



Eduardo Augusto Zazycki

**IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA OEE EM UMA
MÁQUINA DE CORTE A LASER**

Horizontina – RS

2018

Eduardo Augusto Zazycki

**IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA OEE EM UMA
MÁQUINA DE CORTE A LASER**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. Francine Centenaro.

Horizontina – RS

2018

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Implementação do indicador de eficiência OEE em uma máquina de corte a laser”

Elaborada por:

Eduardo Augusto Zazycki

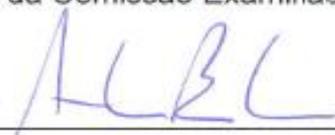
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 29/11/2018
Pela Comissão Examinadora



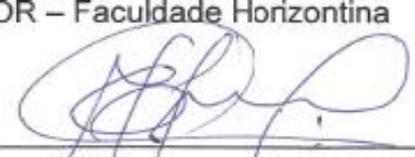
Prof. Me. Francine Centenaro

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. André Rogério Kinalski Bender

FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Eloir Fernandes

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2018

Dedicatória

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais Airto Zazycki (in memorian) e Zilei Zazycki, aos irmãos Marcos Zazycki e Maria Amélia Zazycki, ao Sr. João Carlos e Inês Zoccheto, e a minha namorada Stéfani Massaia que sempre estiveram junto comigo.

AGRADECIMENTOS

Aos professores que contribuíram para minha formação.

A professora Francine Centenaro por me orientar neste trabalho, com seu auxílio e conhecimento, garantido o sucesso dos resultados.

Aos colegas da empresa Zuk Rolamentos pelo apoio e incentivo.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”.

(Aldo Novak)

RESUMO

Com o mercado cada vez mais competitivo as indústrias veem a necessidade de maior flexibilidade e melhor utilização de seus recursos, focando em eliminação de perdas e melhoria de processos. Muitas empresas investem em novas práticas gerenciais e aplicação de softwares de controle e gestão e indicadores para acompanhamento do processo. Eficiência Global dos Equipamentos, originada do inglês *Overall Equipment Effectiveness*, o OEE é um dos mais importantes indicadores, que demonstra a capacidade da fábrica e nível de utilização dos recursos, modificando o comportamento da planta fabril. O trabalho tem como objetivo a implementação do indicador de medida de eficiência OEE em uma máquina de corte a laser. O estudo buscou avaliar a relevância e as vantagens na utilização do indicador OEE no processo de corte a laser. Os resultados foram mensurados quantitativamente com o propósito de gerar preceitos para melhorias no processo. O índice de OEE aumentou 11% após a implementação na empresa. Através dos dados foi possível identificar onde estão as maiores perdas do equipamento criando oportunidade para melhorias.

Palavras-chave: Eficiência. Produtividade. Qualidade

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Máquina laser	14
Figura 2 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas no indicador de OEE	16
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa.....	22
Figura 4 – Plano X Entrega.....	26
Figura 5 – Reunião da Equipe	27
Figura 6 – Gráfico da OEE nos meses de fevereiro, março e abril de 2018 ...	29
Figura 7 – Gráfico da Disponibilidade X Eficiência X Qualidade.....	30
Figura 8 – Gráfico da Árvore de Perdas	30
Figura 9 – Gráfico das Principais quebras	31
Figura 10 – Gráfico das Principais Setup.....	32
Figura 11 – Corrente exposta	33
Figura 12 – Corrente com a proteção	33
Figura 13 – Mangueiras conectadas aos cabos elétricos	34
Figura 14 – Mangueiras separadas dos cabos elétricos.....	34
Figura 15 – Alinhamento de bico	35
Figura 16 – Peça com micro junta	36
Figura 17 – Limpeza da mesa manual.....	36
Figura 18 – Limpeza da mesa com o dispositivo	37
Figura 19 – Gráfico da evolução da OEE dos meses de maio, junho e julho de 2018	38
Figura 20 – Gráfico da Disponibilidade X Eficiência X Qualidade.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma de desenvolvimento do trabalho	26
Quadro 2 – Árvore de Perdas	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 JUSTIFICATIVA	11
1.5 OBJETIVOS	12
1.5.1 Objetivo Geral	12
1.5.2 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 MÁQUINA DE CORTE A LASER	13
2.2 OEE	14
2.2.1 Cálculo do OEE	15
2.3 PRODUTIVIDADE	18
2.4 MELHORIA CONTÍNUA	19
2.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA	21
2.6 PLANO DE AÇÃO 5W2H	22
2.7 EFICIÊNCIA OPERACIONAL	23
3 METODOLOGIA	24
3.1 METODOS E TÉCNICAS APLICADAS	24
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	25
4.2 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA OEE EM UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER	25
4.2.1 Justificativa e Escolha da Máquina Laser	26
4.2.2 Escolha da Equipe	27
4.2.3 Árvore de Perdas	27
4.2.4 Treinamento da OEE	28
4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO OEE	29
4.4 ANÁLISES DE DADOS	31
4.5 MELHORIAS NO PROCESSO	32
4.6 RESULTADOS APÓS OS TRÊS MESES	37
CONCLUSÃO FINAL	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

