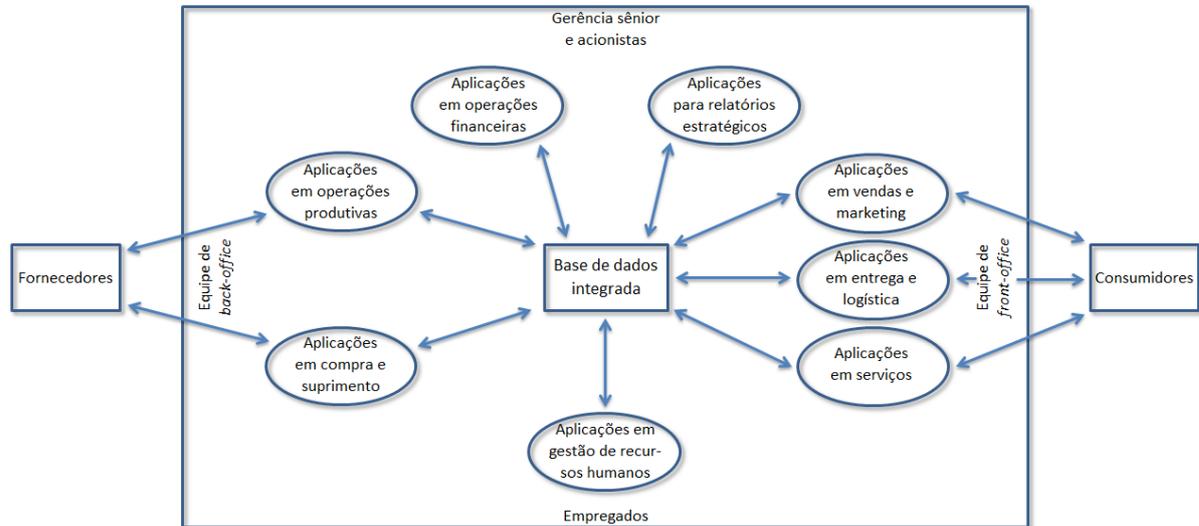
Para Souza (2000), os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) podem ser definidos como sistemas de informação integrados, obtidos na forma um *software* comercial, com o objetivo de dar suporte à maioria das operações de uma empresa. Permitem ainda o uso de ferramentas de planejamento que podem analisar o impacto de decisões de suprimentos, manufatura, finanças ou recursos humanos em toda empresa.

Já Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 474), afirmam que:

Os sistemas ERP permitem que as decisões e a base de dados de todas as partes da organização sejam integradas, de modo que as consequências das decisões de uma parte da organização sejam refletidas nos sistemas de planejamento e controle do restante da organização.

Os autores ilustram isso através da Figura 6, a seguir.

Figura 6: Estrutura funcional de um ERP.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 474).

## 2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Esse tópico objetiva-se a tratar de indicadores de desempenho, buscando conceituar o tema e também mostrar para que servem, sua importância nas organizações, bem como citar alguns dos principais tipos existentes e exemplos dos mesmos.

### 2.4.1 Conceituação

Em seu livro, Vicente Falconi inicia com uma frase de Kaoru Ishikawa: “Só é gerenciado aquilo que se mede” (FALCONI, 2009, p. 3).

Ou seja, o desempenho só é gerenciável na proporção em que é medido. Sem as medidas, os gerentes não conseguiriam fundamentar argumentos sólidos para comunicar especificamente quais as expectativas de desempenho e quais os resultados esperados dos seus subordinados (JOHNSON; KAPLAN *apud* SANTOS; SANTOS, 2007).

Atualmente, com a economia globalizada e com a grande competitividade do mercado, as empresas de manufatura vêm procurando se adequar cada vez mais às exigências dos clientes. Produzir cada vez mais, com menos recursos e mais rapidamente, passaram a ser desafios

comuns para aquelas indústrias que pretendem permanecer no mercado. Por esse motivo, a medição do sistema de manufatura vem se tornando cada vez mais essencial para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua desses sistemas de manufatura (SANTOS; SANTOS, 2007, p. 2).

A avaliação do desempenho organizacional por meio da mensuração de indicadores é uma metodologia que pode ser amplamente adotada. A análise destes indicadores deve proporcionar à empresa a obtenção de informações mais detalhadas de como o seu produto está posicionado, por exemplo, objetivando então um gerenciamento estratégico da qualidade de seu produto, como ferramenta para ampliar as oportunidades da empresa em destacar-se no mercado (KARDEC *apud* BELÉM; WANDERLEY, 2006).

Os indicadores são ferramentas básicas para o gerenciamento do sistema organizacional e as informações que fornecem são essenciais para o processo de tomada de decisão. Podem ser obtidos durante a realização de um processo ou ao seu final. Também pode ser definido como um valor quantitativo realizado ao longo do tempo (uma função estatística) que permite obter informações sobre características, atributos e resultados de um produto ou serviço, sistema ou processo (YONEDA, 2004).

Segundo Kardec *et al. apud* Belém e Wanderley (2006), avaliar faz parte do processo de aprendizagem das empresas, sendo muito importante para a obtenção do diferencial competitivo que define a liderança e mesmo ainda quem vai continuar atuando no mercado. O que se busca é a percepção da realidade da organização, de uma maneira a fazer uma análise crítica e garantir o aprendizado bem como a efetivação das ações de melhoria.

Ainda, segundo os autores anteriormente citados, “os indicadores de desempenho são desenvolvidos e utilizados visando atingir as metas operacionais definidas pelas empresas, indicando as melhorias necessárias de modo a otimizar os processos”.

Johnson e Kaplan *apud* Santos e Santos (2007, p. 2), defendem ainda “a utilização de indicadores de desempenho de cunho não financeiro para avaliar o desempenho mensal da empresa. Argumentam que apenas a utilização de indicadores financeiros já não reflete o desempenho recente da organização”.

Os autores anteriores continuam explicando que este panorama justifica a necessidade de novos atributos de avaliação de desempenho das organizações que efetivamente reflitam a integração e a flexibilidade dos seus recursos. Permite ainda concluir (como citado anteriormente) que o desempenho só é gerenciável na proporção em que é medido, ou seja, sem medidas, os gerentes não conseguem fundamentar argumentos para comunicar especificamente quais as expectativas de desempenho.

#### **2.4.2 Tipos de indicadores**

Pode-se classificar os indicadores, segundo Yoneda (2004) como:

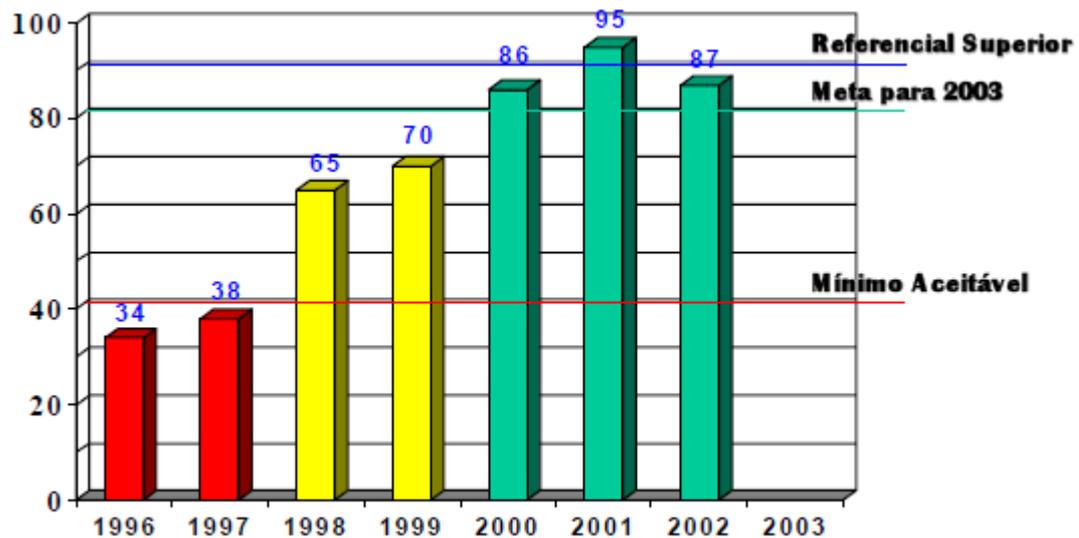
- Indicadores Estratégicos: informam o “quanto” a organização se encontra na direção da consecução de sua visão. Refletem o desempenho em relação aos fatores críticos para o êxito;
- Indicadores de Produtividade (eficiência): medem a proporção de recursos consumidos com relação às saídas dos processos;
- Indicadores de Qualidade (eficácia): focam as medidas de satisfação dos clientes e as características do produto/serviço;
- Indicadores de Efetividade (impacto): focam as consequências dos produtos/serviços. Fazer a coisa certa da maneira certa;
- Indicadores de Capacidade: medem a capacidade de resposta de um processo através da relação entre as saídas produzidas por unidade de tempo.

Os indicadores são capazes de medir e informar:

- Eficácia;
- Custo;
- Atendimento;
- Moral;
- Segurança;
- Desempenho;
- Fazer a coisa certa do jeito certo;
- Eficiência (Produtividade);
- Efetividade (Impacto);
- Ética (cumprimento de normas, regulamento, leis e códigos de conduta).

A seguir tem-se o modelo de uma representação gráfica de um indicador (Figura 7).

Figura 7: Representação gráfica de um indicador.



Fonte: Yoneda (2004, p. 14).

### 2.4.3 Exemplos de indicadores

Existem três grandes e importantes tipos de indicadores mais usados, conforme serão abordados na sequência: (a) indicadores de qualidade; (b) indicadores de produtividade e (c) indicadores de capacidade.

#### a) Indicadores de Qualidade (eficácia)

Segundo Yoneda (2004), os indicadores da qualidade:

- Focam as medidas de satisfação dos clientes e as características do produto/serviço;
- Devem ser baseados em pesquisa de opinião e podem ser de dois tipos: indicadores de não-qualidade e indicadores de qualidade.

O autor citado coloca as fórmulas a seguir.

Fórmula dos indicadores de não-qualidade (%):

$$\frac{\text{Total de Deficiências/Erros/Desperdícios}}{\text{Total de Saídas (produtos/serviços)}} \times 100$$

Fórmula dos indicadores de qualidade (%):

$$\frac{\text{Total de Saídas certas}}{\text{Total de Saídas (produtos/serviços)}} \times 100$$

A comparação com um padrão escolhido fornece a eficácia (%):

$$\frac{\text{Índice obtido}}{\text{Índice desejado}} \times 100$$

b) Indicadores de produtividade (eficiência)

➤ Medem a proporção de recursos consumidos com relação a resultados obtidos. Servem para identificar e prevenir problemas nos processos e estão diretamente ligados aos indicadores de qualidade (YONEDA, 2004).

Fórmulas dos indicadores de produtividade segundo o autor:

$$\frac{\text{Total Produzido}}{\text{Recursos Utilizados ou Disponíveis}}$$

ou

$$\frac{\text{Recursos Utilizados ou Disponíveis}}{\text{Total Produzido}}$$

A comparação do resultado com o padrão escolhido fornece a eficiência do processo:

$$\frac{\text{Índice obtido}}{\text{Índice previsto}}$$

Produtividade pode ser definida como a relação entre a quantidade produzida e os recursos (itens que consomem capital como: número de funcionários, matéria-prima, quantidade de equipamentos, consumo de energia, de água, tempo, etc.) utilizados na sua obtenção. Quando a produção aumenta e é obtida com a utilização dos mesmos recursos, tem-se uma maior produtividade (ROCHA, 1995).

Ainda, segundo o autor anteriormente citado, na medição da produtividade fica difícil envolver todos os recursos simultaneamente, assim, melhor é medir cada um isoladamente. A produtividade da mão-de-obra, por exemplo, é a relação entre a

quantidade produzida por um grupo de pessoas e o somatório das horas trabalhadas por essas pessoas.

$$\text{Produtividade / Mão-de-obra} = \frac{\text{Quantidade produzida por um grupo de pessoas}}{\text{n}^\circ \text{ de pessoas} \times (\text{horas trabalho/pessoa})}$$

Moreira (2002) salienta que a produtividade está relacionada ao melhor ou pior aproveitamento dos recursos e, de maneira mais formal, a produtividade num dado período  $t$  pode ser definida por:

$$prod_t = \frac{Q_t}{I_t}$$

onde:

$prod_t$  = produtividade absoluta no período  $t$

$Q_t$  = produção obtida no período  $t$

$I_t$  = insumos utilizados no período  $t$ , na obtenção da produção  $Q_t$ ; os insumos são chamados também de fatores de produção.

### c) Indicadores de Capacidade

➤ Medem a capacidade de resposta de um processo por meio da relação entre as saídas produzidas por unidade de tempo.

Fórmula do indicador (YONEDA, 2004):

$$\frac{\text{Quantidade}}{\text{Tempo}}$$

Exemplos: números de peças produzidas por hora ou número de atendimentos por mês.

Com os três indicadores obtém-se:

$$\text{Qualidade} + \text{Produtividade} + \text{Capacidade} = \text{Competitividade da OM}$$

A maioria dos textos de administração da produção apresenta o conceito de capacidade, ou quantidade de produção por período de tempo, conforme visto anteriormente. A capacidade normalmente é expressa em unidades de peças,

componentes ou produtos fabricados ou montados em um determinado período de tempo, por exemplo, peças por hora (MOREIRA *apud* MORAES; SANTORO, 2006).

Por outro lado, Slack *et al.* *apud* Moraes e Santoro (2006, p. 3) afirmam que:

[...] é raro encontrar na literatura definições claras a respeito de eficiência, que se constitui de uma medida que permite definir a capacidade real de um sistema em relação a uma capacidade teórica ou “de projeto”. Alguns textos que abordam este conceito definem a eficiência como a relação da capacidade real pela capacidade efetiva, definindo capacidade real como a capacidade observada em um período de tempo pré-determinado e a capacidade efetiva como a máxima capacidade apresentada pelo sistema considerando paradas programadas, intervalos entre turnos, etc.

