



Deivis Zismann

**APLICAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS PARA APRIMORAR O
DESEMPENHO DO PROCESSO DE CORTE A LASER EM UMA
EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO**

Horizontina

2013

Deivis Zismann

**APLICAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS PARA APRIMORAR O
DESEMPENHO DO PROCESSO DE CORTE A LASER EM UMA
EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO**

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: Fabrício Desbessel, Esp.

CO-ORIENTADOR: Vilmar B. Silva, Ms.

Horizontina

2013

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Aplicação de práticas enxutas para aprimorar o desempenho do processo de corte a laser em uma empresa do setor metalmeccânico”

Elaborada por:

Deivis Zismann

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

**Aprovado em: dd/mm/20aa
Pela Comissão Examinadora**

**Especialista. Fabrício Desbessel
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador**

**Mestre. Vilmar Bueno Silva
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Titulação. Nome do Examinador Interno
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Horizontalina
2013**

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Evaldo e Leoni e irmã, Tatiana pelo apoio e carinho oferecidos em todos os momentos de minha vida.

A minha esposa, Juciane pela atenção e apoio demonstrados em todos os momentos de estudos.

Aos professores Fabrício Desbessel e Vilmar B. Silva, meus orientadores pela dedicação e apoio demonstrados no decorrer da minha vida acadêmica, em especial, na elaboração deste trabalho de final de curso.

À instituição e todos os professores que me proporcionaram crescimento intelectual.

Aos meus amigos, pela compreensão e pelos momentos de ausências.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para que este trabalho alcançasse os objetivos propostos.

RESUMO

As empresas buscam, constantemente, a redução dos seus custos a fim de minimizar as ineficiências nos processos produtivos, o que pode representar a sobrevivência das organizações no cenário atual. Para isso, faz-se necessário buscar métodos e técnicas que auxiliam na obtenção de melhores resultados. Minimizar desperdícios e promover a qualidade total dos produtos tornou-se uma das principais metas das organizações. Neste trabalho apresenta-se o conceito de *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), que está focado na eliminação dos desperdícios. O método utilizado para elaboração deste trabalho foi a pesquisa-ação, tendo como objetivo principal a aplicação de práticas enxutas para aprimoramento do desempenho do processo de corte a laser para uma indústria do setor metalmeccânico. Os resultados obtidos mostram que a identificação das principais fontes de desperdícios e a busca constante pela sua eliminação trouxeram vantagens na redução dos tempos de processo e custos de produção.

Palavras-chave: Processos produtivos. Desperdícios. Manufatura enxuta.

ABSTRACT

Companies constantly seek to reduce their costs in order to minimize the inefficiencies in production processes, which may represent the survival of organizations in the current scenario. For this, it is necessary to seek methods and techniques that assist in achieving better results. Minimizing waste and promoting overall product quality has become one of the main goals of organizations. This paper presents the concept of Lean Manufacturing, that is focused on the elimination of waste. The method used for the preparation of this study was action research, having as the main objective the implementation of lean practices to improve the laser cutting process performance in a metal-mechanic company. The obtained results show that the identification of the main waste sources and the constant search for their elimination have brought advantages to processing time and production cost reduction.

Keywords: Production processes. Waste. Lean manufacturing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de produção <i>input</i> - transformação - <i>output</i>	14
Figura 2 – Máquina de corte a laser.....	16
Figura 3 – Produtividade - relação entre <i>output</i> e o <i>input</i>	22
Figura 4 – Cinco elementos fundamentais do funcionamento do GPT	27
Figura 5 – Índices de eficiência.....	28
Figura 6 – Equação IROG	29
Figura 7 – Sistemática do cálculo do IROG	30
Figura 8 - Gráfico de Pareto.....	32
Figura 9 – Organograma gerencial da empresa.....	36
Figura 10 – Ideias geradas no <i>brainstorming</i>	39
Figura 11 – Planilha IROG - Laser 01	41
Figura 12 – Sistemática e cálculo do IROG - Laser 01.....	42
Figura 13 – Planilha IROG - Laser 02.....	43
Figura 14 – Sistemática e cálculo do IROG – Laser 02.....	44
Figura 15 – Diagrama de Pareto - Laser 01	46
Figura 16 – Diagrama de Pareto - Laser 02.....	47
Figura 17 – Gráfico comparativo de velocidades de corte.....	48
Figura 18 – Gráfico evolução do rendimento operacional – Laser 01 e Laser 02.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tempos de parada de máquina – Laser 01	45
Quadro 2 – Tempos de parada de máquina – Laser 02	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD - Desenho Assistido por Computador

CNC - Controle Numérico Computadorizado

GPT - Gestão do Posto de Trabalho

IPA - Índice de Produtos Aprovados

IPO - Índice de Performance Operacional

IROG - Índice de Rendimento Operacional Global

ITO - Índice de Tempo Operacional

Laser - Amplificação da Luz por Emissão Estimulada da Radiação

OEE - Índice de Eficiência Global

PCP - Planejamento e Controle da Produção

PPCP - Planejamento Programação e Controle da Produção

STP - Sistema Toyota de Produção

TEEP - Produtividade Efetiva Total do Equipamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 INTRODUÇÃO À FUNÇÃO PRODUÇÃO	13
2.1.1 Modelo de transformação	14
2.1.2 Corte a laser	15
2.2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	17
2.3 ESTRATÉGIA E OBJETIVOS DA PRODUÇÃO	18
2.4 OBJETIVOS DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO	19
2.4.1 Objetivo qualidade	19
2.4.2 Objetivo velocidade	20
2.4.3 Objetivo confiabilidade	20
2.4.4 Objetivo flexibilidade	21
2.4.5 Objetivo custo	21
2.5 MANUFATURA ENXUTA.....	22
2.5.1 Histórico	22
2.5.2 Conceito	23
2.6 FERRAMENTAS E TÉCNICAS.....	25
2.6.1 GPT - Gestão do Posto de Trabalho	25
2.6.2 IROG - Índice de Rendimento Operacional Global	27
2.6.3 Ferramentas e técnicas da qualidade	31
3 METODOLOGIA	34
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	36
4.2 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE CORTE A LASER – CENÁRIO ANTIGO .	37
4.3 IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO MÉTODO PARA GESTÃO DO PROCESSO DE CORTE A LASER.....	38

4.3.1 Implantação da GPT – Gestão do Posto de Trabalho	38
4.3.2 Cálculo do IROG – Índice de Rendimento Operacional Global	39
4.3.3 Resultados e análises	44
4.3.4 Plano de ação	49
4.4 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE CORTE A LASER – CENÁRIO NOVO	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE TEMPOS TEÓRICOS X PRÁTICOS	55
APÊNDICE B – DIÁRIO DE BORDO	56
APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE DADOS LASER 01 – SETEMBRO/2013 ...	57
APÊNDICE D – LEVANTAMENTO DE DADOS LASER 02 – SETEMBRO/2013 ...	58
APÊNDICE E – PLANO DE AÇÃO	59
APÊNDICE F – CÁLCULO IROG LASER 01 - OUTUBRO/2013.....	60
APÊNDICE G – CÁLCULO IROG LASER 02 - OUTUBRO/2013	61

1 INTRODUÇÃO

As empresas, ao buscarem melhores condições de competitividade, eliminam os desperdícios, o que resulta na sustentabilidade das mesmas no cenário atual. Indiferentemente do sistema de produção, a busca pela melhoria contínua dos processos produtivos, bem como a eliminação dos desperdícios, devem estar inseridas em qualquer tipo de empresa. Donadel et al (2007), evidenciam a utilização de práticas oriundas do pensamento enxuto do Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido por filosofia *lean*, *lean thinking*, manufatura enxuta, entre outros, que são aplicadas com o intuito de obter melhorias nos ativos (maquinários), processos, produtos e redução de custos operacionais.

A tecnologia de corte, através da utilização de laser, usada na empresa, representa uma grande importância no processo global de fabricação. Esse processo de transformação, que está inserido no setor de Corte e Estamparia tem grande expressividade, levando em consideração o volume de unidades a serem produzidas e o grau de precisão no processo de manufatura. A empresa estudada especificamente no processo de corte a laser tem uma grande fonte de desperdícios que impactam negativamente na produtividade e no resultado final da organização.

Diante disso, este trabalho pretende responder a seguinte pergunta: com a utilização de práticas enxutas é possível obter melhores resultados no processo de corte a laser para a empresa estudada?

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pelo fato que, a empresa estudada possui um baixo rendimento operacional oriundo de várias fontes de desperdícios no processo de corte a laser afetando diretamente na produtividade e nos custos de produção.

O objetivo geral é utilizar práticas de manufaturas enxutas para aprimorar o desempenho do processo de corte a laser em uma empresa do setor metalmeccânico. Já por objetivos específicos tem-se:

- Diagnosticar a atual situação do processo de corte a laser;
- Conceituar produção e filosofia de manufatura enxuta;
- Definir e utilizar métodos para aprimorar a gestão do processo de corte a laser;
- Implantar um plano de ação;

- Avaliar novos resultados.

Como resultados deste trabalho, obteve-se soluções de rápida implementação, baixo custo e com condições de melhorar o desempenho do processo de corte laser.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para consolidar o conhecimento necessário para o entendimento do problema, os subcapítulos que seguem têm como objetivo, primeiramente, introduzir a função produção associando com sua administração, estratégias e objetivos após conceituar manufatura enxuta e suas ferramentas e técnicas.

2.1 INTRODUÇÃO À FUNÇÃO PRODUÇÃO

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a função produção na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço.

Ao mesmo tempo para Martins e Laugeni (2003), a função produção é entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem.

Para Shingo (1996), produção é uma rede de processos e operações. Um processo é compreendido como o fluxo de materiais no tempo e no espaço e é efetivado através de uma série de operações. Assim:

Toda produção, executada tanto na fábrica como no escritório, deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos transformam matérias-primas em produtos. Operações são as ações que executam essas transformações (SHINGO, 1996, p.38).

A função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com suas responsabilidades específicas como: a função marketing, a função contábil-financeira e a função desenvolvimento de produtos/serviços. Destacando-se as funções de apoio que suprem a função produção, tais como: a função recursos humanos, a função compras e a função engenharia/suporte técnico (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

2.1.1 Modelo de transformação

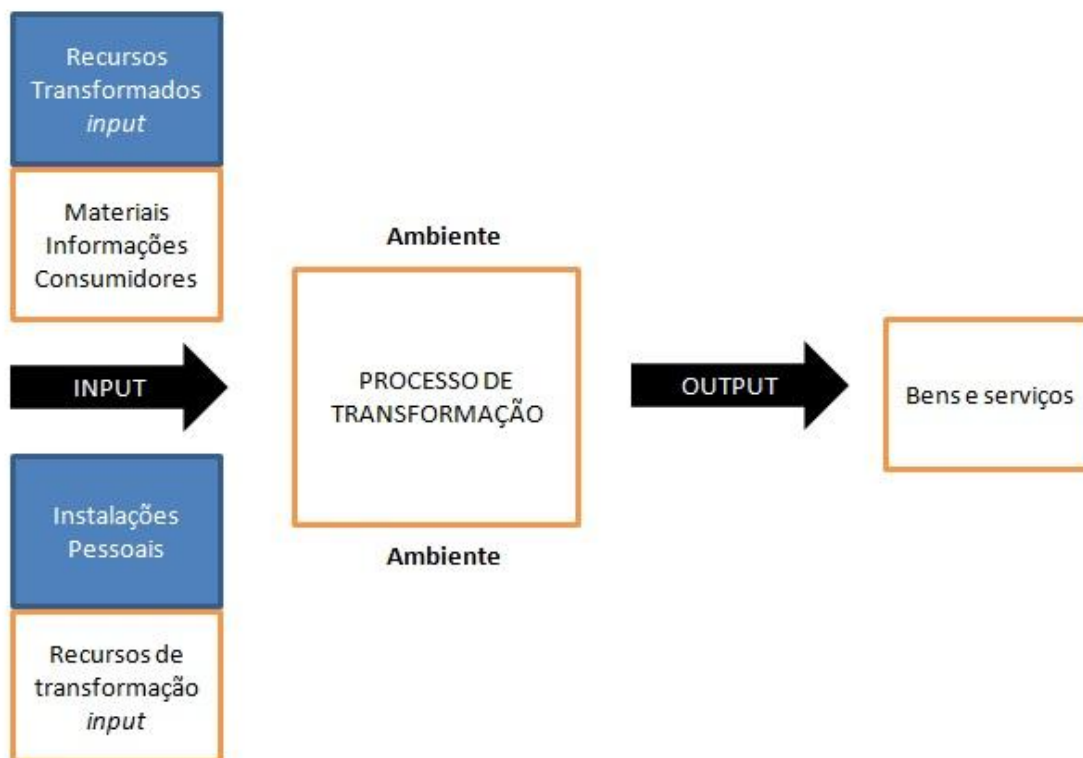
Para Slack, Chambers e Johnston (2009), qualquer operação produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, e faz isso por um processo de transformação que é o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir *outputs*.

Gaither e Franzier (2001) argumentam que o coração de um sistema de produção é o subsistema de transformação, onde trabalhadores, matérias-primas e máquinas são utilizados para transformar insumos em produtos e serviços. Desta maneira:

Um sistema de produção transforma insumos - matérias-primas, pessoal, máquinas, prédios, tecnologia, dinheiro, informação e outros recursos – em saídas – produtos em serviços. Processo de transformação é o coração daquilo que chamamos produção, é a atividade predominante de um sistema de produção. (GAITHER E FRAZIER, 2001, p.5).

A figura 1 demonstra um modelo de transformação que é utilizado para descrever a natureza de qualquer produção.

Figura 1 - Processo de produção *input* - transformação - *output*



Um conjunto de *inputs* para qualquer processo produtivo segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), são os recursos transformados. Esses são os recursos que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma. São, geralmente, um composto de:

- Materiais – operações que processam materiais podem transformar suas propriedades físicas (forma ou composição);
- Informações – operações que processam informações podem transformar suas propriedades;
- Consumidores – operações que processam consumidores podem alterar suas propriedades físicas de forma similar aos processadores de materiais.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o outro conjunto de *inputs* agrupa os recursos de transformação. Estes são os recursos que agem sobre os recursos transformados. Existem dois tipos de recursos de transformação que formam as “pedras fundamentais” de todas as operações:

- Instalações – prédios, equipamentos, terreno e tecnologia dos processos de produção;
- Funcionários – aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção.

2.1.2 Corte a laser

O nome Laser é uma sigla formada pelas letras iniciais das palavras *Light amplification by stimulated emission of radiation* que, em português, quer dizer: amplificação da luz por emissão estimulada da radiação. O laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, obtido por excitação dos elétrons de determinados átomos, utilizando um veículo ativo que pode ser sólido (o rubi) ou um líquido (o dióxido de carbono sob pressão). Este feixe de luz produz intensa energia na forma de calor (BARTZ, FIGUEREDO, SILVA, 2011).

Segundo Gaspar (2009), a incidência de feixe de laser sobre um ponto de uma peça é capaz de fundir e vaporiza até mesmo o material em volta deste ponto. Desse modo, é possível furar e cortar, praticamente, qualquer material, independente de sua resistência mecânica.

Atualmente, o tipo mais comum de laser usado na indústria utiliza o dióxido de carbono (CO_2) como veículo ativo. Outros gases como o nitrogênio (N_2) e o hélio (H) são misturados ao dióxido de carbono para aumentar a potência do laser.