Devido à economia globalizada, e exigência de mercado cada vez mais competitivo, as empresas necessitam disponibilizar seus produtos com qualidade, maior rapidez, confiabilidade e menor custo. Diante desse novo cenário, o grande desafio está na correta utilização dos recursos disponíveis para a produção.

Na busca por um diferencial competitivo, muitas empresas investem em novas práticas gerenciais como, métodos de produção enxuta, flexibilidade dos processos, treinamentos dos recursos humanos, além de aplicação de inúmeras ferramentas (software) de controle e gestão. Essas práticas geram indicadores que facilitam visualizar seus resultados operacionais e a tomada de ações mais efetivas gerando, com isso, expectativas de novas estratégias e novos padrões de produção (VERDIN, et al. 2014).

O indicador de OEE (*“Overall Equipment Effectiveness”*), do português Eficiência Global do Equipamento, tem sido amplamente utilizado por empresas de manufatura no diagnóstico de seus sistemas produtivos e direcionamento das ações de melhoria contínua (BOHORIS et al. 1995; TSAROUHAS, 2007; WEE; WU, 2009; GIBBONS; BURGESS, 2010).

Hansen (2006) define as fábricas como o coração de qualquer empresa, e afirma que permanecer no negócio exige a construção e manutenção de fábricas eficazes. Para saber se a fábrica é eficaz é preciso que o gestor faça o monitoramento por meio de indicadores. O OEE é um dos mais importantes indicadores, já que aborda diferentes aspectos relacionados à produção como disponibilidade, performance e qualidade.

A utilização da ferramenta de OEE favorece uma visão estendida da vida útil do equipamento e atribui que as condições de uso são essencialmente influenciadas por sua disponibilidade, desempenho e qualidade de conformidade. Ao indicar a medição das perdas que possam ocorrer mesmo quando os equipamentos estão trabalhando, a OEE promove a análise dos problemas e da causa raiz de modo a tornar as ações de melhoria do processo mais eficientes e aumentar o aproveitamento da capacidade dos equipamentos.

Em resumo, é fundamental que as empresas procurem melhorar continuamente a eficiência dos equipamentos, identificando e eliminando suas

perdas e, conseqüentemente, reduzindo o custo de fabricação. A identificação correta das perdas, assim como uma descrição precisa de como realmente elas se caracterizam e se apresentam tem efeito direto no sucesso da solução definitiva das causas geradoras dos problemas. De outra forma, o insucesso na identificação das reais perdas de produção pode provocar ações que não estarão direcionadas a ganhos significativos e, sendo assim, farão com que não sejam atingidos os resultados esperados.

1.1 TEMA

Implementação da ferramenta OEE em uma máquina de corte a laser. Primeiramente foi realizada uma análise do processo, identificado às perdas, calculado o indicador e após sugerido possíveis soluções para o aumento da eficiência da máquina.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimitou-se na análise anterior e posterior à implementação da OEE em uma máquina de corte a laser.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A máquina em estudo está apresentando inúmeras paradas não planejadas e a empresa tem dificuldade em encontrar as causas. Como consequência, a eficiência operacional está sendo comprometida.