## 2.5 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

O presente tópico caracteriza-se como o mais relevante do trabalho, pois o sistema implantado na empresa trabalha com base nesse indicador. OEE significa Eficácia Global dos Equipamentos, traduzido do inglês, e é uma multiplicação de três indicadores: disponibilidade, performance e qualidade. Conceituações e detalhamentos desses indicadores são aprofundados a seguir.

### 2.5.1 Considerações iniciais

Atualmente, com a evolução da tecnologia, a economia globalizada e as circunstâncias econômicas em que as empresas se encontram, as organizações travam uma verdadeira batalha para não só sobreviver às pressões externas, mas também para manter-se competitivas e capazes de atender às exigências do mercado.

Desta maneira, a constante busca pela melhoria da eficiência se faz necessária, pois dentro deste cenário econômico atual a identificação e eliminação das perdas (os desperdícios) tornam-se imperativo para manter a manufatura saudável e, só as empresas com visão, criativas e dispostas a buscar a melhoria, serão capazes de manter seu lugar no mercado (ANDRADE; SCHERER, 2009).

Para Proença e Tubino (2010) desperdícios são tão comuns e frequentes no dia a dia das empresas que muitos deles passam a fazer parte desse cotidiano, de maneira a serem considerados pelas pessoas como algo inerente ao processo produtivo. As paradas pelos mais variados motivos como quebra de máquinas, troca

de ferramentas, falta de pessoal e muitas outras ocorrências tornam-se tão comuns que acabam sendo aceitas como normais.

A utilização mais correta dos meios produtivos está entre os maiores desafios das organizações e os meios de avaliação destes ativos são os mais diversos possíveis, porém, muitos deles só englobam a qualidade do processo ou a produtividade. A utilização eficaz dos recursos produtivos é a base para a redução dos custos e aumento tanto da produtividade como da qualidade (ANDRADE; SCHERER, 2009).

Este capítulo vem a ser provavelmente o mais importante, pois é através do uso do indicador da Eficácia Global dos Equipamentos, o OEE, que decorrerá o seu desenvolvimento e aplicação, como uma proposta à solução de problemas relacionados a falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção.

### **2.5.2 OEE – Breve Histórico**

A OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (traduzida para o português como: Eficácia Global dos Equipamentos) tem se tornado uma das mais populares medidas de produção nos últimos anos. Gerentes de fábrica e de operações têm usado o OEE para medir o desempenho nas máquinas, linhas de produção e chão-de-fábrica. Executivos operacionais usam OEE para expandir seus objetivos para a organização a nível de fábrica e de toda a empresa. CEO's estão apresentando à comunidade de investimentos os objetivos de OEE para a sua empresa. "OEE é a métrica número um sobre o qual os clientes perguntam", disse Colin Masson, diretor de pesquisa da AMR Research (BROCHU, 2007).

Segundo o autor anterior, a OEE tornou-se mais do que apenas uma medida de desempenho da máquina. "Muitos gestores acham que OEE é a melhor ferramenta para o gerenciamento de operações num contexto de custo e de eficiência focados na manufatura", disse Julie Fraser, diretora da Indústria Direções e analista chefe e autora do relatório "Métricas que Importam: Descobrimo KPI's que Justificam Melhorias Operacionais".

Para um grande estudioso no assunto, Hansen (2006, p. 11), a Eficácia Global dos Equipamentos (OEE):

[...] começou a ser reconhecida como um importante método para a medição do desempenho de uma instalação industrial no final dos anos 80 e início dos anos 90. Foi um período no qual se viu o surgimento de *benchmarking* em manutenção em importantes organizações, a introdução da Manutenção Produtiva Total (TPM) nos Estados Unidos e a fundação da Sociedade dos Profissionais de Manutenção e Confiabilidade (SMRP).

Ainda, para o mesmo autor, a OEE estava inicialmente relacionada com a TPM e, frequentemente, foi vista como uma simples forma de medição para a conquista do Prêmio TPM. À medida que um maior número de profissionais apresentou a OEE em seminários e artigos relacionados à TPM, ela começou a ser vista como uma ferramenta autônoma para medir o desempenho real de um equipamento, por meio do inter-relacionamento de três indicadores: disponibilidade, eficiência e qualidade.

### 2.5.3 Conceituação

O OEE é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* utilizada como objetivo de medir a eficácia deste modelo de gestão sobre os equipamentos. A utilização do indicador OEE permite verificar se o processo produtivo opera com qualidade, utiliza corretamente seu tempo produzindo e se produz na maior taxa de produção possível (RODRIGUES; MEZA, 2009).

Para Santos e Santos (2007), o OEE é uma ferramenta que permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Essas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade.

Proença e Tubino (2010), conceituam o OEE como sendo um indicador que fornece a diferença entre o ideal e o real, considerando os aspectos dos três indicadores: perdas de tempo (paradas) – que se refere à disponibilidade; perdas de velocidade (máquina operando abaixo do ideal) – que se refere à performance e perdas de qualidade (máquina produzindo peças com defeito) – que se refere à qualidade.

Para Nakajima, um dos grandes gurus do OEE, o conceito da eficácia global dos equipamentos, pode ser definido como:

[...] uma ferramenta proposta na metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM), onde através do acompanhamento do ativo é possível verificar a realidade da utilização dos equipamentos. A utilização deste indicador como ferramenta de análise de produção permite a descobrir os custos escondidos da empresa (NAKAJIMA *apud* ANDRADE; SCHERER, 2009, p. 2).

#### 2.5.4 Objetivos e características do OEE

Moraes e Santoro *apud* Andrade e Scherer (2009, p. 3) dizem que o principal objetivo do OEE é:

[...] mostrar onde é possível fazer o equipamento funcionar efetivamente. Sabendo que eficiência de uma linha de fabricação é definida como a relação da capacidade real pela capacidade ideal, pode-se assumir que a eficiência de um equipamento é a sua produção real sobre a capacidade projetada deste mesmo.

De acordo com *The Productivity Development Team apud* Rodrigues e Meza (2009), o objetivo principal do OEE é analisar unicamente a eficácia dos equipamentos e não dos operadores. Assim, ele é utilizado para verificar se a máquina está trabalhando na velocidade e qualidade especificadas em seu projeto e também é utilizado para apontar as perdas originadas do sistema produtivo como um todo.

Outro aspecto importante do OEE é que sua utilização permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus equipamentos. A medição do OEE pode ser aplicada com diferentes focos e para Jonsson e Lesshmmar *apud* Proença e Tubino (2010), com a utilização deste indicador é possível tanto identificar onde devem ser desenvolvidas as melhorias quanto quais áreas podem ser utilizadas como *benchmark*.

E ainda, a importância de aperfeiçoar os equipamentos e atuar nas maiores perdas, que foram obtidas através do OEE, se concretiza quando há o aumento da produção, pois a melhoria da eficácia descarta a necessidade de novos investimentos (SANTOS; SANTOS, 2007).

O índice OEE (%) está baseado no produto dos três índices importantes: Disponibilidade, Performance e Qualidade. Estes índices, quando são analisados separadamente, são apenas indicadores de desempenho, logo, não podem fornecer

uma visão global da eficácia do equipamento. Este índice pode ser obtido através da equação a seguir:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

De acordo com Nakajima *apud* Santos e Santos (2007), o OEE é medido a partir da estratificação das seis grandes perdas e calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade. Um OEE de 85% deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos. Empresas que obtiveram OEE superior a 85% ganharam o prêmio TPM *Award*. Para se obter esse valor de OEE é necessário que seus índices sejam de: 90% para disponibilidade; 95% para performance e 99% para qualidade.

Nakajima *apud* Andrade e Scherer (2009), afirma que eficiência dos equipamentos depende diretamente das perdas, essas que acabam influenciando diretamente o processo produtivo e dividiu essas perdas em seis, onde cada grupo é caracterizado da seguinte forma:

a) Perda por quebra: perdas que causam a interrupção da função do equipamento impossibilitando seu uso causando a indisponibilidade do equipamento;

b) Perdas por setup e regulagens: perda de tempo entre o fim da produção de uma peça e a produção da primeira peça sem defeitos e aprovada nos requisitos de qualidade da operação;

c) Perda por pequenas ou micro paradas e ociosidade: perda devido a paradas temporárias e pequenas interrupções para ajustes;

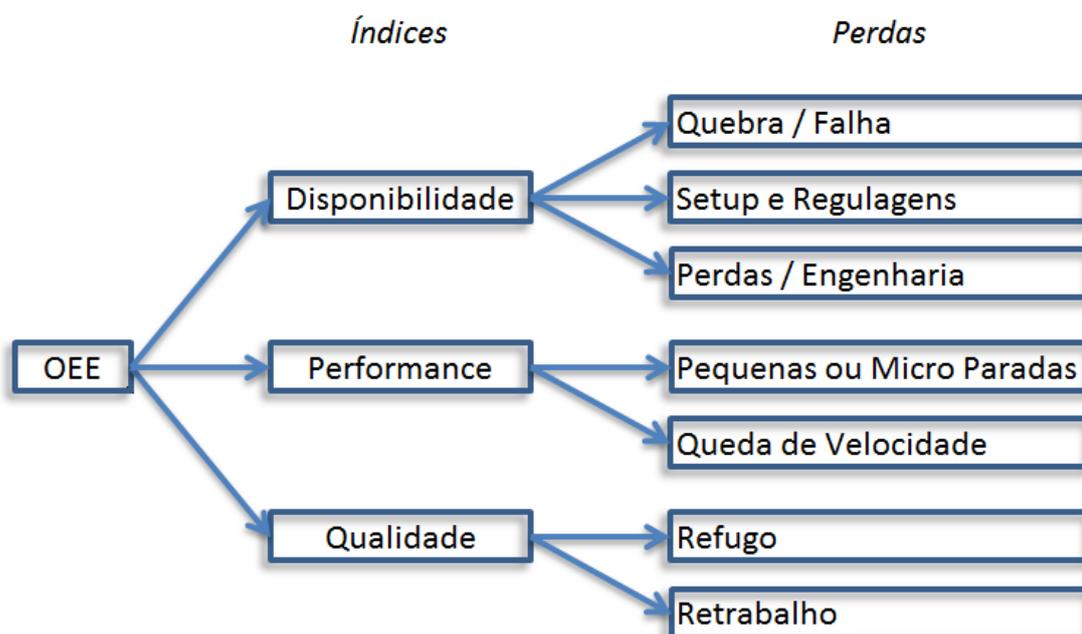
d) Perdas por queda de velocidade: acontece quando o equipamento está operando com uma velocidade abaixo do especificado ou esperado;

e) Perdas por refugo ou retrabalhos: perda de tempo devido à fabricação de peças defeituosas ou que não atendem as especificações de qualidade;

f) Queda de rendimento: quando o equipamento demanda certo tempo para começar a funcionar.

Essas perdas estão divididas de forma que cada uma delas ou mais de uma estão ligadas a um dos índices que compõe o cálculo de eficiência, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: Índices de eficiência.



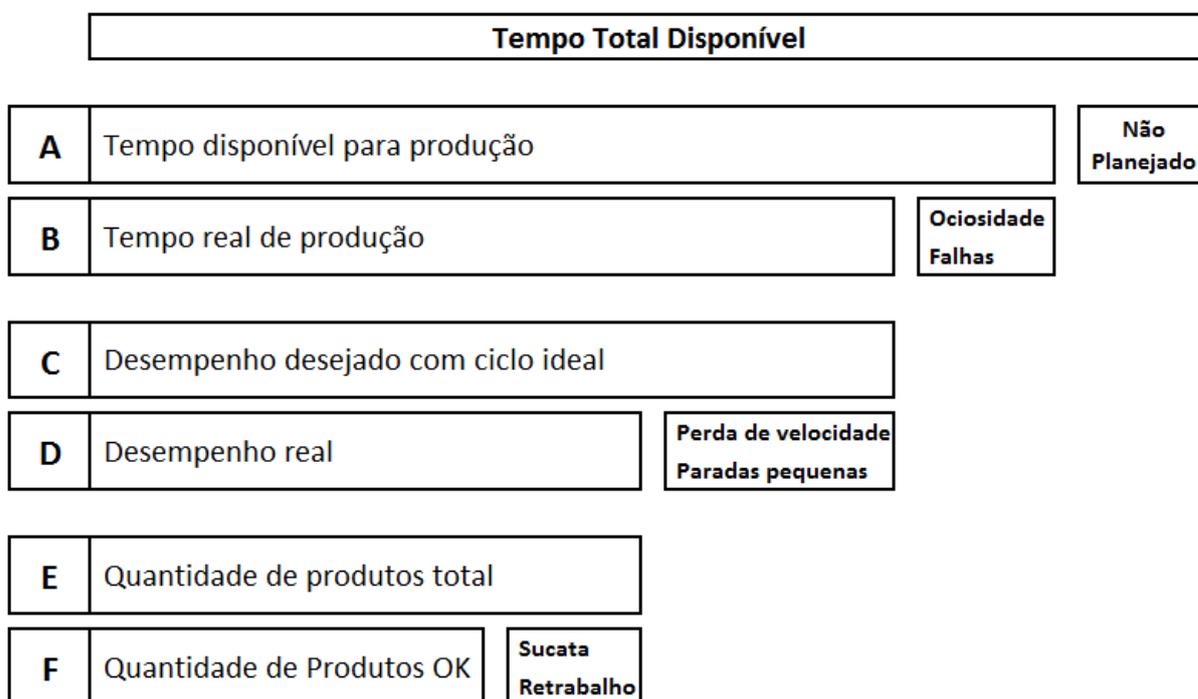
Fonte: adaptado de Santos e Santos (2007).