Os equipamentos de corte a laser mais comuns na indústria consistem em mesas móveis, com capacidade de movimentações segundo os eixos x, y e z. Os eixos x e y determinam as coordenadas de corte, enquanto o eixo z serve para corrigir a altura do ponto focal em relação à superfície das peças. Quem realiza este controle simultâneo de vários eixos, através de uma lista de movimentos escrita num código específico é o CNC das iniciais de *Computer Numeric Control* que, em português, quer dizer: controle numérico computadorizado (GASPAR, 2009).

Segundo Gaspar (2009), as coordenadas de deslocamento geralmente são comandadas por um sistema CAD (*Computer Aided Design*), em português, desenho assistido por computador.

Os materiais a serem cortados, geralmente, possuem forma de chapa ou tubos.

A utilização de máquinas corte a laser permitiu à indústria, aumentar de maneira significativa a fabricação dos itens, de forma rápida, correta e com ótima qualidade.

Figura 2 – Máquina de corte a laser



2.2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Para Gaither e Frazier (2001), a administração da produção e operações é a administração do sistema produção de uma organização, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços.

A administração da produção é a atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços. A função de produção é a parte da organização responsável por esta atividade (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009). Desta forma, a administração da produção significa gerenciar processos. Os autores enfatizam:

Observe o funcionamento de cada operação e você verá que ela é feita de vários processos que podem ser chamados “unidades” ou “departamentos”, que são, por sua vez, versões menores da operação maior a que pertencem. De fato, qualquer operação é constituída de uma coleção de processos interconectados. Como tais, são eles “blocos” fundamentais de todas as operações. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.13).

Para Gaither e Frazier (2001), as decisões da administração da produção, em geral, são os gerentes de operações que administram tomando decisões a respeito de todas as atividades dos sistemas de produção.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), as atividades da administração da produção, são:

- Entendimento dos objetivos estratégicos da produção;
- Desenvolvimento de uma estratégia de produção para a organização;
- Projeto dos produtos, serviços e processos de produção;
- Planejamento e controle da produção;
- Melhoria do desempenho da produção;
- Responsabilidades amplas dos gerentes de produção.

Seguir os tópicos descritos acima pode contribuir significativamente para o sucesso de qualquer organização, utilizar os recursos de forma eficaz para produção dos bens e serviços, buscando a satisfação dos consumidores para assim gerar um efeito significativo na lucratividade de qualquer empresa (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009). Nas palavras dos autores:

A administração da produção pode “fazer ou quebrar” qualquer empresa. Não só porque a função produção é grande e para muitas empresas representa o grosso dos bens e a maior parte dos funcionários, mas também por que é função que agrega competitividade à empresa ao fornecer a habilidade de resposta aos consumidores e ao desenvolver as capacitações que a colocarão à frente dos concorrentes no futuro (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.36).

Paranhos (2007), enfatiza que o sistema de produção é a parte mais importante do grupo de atividades de uma empresa que, por esse motivo, deve ser administrada para utilizar eficientemente os recursos disponíveis e atingir o objetivo a que se propõem.

2.3 ESTRATÉGIA E OBJETIVOS DA PRODUÇÃO

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), é vital a qualquer operação que sem a apreciação de seu papel dentro da empresa, as pessoas que dirigem a produção nunca podem estar seguras de que, realmente, estão contribuindo para o sucesso da empresa. Gaither e Frazier (1999), complementam que para obter superior desempenho nos negócios, tanto eficácia operacional quanto boa estratégia são fundamentais.

É impossível saber se uma operação é bem-sucedida ou não, se os objetivos de desempenho específicos em relação ao seu sucesso são mensurados, pois não estão claramente explicitados (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), o sucesso estratégico da função produção possui três papéis a desempenhar dentro de uma organização, são eles:

- a) Implementação da estratégia empresarial: é o papel mais básico da produção. A maioria das empresas possui algum tipo de estratégia, mas é a produção que a coloca em prática. Sem a efetiva implementação, mesmo a estratégia mais original e brilhante pode tornar-se totalmente ineficaz;
- b) Apoio para estratégia empresarial: apoiar a estratégia vai além de simplesmente implementá-la. Busca desenvolver capacitações de modo a permitir às organizações aprimorar e refinar seus objetivos estratégicos;

- c) Impulsionamento da estratégia empresarial: o papel da produção é impulsionar a estratégia, dando-lhe vantagem única em longo prazo.

2.4 OBJETIVOS DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), existem cinco objetivos de desempenho da produção para a tarefa básica de satisfazer as exigências dos consumidores, são elas:

- Qualidade;
- Velocidade;
- Confiabilidade;
- Flexibilidade;
- Custo.

Para Martins e Laugeni (1999), em toda empresa existe o objetivo de produzir um produto/serviço final que tenha valor para o consumidor e a estratégia competitiva global da empresa está intimamente relacionada à estratégia manufatureira.

A análise que se segue deve ser feita a fim de conhecer os benefícios para garantir a competitividade do negócio.

2.4.1 Objetivo qualidade

A qualidade, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor. Em outras palavras significa “fazer certo as coisas”, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variam de acordo com o tipo de operação. Os autores complementam:

Algumas vezes, qualidade é a parte mais visível do que a operação faz. Além do mais, é algo que o consumidor considera relativamente fácil de julgar, a respeito da operação. O produto ou serviço é do jeito que deveria ser? Está certo ou errado? (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.40).

Para Martins e Laugeni (1999), os esforços na área de qualidade dos produtos/serviços têm um duplo efeito no aumento da vantagem competitiva, pois está demonstrado que a melhoria da qualidade traz uma conseqüente redução de

custos de produção. Slack, Chambers e Johnston (2009), complementam que a qualidade reduz custos e aumenta a confiabilidade. Quanto menos erros em cada processo da operação, menos tempo serão necessários para a correção e, conseqüentemente, menos confusão e irritação tanto para clientes internos dentro das operações quanto para clientes externos, os consumidores.

2.4.2 Objetivo velocidade

Quanto menor o prazo de entrega de um produto/serviço, tanto mais satisfeito ficará o consumidor. Além disso, quanto menor o prazo de entrega, tanto menores serão os estoques intermediários, tanto maior será o giro do estoque de matérias-primas, mais cedo será realizada a receita e menores serão os desperdícios e as perdas (MARTINS E LAUGENI, 1999).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), velocidade significa o tempo transcorrido entre a requisição e o recebimento de produtos ou serviços pelos consumidores. O principal benefício da rapidez de entrega dos bens e serviços para os consumidores (externos) é que ela enriquece a oferta, uma vez que:

[...] para a maioria dos bens e serviços, quanto mais rápidos estiverem disponíveis para o consumidor, mais provável é que este venha a comprá-los, mais provável é que venha a pagar mais por eles e maiores serão os benefícios que receberá (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.42).

2.4.3 Objetivo confiabilidade

Slack, Chambers e Johnston (2009), definem que o significado de confiabilidade é fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços exatamente quando necessários ou, ao menos, quando prometidos, visto que:

Ao fazer as coisas a tempo, a produção procura influenciar a confiabilidade de entrega de bens e serviços. Externamente, a confiabilidade é um aspecto importante do serviço ao consumidor. Internamente, a confiabilidade dentro da produção aumenta a confiabilidade operacional, economizando, assim, tempo e dinheiro, que seriam de outra forma, gastos em solucionar problemas de confiabilidade e também dando mais estabilidade à operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.54).

2.4.4 Objetivo flexibilidade

Flexibilidade significa ser capaz de alterar a operação de alguma forma. Pode se alterar o que, como e quando faz (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

Para Martins e Laugeni (1999), flexibilidade é a capacidade que a empresa deve ter para rapidamente adaptar-se às mudanças nas tendências de mercado. Deve ser ágil na adaptação de seus produtos às novas exigências do consumidor. Quanto mais flexível e rápida for a empresa, mais cedo sairá na frente dos seus concorrentes, ganhando, conseqüentemente, a vantagem da novidade (MARTINS; LAUGENI, 1999).

Os tópicos a seguir resumem quatro tipos de exigências referentes a flexibilidades segundo Slack, Chambers e Johnston (2009):

- Flexibilidade de produto/serviço: a habilidade da operação em introduzir ou modificar produtos e serviços;
- Flexibilidade de composto (*mix*): a habilidade da operação em produzir uma ampla variedade ou composto de produtos e serviços;
- Flexibilidade de volume: a habilidade da operação de alterar seus níveis de saída (*outputs*) para produzir diferentes quantidades ou volumes de produtos e serviços ao longo do tempo;
- Flexibilidade de entrega: a habilidade da operação em alterar os tempos de entrega de seus serviços ou produtos.

2.4.5 Objetivo custo

Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será seu principal objetivo de produção. Quanto menor o custo de produzir os bens e serviços, menor poderá ser o preço aos seus consumidores. O custo baixo é um objetivo universalmente atraente (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009). Martins e Laugeni (1999), enfatizam que a produção de um bem e/ou serviço com menor custo possível é um objetivo permanente de toda e qualquer organização e que a dimensão custo, que pode traduzir-se em menor preço de venda, é o fator decisório do consumidor.

Ohno (1997), considerado responsável pela criação do Sistema Toyota de Produção ressalta que a eficiência na indústria moderna nas empresas em geral, significa redução de custos.

À medida que é mais comumente usada para indicar o nível de sucesso de uma operação que objetiva baixo custo é a produtividade. Produtividade é a razão entre o que é produzido por uma operação e o que é necessário para essa produção Slack, Chambers e Johnston (2009) está representada na figura 3.

Figura 3 – Produtividade - relação entre *output* e o *input*

$$PRODUTIVIDADE = \frac{MEDIDA DO OUTPUT}{MEDIDA DO INPUT}$$

Fonte: Adaptado de Paranhos, 2007, p.156.

Desta forma, a produtividade pode ser definida como a otimização do uso dos recursos empregados (*inputs*) para a maximização dos resultados desejados (*outputs*) (PARANHOS, 2007).

2.5 MANUFATURA ENXUTA

O referencial teórico no tocante à manufatura enxuta engloba, sucintamente, a história do *lean manufacturing*, conceitos, métodos e ferramentas utilizadas durante a execução do desenvolvimento deste trabalho.

2.5.1 Histórico

Woomack e Jones (2004), destacam que no período subsequente às duas guerras mundiais, inúmeras iniciativas foram fomentadas pelo governo japonês na tentativa de perpetuar a atividade econômica no país. Neste sentido, uma das formas utilizadas foi o protecionismo contra a entrada de alguns tipos de produtos, como automóveis, que podiam ser produzidos no Japão. Houve ainda um fortalecimento das forças sindicais para amparar os trabalhadores e garantir que eles não perderiam seus empregos (WOMACK, JONES, 2004).

Segundo Ohno (1997), o estímulo para melhorar os níveis de produtividade da organização partiu do então presidente da Toyota Motor Company, Kiichiro

Toyoda, com a afirmação “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá”.

Igualar-se ao patamar de produtividade da Ford também foi obsessão de outro brilhante líder da empresa. Como lembra Liker (2005), Eiji Toyoda concedeu ao Ohno a responsabilidade de otimizar o processo produtivo para atingir o patamar dos norte-americanos e queria introduzir técnicas de produção em massa, adaptadas à realidade de restrições de recursos financeiros e baixos volumes demandados pelo mercado japonês. Neste sentido, Ohno (1997), concentrou esforços para melhorar o fluxo dos materiais durante as etapas produtivas. Mudanças como a limitação do espaço e da quantidade de material parado entre processos produtivos, ressuprimento do estoque intermediário de acordo com o consumo, busca pela eliminação dos sete desperdícios, entre outras iniciativas, orientaram a empresa para operar de acordo com os princípios do *Just-in-time* (OHNO, 1997).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), os desenvolvimentos da Toyota e de outras empresas japonesas foram, sem dúvida, incentivadas pela cultura e pelas circunstâncias econômicas nacionais. A atitude do Japão em relação ao desperdício (“dê importância a cada grão de arroz”), juntamente com sua posição de país superpovoado e com escassez de recursos, formou as condições ideais para o desenvolvimento de abordagem que enfatiza baixo desperdício e alto valor agregado.

2.5.2 Conceito

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), a filosofia enxuta de gerenciar operações é fundamentada em fazer bem as coisas simples, e fazê-las cada vez melhor e, acima de tudo, em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo, neste âmbito:

[...] o princípio chave das operações enxutas é relativamente claro e fácil de entender – significa mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação que é mais rápida, mais confiável, produz produtos e serviços de alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.452).

Os sete tipos de desperdícios, descritos a seguir, que a Toyota identificou, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes – tanto

de serviço como de manufatura – e formam a base da filosofia enxuta (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009). São eles:

- Superprodução: produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção, é a maior das fontes de desperdícios;
- Tempo de espera: eficiência de máquina e eficiência de mão de obra são duas medidas comuns largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão de obra, respectivamente. Permanecer no local fazendo algo que não está relacionado com a tarefa principal é uma maneira improdutiva de se usar o tempo, já que não adiciona valor ao processo;
- Transporte: a movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo, não agrega valor. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização do local de trabalho podem reduzir desperdícios;
- Processo: no próprio processo pode haver fontes de desperdícios. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção inadequada, podendo, portanto, ser eliminadas;
- Estoque: todo o estoque deve tornar-se um alvo para a eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas;
- Movimentação: um operador pode parecer ocupado, algumas vezes, nenhum valor está sendo agregado pelo trabalho. A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação;
- Produtos defeituosos: o desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo em operações. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que tradicionalmente têm sido considerados, sendo, portanto, mais importante atacar as causas de tais custos. Todas as atividades de correção são oportunidades de eliminar desperdícios.

2.6 FERRAMENTAS E TÉCNICAS

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o termo enxuta pode ser visto como uma filosofia de gestão de operações. Dentro desta filosofia, existe uma coleção de várias ferramentas e técnicas que tanto implementam como apóiam a filosofia enxuta.

Neste item são explicadas as ferramentas e técnicas utilizadas durante a realização do trabalho.

2.6.1 GPT - Gestão do Posto de Trabalho

O pensamento enxuto do Sistema Toyota de Produção, segundo os autores clássicos, Shigeo Shingo (1996) e Taiichi Ohno (1997), deve ser interpretado a partir de duas óticas gerais inter-relacionadas. A primeira ótica relaciona-se com um foco principal: as melhorias dos processos das organizações, proporcionando efetivação de melhorias incrementais e radicais do fluxo de matérias-primas e/ou materiais no tempo e no espaço. A segunda ótica relaciona-se à necessidade de gerenciar eficazmente os postos de trabalho. Trata-se, neste caso, da gestão conjunta e unificada das pessoas e das máquinas, ao mesmo tempo em que sugere uma adoção de uma visão de gestão sistêmica, unificada e integrada voltada para as melhorias do processo, podendo envolver questões, tais como: ferramental utilizado, instruções de trabalho, aspectos ligados à ergonomia, gestão de recursos humanos.

Segundo Guimarães e Roses (2012), a Gestão do Posto de Trabalho (GPT) trata da análise do posto de trabalho para a implementação de melhorias, para assim, ampliar sua capacidade a fim de otimizar a utilização dos recursos da empresa para atingir a meta das organizações, desta forma:

[...] no mundo empresarial uma das questões importantes nos dias de hoje é a forma com que se gerenciam um posto de trabalho ou equipamento para que o mesmo possa ser utilizado da melhor maneira em questões de utilização de recursos produtivos, manutenção, qualidade, segurança e melhorias (GUIMARÃES; ROSES, 2012, p.3.).

A concepção geral que norteia a abordagem de Gestão dos Postos de Trabalho – GPT, para Klippel e Oliveira (2004), consiste em incrementar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) nas organizações, visando à

otimização dos mesmos aumentado assim, a sua capacidade e a flexibilidade da produção.