Qual a relação da implementação da OEE com o aumento da eficiência da máquina de corte a laser? Através da OEE, pode-se ter um aumento da eficiência do equipamento?

1.4 JUSTIFICATIVA

No mercado atual extremamente exigente e competitivo, as empresas não podem ignorar fatores que contribuem para gerar uma melhor performance. A capacidade industrial de empresas depende diretamente da sua produtividade. A melhoria da produtividade possui relação direta com a redução das perdas operacionais. Neste cenário, o OEE pode ajudar a gerenciar o desempenho dos equipamentos e melhoria da eficiência das organizações.

O equipamento escolhido para a realização do estudo foi uma máquina de corte a laser, a qual apresenta uma baixa eficiência e um custo operacional elevado, afetando diretamente na sua disponibilidade por paradas não planejadas ocasionando perdas nas entregas diárias da produção.

Desta maneira, o estudo contribuiu para melhoria no processo de manufatura da empresa, identificando restrições que limitavam a produtividade da fábrica. Esta ferramenta também pode ser expandida e implementada em outros equipamentos, permitindo a elaboração de planos de ação no sentido de melhorar continuamente os níveis de eficiência do sistema como um todo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Mostrar a relevância e as vantagens na utilização do indicador OEE, e verificar se a aplicação do mesmo gerou aumento na eficiência do processo estudado, gerando mais lucratividade e diminuindo as perdas para a organização.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar os cálculos do indicador;
- Aumentar a OEE;
- Aumentar a eficiência do equipamento;
- Aumentar a disponibilidade do equipamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, apresentam-se as fundamentações teóricas relacionadas com o presente estudo, a fim de facilitar o entendimento deste trabalho. São abordados assuntos relacionados ao processo de corte a laser, OEE, produtividade, melhoria contínua, diagrama de Ishikawa, plano de ação 5W2H e eficiência operacional.

2.1 MÁQUINA DE CORTE A LASER

A sigla LASER é derivada da expressão *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que significa ampliação da luz pela emissão estimulada da radiação, é atualmente sinônimo de eficiência e qualidade máxima de processamento de materiais (FARO, 2006).

Com o desenvolvimento dos lasers de potência, em meados dos anos 70, a utilização no corte não parou de aumentar. O corte a laser transformou-se no processo de corte preferencial para diversas empresas, devido a sua alta velocidade de corte e a exatidão no processo. Além disso, esses equipamentos permitem obter peças com geometria complexa, superfícies quase livre de rebarbas e rapidez na execução (CALÓ, 2013).

A máquina de corte a laser é amplamente utilizada, devido principalmente ao fato deste processo ser bastante flexível, pois pode ser utilizado tanto para efetuar cortes em chapas planas, como corte de perfis e tubos, substituindo processos de furação normalmente realizados por usinagem ou estampagem. O autor salienta ainda que o corte a laser se destaca também por sua flexibilidade de corte nos mais diversos materiais, principalmente em aço carbono, aço inoxidável e alumínio (WEISS, 2012).

O laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, alcançado por excitação dos elétrons de determinados átomos, empregando 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, 2013).

A incidência de feixe de laser sobre um ponto de uma peça é capaz de fundir e vaporizar até mesmo o material em volta deste ponto. Gaspar (2009) afirma ainda que dessa forma, é possível furar e cortar, praticamente, qualquer material independente de sua resistência mecânica.

O corte a laser é uma técnica sem contato, sem abrasão, que elimina desgaste de ferramentas, deflexões da máquina-ferramenta, vibrações e forças de corte e pode ser usado para quase todos os tipos de materiais (OZGUR et al., 2014)

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 (He) são misturados ao CO_2 para aumentar a potência do laser (BARTZ; FIGUEREDO; SILVA, 2013).

A máquina de corte a laser representada na Figura 1 é responsável pelo corte de chapas metálicas, realizado automaticamente, desde o processo de carregamento da chapa até o corte final.