Em poucas palavras, pode-se afirmar acerca dos três índices segundo Andrade e Scherer (2009):

- Disponibilidade: a disponibilidade de um equipamento é a relação em que o equipamento deveria estar disponível para produção o tempo que ele efetivamente está produzindo;
- Performance: considera as pequenas paradas e a velocidade do equipamento constituindo-se em um indicador que mostra se a máquina está trabalhando na velocidade especificada;
- Qualidade: reflete a quantidade de peças que atendem os requisitos para seguir no processo frente ao total de peças produzidas.

A visão dos três índices fornece um panorama completo sobre a realidade da máquina estudada. Conforme Hansen (2006), esse é um índice que é facilmente calculado, e pode mostrar o tamanho da “fabrica oculta”. Uma representação da sistemática de cálculo do OEE está apresentada na Figura 9.

Figura 9: Sistemática de cálculo do OEE.



$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{OEE} & = & \text{B/A} & \times & \text{D/C} & \times & \text{F/E} \\
 \text{Índice da} & & \text{Índice de} & & \text{Índice de} & & \text{Índice de} \\
 \text{Eficácia Global} & & \text{Disponibilidade} & & \text{Desempenho} & & \text{Qualidade}
 \end{array}$$

Fonte: Adaptado de Santos e Santos (2007, p. 5).

Segundo Chiaradia (2004), os índices do OEE podem ser calculados através das expressões que serão listadas a seguir:

Índice de disponibilidade: este índice responde a seguinte questão: “A máquina está funcionando?”. Para isso, são consideradas as seguintes perdas:

- Perdas de gestão (aguardando programação, falta de operador, falta de ferramental, aguardando produto da operação anterior, etc.);
- Perdas por paradas não programadas (manutenção, setup, aguardando laudo, falta de energia elétrica, etc.).

A equação a seguir refere-se ao cálculo da disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{TRD}}{\text{TC}} \times 100$$

onde:

Tempo de Carga (TC) = Tempo teórico disponível – paradas programadas (hrs)

Tempo Real Disponível (TRD) = Tempo de Carga – paradas não programadas (hrs)

Índice de Performance: o segundo índice responde a seguinte questão: “A máquina está rodando na velocidade máxima?”. Equação da performance:

$$\text{Performance (\%)} = \frac{\text{Peças Produzidas (pçs)}}{\text{Tempo Standard} \times \text{Tempo Real Disponível}} \times 100$$

Índice de Qualidade: o terceiro índice que compõe o OEE responde a seguinte questão: “A máquina está produzindo com as especificações certas?”. Equação da qualidade:

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Peças Produzidas} - \text{Peças Refugadas} - \text{Peças Retrabalhadas}}{\text{Peças Produzidas}} \times 100$$

Conforme já visto anteriormente, então, o cálculo do OEE pode ser obtido através da multiplicação destes três índices.

Conforme Hansen (2006), o resultado global da eficiência deve ser classificado da seguinte forma:

- Menor que 65% é considerado um índice inaceitável e devem ser tomadas ações o mais breve possível;
- Entre 65% e 75% é considerado bom;
- Entre 75% e 85% é muito bom, o que demonstra potencial para atingir o nível mundial;
- Acima de 85% é considerado equivalente a uma empresa de classe mundial, sendo este número considerado um referencial de eficiência dentro das empresas.

Por fim, pode-se concluir que:

O OEE basicamente uma medida de quanto o equipamento está efetivamente trabalhando, cujo índice consegue reportar perdas por paradas através da disponibilidade, perdas no desempenho através da performance e através de perdas de qualidade. Para gerar estas informações não é necessária uma grande quantidade de dados de entrada. Dados que antes já eram controlados, como tempo de ciclo e quantidade de peças boas, alimentam esse novo sistema (ANDRADE; SCHERER, 2009, p. 5).

### 3 METODOLOGIA

Como metodologia utilizada para o presente trabalho, adotou-se a pesquisa-ação, pois é onde ocorre o envolvimento do pesquisador com o projeto em questão.

#### 3.1 DEFINIÇÃO

A pesquisa-ação pode ser melhor definida por Thiollent como:

[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT *apud* GIL, 2002, p. 55).

#### 3.2 ETAPAS E CARACTERÍSTICAS

O planejamento e elaboração da metodologia da pesquisa-ação difere significativamente dos outros tipos de pesquisa já considerados. Não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque, além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores, dos envolvidos e dos grupos interessados, que acontece nos mais diversos momentos da pesquisa (GIL, 2002).

Ainda segundo o autor anterior, na pesquisa-ação, ocorre uma constante rotatividade entre as fases, que acaba sendo determinado pela dinâmica do grupo de pesquisadores em seu relacionamento com a situação pesquisada. Assim, é possível apresentar alguns conjuntos de ações que, embora não ordenadas no tempo, podem ser consideradas como etapas pertencentes da pesquisa-ação. São elas:

- Fase exploratória;
- Formulação do problema;
- Construção de hipóteses;
- Realização do seminário;
- Seleção da amostra;
- Coleta de dados;
- Análise e interpretação dos dados;

- Elaboração do plano de ação;
- Divulgação dos resultados.

Porém, de acordo com Thiollent (1997), embora o projeto de pesquisa-ação não tenha forma totalmente pré-definida, considera-se existir, pelo menos, quatro grandes fases (exploratória, pesquisa aprofundada, ação e avaliação), onde, no início da experiência, essas fases são sequenciais, mas na prática existe, entre as três últimas, um tipo de vaivém, ou mesmo de simultaneidade da pesquisa e da ação.

Thiollent (1997) define os pressupostos de cada uma destas fases:

- Exploratória: pesquisadores e membros da organização, na situação investigada, começam a detectar os problemas, os atores, as capacidades de ação e os tipos de ação possível. Nesse contexto, através do presente projeto de TFC, será realizada a análise da situação atual da empresa em questão a fim de detectar os principais problemas da gestão da produção, mais precisamente na questão da falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção da empresa;

- Pesquisa aprofundada: é considerada a fase mais longa, onde são deliberadas possíveis ações transformadoras para se direcionar a investigação por meio de diversos tipos de instrumentos de coleta de dados, que são discutidos e progressivamente interpretados. Nesse sentido, a presente pesquisa realizará a coleta dos dados já existentes, paralelamente à coleta dos dados obtidos e gerados pelo sistema CODI, para futuras comparações e verificações;

- Ação: consiste, com base nas investigações em curso, em difundir os resultados, definir objetivos alcançáveis por meio de ações concretas, e apresentar propostas que poderão ser negociadas entre as partes interessadas. Dessa forma, para atender os requisitos da pesquisa, serão apresentados todos os benefícios obtidos com o novo sistema (CODI) bem como suas vantagens para a empresa em questão e, assim, proporcionar o alcance de novos objetivos;

- Avaliação: tem por objetivos observar e redirecionar o que realmente acontece, bem como resgatar o conhecimento produzido no decorrer do processo de pesquisa-ação. Assim, após analisar a situação atual da empresa, implantar o sistema CODI, analisar os dados obtidos e apresentar as vantagens, será feita uma análise geral, podendo assim apresentar o sucesso da implantação do sistema bem como possíveis incrementos e melhorias para resultados ainda melhores.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Primeiramente é importante relembrar que o presente trabalho tem como tema principal, anteriormente já mencionado, a "implantação de um sistema de gerenciamento da produção integrado (via *software* e *hardware*), visando a solução de problemas relacionados a falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção".

Busca conseqüentemente solucionar o seguinte problema de pesquisa: Como resolver o problema da falta de um controle efetivo no sistema de gestão da produção da empresa Metalúrgica Netz Ltda.?

Por fim, o objetivo principal deste trabalho é: implantar o sistema de gerenciamento da produção integrado (por software) CODI na empresa Metalúrgica Netz Ltda.

A metodologia de pesquisa utilizada é a pesquisa-ação.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS E SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

O objetivo desse capítulo é apresentar a empresa concedente e relacioná-la com os cinco principais tópicos da Revisão da Literatura (Tópico 2), ou seja, mostrar como é o sistema de administração da produção, qual tipo de sistema citado se enquadra no caso, o modelo de SAP utilizado, bem como os tipos de indicadores frequentemente usados.

#### 4.1.1 A empresa concedente

A empresa concedente, ou seja, onde foi realizado o presente trabalho, é a Metalúrgica Netz Ltda.

A Metalúrgica Netz (na época chamada Metalúrgica Oxi-corte) teve início das suas atividades em novembro de 1993, quando na época a então lochpe Maxion S.A., começou com um processo de terceirização de componentes de suas máquinas automotrizes, oferecendo assim uma oportunidade para novos fornecedores.

Assim, com uma máquina de oxi-corte cedida em regime comodato, a empresa nasceu, com 2 funcionários em um prédio alugado de 250m<sup>2</sup>, localizado na saída para Guarani das Missões, na cidade de Santa Rosa - RS.

Logo, em maio de 1994, a empresa adquiriu um prédio próprio de 360m<sup>2</sup> e continuou a crescer em todos os sentidos. Já em junho de 1998 adquiriu um novo terreno (ao lado da AGCO do Brasil) de 15.000m<sup>2</sup> e em agosto de 2002 começou a construção da nova planta fabril, visando atender a maior demanda e expandir seu mercado.

Foi em maio de 2003, que a Metalúrgica Netz oficialmente mudou-se para sua nova planta onde permanece até hoje, no endereço Rodovia RS 344, Km 43,5 - Saída para Giruá - RS.

Hoje a Metalúrgica Netz conta com um quadro de aproximadamente 280 funcionários e fabrica componentes e conjuntos montados para linha automotiva agrícola. Também possui uma linha de produtos próprios, como implementos agrícolas para o pequeno e médio agricultor.

#### **4.1.2 Tipos de sistema de produção da empresa**

Com relação ao tópico 2.2.1 (Tipos de sistemas de produção), a empresa enquadra-se mais no tipo "Sistema de produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente)", pois o tipo de arranjo físico é funcional (ou por processo) onde os equipamentos e as habilidades dos operários são agrupados em conjunto, centros de trabalho, ou ainda mais comumente usado, em setores.

#### **4.1.3 Modelo de SAP utilizado**

Também, conforme os modelos de sistema de administração da produção, citados no tópico 2.3, a empresa adota o modelo de sistema de produção programada (MRP), mais precisamente o ERP.

O MRP, resumidamente, possibilita que as empresas calculem quanto material de determinado tipo é necessário e em que momento. Para fazer isso, o MRP utiliza os pedidos em carteira, assim como previsões de pedidos que a empresa acredita que irá receber. O MRP verifica, então, todos os componentes

necessários para completar tais pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

No caso da empresa, o ERP é utilizado, pois é um modelo mais completo e mais significativo que o MRP e atualmente é amplamente utilizado pela maioria das empresas.

Relembrando uma definição bem elaborada de um sistema ERP, por Chambers e Johnston (2002), que explicam que os sistemas ERP possibilitam que as decisões e a base de dados de todas as partes da organização sejam integradas, de modo que as consequências das decisões de uma parte da organização sejam refletidas nos sistemas de planejamento e controle da produção de todo o restante da organização.

Para isso, a empresa utiliza-se de um *software ERP* chamado "Dédalus", desenvolvido pela empresa Tecnicon Sistemas Gerenciais, de Horizontina - RS.

#### **4.1.4 Indicadores**

Os indicadores são base essencial para qualquer organização, seja de pequeno ou de grande porte, pois o desempenho de uma organização só é gerenciável na medida em que se tem os números indicadores referentes às várias situações da empresa.

Sem os números, não existem parâmetros, não se tem base sólida para qualquer análise confiável e ainda mais, torna-se muito difícil a tomada de ações necessárias para qualquer tipo de melhoria, ou mudança. Inclusive qualquer argumento a nível de gerência pode perder seu valor, quando não houver números indicativos.

A Metalúrgica Netz utiliza-se de vários tipos de indicadores para monitorar as mais diversas áreas da empresa. Exemplo disso são: os indicadores de faturamento, entregas no prazo, índices de não-conformidades, peças rejeitadas, etc.

Lembrando Johnson e Kaplan *apud* Santos e Santos (2007, p. 2), sobre a utilização de indicadores financeiros: "a utilização de indicadores de desempenho de cunho não financeiro para avaliar o desempenho mensal da empresa. Argumentam que apenas a utilização de indicadores financeiros já não reflete o desempenho recente da organização".

Com base nisso e outros fatores, a empresa viu-se obrigada a buscar algo mais concreto a nível de uma otimização de seus recursos produtivos, pois gerenciar a "produtividade" está diretamente relacionado ao monitoramento constante e eficiente de seus recursos produtivos.

Quando se fala em produtividade, pode-se relacioná-la a uma série de indicadores da produtividade, um desses exemplos é a disponibilidade que, conforme visto anteriormente (tópico 2.5.4), pode ser medida pela relação entre o tempo real de produção (considera-se aqui as micro-paradas e ociosidades) e o tempo disponível para produção.

A gerência da empresa, juntamente com seus analistas de processos, perceberam que ao longo dos anos não houve qualquer tipo de controle específico sobre os seus recursos produtivos, mas apenas uma série de experiências dedutivas para as análises nesse período, como: conhecimento de fábrica, conhecimento técnico das próprias máquinas operatrizes, observação dos operadores das máquinas, reuniões, observação dos tipos de paradas que estavam ocorrendo, tempo perdido com atividades paralelas ou secundárias às da operação em si, ociosidades e ainda outras. Muito poderia ser melhorado.

Verificou-se que poderiam ser melhorados os tempos de produção e motivos de parada, principalmente, o que uma vez controlado e conscientizado para o operador poderia eliminar grande parte dessas ociosidades e atacar os principais motivos de parada das máquinas, enfim, ter um indicador confiável em mãos. Com isso, conseqüentemente, tem-se reduções de custos e aumento da produtividade, sem necessariamente interferir em outras áreas da empresa.

Para ter dados concretos como estes, teoricamente, a empresa precisaria ter um funcionário disponível exclusivamente para cada um dos recursos produtivos (fala-se aqui em máquinas operatrizes), medindo com um cronômetro os tempos em que a máquina realmente esteve produzindo, os tempos de paradas, quais os tipos de paradas, tempos de setup, tempo em manutenção, etc. Tudo isso precisaria ser anotando constantemente em uma tabela para posterior análise.