Para Antunes (1998), é possível otimizar os recursos sem a realização de investimentos adicionais em termos de capital, aumentando a capacidade e flexibilidade da produção mediante aos seguintes passos:

- Identificação dos recursos produtivos da fábrica (gargalo) utilizando como ferramenta para a localização a Teoria das Restrições;
- Fazer a mensuração dos Índices de Eficiência Global destes recursos;
- Identificar as principais causas das ineficiências dos equipamentos ou mão de obra como paradas não programadas;
- Utilizar técnicas de melhoria para otimizar os processos e aumentar de forma significativa os índices de eficiência globais.

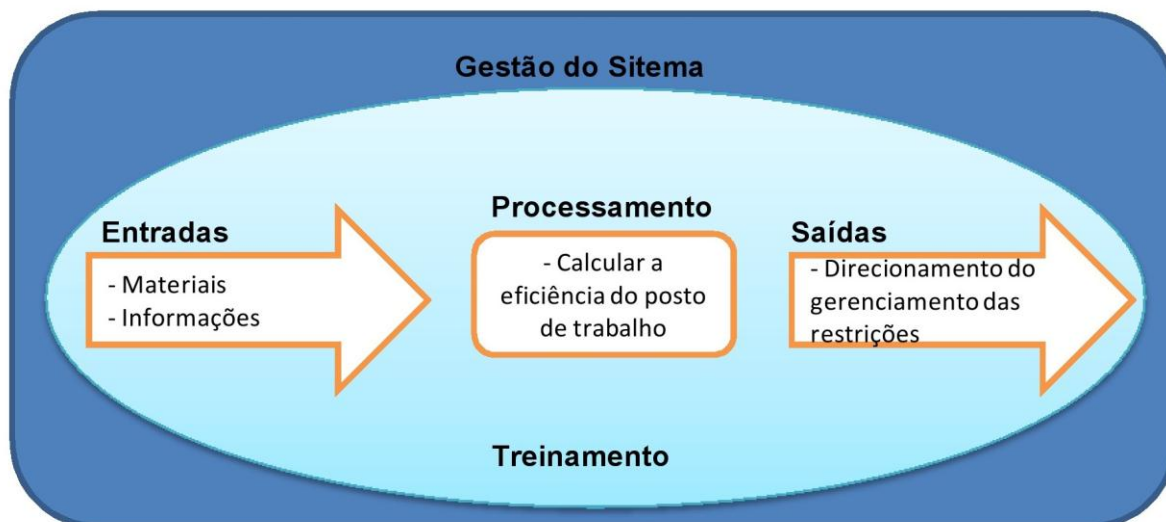
Antunes (1998), mostra que a abordagem da metodologia do GPT inicia-se estruturando logicamente o funcionamento, que compreende cinco elementos fundamentais:

- 1 - Entradas do Sistema: estão relacionadas diretamente aos postos de trabalho que dizem respeito às informações do PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção), Materiais e Qualidade e outras informações também são adquiridas através das anotações do dia a dia dos funcionários do chão de fábrica;
- 2 - Processamentos: é preciso calcular a eficiência do Posto de Trabalho a partir do IROG (Índice de Rendimento Operacional Global);
- 3 - Saídas do Sistema: permite à empresa direcionar o gerenciamento das restrições para as atividades de rotina e também para a realização de melhorias;
- 4 - Treinamento: deve ser feito a todos os envolvidos no processo desde aqueles do chão de fábrica, que são responsáveis pelo preenchimento do diário de bordo até os outros envolvidos no processo para que se atenda o método proposto. O treinamento deve ser feito exaustivamente sempre que haja a necessidade de aprimorar ou capacitar as pessoas na metodologia do GPT;
- 5 - Gestão do Sistema: todas as informações geradas nos sistemas são utilizadas para a Gestão do Sistema que é feito através de reuniões periódicas com a equipe de trabalho, gerentes e supervisores a fim de se

analisar os resultados obtidos e de nortear quais são as melhorias que devem ser feitas para que a empresa tenha o resultado esperado.

A figura 4 demonstra uma representação dos cinco elementos fundamentais do funcionamento do GPT.

Figura 4 – Cinco elementos fundamentais do funcionamento do GPT



Fonte: Adaptado de Guimarães e Roses, 2012, p.8.

2.6.2 IROG - Índice de Rendimento Operacional Global

Para Nakajima (1988), o IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) deve ser considerado como um indicador operacional e pode ser aplicado em diversos níveis dentro de um sistema de manufatura, neste contexto:

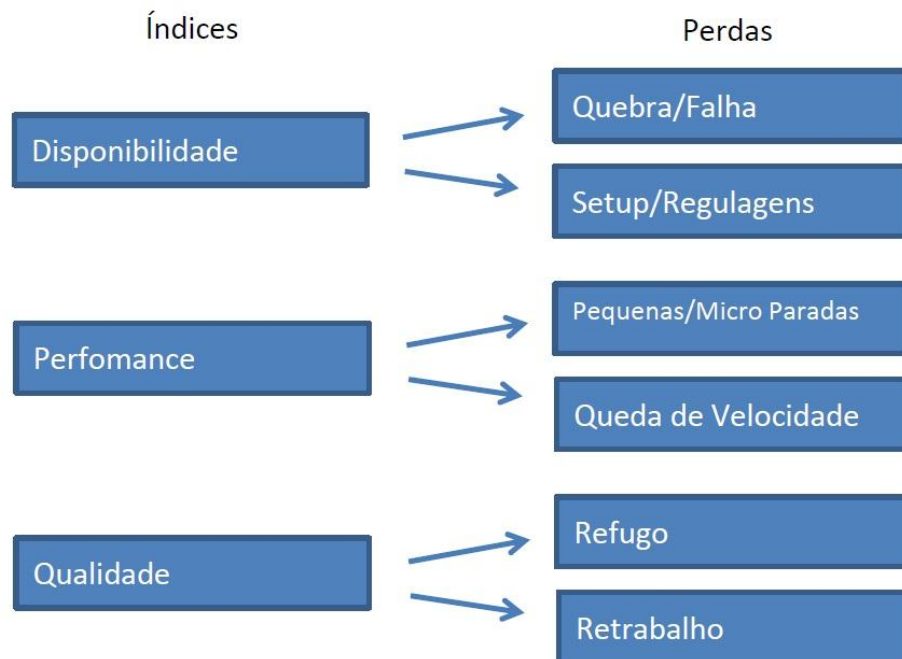
[...] num primeiro momento o IROG pode ser usado como benchmarking para medir o nível de desempenho de um sistema produtivo de forma global, ou seja, o IROG é medido inicialmente e comparado com um IROG futuro após o sistema ter passado por um programa de melhorias ou então comparado com o desempenho de outros sistemas semelhantes (PACHECO; ANTUNES; LACERDA, 2003, pg.2)

Nakajima *apud* Netz (2012), afirma que a eficiência dos equipamentos depende diretamente das perdas, essas que acabam influenciando diretamente o processo produtivo e dividiu estas perdas em seis, e cada uma delas é caracterizado da seguinte forma:

- a) Perda por quebra: perdas que causam interrupções da função do equipamento impossibilitando seu uso causando a indisponibilidade do equipamento.
- b) Perda por *setup* e regulagens: perda de tempo entre o fim da produção de peça e a produção da primeira peça sem defeito;
- 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 específico ou esperado;
- e) Perdas por refugo ou retrabalhos: perda de tempo devido à fabricação de peças defeituosas;
- f) Queda de rendimento: quando o equipamento demanda certo tempo para começar a funcionar.

Essas perdas estão ligadas aos índices que compõem o cálculo de eficiência, conforme pode ser verificado na figura 5.

Figura 5 – Índices de eficiência



Fonte: Adaptado de Santos e Santos *aput* Netz, 2012, p.47.

Sobre os três índices, podem-se descrever segundo Andrade e Scherer *apud* Netz (2012):

- Disponibilidade: a disponibilidade de um equipamento é a relação em que o equipamento deveria estar disponível para produção e 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: refletem a quantidade de peças que atendem os requisitos frente ao total de peças produzidas.

A visão dos três índices, segundo Andrade e Scherer *apud* Netz (2012), fornece um panorama completo sobre a realidade da máquina estudada.

O cálculo do IROG é feito considerando outros dois aspectos segundo Nakajima *apud* Pacheco, Antunes e Lacerda (2012), são eles:

- Se o posto de trabalho é um recurso gargalo: neste caso, o indicador IROG é denominado de TEEP, ou seja, Produtividade Efetiva Total do Equipamento (*Total Effective Equipment Productivity*). O tempo que deve ser considerado é o tempo total - no caso dos recursos críticos gargalos. Isto se explica pelo fato de que, sendo o posto de trabalho um gargalo, todo o tempo disponível deve ser utilizado na produção.
- Se o posto de trabalho é um recurso não gargalo: neste caso, o indicador IROG é denominado de OEE, ou seja, índice de eficiência global (*Overall Equipment Efficiency*). O tempo considerado deve ser o tempo disponível obtido pela diferença entre o tempo total e o tempo das paradas programadas. Este índice indica a eficiência do equipamento durante o tempo de operação programado.

O cálculo da eficiência global é então definido pelos seguintes índices de eficiência, conforme equação demonstrada pela figura 6.

Figura 6 – Equação IROG

$$\mu_{\text{Global}} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3$$

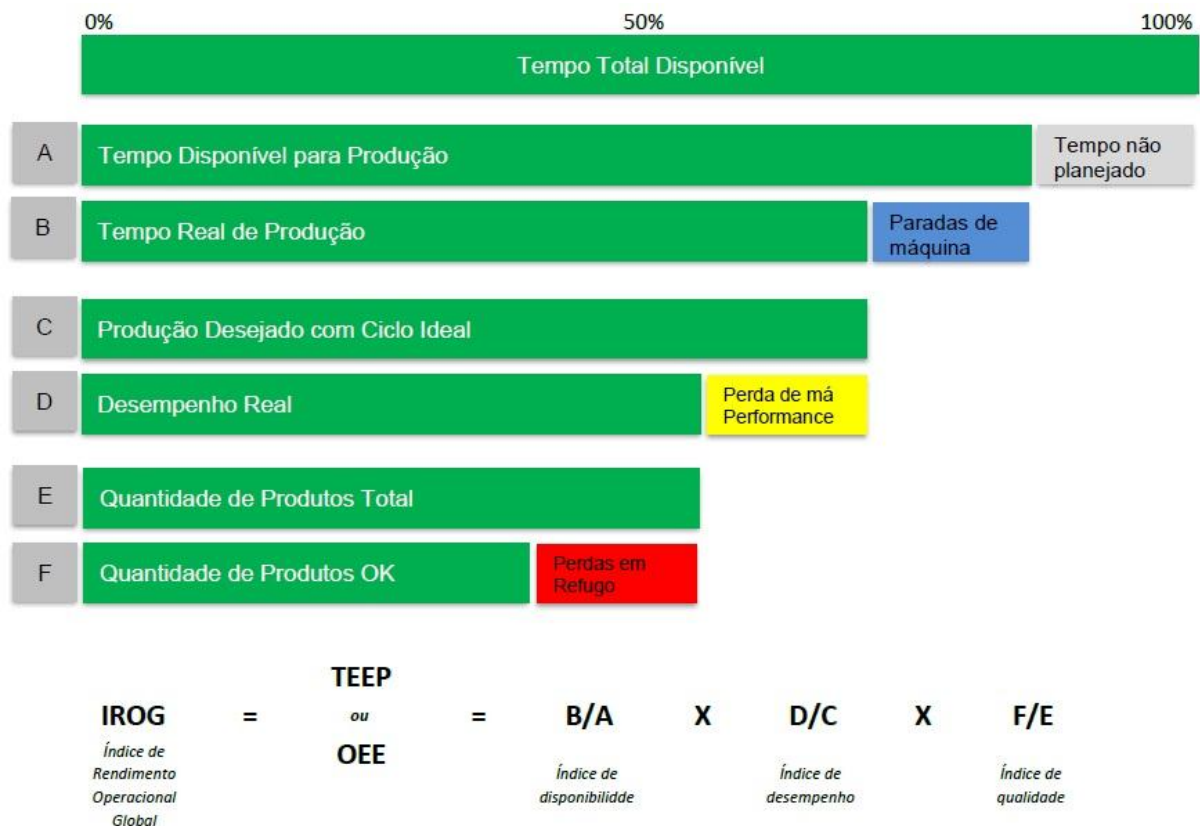
Fonte: Adaptado Nakajima *apud* Pacheco, Antunes e Lacerda, 2003, p.6.

Onde:

- μ_{global} : eficiência global;
- μ_1 : Índice de Tempo Operacional – ITO – tempo em que o equipamento ficou disponível, excluindo as paradas não programadas;
- μ_2 : Índice de Performance Operacional – IPO – mede o desempenho operacional do recurso, sendo calculado em função do tempo disponível e redução da velocidade do mesmo, operação em vazio e paradas momentâneas;
- μ_3 : Índice de Produtos Aprovados – IPA. – mede a quantidade de peças produzidas, sendo calculado em função do tempo de operação real, excluindo-se o tempo gasto com refugos ou retrabalhos.

Uma representação da sistemática de cálculo do IROG está representada na figura 7.

Figura 7 – Sistemática do cálculo do IROG



Fonte: Adaptado de Santos e Santos *apud* Netz, 2012, p.48.

2.6.3 Ferramentas e técnicas da qualidade

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas ferramentas e técnicas ligadas à gestão da qualidade, e servirão como apoio para a realização de algumas etapas específicas do projeto. São elas:

a) Brainstorming:

É uma técnica que para Briaes (2005), utiliza-se para estimular a equipe a encontrar uma grande quantidade de sugestões que dizem respeito ao problema. Liker (2005), destaca que há necessidade de primeiro trazer as sugestões antes de iniciar a mudança de um processo.

Silva (2009), relatou cinco regras para garantir que a técnica traga resultados positivos:

- Eliminação das críticas: não se deve reprimir nenhuma ideia levantada;
- Incentivar a imaginação: toda e qualquer forma de desenvolvimento da ideia precisa ser respeitada;
- Aceitar ideias: todas as sugestões dadas são válidas;
- Procurar quantidade: quanto mais ideias forem sugeridas, maiores serão as chances de encontrar uma solução;
- Incentivar combinações e melhoramentos: os participantes podem utilizar ideias sugeridas para formular novas sugestões.

b) Diagrama de Pareto:

Silva (2009), explica a análise de Pareto como uma organização dos “problemas ou causas” de forma decrescente de acordo com a frequência de verificação da anomalia.

O diagrama de Pareto é uma classificação simples de dados, como defeitos e reclamações ou problemas (por categoria), que demonstra a prioridade por quantidade de incidência (ocorrências) por categoria (PARANHOS, 2007).

A hipótese da regra de Pareto é formulada considerando que 80% dos problemas provêm de 20% das fontes e que a maneira mais produtiva de

atacar os defeitos é atacar a causa dos 80%, porquanto ao concentrarmos os esforços em alguns problemas vitais, estes, uma vez resolvidos, têm grande impacto (PARANHOS, 2007, p.120).