Figura 1 – Máquina laser



Fonte: Trumpf, 2017

2.2 OEE

Eficiência Global dos Equipamentos, originada do inglês *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador utilizado como ferramenta de análise de produção para avaliar, monitorar e melhorar a eficácia de desempenho de equipamentos. Segundo Nakajima (1989) este indicador representa a taxa entre o que é produzido efetivamente e o volume teórico de produção, permitindo descobrir os custos escondidos da empresa, chamados por Hansen (2006) de “fábrica oculta”.

Criada no Japão em 1971 por Seiichi Nakajima, sua origem encontra-se diretamente relacionada com a tecnologia de gestão intitulada Manutenção

Produtiva Total – Total Productive Maintenance (TPM). Nakajima desenvolveu-o como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos (NAKAJIMA, 1989).

Sheu (2006) destaca que o OEE é considerado um indicador definitivo para medida de desempenho de equipamentos, ou seja, uma ferramenta que auxilia no planejamento da capacidade produtiva, no controle e melhoria do processo e no cálculo de custo das perdas de produção. Silva (2013) afirma que o OEE é um sistema de detecção das perdas do equipamento, e não um sistema de rateio de avarias. Ele exprime a eficiência do equipamento numa métrica reduzida, permite avaliação dos efeitos das ações de melhoria desenvolvidas e a identificação e quantificação dos problemas detectados de forma padronizada. O OEE mostra a fábrica oculta que existe dentro das unidades fabris, mostrando os custos que os desperdícios provocam.

No entanto, segundo Andersson e Bellgran (2015) há muitos desafios associados à implementação do OEE para monitorar e gerenciar o desempenho de produção, por exemplo:

- Como é definido, interpretado e comparado;
- Como os dados do OEE são coletados e analisados;
- Como é monitorado e por quem;
- O seu alinhamento com a estratégia global de produção;
- Como poderia ser utilizado para fins de sustentabilidade.

Ljungberg (1998) comenta que antes do indicador OEE, somente era considerada a disponibilidade. O fato de não analisar qualidade e a produtividade resultava no superdimensionamento de capacidade.

2.2.1 Cálculo do OEE

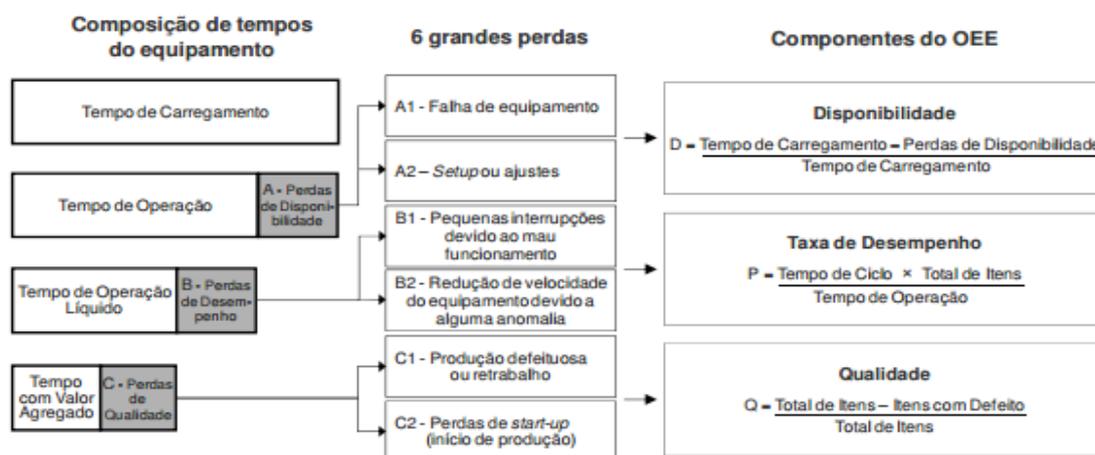
Segundo Nakajima (1989), o OEE é um índice obtido por meio da estratificação das seis grandes perdas do equipamento e calculado com base no produto dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade.