Obviamente isso é inviável, dado aos altos custos envolvidos, número de funcionários específicos para cada tarefa, entre outras séries de restrições operacionais. Um dos grandes motivos dessa inviabilidade é que hoje existem sistemas (*softwares* e *hardwares*) muito eficientes que realizam esse tipo de serviço.

Com isso, a empresa passou a buscar um sistema que fosse completamente integrado, via *software*, através da comunicação das máquinas para um servidor que pudesse coletar esses dados e os disponibilizar em tempo real para visualização na tela do computador.

## 4.2 PROCESSO DE DECISÃO E ESCOLHA DO SOFTWARE

Com base nas análises feitas pela empresa, anteriormente citadas, e um processo de *benchmarking* (foram analisadas diversas empresas que realizam esse tipo de serviço, e com sucesso), chegou-se na empresa CODI, de Caxias do Sul - RS, cuja proposta foi melhor aceita pela empresa e adotada já a compra de um lote para o projeto piloto.

As informações e características do Sistema CODI encontram-se na próxima etapa e estão detalhadamente explicadas, com dados obtidos da própria empresa.

### 4.2.1 O sistema CODI

A CODI desenvolve soluções para otimização de processos produtivos, focada no ganho de competitividade de seus clientes, através da melhoria contínua. Suas soluções atendem os mais diversos segmentos do mercado, desde metal-mecânico, moveleiro, indústria plástica, usinagem, automotivo, têxtil e muitos outros.

As informações fornecidas pela CODI permitem:

- ✓ Reduzir significativamente os custos operacionais;
- ✓ Aumentar a eficiência do planejamento produtivo;
- ✓ Aperfeiçoar os critérios de cálculos de custos;
- ✓ Reduzir os tempos de processamento;
- ✓ Melhorar continuamente os processos produtivos;
- ✓ Dimensionar os estoques;
- ✓ Evolução constante na lucratividade.

A CODI vai muito além do fornecimento de produtos, ela fornece soluções baseadas nas informações coletadas no chão de fábrica, é possível gerar estudos estatísticos e análises gráficas dos dados apontados. Para isso ela ainda

disponibiliza uma equipe de consultores capacitados que poderão auxiliar na utilização das ferramentas do sistema.

Este produto é resultado do conhecimento de profissionais especialistas das mais diversas áreas, como engenharia da produção, elétrica, mecânica, automação, administração, computação, qualidade e outras. Esta equipe de profissionais tem como objetivo o aprimoramento constante para que a CODI possa fornecer soluções cada vez mais simples na utilização e eficientes nas tomadas de decisões.

Atendendo as necessidades gerais e específicas dos clientes, com *software* e *hardware*, a CODI orgulha-se de dispor seu sistema configurado para atender as necessidades de seus clientes, ou integrações com outras aplicações disponíveis nas empresas.

Características do sistema CODI:

a) Controle dos recursos produtivos da empresa:

- ✓ Fornece dados para a obtenção de melhores níveis de produtividade;
- ✓ Controla a eficiência e o rendimento das máquinas utilizadas na produção, histórica e em tempo real;
- ✓ Controla as Ordens de Produção.

b) Consultas disponíveis:

- ✓ Tempos (produção, parada, setup e espera);
- ✓ Eficiência, produtividade, rendimento, OEE (Overall Equipment Effectiveness);
- ✓ Motivos de paradas e refugos;
- ✓ Evolução de paradas e refugos, comparando com históricos;
- ✓ Ordens de produção e serviço;
- ✓ Comparativo de tempo padrão x tempo real;
- ✓ Quantidade produzida (boa, refugo);
- ✓ Consulta em tela maior de recursos;
- ✓ Gráficos de produção, parada, setup e espera;
- ✓ Relatórios em formato HTML, PDF, XLS com gráficos;
- ✓ Relatório por e-mail.

Lembrando que o índice OEE, explicado no tópico 5.5, é o "coração" do Sistema CODI, o qual definirá a eficiência geral do equipamento analisado. É o que se busca como resultado final.

c) Independência de Sistema Operacional e Bloqueio de Máquina:

✓ O coletor pode travar a máquina até que seja informado o motivo da parada;

✓ Também pode travar a máquina quando quantidade pré-estabelecida na ordem de produção for atingida.

d) Permite o cadastro de:

✓ Fábricas, Centros de Custos, Setores, etc.;

✓ Máquinas e equipamentos ou Grupos semelhantes;

✓ Motivos de Parada e Refugo;

✓ Peças, Operações, Operadores e Tempos padrão;

✓ Ordens de Produção ou Serviço.

e) Entrada de dados:

✓ Via computador;

✓ Coletores;

✓ Sensores para detecção automática de paradas (utilizando coletor de dados);

✓ Leitor de código de barras, balanças eletrônicas e outros.

f) Estado on-line das Máquinas e Ordens de Produção ou Serviço:

✓ Fornece dados para a obtenção de melhores níveis de produtividade;

✓ Controla a eficiência e o rendimento das máquinas utilizadas na produção, histórica e em tempo real;

✓ Controla as Ordens de Produção.

g) Benefícios/vantagens do sistema:

✓ Melhora o gerenciamento da capacidade instalada;

✓ Melhora o controle da produção e situação das Ordens de Produção;

✓ Rastreabilidade total do processo, tal como: itens, ordens de produção, operadores, ferramental, equipamentos, números de série, lote de produção, datas...;

✓ Controle total sobre as paradas;

✓ Elimina diários de ocorrências e planilhas de apontamento manuais;

✓ Aumenta a segurança nas decisões de investimentos;

✓ Aumenta a confiabilidade nas informações;

✓ Estoque melhor dimensionado;

- ✓ Histórico de manutenção de máquinas ou ferramentas;
- ✓ Elimina erros provenientes de cálculos manuais;
- ✓ Controle de utilização e eficiência;
- ✓ Facilita o acesso aos dados, pois são armazenados eletronicamente;
- ✓ Agiliza a Coleta dos Dados;
- ✓ Elimina a necessidade do registro de dados em papel;
- ✓ Possibilita a adaptação de acordo com as necessidades do cliente;
- ✓ Informação de dados em tempo Real;
- ✓ Informação em qualquer lugar do mundo protegida com senha;
- ✓ Totalmente web;
- ✓ Produto 100% nacional (*hardware e software*).

#### **4.2.2 Instalação do sistema**

Em negociações entre a empresa e a CODI, ficou definido em um primeiro momento a compra de um lote mínimo de cinco aparelhos para testes e para a empresa "ver e sentir" como o sistema funciona. Posteriormente, caso o sistema for de real interesse para a empresa, será provável que ela adquira novos aparelhos para outras máquinas.

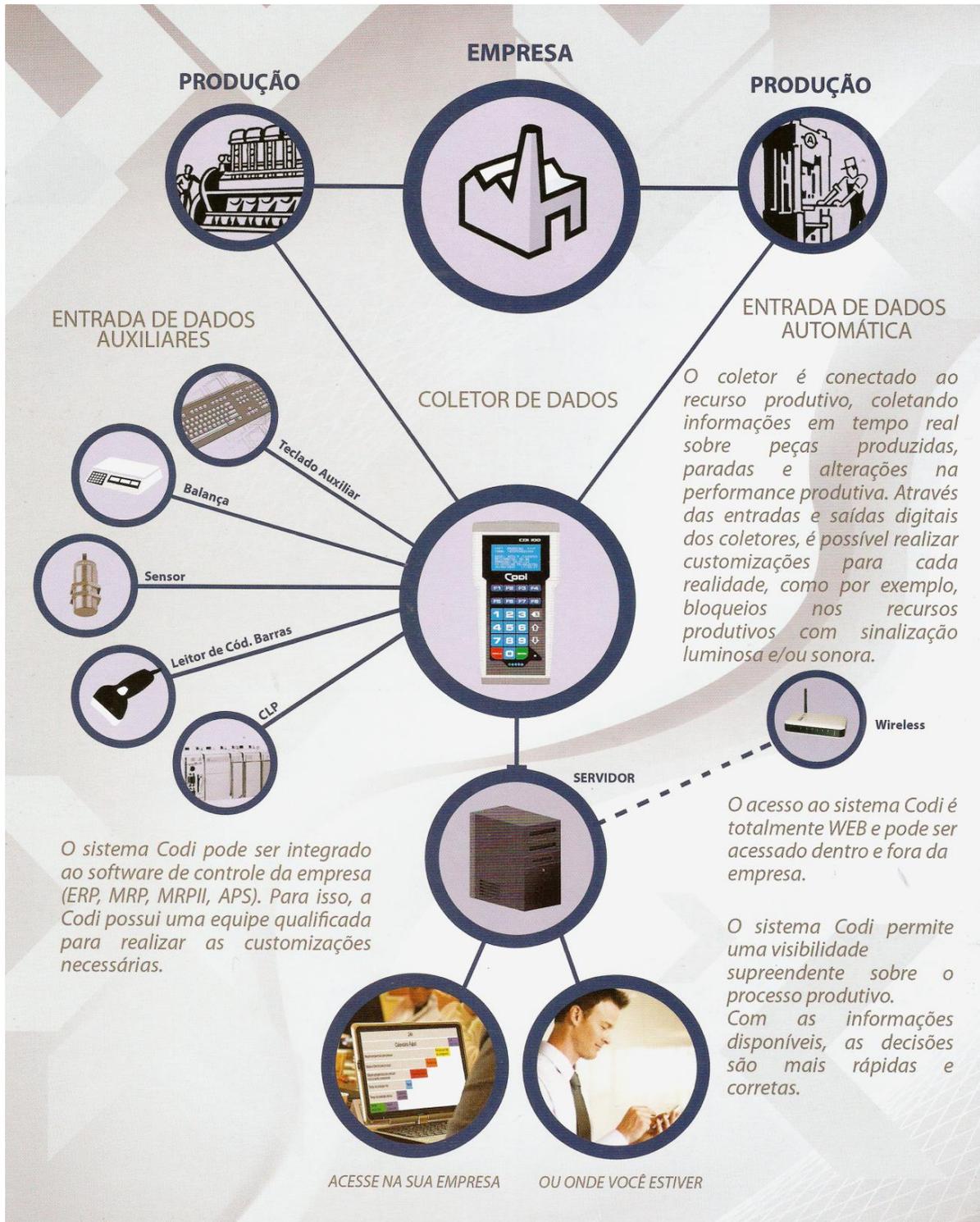
Os cinco aparelhos coletores adquiridos (um coletor é composto pelo *hardware* o qual é instalado junto ao comando numérico da máquina, o aparelho coletor e um leitor de código de barras) foram distribuídos da seguinte maneira: dois nos centros de usinagem e três nas dobradeiras.

O foco de pesquisa deste trabalho é analisar mais precisamente as dobradeiras que estavam apresentando maiores gargalos (ociosidades), e também onde os ajustes do sistema foram melhor implementados em primeira mão.

A instalação dos aparelhos ocorreu no final de novembro de 2011, onde durante esse período até final de dezembro, estava destinado aos ajustes do programa e primeiros testes, mas sem gerar relatórios precisos. No geral, foi preciso instalar o *hardware* nas máquinas e os coletores, e também a empresa adquiriu um servidor próprio para o sistema CODI, o qual recebe e armazena todos os dados gerados pelas máquinas.

A Figura 10 mostra precisamente como funciona o esquema de funcionamento do sistema CODI.

Figura 10: Esquema de funcionamento do sistema CODI.



Fonte: Empresa CODI.

### 4.2.3 Ajustes do sistema

Para que o sistema funcione corretamente, ou seja, forneça os dados de forma precisa e coesa, foi preciso definir todos os ajustes e parâmetros para o Sistema CODI, conforme o funcionamento de cada uma das três dobradeiras.

Para isso, foi necessário cadastrar as informações dos recursos (dobradeiras) como: turnos de trabalho de cada máquina (horários de trabalho bem como de intervalos), cadastrar os motivos gerais de parada (aqueles relativos ao recurso produtivo, os não-relativos, setup, etc.) e paradas individuais (micro-paradas), cadastrar os operadores, bem como ensinar sobre o funcionamento do sistema e como cada operador deveria proceder.

Esses ajustes encontram-se detalhados no APÊNDICE A.

## 4.3 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

Um fato muito importante a ser considerado pelo Sistema CODI, e isso foi fornecido pela empresa e adotado por todo tipo de sistemas integrados de gerenciamento da produção, é que toda empresa que passa a utilizar esse tipo de sistema de gerenciamento da produção integrado, obtém automaticamente um ganho de 20 até 30% na produtividade (mais precisamente em termos de tempos) nos primeiros meses, com a redução dos tempos ociosos nos processos produtivos.

A razão deste fato é que, após a implantação do sistema, os operadores são conscientizados que existe um controle maior sobre os tempos produtivos e qualquer motivo de parada que houver tem que ser informado. Dessa maneira o operador se vê comprometido a registrar cada motivo de parada, pois caso contrário, o sistema bloqueia o uso da máquina e o operador não pode operar enquanto não informar o motivo.

Conforme citado anteriormente, como não existia antes um parâmetro ou indicador para registrar os dados obtidos pelas máquinas e saber qual a situação atual da empresa em relação à disponibilidade, foi estabelecido que no primeiro mês de uso (janeiro de 2012), o sistema apenas iria coletar os dados das máquinas para poder ter uma noção sobre a situação das dobradeiras, em termos de tempos produtivos e não-produtivos.

Para que os operadores não fossem induzidos a interferir no sistema no mês de janeiro e para que as máquinas continuassem a operar como sempre vinha sendo trabalhado, não foi acionado o sistema de "bloqueio em parada" (sistema que bloqueia o uso da máquina após um período, denominado de *timeout*, até que seja informado o motivo de parada) para as micro-paradas. O *timeout* (tempo que passa a contar a partir do último acionamento da máquina até um limite estabelecido) seria de três minutos, mas como após esses três minutos a máquina não bloquearia, os operadores apenas foram informados que supostamente deveriam informar os motivos de parada após ultrapassar esse tempo. Tudo para não comprometer a alteração dos dados iniciais para aquele período.