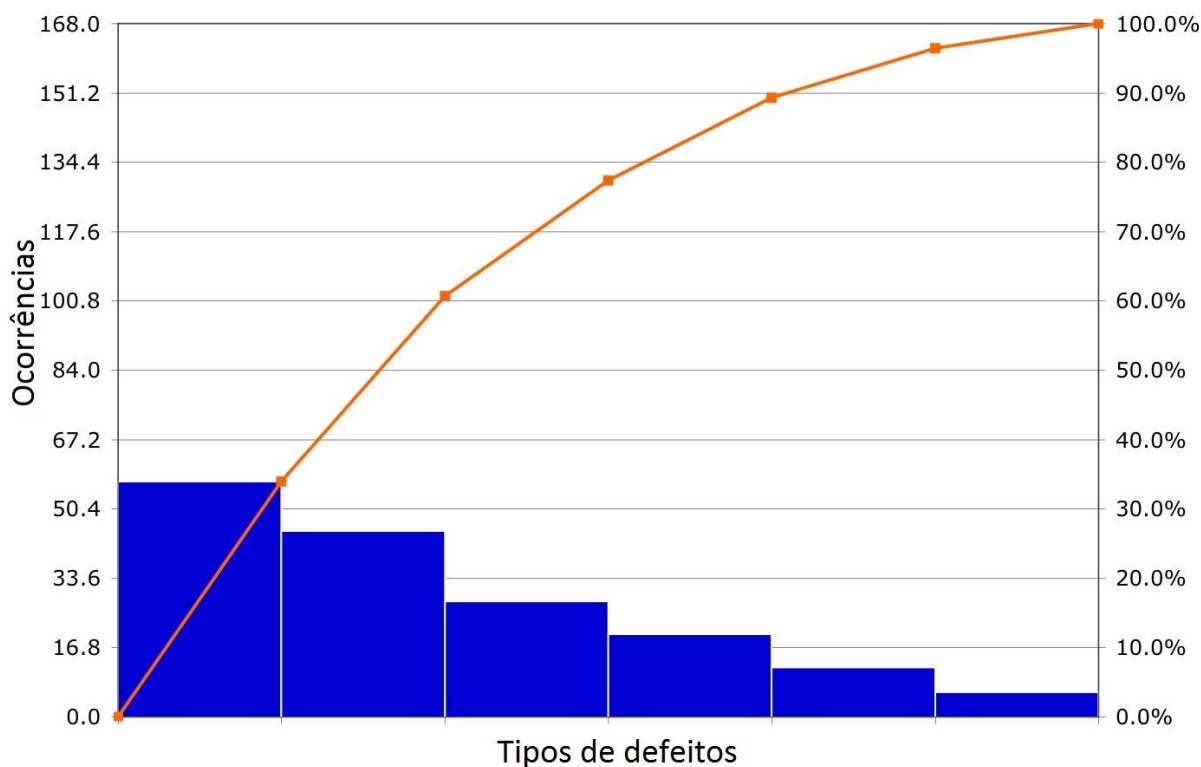
Segundo Silva (2009), as etapas para realização da análise de Pareto são:

- Identificação do problema: obter através de indicadores, sistemas de gestão e mapeamento do fluxo de valor;
- Estratificação: levantar possíveis causas do problema até encontrar a causa raiz.
- Coleta de dados: buscar dados necessários para explicar o problema e desenvolver o gráfico de Pareto;
- Priorização: definir as causas mais significativas;
- Desdobramentos: repetir os passos anteriores para as causas priorizadas até encontrar a causa raiz.

A análise de Pareto, segundo Liker (2005), utiliza “gráficos de barras para categorizar os problemas de acordo com a gravidade, frequência, natureza ou fonte”.

A figura 8 apresenta um exemplo de gráfico de Pareto.

Figura 8 - Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Paranhos, 2007, p.123.

Para Paranhos (2007), a simples classificação dos defeitos por categoria estimula o gestor a perguntar por que ocorreu cada defeito, o que pode levar a soluções (ideias) para evitá-los. Tais estatísticas descritivas são fáceis de entender e podem levar a muitos aperfeiçoamentos, pois “a estratificação é a ferramenta mais importante do gerente” (PARANHOS, 2007, p.121). Slack, Chambers e Johnston (2009) completam que no processo de melhoramento, vale a pena distinguir entre o que é importante o que é menos importante e tem o propósito de distinguir entre as “poucas questões vitais” e as “muitas questões triviais” (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009, p. 586).

c) 5W1H:

Para Paranhos (2007), esta técnica, simples e eficiente faz parte da metodologia de solução de problemas, que nada mais é do que uma sequência que deve ser seguida passo a passo para se chegar à causa raiz de um problema.

A técnica 5W1H recebeu esse nome em relação direta com suas seis palavras, cujas iniciais são cinco W e uma letra H, respectivamente. Conforme Paranhos (2007) são elas:

- What? – O quê? Qual é o problema?
- When? – Quando? Qual a frequência em que ocorre?
- Where? – Onde ocorreu?
- How? – Como ocorreu?
- Why? – Por que ocorreu? Em que circunstâncias ocorrem?
- Who? – Quem participará das ações de correção e controle?

3 METODOLOGIA

Este capítulo demonstra como foi desenvolvida a aplicação das práticas de manufatura enxuta para o aprimoramento do processo de corte a laser.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O desenvolvimento do trabalho, que consiste na aplicação de práticas enxutas para aprimorar o processo de corte a laser, foi originado por uma necessidade da empresa METALSTAR.

A pesquisa apresenta caráter exploratório, que tem, segundo Gil (2002), o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses.

O método utilizado é a da pesquisa-ação que consiste no engajamento do pesquisador com o projeto, buscando soluções práticas aos problemas (GIL, 2002). Para Thiollent *apud* Tauchen (2007), pesquisa-ação é a pesquisa concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Thiollent *apud* Gil (2002) complementa que a pesquisa-ação tem como objetivo, além de gerar um amplo conhecimento também contribui diretamente para a solução do problema, uma vez que, o pesquisador não apenas observa a situação de fora, mas participa e interfere nas soluções propostas levantadas.

Inicialmente, buscou-se diagnosticar o cenário antigo do processo de corte a laser levando em consideração o seu desempenho operacional. Desta forma, realizou-se um levantamento de tempos com o intuito de comparar tempos reais (tempos de corte na máquina) com os tempos teóricos (tempos de sistema), a fim de, observar a existência de uma discordância. Com a análise dos dados, demonstrados no APÊNDICE A, de forma geral, os tempos reais do processo foram muito superiores aos esperados que são os tempos de sistema.

Com o diagnóstico realizado, o cenário do processo de corte a laser foi considerado pela empresa ruim, motivando a necessidade de uma atividade mais focada, buscando investigar onde poderiam estar as causas que estavam gerando o baixo rendimento operacional no processo de corte a laser. Procurou-se revisar a

literatura pertinente disponível sobre *Lean Manufacturing* que está estreitamente ligada à identificação e eliminação dos desperdícios. Também foram revisadas literaturas relacionadas com a administração da produção, sua função, estratégias e objetivos a fim de se obter um bom embasamento teórico.

Para inserir o pensamento enxuto no processo de corte a laser, fez-se necessária a utilização do método denominado GPT (Gestão do Posto de Trabalho). Sua implantação foi desenvolvida por um grupo de trabalho envolvendo gerente de produção, coordenadores, programador, operadores e técnicos de processo.

Primeiramente realizaram-se treinamentos com objetivo de mostrar o funcionamento e importância do novo método para todos os envolvidos com o processo. A próxima etapa criou e implantou os diários de bordo que serviram para a realização das anotações relacionadas às paradas de máquina. Este documento, em forma de planilha, foi desenvolvido com o apoio de todos os colaboradores envolvidos com o processo e a utilização da técnica *Brainstorming*. Durante este período houve um constante acompanhamento no posto de trabalho apoiando os operadores para o correto preenchimento das informações.

Semanalmente efetivaram-se as coletas dos diários de bordo. Após quatro semanas do mês de setembro/2013 realizou-se o cálculo do IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) com objetivo de obter os resultados do real rendimento operacional de cada máquina de corte e também indicar, através dos índices encontrados, onde estão as principais fontes de desperdícios.

Após a realização dos cálculos, iniciou-se a análise dos resultados. Com a utilização de diagramas de Pareto foi possível estratificar e visualizar as principais fontes dos desperdícios que serviram como apoio para a realização do plano de ação com objetivo de organizar, em forma de tarefas, as atividades necessárias para eliminar as causas dos desperdícios. O plano de ação foi criado com o suporte da ferramenta 5W1H.

Por fim, buscou-se medir os resultados encontrados após a implantação do GPT. Novos dados foram coletados durante as quatro semanas no mês de outubro/2013 através dos diários de bordo e um novo cálculo do IROG foi realizado a fim de identificar melhorias.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A METALSTAR Indústria Metalúrgica LTDA iniciou suas atividades em abril de 2002. Atualmente seu quadro funcional é composto de 260 colaboradores e está localizada na cidade de Santa Rosa, Rio Grande do Sul.

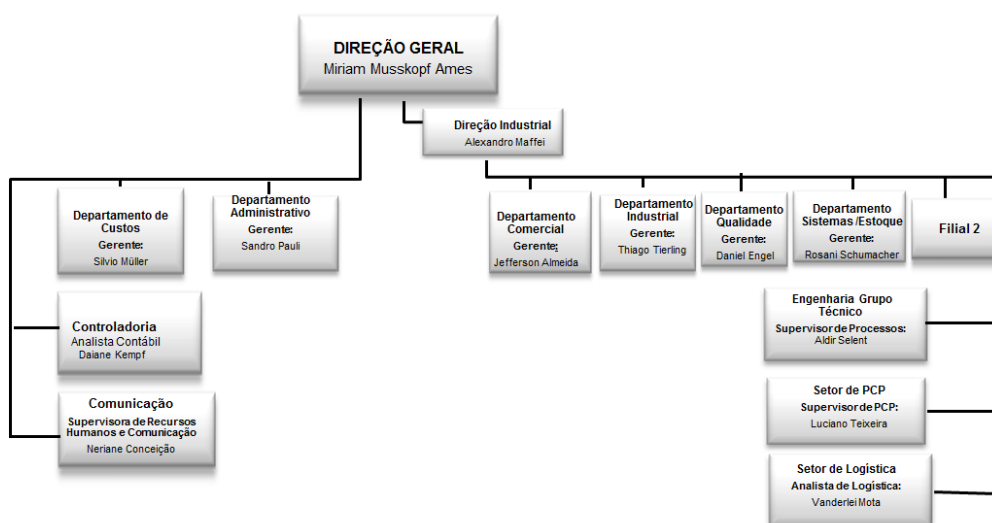
A empresa classifica-se como tipo de empresa que atua no setor secundário, onde transformam os produtos. Este setor utiliza os produtos provindos do setor primário, que é o segmento da economia que produz matéria-prima e as transforma, podendo ser utilizadas em outros negócios.

A METALSTAR produz bens tangíveis, em sua maior parte são fabricados por máquinas que recebem matéria-prima e as transformam em produtos acabados, dentro de padrões pré-definidos.

Os processos são repetitivos, em massa, e são empregados na produção de grande escala, utilizam-se máquinas de última tecnologia, como as de corte a laser, solda robotizada, viradeiras CNC's, prensas hidráulicas, sistemas de pintura a pó, centros de usinagem vertical e horizontal, tornos CNC's, entre outros equipamentos.

A empresa é formada atualmente por um quadro de funcionários qualificados e o organograma da empresa está estabelecido pela divisão das gerências das áreas, subordinadas à direção geral e industrial, como demonstrado na figura 9.

Figura 9 – Organograma gerencial da empresa



Fonte: METALSTAR Indústria Metalúrgica LTDA.

Atualmente, a empresa está com sua manufatura geral dividida em três unidades, parte dos processos estão instalados na unidade denominada Matriz, outra de Filial 2, e ainda há outra unidade denominada de Fábrica Nova. A unidade atual, Matriz, será desativada após a transferência geral de todos os setores para a unidade Fábrica Nova, exceto Filial 2. Esta transferência está ocorrendo nos dias atuais.

O setor de Corte/Estamparia que envolve processos de corte a laser, guilhotina, estamparia e conformação também está dividido. Partes dos processos estão localizadas na unidade Matriz e partes já operando na unidade Fábrica Nova. O atual arranjo físico do processo de corte a laser, composto de três máquinas também possui divisão, duas máquinas operam na unidade Matriz e uma na Fábrica Nova, tendo como consequência a necessidade de deslocamento dos materiais entre as unidades.

4.2 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE CORTE A LASER – CENÁRIO ANTIGO

O processo de corte a laser utiliza-se de planos de corte realizados pelos programadores. Estes planos de corte possuem um tempo, denominado de tempo teórico (tempos de sistema) dado em horas, minutos e segundos. O tempo teórico é obtido através de tabelas tecnológicas padrões, fornecidas pelo fabricante das máquinas, onde, dependendo do material, espessura, cabeçote de corte e gás a serem utilizados durante o processo de corte, os tempos são pré-determinados. Já o tempo prático (tempo real de operação na máquina) foi obtido através dos levantamentos das anotações realizados pelos operadores das máquinas. As marcações foram realizadas anotando-se a hora do início e fim do corte para cada plano de corte durante um determinado período de dias.

Importante destacar neste ponto que foi utilizado um tipo de amostra não probabilística por julgamento, que para Fonseca (1996), a amostra é determinada por ordem, o pesquisador, ou seja, não há uma aleatoriedade para a escolha de um elemento da população. Neste sentido, Fonseca (1996), alerta que não há forma de generalizar os resultados obtidos na amostra para o todo da população quando se opta por este método de amostragem.

A diferença encontrada entre o tempo teórico e o tempo prático atingiu uma média de 72% para a máquina Laser 01 e de 67% para a máquina Laser 02, em

ambas as máquinas o tempo real foi superior ao teórico e estão demonstrados no APÊNDICE A.

Os valores obtidos foram considerados pela empresa estudada como negativos, pois a situação normal considerada ideal é que o tempo real do processo seja o mais próximo possível do tempo teórico. Identificou-se, desta forma, um resultado indesejável e, diagnosticando a existência de um problema, denominado como ineficiência do processo de corte a laser.

4.3 IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO MÉTODO PARA GESTÃO DO PROCESSO DE CORTE A LASER

Com o diagnóstico da existência de um problema de ineficiência produtiva no processo de corte a laser, fez-se imperativa a intervenção na produção, a fim de melhorar a produtividade. A direção da organização, estrategicamente, montou uma equipe de trabalho com o intuito de direcionar atividades para que se possam atingir os objetivos de desempenho da produção.

Desta forma, buscou-se a realização de uma gestão mais focada, utilizando-se de técnicas e ferramentas para medir a real eficiência do processo e identificar as causas do problema para tomada de decisões em prol da melhoria no rendimento operacional. Assim, foi implantada no setor de Corte/Estamparia especificamente no processo de corte a laser a metodologia GPT (Gestão do Posto de Trabalho).

4.3.1 Implantação da GPT – Gestão do Posto de Trabalho

Para a implantação do GPT fez-se necessário a realização de treinamentos onde todos os envolvidos no processo, entre eles os quais os gerentes de produção, o coordenador de produção, o programador, e, por fim, os operadores e técnicos de processo. O objetivo com o treinamento foi demonstrar o método GPT e a importância do trabalho proposto.

Foi necessária a criação e implementação de uma planilha denominada diário de bordo. Os diários de bordo foram dispostos nas máquinas de corte e serviram para a realização dos registros das paradas de máquina.

Para a criação do modelo de diário de bordo (APÊNDICE B) utilizou-se como apoio a ferramenta da qualidade *brainstorming*. O objetivo foi alcançar o maior

número de ideias das possíveis causas do problema de paradas de máquina. As informações adquiridas nesta etapa foram dispostas no diário de bordo, facilitando os registros de acordo com a tipologia da parada de máquina por parte dos operadores.

A figura 10 demonstra as possíveis causas do problema da ineficiência produtiva no processo de corte a laser geradas pelo grupo *brainstorming*.