#### **4.3.1 Acerca do índice OEE**

Já foi apresentado que o Índice de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) é um produto de três grandes indicadores: disponibilidade, performance e qualidade.

Os indicadores de performance e qualidade só são possíveis de ser obtidos caso haja uma integração total do Sistema CODI com o sistema ERP da empresa, pois esses dois requerem dados específicos como por exemplo: número de peças produzidas, número de peças refugadas, informações contidas nas OPs (Ordens de Produção), quantidade dos lotes, tempos de atravessamento, etc.

Esses dados citados anteriormente, apenas encontram-se registrados no sistema ERP da empresa, por isso sempre há necessidade dessa integração. Nesse caso, ainda não foi possível realizar tal integração, pois isso depende de algumas questões operacionais da integração dos sistemas CODI/ERP, e assim as outras duas dimensões ainda estão sendo trabalhadas para que possam ser integradas o mais breve possível.

Então, o índice OEE estará limitado temporariamente apenas ao índice de disponibilidade, o qual analisa os tempos produtivos, tempos não-produtivos e classifica os principais motivos de parada. De qualquer maneira, certamente já é possível observar os ganhos de produtividade apenas com esse indicador, o qual representa e muito grande parte dos tempos analisados.

Sendo assim, os resultados do índice OEE obtidos até então, são calculados de uma maneira muito simples:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

Como Performance e Qualidade ainda não são possíveis, por motivos citados anteriormente, esses dois indicadores serão quantificados com o valor "1", a fim de evitar a anulação da equação e manter neutro o seu valor.

Portanto: **OEE (%) = Disponibilidade x 1 x 1**

O que representa, por enquanto, apenas o índice de Disponibilidade.

#### 4.4 RESULTADOS E ANÁLISES

Como resultados gerados pelo Sistema CODI, obtidos das análises dos primeiros meses, já houve resultados muito interessantes e significativos acerca da disponibilidade e das horas produtivas.

##### 4.4.1 Tabelas e gráficos dos resultados

Os resultados gerados no mês de janeiro de 2012 (onde apenas foram coletados os dados com as máquinas operando como sempre vinha sendo trabalhado) mostraram a situação em que se encontravam as três dobradeiras até então. Pode-se afirmar que a Tabela 1 representa a situação atual da empresa.

Tabela 1: Análise de eficiência geral - janeiro de 2012.

##### ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JANEIRO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/01/2012 a 31/01/2012      Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

Recurso	Turno [h]	Tempo de:			Disponibilidade [%]	Índice de Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
		Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]			
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	347,67	110,65	237,02	31,83%	1	31,83%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	349,73	108,22	241,51	30,94%	1	30,94%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	350,36	112,88	237,48	32,22%	1	32,22%
Total Geral			331,75	716,01	31,66%		31,66%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tem-se, então, os índices de disponibilidade de cada uma das máquinas, em porcentagem:

- Para a Dobradeira DBD001: 31,83%;
- Para a Dobradeira DBD002: 30,94%;
- Para a Dobradeira DBD003: 32,22%;
- Média para as dobradeiras: 31,66%.

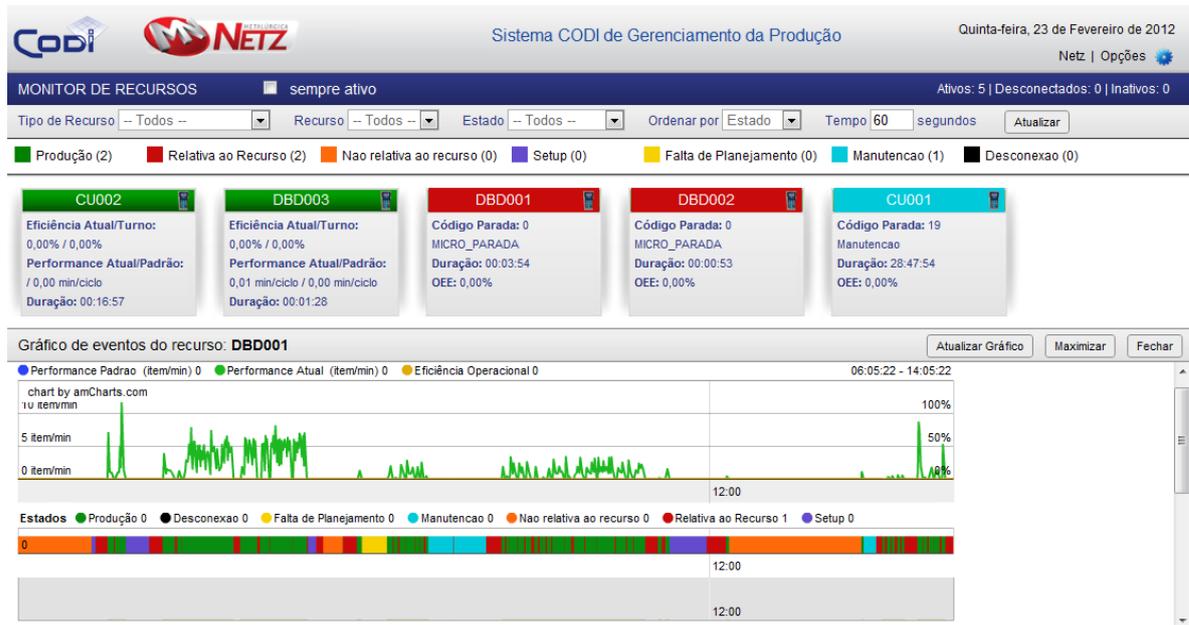
Então, após o mês de janeiro, os operadores receberam um pequeno treinamento e explanação de como funcionaria o sistema e como deveriam proceder. A partir daí, então, alguns ajustes foram modificados. Os principais foram o "bloqueio em parada" que foi acionado para a maioria das paradas (ver Apêndice A) e o *timeout* agora passa a ser de 1 minuto, ou seja, enquanto o operador estiver produzindo (lê-se acionando a subida e descida da dobradeira através do pedal de acionamento), o sistema indicará como "produção".

A partir do momento do último acionamento, se passar 1 minuto, a máquina automaticamente bloqueia, e o operador deve informar o motivo daquela parada. Por exemplo: se houver uma micro-parada de 4 minutos e 12 segundos (ou seja, já bloqueada a máquina, pois passou o *timeout* de 1 minuto), o operador deve informar, através de um leitor de código de barras, o motivo pelo qual parou, como: uma parada para regulagem da máquina, ou calibração da peça, ou até uma ida ao banheiro, por exemplo.

Assim, o sistema registra exatamente quanto tempo a máquina realmente produziu, e quanto tempo ela ficou parada e por quais motivos. Todas essas informações são possíveis de acessar na interface gráfica do sistema, que podem ser visualizadas em qualquer computador da rede interna da empresa, ou até fora empresa, através de um acesso remoto.

A Figura 11 mostra a interface gráfica do sistema CODI.

Figura 11: Interface gráfica do sistema CODI.



Fonte: Empresa.

Agora, com os parâmetros ajustados, o sistema passa a coletar os dados nos meses seguintes. Para fins de resumo, os resultados foram compactados apenas para os índices finais de cada mês, indicando somente os tempos totais em parada e índice de disponibilidade, em uma média total para as três dobradeiras. Foram relatados os seguintes dados, conforme as tabelas a seguir.

Tabela 2: Análise de eficiência geral - fevereiro de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - FEVEREIRO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/02/2012 a 29/02/2012      Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	347,82	128,19	219,63	36,86%	1	36,86%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	349,49	126,08	223,41	36,08%	1	36,08%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	348,17	130,55	217,62	37,50%	1	37,50%
Total Geral			384,82	660,66	36,81%		36,81%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3: Análise de eficiência geral - março de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - MARÇO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/03/2012 a 31/03/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	349,03	138,63	210,40	39,72%	1	39,72%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	351,16	136,51	214,65	38,87%	1	38,87%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	347,68	138,06	209,62	39,71%	1	39,71%
Total Geral			413,2	634,67	39,43%		39,43%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4: Análise de eficiência geral - abril de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - ABRIL 2012 - [RESUMO]

Período: 01/04/2012 a 30/04/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	343,30	146,12	197,18	42,56%	1	42,56%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	348,67	146,81	201,86	42,11%	1	42,11%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	349,99	154,41	195,58	44,12%	1	44,12%
Total Geral			447,34	594,62	42,93%		42,93%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5: Análise de eficiência geral - maio de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - MAIO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/05/2012 a 31/05/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	349,43	158,88	190,55	45,47%	1	45,47%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	349,18	161,15	188,03	46,15%	1	46,15%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	350,36	167,97	182,39	47,94%	1	47,94%
Total Geral			488	560,97	46,52%		46,52%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6: Análise de eficiência geral - junho de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JUNHO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/06/2012 a 30/06/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	350,55	164,24	186,31	46,85%	1	46,85%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	350,23	165,47	184,76	47,25%	1	47,25%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	350,48	168,90	181,58	48,19%	1	48,19%
Total Geral			498,61	552,65	47,43%		47,43%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7: Análise de eficiência geral - julho de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JULHO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/07/2012 a 31/07/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	349,95	171,32	178,63	48,96%	1	48,96%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	350,71	168,12	182,59	47,94%	1	47,94%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	349,68	170,63	179,05	48,80%	1	48,80%
Total Geral			510,07	540,27	48,56%		48,56%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8: Análise de eficiência geral - agosto de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - AGOSTO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/08/2012 a 31/08/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 ; Turno 2 ; Turno 3 ; Turno 4

	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	350,15	170,00	180,15	48,55%	1	48,55%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	348,75	166,32	182,43	47,69%	1	47,69%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	349,78	166,79	182,99	47,68%	1	47,68%
Total Geral			503,11	545,57	47,98%		47,98%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9: Análise de eficiência geral - setembro de 2012.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - SETEMBRO 2012 - [RESUMO]

Período: 01/09/2012 a 30/09/2012 Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1; Turno 2; Turno 3; Turno 4

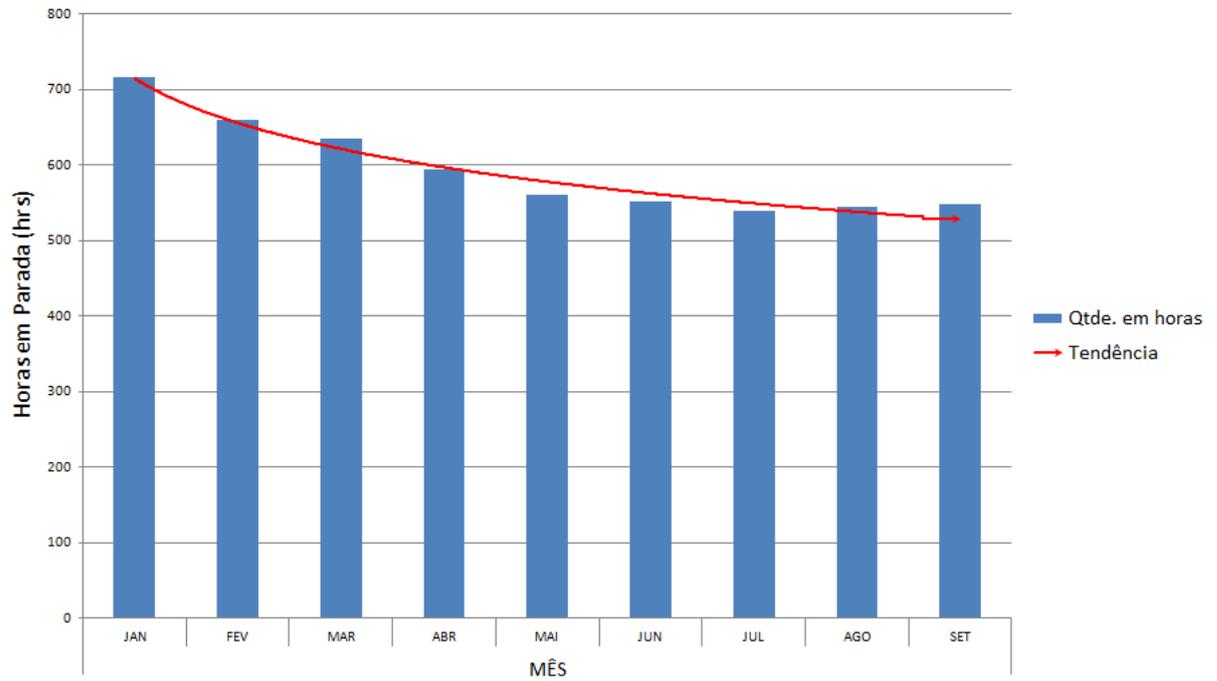
	Tempo de:				Índice de:		
	Turno [h]	Análise [h]	Produção [h]	Parada [h]	Disponibilidade [%]	Performance e Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>							
Total	351,25	348,91	169,53	179,38	48,59%	1	48,59%
<b>DBD002</b>							
Total	351,25	347,72	167,30	180,42	48,11%	1	48,11%
<b>DBD003</b>							
Total	351,25	349,78	166,22	183,56	47,52%	1	47,52%
Total Geral			503,05	543,36	48,07%		48,07%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se analisar, através dos gráficos gerados para os últimos meses, que a partir do momento em que os ajustes foram acertados em janeiro, e os operadores foram conscientizados do que estava acontecendo, houve uma evolução no sentido da diminuição das horas em parada e uma evolução também, conseqüentemente, para o índice de disponibilidade.

É possível observar a evolução das horas em parada com sua respectiva linha de tendência na Figura 12, a seguir.