Figura 10 – Ideias geradas no *brainstorming*

CÓD.	DESCRIÇÃO
101	ABASTECIMENTO DE MÁQUINA
102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE
103	TROCA DE CABEÇOTE
104	FALTA DE EMPILHADEIRA/PALETEIRA/PALETES
105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)
106	FALTA DE ENERGIA
107	FALTA DE OPERADOR
108	FALTA DE PROGRAMA - PCP
109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE
110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE
111	LIMPEZA/ ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO
112	MANUTENÇÃO CORRETIVA
113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA
114	MEDIÇÃO - C E P
115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA
116	INTERVALO
117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)
118	BANHEIRO
119	REUNIÃO
120	TROCA DE TURNO
121	ERRO NA MÁQUINA
122	CORTE MANUAL DE RETALHO
123	PEÇAS URGENTES
124	FALTA DE AR COMPRIMIDO
125	SETUP DE AMOSTRA
126	RE TIRADAS DAS GRELHAS

Fonte: METALSTAR Indústria Metalúrgica LTDA.

Durante a implantação e utilização dos diários de bordo, fez-se necessário um acompanhamento criterioso no chão de fábrica, a fim de se obter informações precisas.

4.3.2 Cálculo do IROG – Índice de Rendimento Operacional Global

Primeiramente, buscou-se verificar se o posto de trabalho era um recurso gargalo ou não. Esta informação foi obtida junto com o setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção) na última semana de agosto/2013. A análise baseou-se na

abordagem de capacidade *versus* demanda especificamente para o processo de corte a laser.

A informação recebida do setor de PCP foi a de que a capacidade do setor de corte a laser composto de três máquinas era de 129.600 minutos de corte para o mês de setembro levando em consideração 24 horas por dia e os 30 dias do mês. A demanda total de corte necessária para o mês de setembro era 135.654 minutos. Desta forma, foi identificada que a capacidade produtiva do setor de corte a laser era inferior à demanda necessária, identificou-se, desta forma, que o processo de corte a laser era um recurso gargalo.

Quando o posto de trabalho é um recurso gargalo, o indicador IROG é denominado de TEEP (Produtividade Efetiva Total do Equipamento, em sua sigla em inglês *Total Effective Equipment Productivity*). Nesta situação o tempo total deve ser considerado.

Os índices de rendimento operacional foram medidos separadamente para a máquina Laser 01 e Laser 02.

A figura 11 demonstra, em forma de planilha, os dados obtidos semanalmente referentes ao mês de setembro/2013. Estes dados são necessários para obtenção dos índices, ITO (Índice do Tempo Operacional), IPO (Índice de Performance Operacional) e IPA (Índice de Produtos Aprovados) que determinam o TEEP. O resultado encontrado do TEEP é o que determina o IROG. O Índice do Rendimento Operacional Global da Laser 01 foi de 52%.

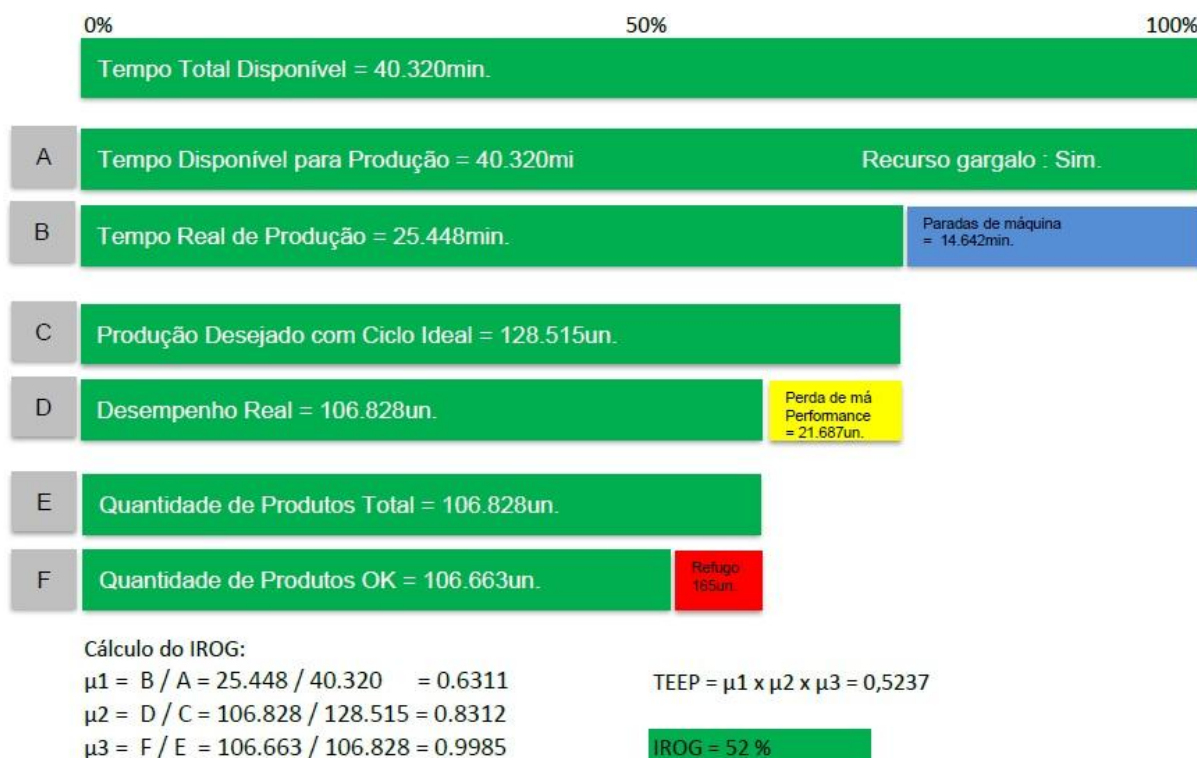
Figura 11 – Planilha IROG - Laser 01

PARALISAÇÕES		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	GERAL
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS PROGRAMADAS				
113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA		80			80
116	INTERVALO	60	60	30		150
119	REUNIÃO					0
TEMPO TOTAL DE PARADAS PROGRAMADAS		60	140	30	0	230
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS NÃO PROGRAMADAS				
101	ABASTECIMENTO DE MÁQUINA	30	22	54	40	146
102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE		5	43		48
103	TROCA DE CABEÇOTE					0
104	FALTA DE EMPILHADEIRA/PALETEIRA/PALETES		150			150
105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)	125		1340	360	1825
106	FALTA DE ENERGIA		33		11	44
107	FALTA DE OPERADOR			61	710	771
108	FALTA DE PROGRAMA - PCP	3935	3490	556		7981
109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE					0
110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE		31			31
111	LIMPEZA / ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	18	8		45	71
112	MANUTENÇÃO CORRETIVA	19		40	94	153
114	MEDIÇÃO - C E P					0
115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA		36			36
117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)					0
118	BANHEIRO					0
120	TROCA DE TURNO					0
121	ERRO NA MÁQUINA	1733	1026		616	3375
122	CORTE MANUAL DE RETALHO					0
123	PEÇAS URGENTES					0
124	FALTA DE AR COMPRIMIDO	11				11
125	SETUP DE AMOSTRA					0
126	RETIRADA DAS GRELHAS					0
TEMPO TOTAL DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS		5871	4801	2094	1876	14642
Tempo Total		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Disponível (Total - Paradas Programadas)		10020	9940	10050	10080	40090
Tempo Real de Operação		4149	5139	7956	8204	25448
PRODUÇÃO (UNIDADES)						
Quantidade Peças Programadas		30876	34734	32791	30114	128515
Quantidade de Peças Cortadas		25345	28987	26954	25134	106420
Produtos Refugados		56	65	21	23	165
Cálculos do Índice de Eficiência						
μ1 (Índice de Tempo Operacional) - ITO		0,41	0,52	0,79	0,81	0,63
μ2 (Índice de Desempenho) - IPO		0,82	0,83	0,82	0,83	0,83
μ3 (Índice de produtos aprovados) - IPA		0,998	0,998	0,999	0,999	0,998
TEEP (em relação ao Tempo Total Programado)		0,34	0,43	0,65	0,68	0,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 12 demonstra, de forma sistemática, os mesmos índices encontrados na planilha anterior para a realização do cálculo IROG. Observe a seguir:

Figura 12 – Sistemática e cálculo do IROG - Laser 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

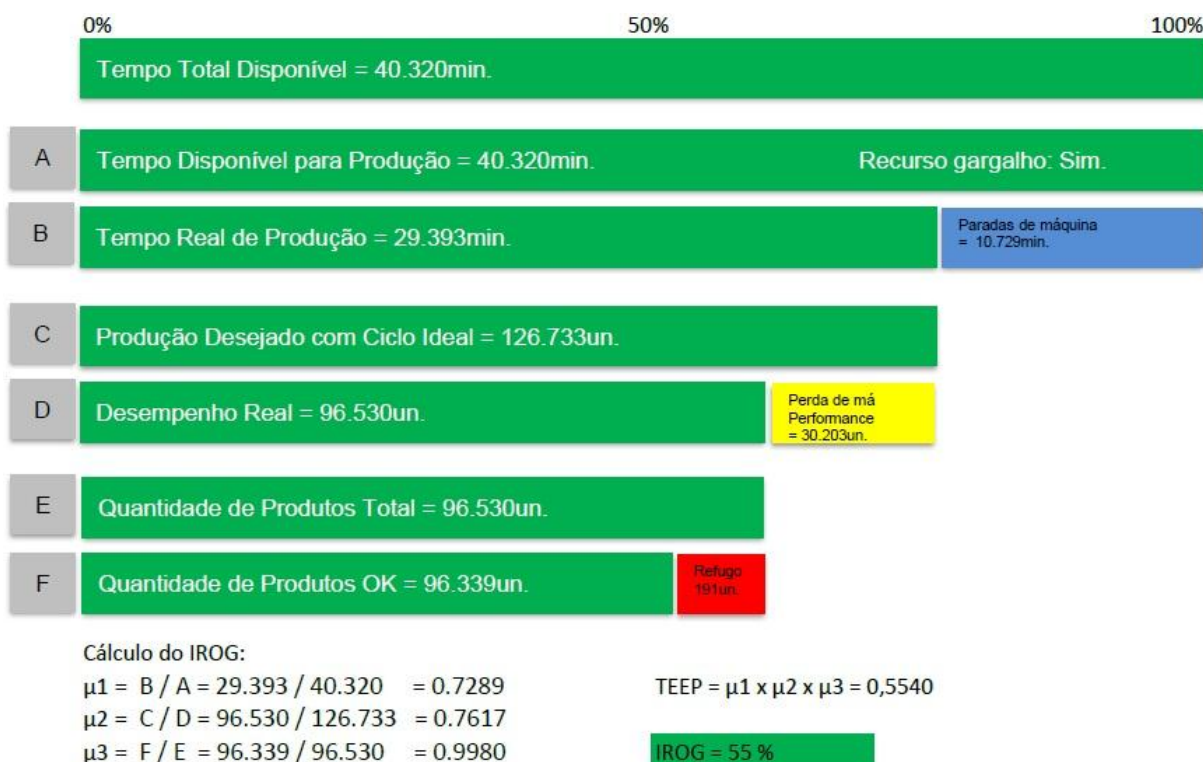
A figura 13 e 14 mostram o resultado do IROG da máquina Laser 02. O índice de rendimento encontrado foi de 55%.

Figura 13 – Planilha IROG - Laser 02

PARALISAÇÕES		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	GERAL
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS PROGRAMADAS				
113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA		78			78
116	INTERVALO	60	60			120
119	REUNIÃO					0
TEMPO TOTAL DE PARADAS PROGRAMADAS						198
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS NÃO PROGRAMADAS				
101	ABASTECIMENTO DE MÁQUINA	40	92		206	338
102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE		18	57	69	144
103	TROCA DE CABEÇOTE					0
104	FALTA DE EMPILHADEIRA/PALETEIRA/PALETES		160	142	145	447
105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)		45	115	75	235
106	FALTA DE ENERGIA		38			38
107	FALTA DE OPERADOR	20		60	232	312
108	FALTA DE PROGRAMA - PCP	3686	3363	123		7172
109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE					0
110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE		41	70	16	127
111	LIMPEZA / ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO				301	301
112	MANUTENÇÃO CORRETIVA	21	30	2	147	200
114	MEDIÇÃO - C E P				98	98
115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA					0
117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)					0
118	BANHEIRO					0
120	TROCA DE TURNO					0
121	ERRO NA MÁQUINA	17		108	388	513
122	CORTE MANUAL DE RETALHO	95	45	330	86	556
123	PEÇAS URGENTES				128	128
124	FALTA DE AR COMPRIMIDO				91	91
125	SETUP DE AMOSTRA					0
126	RETIRADA DAS GRELHAS				29	29
TEMPO TOTAL DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS		3879	3832	1007	2011	10729
Tempo Total		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Disponível (Total - Paradas Programadas)		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Real de Operação		6201	6248	9073	8069	29591
PRODUÇÃO (UNIDADES)						
Quantidade Peças Programadas		29734	31245	33767	31987	126733
Quantidade de Peças Cortadas		25873	24790	23581	22286	96530
Produtos Refugados		46	78	23	44	191
Cálculos do Índice de Eficiência						
μ1 (Índice de Tempo Operacional) - ITO		0,62	0,62	0,90	0,80	0,73
μ2 (Índice de Desempenho) - IPO		0,87	0,79	0,70	0,70	0,76
μ3 (Índice de produtos aprovados) - IPA		0,998	0,997	0,999	0,998	0,998
TEEP (em relação ao Tempo Total Programado)		0,53	0,49	0,63	0,56	0,55

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 – Sistemática e cálculo do IROG – Laser 02.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 Resultados e análises

Ao calcular o IROG, foi possível evidenciar o rendimento real de produção existente e confirmar o baixo rendimento operacional de cada equipamento. A empresa estudada considerou os índices de rendimento de 52% para a Laser 01 e de 55% para a Laser 02, resultados insatisfatórios, tendo como base um rendimento ideal esperado de 85%.

Os índices atingidos impactam diretamente o resultado econômico-financeiro da empresa. No desenvolvimento dos custos dos produtos que possuem a necessidade de serem cortados a laser, o tempo levado em consideração é o teórico. Portanto, se, durante o processo de corte na máquina o processo não está atingindo tempos pré-determinados, a diferença caracteriza-se por um desperdício.

Com isto, motivou-se a realização de uma análise mais aprofundada, procurando buscar onde estão as principais causas dos desperdícios determinando o baixo rendimento operacional e criar planos de ação para eliminação dos mesmos.

Os índices ITO - Índice de Tempo Operacional e o IPO - Índice de Performance Operacional encontrados durante a realização do IROG foram baixos e foram analisados separadamente

a) Índice de Tempo Operacional - ITO

Para a Laser 01, as paradas de máquina representaram uma perda de 37% do tempo total disponível. Para a Laser 02, representaram uma perda de 27%.

Através das coletas de dados obtidos dos diários de bordo durante o mês de setembro/2013 foi possível a estratificação das principais causas do problema de ineficiência produtiva relacionadas às paradas de máquina. O APÊNDICE C e APÊNDICE D mostram os tempos relacionados com cada tipologia de parada de máquina. O quadro 1 e quadro 2 demonstram, em resumo, os tempos com as frequências relativas para cada ocorrência de parada de máquina.

Quadro 1 – Tempos de parada de máquina – Laser 01

Código	Tipologia da parada	Tempo de Parada (min.)	Frequência Relativa
108	Falta de programa – PCP	7981	53,7%
121	Erro de máquina	3375	22,7%
105	Falta de insumo (bico, cerâmica, lentes, gás)	1825	12,3%
107	Falta de operador	771	5,2%
112	Manutenção corretiva	153	1,0%
104	Falta de empilhadeira/paleteira/paletes	150	1,0%
116	Intervalo	150	1,0%
101	Abastecimento de máquina	146	1,0%
113	Manutenção preventiva	80	0,3%
111	Limpeza/organização do ambiente de trabalho	71	0,3%
102	Regulagem do cabeçote de corte	48	0,3%
106	Falta de energia	44	0,3%
115	Peças levantadas das máquinas	36	0,2%
110	Liberação controle da qualidade	31	0,2%
124	Falta de ar comprimido	11	0,1%
Total		14872	

Fonte: Elaborado pelo autor.

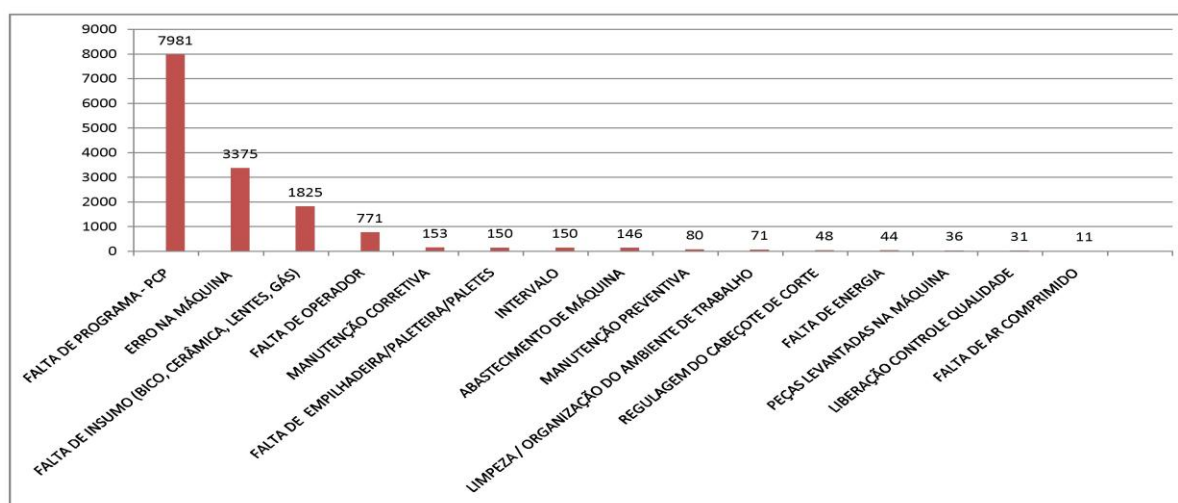
Quadro 2 – Tempos de parada de máquina – Laser 02

Código	Tipologia da parada	Tempo de Parada (min.)	Frequência Relativa
108	Falta de programa – PCP	7172	65,6%
122	Corte manual de retalho	556	5,1%
121	Erro na máquina	513	4,7%
104	Falta de empilhadeira/paleteira/paletes	447	4,1%
101	Abastecimento de máquina	338	3,1%
107	Falta de operador	312	2,9%
111	Limpeza/organização do ambiente de trabalho	301	2,8%
105	Falta de insumo (bico, cerâmica, lentes, gás)	235	2,2%
112	Manutenção corretiva	200	1,8%
102	Regulagem do cabeçote de corte	144	1,3%
123	Peças urgentes	128	1,2%
110	Liberação controle da qualidade	127	1,2%
115	Peças levantadas na máquina	120	1,1%
114	Medição – CEP	98	0,9%
124	Falta de ar comprimido	91	0,8%
113	Manutenção preventiva	78	0,7%
106	Falta de energia	38	0,3%
126	Retirada das grelhas	29	0,3%
Total		10927	

Fonte: Elaborado pelo autor.

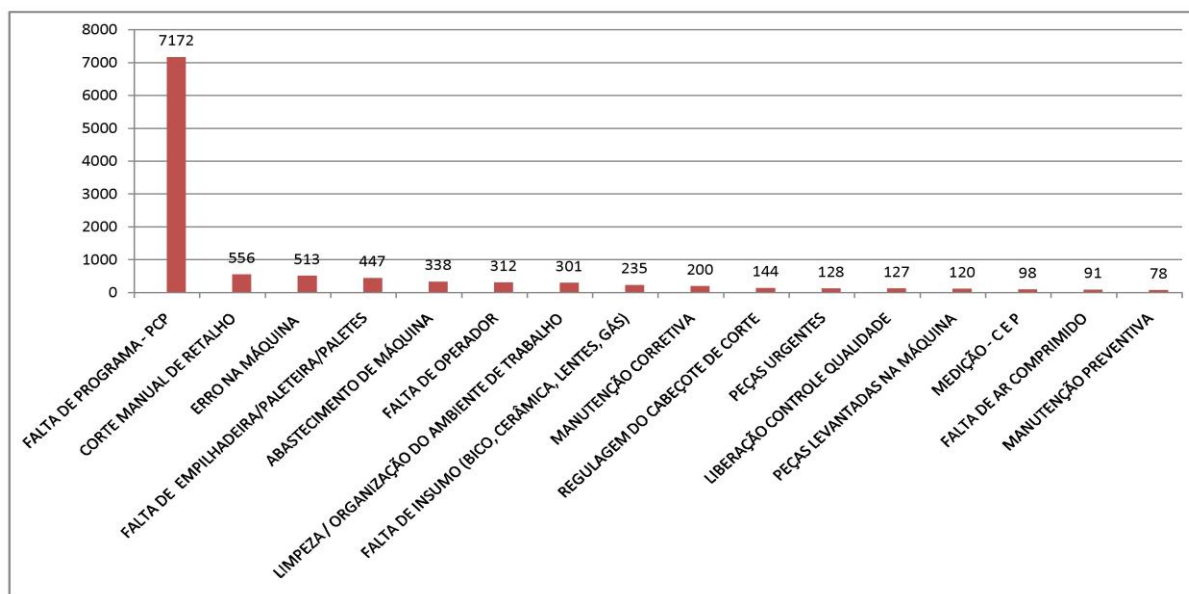
Com base das informações contidas no quadro 1 e quadro 2 foram desenvolvidos os diagramas de Pareto representados pela figura 15 e figura 16.

Figura 15 – Diagrama de Pareto - Laser 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Diagrama de Pareto - Laser 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a análise do diagrama de Pareto da máquina de corte Laser 01 demonstrou-se que 88,7% das paradas foram consequências de três fontes: falta de programa (planos de corte), erros de máquina e falta de insumos (bico, cerâmicas, lente ou gás).

O diagrama de Pareto da máquina de corte Laser 02 demonstrou que o maior motivo de parada da máquina, representando 65,6% do total, foi a falta de programas.

b) Redução de velocidade

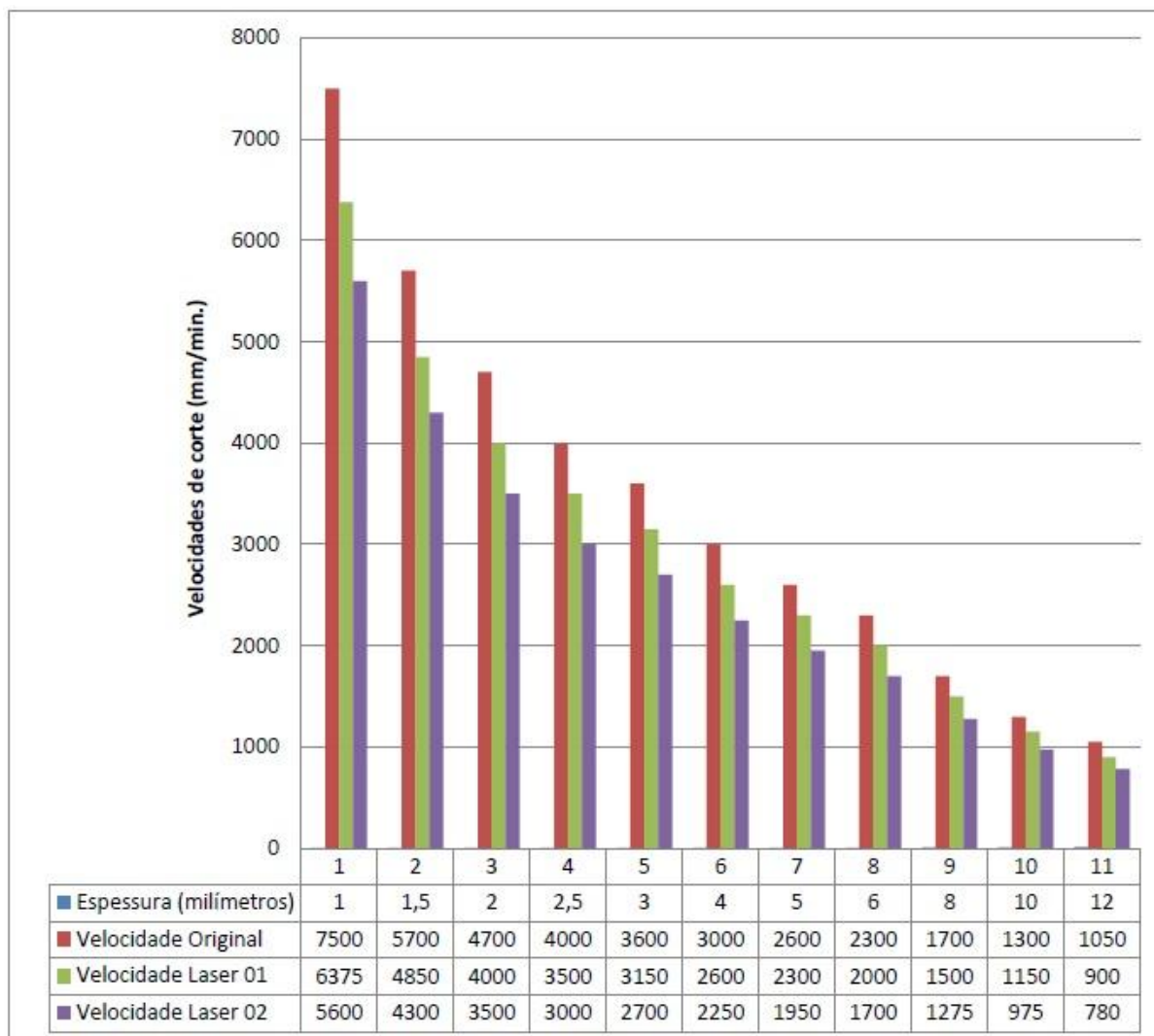
Para a Laser 01 a perda por *performance* representou 23% e para a Laser 02 foi de 24%.

A queda da *performance* operacional das máquinas está diretamente relacionada à velocidade do processo. No corte a laser as máquinas movimentam-se durante a execução do corte, e este movimento é denominado avanço de corte dado em milímetros por minuto. O avanço de corte sofre variações ajustadas pelos operadores de acordo, principalmente, pela espessura do material a ser cortado.

Ambas as máquinas são do mesmo modelo de fabricação, e possuem, portanto, a mesma tecnologia e são operadas com as mesmas velocidades de corte.

A figura 17 demonstra um gráfico comparativo das velocidades originais da máquina com as velocidades de corte reais utilizadas durante o processo de manufatura.

Figura 17 – Gráfico comparativo de velocidades de corte



Fonte: Elaborado pelo autor.

As máquinas avaliadas não estão atingindo os parâmetros originais de velocidade de corte dadas pelo fabricante. Para a máquina Laser 01, a porcentagem média de queda de rendimento, levando em consideração o avanço de corte (milímetros por minuto), é de 13,7%. A máquina Laser 02 possui uma queda ainda mais acentuada chegando a uma diferença média de 25,2%.

As condições mecânicas de cada uma das máquinas é o que determinam as limitações quanto à velocidade do processo.

Com os resultados quantificados, destacaram-se duas principais fontes de desperdícios observáveis mediante a análise do conceito criado pela Toyota dos sete tipos de desperdícios, são elas:

- Tempo de espera: por momentos as máquinas permaneciam paradas, em espera, não adicionando valor ao processo;
- Processo: no próprio processo de manufatura havia desperdícios pelo fato que as máquinas não atingiam a *performance* desejada.

Os desperdícios encontrados influenciaram direta e negativamente nos objetivos de desempenho da produção relacionados à velocidade, confiabilidade e custo.

O valor da hora máquina do processo de corte com laser é de R\$150,00, informação recebida pelo setor comercial no qual é responsável pela formação dos centros de custos. O resultado do IROG realizado antes da implantação das melhorias atingiu um índice de 53%. Conclui-se que, do total da capacidade disponível de 720 horas/mês, somente 53% foi o rendimento real, o que representou um desperdício no mês de setembro/2013 de 338,4 horas e um valor total de R\$50.760,00 para a máquina Laser 01. Para a máquina Laser 02, o desperdício foi de 324 horas, representando um valor total de R\$48.600,00.

O processo de corte a laser considerado gargalo e ainda abrange grandes índices de desperdícios com relação a paradas de máquina e quedas de *performance* operacional, fez com que a empresa estudada buscasse fornecedores prestadores de serviços de corte a laser para suprir sua necessidade. Desta forma, gerou outras fontes de desperdícios, tais, como: elevado custo para compra do serviço de corte e logística.

4.3.4 Plano de ação

Com base nas informações mensuráveis do baixo IROG e identificação das principais fontes de desperdícios das paradas de máquina e queda de *performance* do processo demonstrados através das análises de resultados, motivou-se a empresa estudada a buscar a realização de um planejamento de atividades para eliminação das principais causas dos desperdícios que estão impactando no resultado final da organização.

O plano de ação representado pelo APENDICE E está estreitamente ligado às práticas de manufatura enxuta que buscam agir sob um resultado indesejável procurando eliminá-lo.

Para a criação das etapas e definição dos prazos de conclusão para cada ação, foi levado em consideração o que é mais relevante ao processo bem como a facilidade de eliminação do problema, ou seja, os problemas mais simples de se resolverem e que impactam de forma mais significativa foram tomados pela empresa como prioritários, procurando desta forma obter os resultados mais rapidamente.

4.4 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE CORTE A LASER – CENÁRIO NOVO

Um novo levantamento de dados foi realizado durante o período de quatro semanas durante o mês de outubro/2013 e estão demonstrados pelo APÊNDICE E e APÊNDICE F.

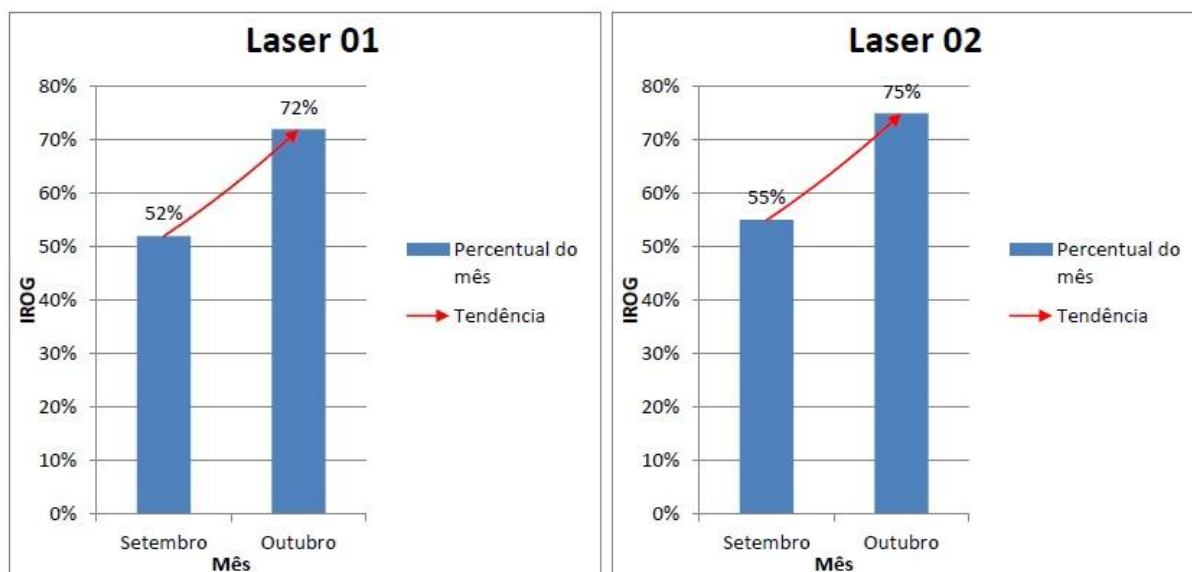
Muitas das atividades previstas no plano de ação foram executadas durante este período, portanto, outras que influenciam nas paradas de máquina e queda de *performance* dependem de manutenções corretivas nos equipamentos e não foram finalizadas. Neste sentido, a empresa esperou a melhora nos índices de rendimento, mas de forma limitada.