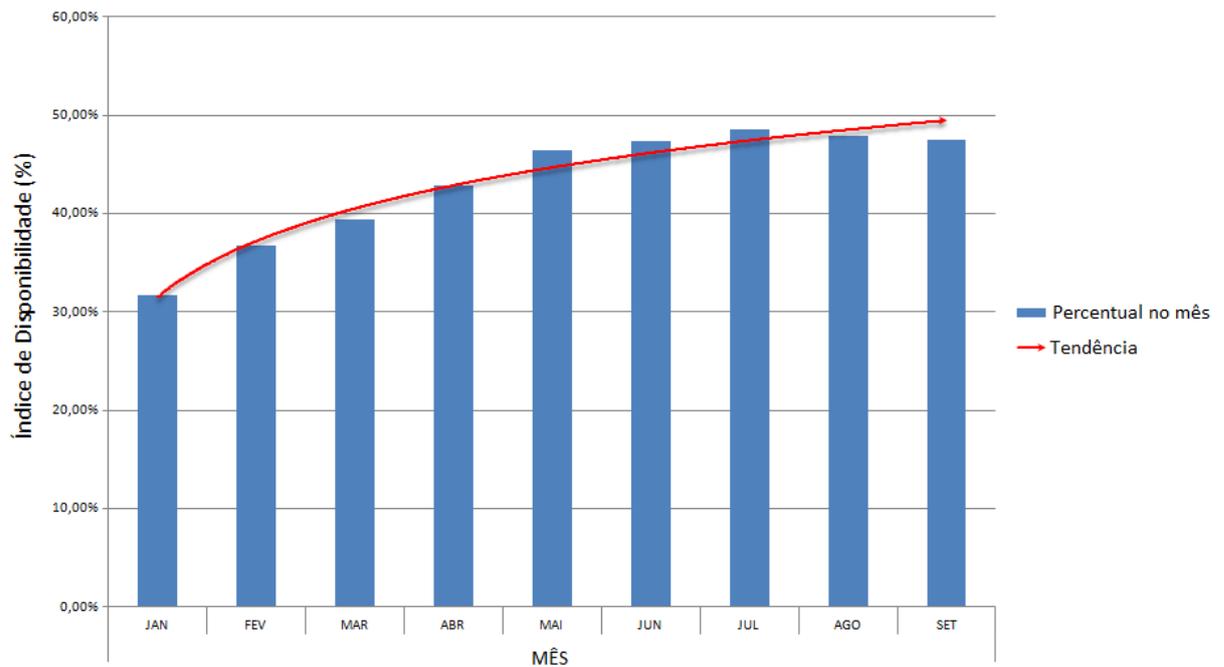
Figura 12: Gráfico da evolução das horas em parada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A próxima figura (Figura 13) mostra a evolução do índice de disponibilidade também com a linha de tendência:

Figura 13: Gráfico da evolução da disponibilidade.



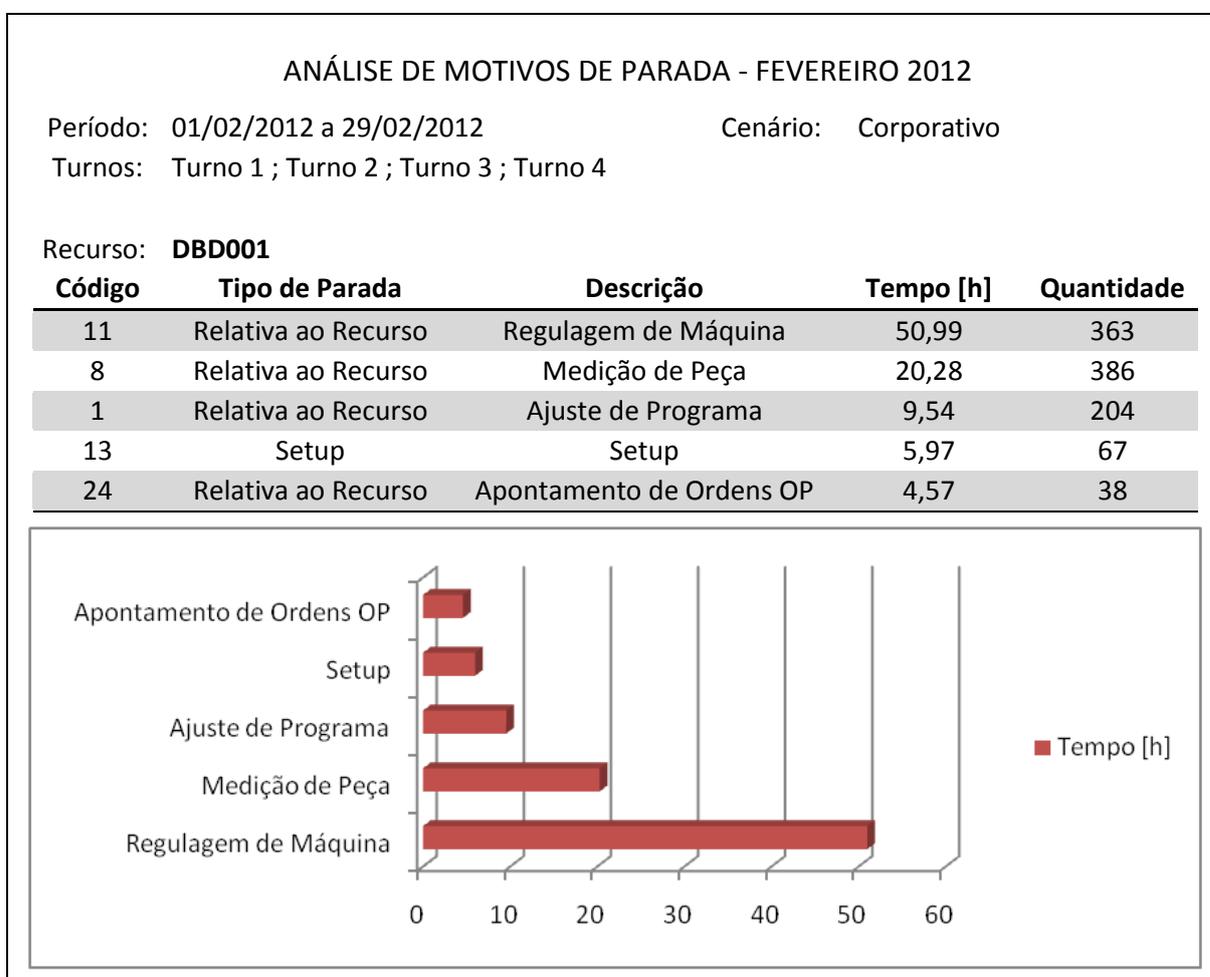
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4.2 Análise dos principais motivos de parada

Por fim, um dos principais pontos a ser considerado, é a análise dos principais motivos de parada gerados pelo sistema. Isso significa que, para cada tempo em horas paradas de cada mês (ver conforme tabelas anteriores), houve vários motivos de parada. O sistema CODI permite visualizar quais foram os principais (de maior incidência) dentro de cada período.

A Figura 14, a seguir, mostra um exemplo.

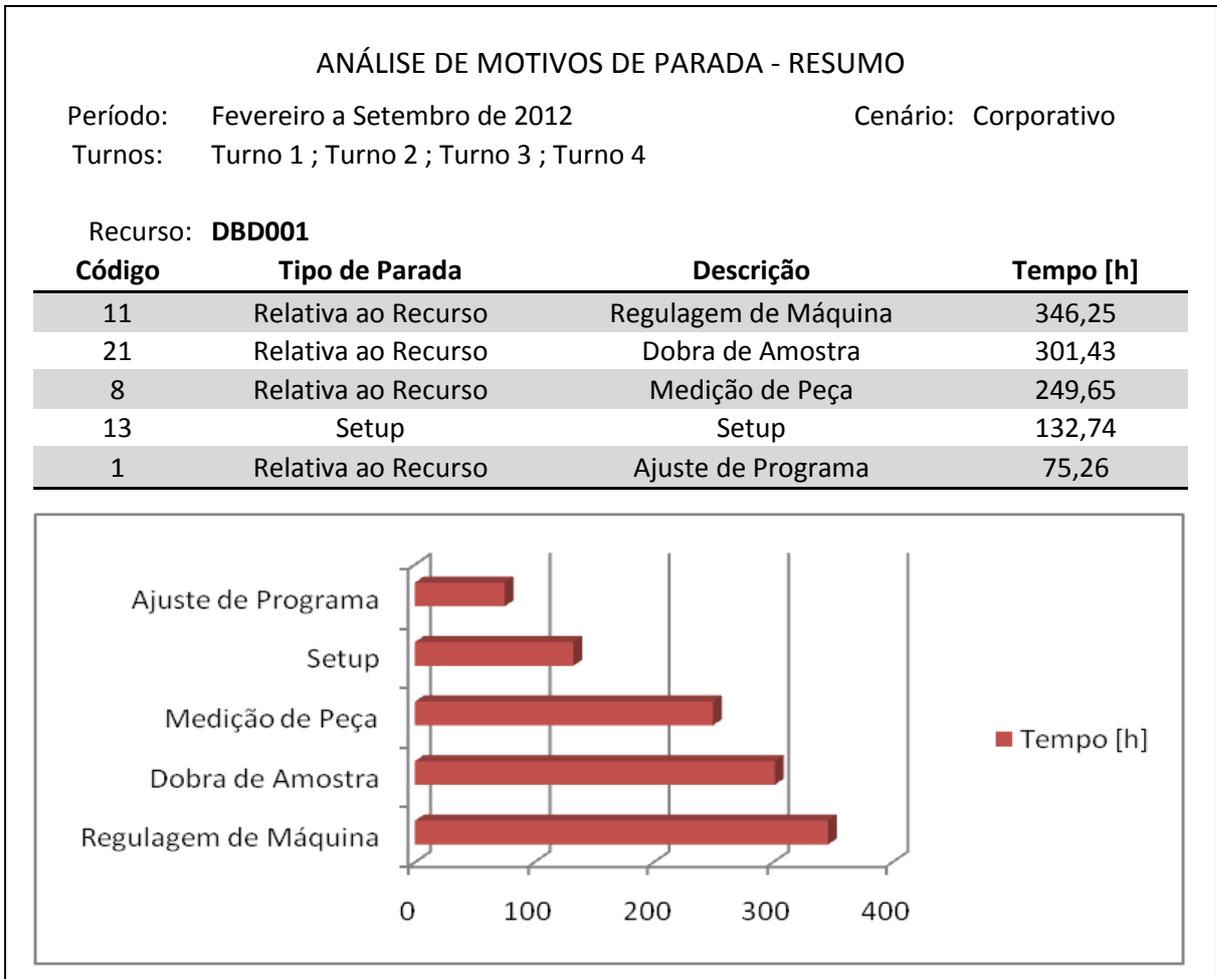
Figura 14: Principais motivos de parada para o recurso DBD001 no mês de fevereiro/2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

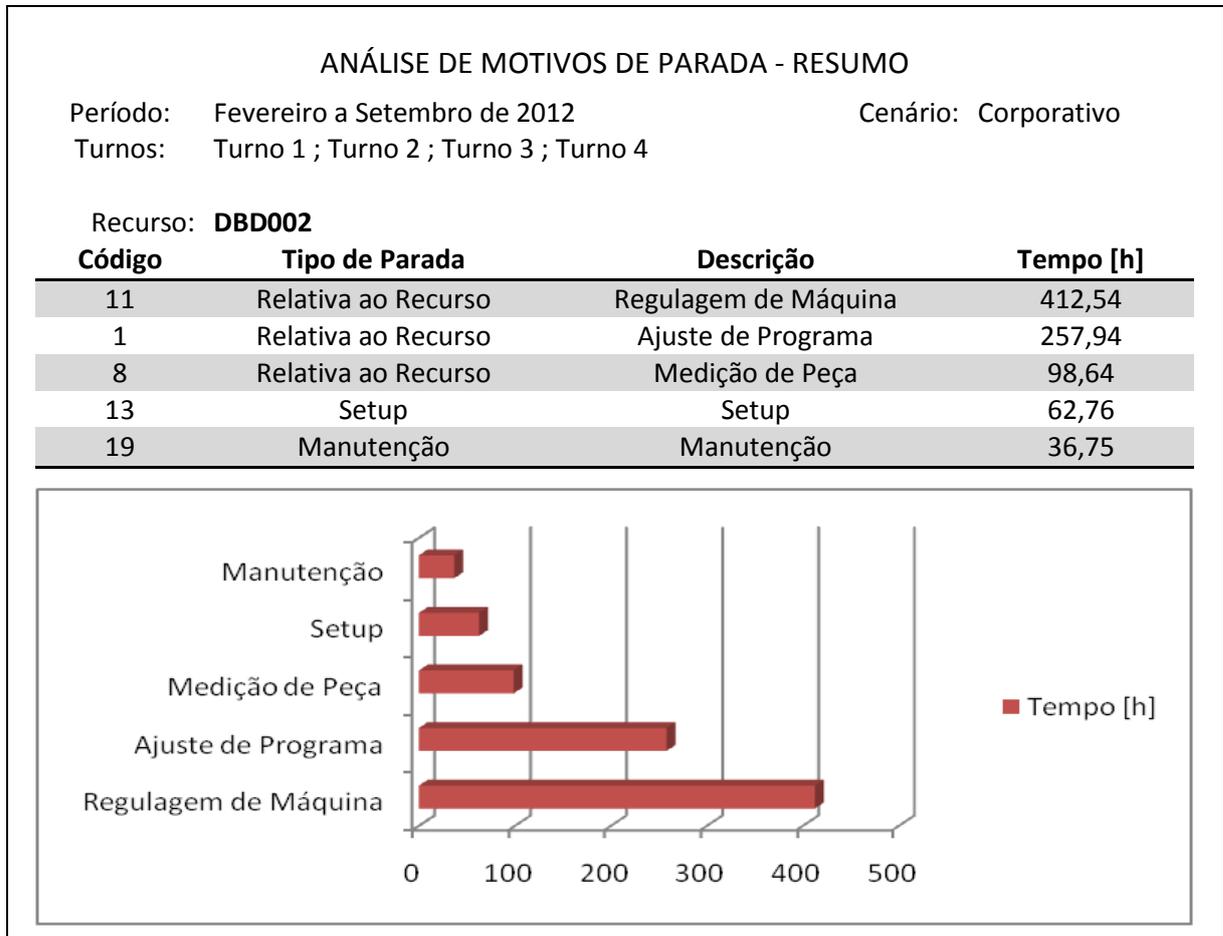
Assim, segue essa sequência para cada recurso e em cada mês de análise. Para não estender em muitos gráficos, foi elaborado um resumo dos principais motivos de parada. Ver Figura 15 seguinte.