A máquina Laser 01 obteve um novo índice de 73% de rendimento operacional, o que significou um ganho de 20% em produtividade quando comparado com o IROG anterior, de 53%.

Para a máquina 02, o rendimento foi de 75%, o ganho no rendimento operacional foi quando comparado com o IROG 55% anterior foi também de 20%.

A próxima figura (Figura 18) mostra a evolução do índice de rendimento operacional global das máquinas Laser 01 e Laser 02.

Figura 18 – Gráfico evolução do rendimento operacional – Laser 01 e Laser 02.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O principal fator que influenciou na melhora do rendimento operacional para cada máquina foi a realização de ajustes relacionados à programação laser. Por falta de planos de corte, as máquinas permaneciam inoperantes, afetando consideravelmente o rendimento operacional. Ajustes administrativos e a realização de treinamentos desenvolvendo novos programadores de laser eliminaram as paradas de máquina influenciando o ganho de produtividade significativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das melhores práticas da administração da produção e manufaturas enxutas para as indústrias sejam elas de qualquer ramo, tem se mostrado uma alternativa frente às necessidades do mercado-alvo.

O trabalho demonstrou que com o gerenciamento do posto de trabalho de forma mais eficiente, proporcionou ganhos significativos de produtividade e redução dos custos. A utilização das práticas enxutas e o uso de métodos e ferramentas foram uma alternativa que vieram ao encontro às necessidades da Metalstar, além do baixo investimento com a implantação dos métodos vieram a proporcionar à empresa o aprimoramento do seu processo de corte a laser.

Com a identificação da eliminação de importantes fontes de desperdícios, os resultados mostraram uma melhoria significativa, no primeiro mês, houve um aumento de produtividade de 20% para ambas as máquinas de corte, superando as expectativas da organização.

Com os resultados positivos, a metodologia vem sendo aprimorada e implantada pela empresa em outros postos de trabalho como no setor de soldagem e pintura.

O estudo realizado pode ser aplicado nas empresas que julgarem pertinentes as suas necessidades quanto à melhoria contínua nos seus processos de manufatura. A análise se justifica, pois busca melhores resultados nas organizações, pelo fato que prioriza a mudança cultural e na busca constante pela eliminação dos desperdícios, bem como a redução dos custos operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J. A. V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e a teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. 1998. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BARTZ, A. B.; SILVA, D. I. da; FIGUEREDO, T. W. de, SPOHR, C. B. Processo de corte em máquinas laser. In: SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR, 2, Horizontina: Sief, 2011.

BRIALES, J. A. **Melhoria contínua através do Kaizen: estudo de caso na Daimlerchryler do Brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) – Universidade Federal de Fluminense, Niterói, 2005.

DONADEL, C. M.; CANASSA, E. M.; RODRIGUEZ, C. M. T. O uso da manutenção produtiva total (MPT) como ferramenta geradora de produtividade e agilidade para a logística enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu: Enegep, 2007.

FONSECA, J. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção**. Trad. de J.C.B. dos Santos e P.G. Martins. São Paulo: Pioneira, 2001.

GASPAR, M.P. **A melhoria contínua em processos produtivos, com a utilização da tecnologia CNC, na indústria metalmeccânica – estudo de caso da máquina CNC de corte laser de tubos metálicos, na indústria Metalúrgia Golin**. 2009. Monografia (Tecnólogo em Produção) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

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

GUIMARÃES, M. A.; ROSES, C. F. M. Aplicação da gestão do posto de trabalho (GPT) em uma empresa eletro-eletrônica como ferramenta de definição de melhorias no processo produtivo. **Revista Intellectus**, Jaguariúna, v.21, n. 1, p. 104-120, abr. 2012.

KLIPPEL, A. F.; OLIVEIRA, J. C.A. **Aumento da eficiência operacional através da abordagem de Gestão dos Postos de Trabalho (GPT): um estudo de caso na indústria de medicamentos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXIV, 2004, Florianópolis: Enegep, 2004.

LIKER, A. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARTINS, G.P.; LAUGENI, P. F. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2003.

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

NETZ, R. B. **Implantação de um sistema de gerenciamento da produção integrado em uma empresa do setor metalmeccânico para solução de problemas do sistema de gestão da produção**. 2012. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2012.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, 1997.

PACHECO, D. A. et al. Modelo de gerenciamento da capacidade produtiva : integrando teoria das restrições e o índice de rendimento operacional global (IROG). **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 806-826, jul./set. 2012.

PARANHOS, M., Filho. **Gestão da produção industrial**. 1. ed Curitiba: Ibpex, 2007.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Trad. de E. de Shaan. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996

SILVA, G.G.M.P. **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Trad. de F. de Oliveira, F. Alher e H.L. Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

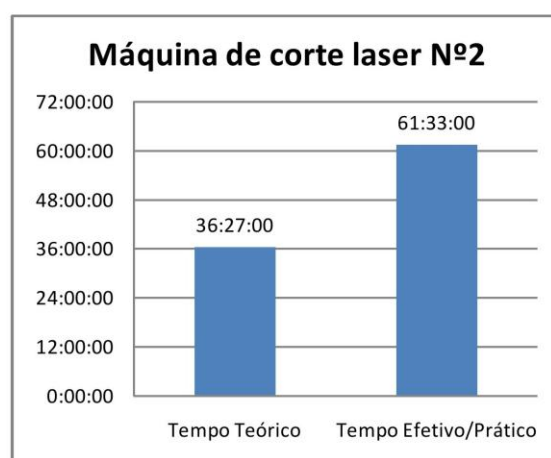
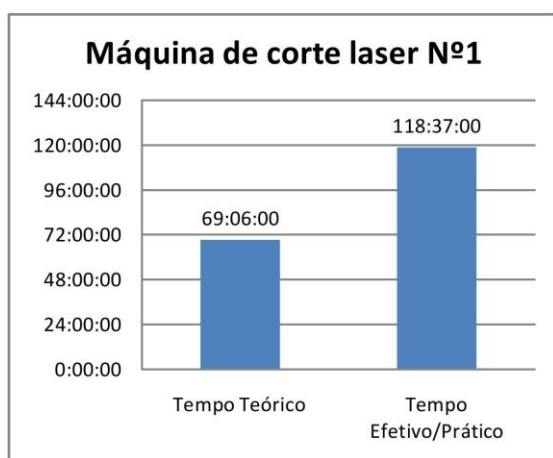
TAUCHEN A. J. **Um modelo de gestão ambiental para a implantação em instituições de ensino superior**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007. Disponível em: <<http://www.upf.br/ppgeng/images/stories/2005joeltauchen.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Trad. de P.M. Celeste e A.B. Rodrigues. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE TEMPOS TEÓRICOS X PRÁTICOS

LEVANTAMENTO DE TEMPOS TEÓRICOS X PRÁTICOS				
Máquina Corte Laser Nº1				
Amostra	Tempo Teórico	Tempo Efetivo/Prático	Diferença	%
1	2:37:00	5:30:00	2:53:00	110
2	3:38:00	6:22:00	2:44:00	75
3	0:27:00	1:07:00	0:40:00	148
4	0:05:00	0:08:00	0:03:00	60
5	0:04:00	0:13:00	0:09:00	225
6	2:33:00	3:20:00	0:47:00	31
7	2:52:00	3:20:00	0:28:00	16
8	0:53:00	1:00:00	0:07:00	13
9	3:14:00	5:45:00	2:31:00	78
10	0:48:00	1:07:00	0:19:00	40
11	1:54:00	2:42:00	0:48:00	42
12	0:05:00	0:10:00	0:05:00	100
13	0:33:00	0:55:00	0:22:00	67
14	0:03:00	0:09:00	0:06:00	200
15	0:32:00	0:39:00	0:07:00	22
16	0:12:00	0:22:00	0:10:00	83
17	0:10:00	0:16:00	0:06:00	60
18	0:06:00	0:17:00	0:11:00	183
19	3:25:00	4:22:00	0:57:00	28
20	7:52:00	17:09:00	9:17:00	118
21	0:36:00	0:43:00	0:07:00	19
22	3:28:00	5:41:00	2:13:00	64
23	0:26:00	1:13:00	0:47:00	181
24	0:49:00	1:18:00	0:29:00	59
25	0:41:00	1:10:00	0:29:00	71
26	2:25:00	4:06:00	1:41:00	70
27	9:25:00	14:35:00	5:10:00	55
28	11:40:00	20:15:00	8:35:00	74
29	6:21:00	13:12:00	6:51:00	108
30	1:12:00	1:31:00	0:19:00	26
Total	69:06:00	118:37:00	49:31:00	72

Máquina Corte Laser Nº2				
Amostra	Tempo Teórico	Tempo Efetivo/Prático	Diferença	%
1	1:42:00	2:35:00	0:53:00	52
2	2:14:00	4:24:00	2:10:00	97
3	0:06:00	0:09:00	0:03:00	50
4	0:15:00	0:22:00	0:07:00	47
5	2:36:00	3:02:00	0:26:00	17
6	0:22:00	0:34:00	0:12:00	55
7	0:48:00	1:00:00	0:12:00	25
8	0:03:00	0:07:00	0:04:00	133
9	3:17:00	5:07:00	1:50:00	56
10	0:38:00	0:55:00	0:17:00	45
11	0:41:00	1:13:00	0:32:00	78
12	0:12:00	0:20:00	0:08:00	67
13	0:48:00	1:14:00	0:26:00	54
14	1:25:00	2:12:00	0:47:00	55
15	2:37:00	3:48:00	1:11:00	45
16	2:30:00	4:15:00	1:45:00	70
17	4:58:00	6:30:00	1:32:00	31
18	0:22:00	0:31:00	0:09:00	41
19	0:10:00	0:18:00	0:08:00	80
20	1:10:00	4:00:00	2:50:00	243
21	1:08:00	3:45:00	2:37:00	231
22	1:12:00	2:05:00	0:53:00	74
23	0:53:00	2:40:00	1:47:00	202
24	0:15:00	0:25:00	0:10:00	67
25	0:09:00	0:20:00	0:11:00	122
26	3:19:00	4:25:00	1:06:00	33
27	0:14:00	0:42:00	0:28:00	200
28	0:08:00	0:19:00	0:11:00	137
29	1:55:00	3:56:00	2:01:00	105
30	0:20:00	0:20:00	0:00:00	0
Total	36:27:00	61:33:00	25:06:00	67



APÊNDICE B – DIÁRIO DE BORDO

DIÁRIO DE BORDO						
UNIDADE FABRIL:	MÁQUINA:					
	PARADAS					
DATA	INICIO	FIM	MOTIVO	OBSERVAÇÕES	CÓD.	OCORRÊNCIA DA PARADA
/ /	:	:				
/ /	:	:			102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE
/ /	:	:			103	TROCA DE CABEÇOTE
/ /	:	:			104	FALTA DE EMPILHADEIRA/PALETEIRA/PALETES
/ /	:	:			105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)
/ /	:	:			106	FALTA DE ENERGIA
/ /	:	:			107	FALTA DE OPERADOR
/ /	:	:			108	FALTA DE PROGRAMA - PCP
/ /	:	:			109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE
/ /	:	:			110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE
/ /	:	:			111	LIMPEZA / ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO
/ /	:	:			112	MANUTENÇÃO CORRETIVA
/ /	:	:			113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA
/ /	:	:			114	MEDIÇÃO - C E P
/ /	:	:			115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA
/ /	:	:			116	INTERVALO
/ /	:	:			117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)
/ /	:	:			118	BANHEIRO
/ /	:	:			119	REUNIÃO
/ /	:	:			120	TROCA DE TURNO
/ /	:	:			121	ERRO NA MÁQUINA
/ /	:	:			122	CORTE MANUAL DE RETALHO
/ /	:	:			123	PEÇAS URGENTES
/ /	:	:			124	FALTA DE AR COMPRIMIDO
/ /	:	:			125	SETUP DE AMOSTRA
/ /	:	:			126	RETIRADA DAS GRELHAS

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE DADOS LASER 01 – SETEMBRO/2013

LEVANTAMENTO DE DADOS - LASER 01														
Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)	Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)	Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)
01/09/13	121	00:00	08:00	360	08/09/13	108	00:00	06:00	360	18/09/13	101	15:35	15:50	15
01/09/13	121	06:00	14:00	480	08/09/13	108	06:00	14:00	480	18/09/13	107	19:24	20:00	38
01/09/13	121	14:00	22:00	480	08/09/13	108	14:00	22:00	480	17/09/13	112	09:40	10:20	40
01/09/13	121	22:00	23:59	119	08/09/13	108	22:00	23:59	119	17/09/13	102	18:12	18:30	18
02/09/13	121	00:00	06:00	360	09/09/13	108	00:00	06:00	360	19/09/13	105	07:47	07:56	9
02/09/13	121	06:00	07:48	108	09/09/13	108	06:00	11:50	350	19/09/13	102	12:25	12:50	25
02/09/13	121	08:22	08:44	22	09/09/13	113	12:00	13:20	80	19/09/13	105	14:35	14:46	11
02/09/13	111	13:53	14:00	7	10/09/13	121	06:15	06:50	35	19/09/13	107	17:35	18:00	25
02/09/13	111	14:00	14:10	10	10/09/13	115	11:35	12:11	36	20/09/13	116	12:30	13:00	30
03/09/13	116	01:00	02:00	60	10/09/13	104	16:40	17:20	40	20/09/13	121	20:00	20:30	30
03/09/13	105	02:50	04:55	125	10/09/13	108	17:50	22:00	250	21/09/13	105	02:00	06:00	240
03/09/13	121	09:22	09:25	3	10/09/13	108	22:00	23:59	119	21/09/13	105	08:00	14:00	480
03/09/13	111	09:59	10:00	1	11/09/13	108	00:00	06:00	360	21/09/13	105	14:00	22:00	480
03/09/13	121	11:10	11:25	15	11/09/13	108	06:00	09:00	180	21/09/13	105	22:00	24:00	120
03/09/13	124	12:15	12:26	11	11/09/13	108	10:18	14:00	222	22/09/13	105	00:00	06:00	360
04/09/13	108	09:00	09:32	32	11/09/13	108	14:00	17:30	210	23/09/13	112	13:25	14:00	35
04/09/13	108	11:53	14:00	127	11/09/13	121	17:35	22:00	265	23/09/13	112	14:00	14:48	48
04/09/13	108	14:00	22:00	480	11/09/13	121	22:00	23:59	119	23/09/13	107	16:00	17:30	90
05/09/13	121	01:15	02:10	55	12/09/13	121	00:00	06:00	360	23/09/13	106	19:40	19:51	11
05/09/13	121	02:16	02:44	28	12/09/13	121	06:00	10:00	240	24/09/13	107	12:30	12:50	20
05/09/13	101	03:40	04:10	30	12/09/13	110	12:59	13:30	31	24/09/13	121	14:00	14:13	13
05/09/13	121	13:00	13:30	30	12/09/13	104	13:30	15:20	110	24/09/13	107	15:48	16:08	20
05/09/13	121	14:00	14:20	20	12/09/13	101	15:20	15:30	10	24/09/13	107	17:30	18:00	30
05/09/13	112	16:01	16:20	19	12/09/13	102	16:15	16:20	5	24/09/13	121	19:29	19:37	8
05/09/13	121	16:24	16:37	13	13/09/13	111	11:19	11:27	8	25/09/13	121	06:00	14:00	480
05/09/13	108	17:01	22:00	299	13/09/13	108	16:09	17:36	87	25/09/13	121	14:00	15:20	80
05/09/13	108	22:00	23:59	119	13/09/13	101	17:36	17:48	12	25/09/13	107	15:20	18:30	190
06/07/13	108	00:00	06:00	360	13/09/13	106	18:30	18:43	13	25/09/13	111	22:25	23:10	45
06/07/13	108	06:00	14:00	480	14/09/13	106	07:15	07:35	20	26/09/13	107	00:00	06:00	360
06/07/13	108	14:00	22:00	480	14/09/13	121	08:21	08:28	7	26/09/13	121	08:40	08:45	5
06/07/13	108	22:00	23:59	119	14/09/13	116	12:00	13:00	60	26/09/13	101	18:35	18:50	15
07/09/13	108	00:00	06:00	360	15/09/13	108	22:10	23:59	109	26/09/13	101	20:20	20:45	25
07/09/13	108	06:00	14:00	480	16/09/13	108	00:00	06:00	360	27/09/13	112	07:54	08:05	11
07/09/13	108	14:00	22:00	480	16/09/13	101	11:31	11:45	14	Total				14872
07/09/13	108	22:00	23:59	119	16/09/13	101	14:45	15:10	25					