Figura 15: Principais motivos de parada para o recurso DBD001 de fevereiro a setembro de 2012.



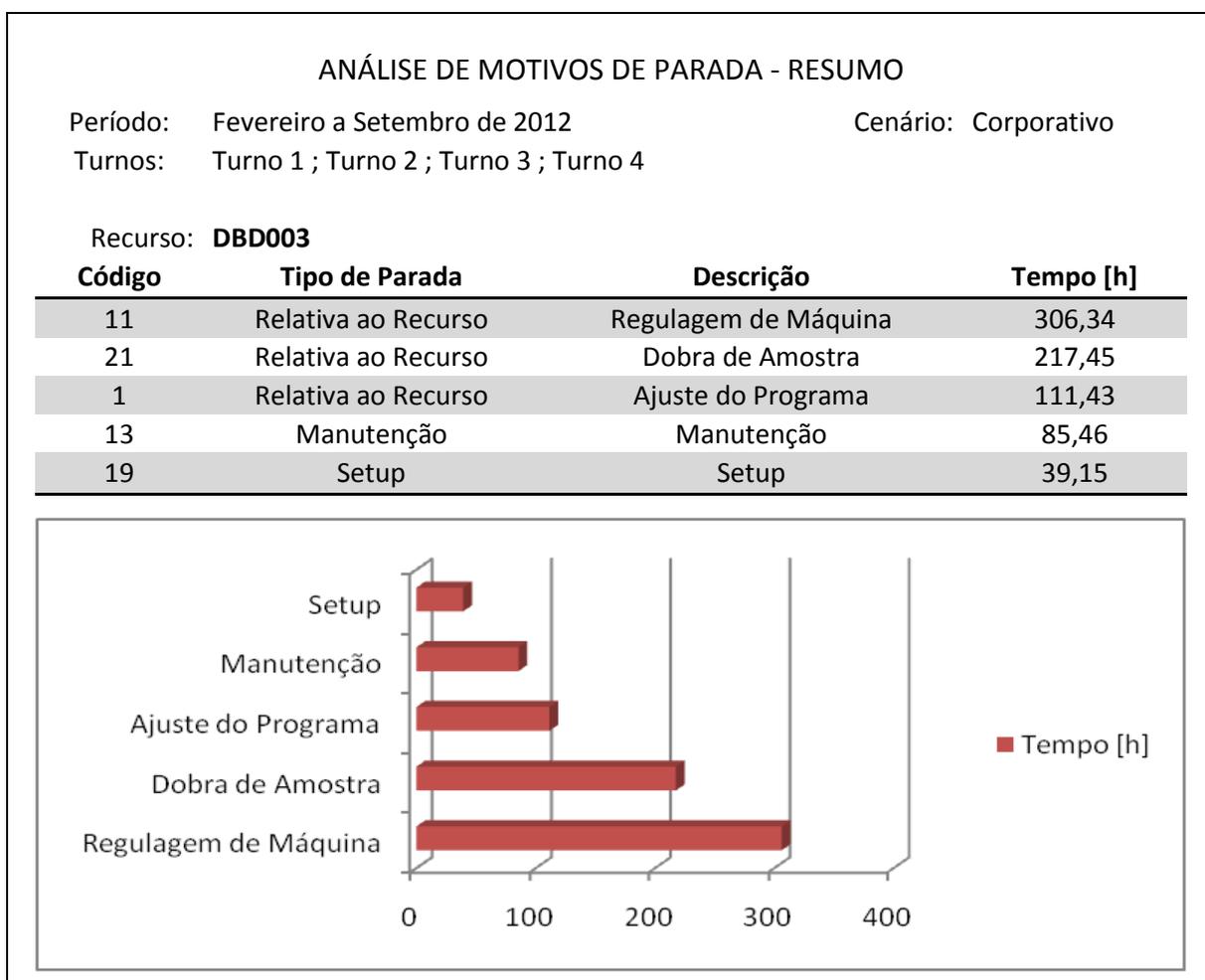
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16: Principais motivos de parada para o recurso DBD002 de fevereiro a setembro de 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Principais motivos de parada para o recurso DBD003 de fevereiro a setembro de 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O importante, ao analisar estes dados e gráficos, é destacar um ponto comum recorrente para as três dobradeiras, que é o motivo "Regulagem de Máquina", onde ocorreram as maiores incidências e maiores tempos perdidos nesse quesito.

Com esses dados, a empresa já pode analisar o porquê dessa recorrência e atacar com foco mais concentrado neste motivo de parada. Obviamente, os outros motivos listados também estão em constantes análises pelos supervisores e operadores com o intuito de diminuir a incidência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, é importante considerar a valor desse trabalho não só para a área acadêmica, mas também para as organizações em geral. Vários assuntos da área da Engenharia de Produção foram abordados e puderam ser trazidos à aplicação em situação real dentro de uma organização, o que proporcionou um entendimento mais claro acerca desses tópicos.

Ficou claro que apenas gerenciando de uma forma mais eficiente os recursos produtivos de uma organização, é possível obter ganhos importantes e significativos de produtividade, otimização de tempos e reduções de custos.

O sistema CODI revelou-se um sucesso em sua aplicação e na geração de dados indicadores provenientes do sistema produtivo. Certamente, com um controle sistematizado via *software* e *hardware*, torna-se bem menos complicado a obtenção desses dados, apresentados ao longo do trabalho.

Os resultados mostraram uma melhora significativa e dentro do que se espera, nos primeiros meses, para um sistema de gerenciamento da produção integrado, apresentando uma redução dos tempos em parada de máquina (dobradeiras no caso) em até quase 24% (23,80%) dentro dos seis primeiros meses e um ganho de 16,31% em disponibilidade de máquina para o mesmo período.

Também foi possível determinar exatamente onde atacar (principais motivos de parada) para melhoria dos processos produtivos mais deficitários. Isso contribui em muito, tanto para os gestores como para os operadores, em saber onde se encontram os principais gargalos das máquinas.

Certamente, com esses resultados, a empresa já planeja adquirir novos aparelhos para análises em outras máquinas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. J. de O.; SCHERER, C. da S. **Estudo de caso da aplicação do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) para diagnóstico e melhoria de produtividade em uma linha de produção automotiva.** In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, out. 2009.

BELÉM, M. S. B.; WANDERLEY, J. M. C. **Indicadores de desempenho como ferramenta para avaliar a gestão estratégica da têxtil limoeiro malhas.** In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, out. 2006.

BROCHU, D. L. OEE – using metrics to manage, improve performance. **Plant Engineering**, p. 40-41, jun. 2007. Trad. de R. B. Netz. Disponível em: <[http://www.plantengineering.com/index.php?id=1792&cHash=081010&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=32498](http://www.plantengineering.com/index.php?id=1792&cHash=081010&tx_ttnews[tt_news]=32498)>. Acesso em: 24 fev. 2012.

CHIARADIA, A. J. P. **Utilização do indicador da eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos:** um estudo de caso na indústria automobilística. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4470/000457034.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 3 abr. 2012.

CLETO, M. G. A gestão da produção nos últimos 45 anos. **Revista FAE BUSINESS**, Curitiba, n. 4, p. 38-41, dez. 2002. Disponível em: <<http://demec.ufpr.br/laboratorios/abprod/artigos/artigo03.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

COGAN, S. Teoria das restrições versus outros métodos de custeio: uma questão de curto ou de longo prazo. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 1, n. 3, p. 7-20, set/dez. 2005. Disponível em: <[http://redalyc.uaemex.mx/src/ini\\_cio/ArtPdfRed.jsp?iCve=117016151002](http://redalyc.uaemex.mx/src/ini_cio/ArtPdfRed.jsp?iCve=117016151002)>. Acesso em: 29 mar. 2012.

FALCONI, V. **O verdadeiro poder.** Nova Lima: Instituto de Desenvolvimento Gerencial, 2009.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do sistema toyota de produção.** In: ALMEIDA, A. T. de.; SOUZA, F. M. C. **Produção & Competitividade:** Aplicações e Inovações. Ed. Recife, UFPE, 2000. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/logba/d/294131-Fundamentos-do-Sistema-Toyota-de-Producao>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

GIAMPIETRO, A. C. et al. **MRP como ferramenta de controle e planejamento.** In: I Encontro Científico e I Simpósio de Educação Unisalesiano, Lins, out. 2007. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC32991159871.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos:** uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HEIDRICH, P. H. L. **Contribuição do MRP na gestão estratégica da manufatura.** In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, Diadema, 2005. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos05/345\\_resende1.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos05/345_resende1.pdf)>. Acesso em: 1 abr. 2012.

KOPAK, S. C. **Uma contribuição à gestão da produção pelo uso da teoria das restrições.** 2003. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia da Produção e Sistemas) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/te\\_arquivos/9/TDE-2010-01-12T121553Z-1340/Publico/SimoneKopak.pdf](http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/te_arquivos/9/TDE-2010-01-12T121553Z-1340/Publico/SimoneKopak.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2012.

LEITE, W. R. **Sistema de administração da produção just in time (JIT).** 2006. Pós-graduação (Pós-graduação em Engenharia da Produção), Instituto de Educação Tecnológica Continuada, Belo Horizonte, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.iete.cnet.com.br/supervisores/artigos/Produ%C3%A7%C3%A3o/Sistema%20de%20Adm%20da%20Produ%C3%A7%C3%A3o/JIT.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

MENDES, J. V.; FILHO, E. E. Sistemas integrados de gestão ERP em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial. **Gestão & Produção**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 277-296, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n3/14570.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2012.

MORAES, L. H.; SANTORO, M. C. **Medida de eficiência em linhas de produção.** In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, out. 2006. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR450311\\_7371.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450311_7371.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2012.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

OENNING, V. et al. **Teoria das restrições e programação linear. Uma análise sobre o enfoque de otimização da produção.** In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, nov. 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0101\\_1441.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0101_1441.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2012.

PORTO, A. J. V.; SACOMANO, J. B.; JÚNIOR, W. A. **Tendências do sistema de gestão da produção quanto às habilidades necessárias para enfrentar os desafios inerentes à estratégia competitiva.** In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, nov. 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0101\\_1641.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0101_1641.pdf)>. Acesso em: 2 fev. 2012.

PROENÇA, E. T. de; TUBINO, D. F. **Monitoramento automático e em tempo real da eficácia global dos equipamentos (OEE) como prática de apoio à manufatura enxuta: um estudo de caso.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, out. 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_113\\_745\\_15827.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_745_15827.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2012.

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ROCHA, D. R. da. **Gestão da produção e operações**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

RODRIGUES, R.; MEZA, L. A. **Utilização do OEE e DEA na análise de desempenho no sistema de manufatura** – um estudo de caso no setor siderúrgico. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, out. 2009.

ROGERS, P.; REIS, E. A. dos; SECURATO, J. R. Teoria das restrições e decisões de longo prazo: o caminho para a convergência. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 11, n. 4, p. 83-99, out/dez. 2006. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rn/article/view/181/150>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

ROSSETTI, E. K. et al. Sistema just in time: conceitos imprescindíveis. **Revista Qualit@s**, Paraíba, v. 7, n. 2, p. 1-6, 2008. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/268/232>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

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. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, out. 2007. 1 CD-ROM.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, C. A. de. **Sistemas integrados de gestão empresarial**: estudos de casos de implementação de sistemas ERP. 2000. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/teses/usp/Souza.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

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

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 13. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YONEDA, A. **A tecnologia da informação em sistemas de medição de desempenho**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Departamento de Computação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004. Disponível em: <<http://www2.dc.uel.br/nourau/document/?view=33>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

## APÊNDICE A - Cadastros Básicos

CADASTROS BÁSICOS									
Recurso	Turnos	Cenários	Tipos de Parada	Micro-paradas	Bloqueio em Parada?				
<b>Dobreadeira</b>	<b>Turno 1</b> 07:30 - 12:00  Seg - Sex	<b>Corporativo</b>	<b>Relativa ao Recurso</b>	Ajuste de Programa	SIM				
				Ajuste de Dispositivo de Dobra	NÃO				
				Apontamento de Ordens OP	SIM				
				Calibração de Peças	SIM				
				Dobra de Amostra	NÃO				
				Medição de Peça	SIM				
				Regulagem de Máquina	NÃO				
				Teste de Viabilidade de Dobra	NÃO				
				<b>Turno 2</b> 13:00 - 17:30  Seg - Qui  Sex: 13:00 - 16:30	<b>Corporativo</b>	<b>Não Relativa ao Recurso</b>	Intervalo	SIM	
							Reunião	SIM	
							Treinamento	SIM	
							Troca de Turno	SIM	
	Banheiro	SIM							
	Falta de Operador	SIM							
	Falta de Instrumento de Medição	SIM							
	Operador Deslocado	SIM							
	<b>Turno 3</b> 18:00 - 22:00  Seg - Qui  Sex: 18:00 - 21:00	<b>Corporativo</b>	<b>Não Relativa ao Recurso</b>				Setup	Setup	SIM
							Falta de Planejamento	Falta de Demanda de Produção	SIM
							Manutenção	Manutenção	SIM
							Desconexão		
	<b>Turno 4</b> 23:00 - 03:15  Seg - Qui  Sex: 22:00 - 01:30	<b>Corporativo</b>	<b>Não Relativa ao Recurso</b>	Relativa ao Recurso					
				Não Relativa ao Recurso					
				Setup					
				Manutenção					
	<b>Fabril</b>	<b>Posto de Trabalho</b>	Relativa ao Recurso						
			Não Relativa ao Recurso						
	<b>Posto de Trabalho</b>	<b>Manutenção</b>	Relativa ao Recurso						
			Não Relativa ao Recurso						
			Manutenção						