APÊNDICE D – LEVANTAMENTO DE DADOS LASER 02 – SETEMBRO/2013

LEVANTAMENTO DE DADOS - LASER 02														
Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)	Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)	Data	Motivo da Parada	Hora Inicial de Parada	Hora fim de Parada	Paradas (min.)
01/09/13	112	18:50	19:00	10	11/09/13	108	06:00	08:45	165	23/09/13	101	10:00	11:15	75
02/09/13	107	16:00	16:20	20	11/09/13	108	10:12	14:00	228	23/09/13	104	13:14	13:34	20
02/09/13	121	19:15	19:32	17	11/09/13	108	14:00	20:30	390	23/09/13	121	20:30	21:00	30
03/09/13	116	02:00	03:00	60	12/09/13	110	12:59	13:40	41	24/09/13	121	06:15	07:15	60
03/09/13	108	09:23	09:51	28	12/09/13	104	13:40	14:00	20	24/09/13	114	09:45	10:23	38
03/09/13	101	10:30	10:49	19	12/09/13	104	14:00	15:30	90	24/09/13	114	11:30	12:30	60
03/09/13	112	12:15	12:26	11	12/09/13	101	15:30	15:53	23	24/09/13	121	12:45	13:30	45
04/09/13	108	00:30	06:00	330	12/09/13	122	19:40	20:10	30	24/09/13	101	16:22	17:15	53
04/09/13	108	06:00	06:30	30	13/09/13	102	07:42	08:00	18	24/09/13	107	18:20	19:12	52
04/09/13	108	08:35	14:00	325	13/09/13	108	16:01	17:36	95	25/09/13	111	01:12	03:15	123
04/09/13	108	14:00	22:00	480	13/09/13	101	17:36	17:44	8	25/09/13	105	05:18	08:33	75
04/09/13	108	22:00	23:00	60	13/09/13	106	18:31	18:44	13	25/09/13	102	09:39	10:12	33
05/09/13	101	13:17	13:38	21	14/09/13	106	07:15	07:40	25	26/09/13	121	03:16	03:24	8
06/09/13	108	04:20	06:00	100	14/09/13	105	07:55	08:40	45	26/09/13	107	10:00	13:00	180
06/09/13	108	06:00	07:51	111	14/09/13	112	09:00	09:30	30	26/09/13	121	14:33	15:30	57
06/09/13	122	07:51	09:26	95	14/09/13	116	12:00	13:00	60	26/09/13	102	22:18	22:30	12
06/09/13	108	09:26	10:28	62	17/09/13	122	00:30	06:00	330	27/09/13	112	01:12	02:18	66
06/09/13	108	12:00	14:00	120	17/09/13	108	06:00	06:30	30	27/09/13	101	04:12	05:11	59
06/09/13	108	14:00	22:00	480	17/09/13	108	09:12	10:45	93	27/09/13	122	10:30	11:35	65
06/09/13	108	22:00	24:00	120	18/09/13	121	09:20	09:45	25	28/09/13	111	04:00	06:20	140
07/09/13	108	00:00	06:00	360	18/09/13	121	12:00	13:12	72	28/09/13	124	07:45	08:14	29
07/09/13	108	06:00	14:00	480	18/09/13	112	16:23	16:25	2	28/09/13	123	12:16	14:24	128
07/09/13	108	14:00	22:00	480	18/09/13	105	23:45	00:00	15	28/09/13	122	14:55	15:16	21
07/09/13	108	22:00	24:00	120	19/09/13	104	10:05	10:34	29	28/09/13	101	18:22	18:41	19
08/09/13	108	00:00	06:00	360	19/09/13	104	16:06	17:05	59	28/09/13	124	22:12	23:14	62
08/09/13	108	06:00	14:00	480	19/09/13	102	18:00	18:23	23	29/09/13	112	02:15	03:00	45
08/09/13	108	14:00	22:00	480	19/09/13	105	22:20	22:30	10	29/09/13	111	19:20	19:58	38
08/09/13	108	22:00	24:00	120	20/09/13	110	09:05	11:15	70	29/09/13	126	23:15	00:14	29
09/09/13	108	00:00	06:00	360	20/09/13	107	12:00	13:00	60	30/09/13	121	04:15	08:33	138
09/09/13	108	06:00	10:50	290	20/09/13	121	14:13	14:24	11	30/09/13	112	09:40	10:16	36
09/09/13	101	11:32	11:36	4	20/09/13	104	18:35	18:55	20	30/09/13	104	13:15	15:20	125
09/09/13	113	12:00	13:18	78	20/09/13	102	21:30	21:45	15	Total				
10/09/13	108	00:45	06:00	315	20/09/13	104	22:10	22:44	34					
10/09/13	122	08:35	08:50	15	21/09/13	105	06:00	07:30	90					
10/09/13	108	08:50	10:10	80	21/09/13	102	19:16	19:35	19					
10/09/13	104	14:10	14:40	30	22/09/13	121	14:20	14:45	25					
10/09/13	104	15:06	15:26	20	22/09/13	110	16:33	16:49	16					
10/09/13	101	16:25	16:37	12	22/09/13	102	21:34	21:58	24					
10/09/13	101	16:55	17:40	45	22/09/13	121	23:15	00:10	25					

APÊNDICE E – PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO										
Etapa	Data	Causa do problema (Qual?)	Ação de Contenção?	Tipo (Corretiva ou Preventiva?)	Ações) corretiva(s) para a eliminação da causa (Qual ação?)	RESPONSÁVEL Quem?	Prazo (Quando?)	Acompanhamento da Ação	Ação Eficaz? (Sim/Não)	
1	03/10/2013	Falta de plano de corte	Sim	Corretiva	Alinhar atividade com o programador de laser	Aldir Seleit Coordenador Grupo Técnico	07/10/2013	Atividades alinhada	Sim	
2	03/10/2013	Falta de programador	Não	Preventiva	Fornecer treinamento especializado para o desenvolvimento de novos programadores	Neriane Conceição Gerente RH	15/10/2013	Novos programadores foram desenvolvidos	Sim	
3	03/10/2013	Identificar as principais causas das paradas por erro de máquina	Sim	Corretiva	Verificar as condições mecânicas das máquinas de corte laser identificando quais os erros que estão ocasionando as paradas não programadas	Guilherme Ferrari Gerente de Manutenção	08/10/2013	Foi identificado as principais erros que causam as paradas de máquina	Sim	
4	03/10/2013	Identificar as principais causas da perda de performance durante o corte	Não	Corretiva	Verificar as condições mecânicas das máquinas de corte laser identificando quais os causas que estão ocasionando a redução de performance	Guilherme Ferrari Gerente de Manutenção	08/10/2013	Foi identificado as principais as principais causas da perda de performance	Sim	
5	11/10/2013	Falta de manutenções corretivas	Não	Corretiva	Realizar as manutenções corretivas necessárias	Guilherme Ferrari Gerente de Manutenção	31/10/2013	Atividade em andamento		
6	11/10/2013	Falta de manutenções preventivas	Não	Corretiva	Organizar e executar as atividades definidas nos planos de manutenções preventivas	Guilherme Ferrari Gerente de Manutenção	31/10/2013	Atividade em andamento		
7	03/10/2013	Falta de insumos (bicos de corte e lentes focais)	Sim	Corretiva	Compra de insumos faltantes e reorganização dos estoque. Criação de um estoque de segurança	Ailton Coordenador setor Compras	11/10/2013	Insumos faltantes foram comprados e mantidos no estoque do almoxarifado	Sim	
8	03/10/2013	Ausência de operadores durante o processo	Não	Preventiva	Reorganizar toda atividade (horários / turnos) realizadas pelos operadores	Paulo Cesar Farias Coordenador Setor Corte/Estamparia	11/10/2013	Atividades alinhada	Sim	
9	03/10/2013	Itens sendo produzidos em corte laser podendo ser retirados deste processo	Não	Corretiva	Identificar e alterar o processo de manufatura das peças que não são necessárias produção pelo processo de laser	Aldir Seleit Coordenador GT	21/10/2013	Itens identificados e processo de manufatura alterado	Sim	
10	03/10/2013	Corte manual de retalhos	Sim	Corretiva	Orientar programador que todo corte de retalho deve estar inserido nos planos de corte e não podem ser realizados manualmente pelos operadores	Aldir Seleit Coordenador GT	07/10/2013	Cortes necessários de retalhos são feitos na programação e não mais pelos operadores	Sim	
11	03/10/2013	Falta de paletes para movimentações de peça, ocasionando ausência do operador e paradas de máquina	Sim	Corretiva	Fornecimento de paleta própria para o setor de corte laser	Ailton Coordenador setor Compras	15/10/2013	Foi fornecida paleta própria para movimentação de peças dentro do processo de corte laser	Sim	

APÊNDICE F – CÁLCULO IROG LASER 01 - OUTUBRO/2013

PARALISAÇÕES		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	GERAL
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS PROGRAMADAS				
113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA		720		720	1440
116	INTERVALO					0
119	REUNIÃO	60	60	60	60	240
TEMPO TOTAL DE PARADAS PROGRAMADAS		60	780	60	780	1680
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS NÃO PROGRAMADAS				
101	ABASTECIMENTO DE MÁQUINA	30				30
102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE	15	25			40
103	TROCA DE CABEÇOTE					0
104	FALTA DE EMPILHADERA/PALETEIRA/PALETES	120				120
105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)	30				30
106	FALTA DE ENERGIA			60		60
107	FALTA DE OPERADOR					0
108	FALTA DE PROGRAMA - PCP					0
109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE		30	25		55
110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE		31	20		51
111	LIMPEZA / ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	30	30	30	30	120
112	MANUTENÇÃO CORRETIVA	420	340	125		885
114	MEDIÇÃO - C E P					0
115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA		36	15		51
117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)					0
118	BANHEIRO					0
120	TROCA DE TURNO					0
121	ERRO NA MÁQUINA	1600	940	560		3100
122	CORTE MANUAL DE RETALHO			45		45
123	PEÇAS URGENTES					0
124	FALTA DE AR COMPRIMIDO			15	25	40
125	SETUP DE AMOSTRA					0
126	RETIRADA DAS GRELHAS					0
TEMPO TOTAL DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS		2245	1432	895	55	4627
Tempo Total		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Disponível (Total - Paradas Programadas)		10020	9300	10020	9300	38640
Tempo Real de Operação		7775	7868	9125	9245	34013
PRODUÇÃO (UNIDADES)						
Quantidade Peças Programadas		29765	31876	30812	24435	116888
Quantidade de Peças Cortadas		24562	26452	23873	20762	95649
Produtos Refugados		85	55	37	44	221
Cálculos do Índice de Eficiência						
μ1 (Índice de Tempo Operacional) - ITO		0,78	0,85	0,91	0,99	0,88
μ2 (Índice de Desempenho) - IPO		0,82	0,83	0,82	0,85	0,83
μ3 (Índice de produtos aprovados) - IPA		0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
TEEP (em relação ao Tempo Total Programado)		0,63	0,70	0,75	0,84	0,73

APÊNDICE G – CÁLCULO IROG LASER 02 - OUTUBRO/2013

PARALISAÇÕES		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	GERAL
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS PROGRAMADAS				
113	MANUTENÇÃO PREVENTIVA		480	525		1005
116	INTERVALO					0
119	REUNIÃO	60	60	60	60	240
TEMPO TOTAL DE PARADAS PROGRAMADAS						1245
CÓD.	DESCRIÇÃO	PARADAS NÃO PROGRAMADAS				
101	ABASTECIMENTO DE MÁQUINA	55	125			180
102	REGULAGEM DO CABEÇOTE DE CORTE		24	33		57
103	TROCA DE CABEÇOTE					0
104	FALTA DE EMPILHADERA/PALETEIRA/PALETES	120				120
105	FALTA DE INSUMO (BICO, CERÂMICA, LENTES, GÁS)					0
106	FALTA DE ENERGIA			55		55
107	FALTA DE OPERADOR	30				30
108	FALTA DE PROGRAMA - PCP	157				157
109	REPROGRAMAÇÃO DE CORTE					0
110	LIBERAÇÃO CONTROLE QUALIDADE		55	96		151
111	LIMPEZA / ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	30	30	30	30	120
112	MANUTENÇÃO CORRETIVA	45	145	221	30	441
114	MEDIÇÃO - C E P		60			60
115	PEÇAS LEVANTADAS NA MÁQUINA	35	15			50
117	REGULAGEM DE MÁQUINA (PARÂMETROS DE CORTE)					0
118	BANHEIRO					0
120	TROCA DE TURNO					0
121	ERRO NA MÁQUINA	48	112	38	125	323
122	CORTE MANUAL DE RETALHO	22				22
123	PEÇAS URGENTES					0
124	FALTA DE AR COMPRIMIDO			20	45	65
125	SETUP DE AMOSTRA					0
126	RETIRADA DAS GRELHAS	55				55
TEMPO TOTAL DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS		597	566	493	230	1886
Tempo Total		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Disponível (Total - Paradas Programadas)		10080	10080	10080	10080	40320
Tempo Real de Operação		9483	9514	9587	9850	38434
PRODUÇÃO (UNIDADES)						
Quantidade Peças Programadas		31668	30735	33410	29541	125354
Quantidade de Peças Cortadas		24555	26542	24681	23478	99256
Produtos Refugados		46	78	23	44	191
Cálculos do Índice de Eficiência						
μ1 (Índice de Tempo Operacional) - ITO		0,94	0,94	0,95	0,98	0,95
μ2 (Índice de Desempenho) - IPO		0,78	0,86	0,74	0,79	0,79
μ3 (Índice de produtos aprovados) - IPA		0,998	0,997	0,999	0,998	0,998
TEEP (em relação ao Tempo Total Programado)		0,73	0,81	0,70	0,78	0,75