## APÊNDICE B - Análise Eficiência Geral - Janeiro de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JANEIRO 2012								
Período:	01/01/2012 a 31/01/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	93,78	25,66	68,12	27,36%	1	1	27,36%
Turno 2	90,50	89,56	27,78	61,78	31,02%	1	1	31,02%
Turno 3	80,00	79,21	27,87	51,34	35,18%	1	1	35,18%
Turno 4	86,25	85,12	29,34	55,78	34,47%	1	1	34,47%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>347,67</b>	<b>110,65</b>	<b>237,02</b>	<b>31,83%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>31,83%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,23	26,45	67,78	28,07%	1	1	28,07%
Turno 2	90,50	89,87	25,45	64,42	28,32%	1	1	28,32%
Turno 3	80,00	79,79	28,34	51,45	35,52%	1	1	35,52%
Turno 4	86,25	85,84	27,98	57,86	32,60%	1	1	32,60%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,73</b>	<b>108,22</b>	<b>241,51</b>	<b>30,94%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>30,94%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,47	27,23	67,24	28,82%	1	1	28,82%
Turno 2	90,50	90,16	27,99	62,17	31,04%	1	1	31,04%
Turno 3	80,00	79,56	29,48	50,08	37,05%	1	1	37,05%
Turno 4	86,25	86,17	28,18	57,99	32,70%	1	1	32,70%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,36</b>	<b>112,88</b>	<b>237,48</b>	<b>32,22%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>32,22%</b>

## APÊNDICE C - Análise Eficiência Geral - Fevereiro de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - FEVEREIRO 2012								
Período:	01/02/2012 a 29/02/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	93,90	33,45	60,45	35,62%	1	1	35,62%
Turno 2	90,50	89,21	31,57	57,64	35,39%	1	1	35,39%
Turno 3	80,00	79,24	31,35	47,89	39,56%	1	1	39,56%
Turno 4	86,25	85,47	31,82	53,65	37,23%	1	1	37,23%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>347,82</b>	<b>128,19</b>	<b>219,63</b>	<b>36,86%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>36,86%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,46	32,45	62,01	34,35%	1	1	34,35%
Turno 2	90,50	90,00	31,78	58,22	35,31%	1	1	35,31%
Turno 3	80,00	79,89	30,87	49,02	38,64%	1	1	38,64%
Turno 4	86,25	85,14	30,98	54,16	36,39%	1	1	36,39%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,49</b>	<b>126,08</b>	<b>223,41</b>	<b>36,08%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>36,08%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	93,43	33,89	59,54	36,27%	1	1	36,27%
Turno 2	90,50	90,09	32,78	57,31	36,39%	1	1	36,39%
Turno 3	80,00	79,68	31,89	47,79	40,02%	1	1	40,02%
Turno 4	86,25	84,97	31,99	52,98	37,65%	1	1	37,65%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>348,17</b>	<b>130,55</b>	<b>217,62</b>	<b>37,50%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>37,50%</b>

## APÊNDICE D - Análise Eficiência Geral - Março de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - MARÇO 2012								
Período:	01/03/2012 a 31/03/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	93,54	35,56	57,98	38,02%	1	1	38,02%
Turno 2	90,50	90,30	34,87	55,43	38,62%	1	1	38,62%
Turno 3	80,00	79,08	33,84	45,24	42,79%	1	1	42,79%
Turno 4	86,25	86,11	34,36	51,75	39,90%	1	1	39,90%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,03</b>	<b>138,63</b>	<b>210,4</b>	<b>39,72%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>39,72%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,42	30,01	64,41	31,78%	1	1	31,78%
Turno 2	90,50	90,50	36,19	54,31	39,99%	1	1	39,99%
Turno 3	80,00	80,00	34,37	45,63	42,96%	1	1	42,96%
Turno 4	86,25	86,24	35,94	50,30	41,67%	1	1	41,67%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>351,16</b>	<b>136,51</b>	<b>214,65</b>	<b>38,87%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>38,87%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	93,73	35,62	58,11	38,00%	1	1	38,00%
Turno 2	90,50	89,29	33,95	55,34	38,02%	1	1	38,02%
Turno 3	80,00	79,20	33,56	45,64	42,37%	1	1	42,37%
Turno 4	86,25	85,46	34,93	50,53	40,87%	1	1	40,87%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>347,68</b>	<b>138,06</b>	<b>209,62</b>	<b>39,71%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>39,71%</b>

## APÊNDICE E - Análise Eficiência Geral - Abril de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - ABRIL 2012								
Período:	01/04/2012 a 30/04/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	94,20	37,99	56,21	40,33%	1	1	40,33%
Turno 2	90,50	89,56	36,33	53,23	40,56%	1	1	40,56%
Turno 3	80,00	79,89	35,78	44,11	44,79%	1	1	44,79%
Turno 4	86,25	79,65	36,02	43,63	45,22%	1	1	45,22%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>343,3</b>	<b>146,12</b>	<b>197,18</b>	<b>42,56%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>42,56%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,21	33,87	60,34	35,95%	1	1	35,95%
Turno 2	90,50	89,40	39,87	49,53	44,60%	1	1	44,60%
Turno 3	80,00	79,95	35,95	44,00	44,97%	1	1	44,97%
Turno 4	86,25	85,11	37,12	47,99	43,61%	1	1	43,61%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>348,67</b>	<b>146,81</b>	<b>201,86</b>	<b>42,11%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>42,11%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,34	40,33	54,01	42,75%	1	1	42,75%
Turno 2	90,50	89,69	39,02	50,67	43,51%	1	1	43,51%
Turno 3	80,00	79,90	37,10	42,80	46,43%	1	1	46,43%
Turno 4	86,25	86,06	37,96	48,10	44,11%	1	1	44,11%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,99</b>	<b>154,41</b>	<b>195,58</b>	<b>44,12%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>44,12%</b>

## APÊNDICE F - Análise Eficiência Geral - Maio de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - MAIO 2012								
Período:	01/05/2012 a 31/05/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	94,12	40,87	53,25	43,42%	1	1	43,42%
Turno 2	90,50	90,01	39,91	50,10	44,34%	1	1	44,34%
Turno 3	80,00	79,46	39,14	40,32	49,26%	1	1	49,26%
Turno 4	86,25	85,84	38,96	46,88	45,39%	1	1	45,39%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,43</b>	<b>158,88</b>	<b>190,55</b>	<b>45,47%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>45,47%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,18	36,87	57,31	39,15%	1	1	39,15%
Turno 2	90,50	90,06	43,17	46,89	47,93%	1	1	47,93%
Turno 3	80,00	78,97	39,99	38,98	50,64%	1	1	50,64%
Turno 4	86,25	85,97	41,12	44,85	47,83%	1	1	47,83%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,18</b>	<b>161,15</b>	<b>188,03</b>	<b>46,15%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>46,15%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,44	43,71	50,73	46,28%	1	1	46,28%
Turno 2	90,50	90,19	43,97	46,22	48,75%	1	1	48,75%
Turno 3	80,00	79,68	40,24	39,44	50,50%	1	1	50,50%
Turno 4	86,25	86,05	40,05	46,00	46,54%	1	1	46,54%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,36</b>	<b>167,97</b>	<b>182,39</b>	<b>47,94%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,94%</b>

## APÊNDICE G - Análise Eficiência Geral - Junho de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JUNHO 2012								
Período:	01/06/2012 a 30/06/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	94,41	43,53	50,88	46,11%	1	1	46,11%
Turno 2	90,50	90,33	40,16	50,17	44,46%	1	1	44,46%
Turno 3	80,00	79,60	39,43	40,17	49,54%	1	1	49,54%
Turno 4	86,25	86,21	41,12	45,09	47,70%	1	1	47,70%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,55</b>	<b>164,24</b>	<b>186,31</b>	<b>46,85%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>46,85%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,50	38,33	56,17	40,56%	1	1	40,56%
Turno 2	90,50	90,41	43,78	46,63	48,42%	1	1	48,42%
Turno 3	80,00	79,29	41,33	37,96	52,13%	1	1	52,13%
Turno 4	86,25	86,03	42,03	44,00	48,86%	1	1	48,86%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,23</b>	<b>165,47</b>	<b>184,76</b>	<b>47,25%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,25%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,20	42,97	51,23	45,62%	1	1	45,62%
Turno 2	90,50	90,19	44,00	46,19	48,79%	1	1	48,79%
Turno 3	80,00	79,96	39,80	40,16	49,77%	1	1	49,77%
Turno 4	86,25	86,13	42,13	44,00	48,91%	1	1	48,91%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,48</b>	<b>168,90</b>	<b>181,58</b>	<b>48,19%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,19%</b>

## APÊNDICE H - Análise Eficiência Geral - Julho de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - JULHO 2012								
Período:	01/07/2012 a 31/07/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	94,40	46,87	47,53	49,65%	1	1	49,65%
Turno 2	90,50	90,13	42,28	47,85	46,91%	1	1	46,91%
Turno 3	80,00	79,65	40,53	39,12	50,89%	1	1	50,89%
Turno 4	86,25	85,77	41,64	44,13	48,55%	1	1	48,55%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,95</b>	<b>171,32</b>	<b>178,63</b>	<b>48,96%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,96%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,48	38,77	55,71	41,04%	1	1	41,04%
Turno 2	90,50	90,25	44,15	46,10	48,92%	1	1	48,92%
Turno 3	80,00	80,00	41,56	38,44	51,95%	1	1	51,95%
Turno 4	86,25	85,98	43,64	42,34	50,76%	1	1	50,76%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,71</b>	<b>168,12</b>	<b>182,59</b>	<b>47,94%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,94%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,48	43,56	50,92	46,10%	1	1	46,10%
Turno 2	90,50	90,11	44,45	45,66	49,33%	1	1	49,33%
Turno 3	80,00	78,85	39,03	39,82	49,50%	1	1	49,50%
Turno 4	86,25	86,24	43,59	42,65	50,54%	1	1	50,54%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,68</b>	<b>170,63</b>	<b>179,05</b>	<b>48,80%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,80%</b>

## APÊNDICE I - Análise Eficiência Geral - Agosto de 2012 (Completa)

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - AGOSTO 2012								
Período:	01/08/2012 a 31/08/2012		Cenário: Corporativo					
Turnos:	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4				
Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	94,48	46,25	48,23	48,95%	1	1	48,95%
Turno 2	90,50	89,64	43,12	46,52	48,10%	1	1	48,10%
Turno 3	80,00	79,83	39,65	40,18	49,67%	1	1	49,67%
Turno 4	86,25	86,20	40,98	45,22	47,54%	1	1	47,54%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>350,15</b>	<b>170,00</b>	<b>180,15</b>	<b>48,55%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,55%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	93,84	37,85	55,99	40,33%	1	1	40,33%
Turno 2	90,50	89,95	43,95	46,00	48,86%	1	1	48,86%
Turno 3	80,00	79,54	41,65	37,89	52,36%	1	1	52,36%
Turno 4	86,25	85,42	42,87	42,55	50,19%	1	1	50,19%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>348,75</b>	<b>166,32</b>	<b>182,43</b>	<b>47,69%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,69%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,46	42,67	51,79	45,17%	1	1	45,17%
Turno 2	90,50	89,89	43,77	46,12	48,69%	1	1	48,69%
Turno 3	80,00	79,20	37,64	41,56	47,53%	1	1	47,53%
Turno 4	86,25	86,23	42,71	43,52	49,53%	1	1	49,53%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,78</b>	<b>166,79</b>	<b>182,99</b>	<b>47,68%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,68%</b>

## APÊNDICE J - Análise Eficiência Geral - Setembro de 2012 (Completa)

### ANÁLISE DE EFICIÊNCIA GERAL - SETEMBRO 2012

Período: 01/09/2012 a 30/09/2012

Cenário: Corporativo

Turnos: Turno 1 Turno 2 Turno 3 Turno 4

Recurso	Tempo de Turno [h]	Tempo de Análise [h]	Tempo em Produção [h]	Tempo em Parada [h]	Índice de Disponibilidade [%]	Índice de Performance [%]	Índice de Qualidade [%]	OEE [%]
<b>DBD001</b>								
Turno 1	94,50	93,87	46,34	47,53	49,37%	1	1	49,37%
Turno 2	90,50	89,43	43,22	46,21	48,33%	1	1	48,33%
Turno 3	80,00	79,57	38,16	41,41	47,96%	1	1	47,96%
Turno 4	86,25	86,04	41,81	44,23	48,59%	1	1	48,59%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>348,91</b>	<b>169,53</b>	<b>179,38</b>	<b>48,59%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,59%</b>
<b>DBD002</b>								
Turno 1	94,50	94,06	39,24	54,82	41,72%	1	1	41,72%
Turno 2	90,50	88,75	42,24	46,51	47,59%	1	1	47,59%
Turno 3	80,00	79,25	41,80	37,45	52,74%	1	1	52,74%
Turno 4	86,25	85,66	44,02	41,64	51,39%	1	1	51,39%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>347,72</b>	<b>167,30</b>	<b>180,42</b>	<b>48,11%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48,11%</b>
<b>DBD003</b>								
Turno 1	94,50	94,36	42,98	51,38	45,55%	1	1	45,55%
Turno 2	90,50	89,23	42,31	46,92	47,42%	1	1	47,42%
Turno 3	80,00	79,97	38,68	41,29	48,37%	1	1	48,37%
Turno 4	86,25	86,22	42,25	43,97	49,00%	1	1	49,00%
<b>Total</b>	<b>351,25</b>	<b>349,78</b>	<b>166,22</b>	<b>183,56</b>	<b>47,52%</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47,52%</b>

## APÊNDICE K - Foto 01 - Dobradeiras



APÊNDICE L - Foto 02 - Sistema CODI instalado