As seis grandes perdas são divididas em três categorias, tais como disponibilidade, desempenho e qualidade. As categorias e as perdas são apresentadas a seguir:

- A. Perdas de Disponibilidade
 - A1. Paradas provocadas por falha de equipamento.
 - A2. Paradas para setup ou ajustes.
- B. Perdas de Desempenho
 - B1. Pequenas paradas ou interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento.
 - B2. Redução da velocidade do equipamento devido a alguma anomalia que o faça operar com tempo de ciclo maior que o tempo padronizado.
- C. Perdas de Qualidade
 - C1. Produção defeituosa ou retrabalho.
 - C2. Perdas de startup ou perdas ocasionadas no início da produção devido aos ajustes para estabilização do equipamento.

A estrutura das seis grandes perdas de produtividade observadas no indicador de OEE é mostrada na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas no indicador de OEE



Fonte: Adaptado de Braglia et al., 2009

Assim, os indicadores de OEE devem ser aplicados primeiramente naqueles pontos que possam significar possíveis grandes perdas, pois elas limitam o aumento da eficiência do equipamento prejudicando a capacidade competitiva da empresa (HANSEN, 2006).

Segundo Bariani e Del'arco Junior (2006), o OEE pode ser entendido como uma relação entre o tempo em que houve agregação de valor ao produto e o tempo

de carregamento do equipamento, ou seja, descontando as perdas de disponibilidade (A), de desempenho (B) e de qualidade (C). O OEE é calculado conforme Equação 1.

$$\% \text{ OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} \text{ [Eq. 1]}$$

1-Disponibilidade (%): É o fator que indica a relação entre o “Tempo real de operação” dividido pelo “Tempo programado” para o equipamento produzir.

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo Real de Operação}}{\text{Tempo Programado}}$$

2- Eficiência (%): É o fator que indica a relação entre o “Volume Real de Produção” dividido pela “Capacidade Nominal de Produção” do equipamento.

$$\text{Eficiência (\%)} = \frac{\text{Volume Real de Producao}}{\text{Capacidade Nominal}}$$

3-Qualidade (%): Fator que indica a relação entre a “Quantidade de produtos bons” produzidos, dividido pelo “Volume Real de Produção”.

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Quantidade de produtos bons}}{\text{Volume Real de Producao}}$$

Louglin (2004) destaca que o efeito composto da disponibilidade, desempenho e qualidade fornece resultados surpreendentes do cálculo da OEE.

De acordo com Hansen (2006), posteriormente ao cálculo, deve-se analisar as perdas e direcionar as ações para alcançar um bom índice da OEE. Empresas com valor de OEE inferior a 65% estão em situação inaceitável, pois apresentam um fator de desperdício de capacidade produtiva muito elevado, impactando diretamente na lucratividade. Empresas com valores entre 65% e 75% o processo é considerado bom, para valores entre 75% e 85% o processo é muito bom e acima de 85% são empresas de classe mundial. Para Nakajima (1989), o OEE de 85% deve ser estipulado como meta ideal para os equipamentos. Para obter-se este valor é necessário que a disponibilidade alcance 90%, eficiência 95% e qualidade 99%. Assim torna-se um desafio real dentro da indústria conseguir um nível de desempenho estável e robusto conforme indicado por uma medida de OEE alta e estável.

Embora o OEE seja uma medida apropriada do desempenho de um processo, devido a sua combinação dos três fatores (Disponibilidade, Produtividade e Qualidade), o indicador apresenta algumas deficiências como por exemplo:

- a) A combinação dos três fatores dificulta não somente a sua definição, como também a compreensão final da métrica;
- b) Não há uma relação clara de causa e efeito entre os três fatores e o indicador "OEE". Portanto, o OEE não capta e estimula completamente a produtividade.

Assim, a medida do OEE precisa ser combinada com medidas complementares para se obter um quadro completo da produtividade (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015).

2.3 PRODUTIVIDADE

A produtividade é outra medida operacional amplamente utilizada no ambiente industrial. No contexto de fabricação, a produtividade mostra uma relação saída-entrada do processo de produção almejado, enquanto o OEE combina os níveis de desempenho, disponibilidade e qualidade do processo almejado (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015).

Embora o índice de produtividade seja uma métrica usual, não há uma definição única usada a nível operacional. A alta taxa de implementação industrial, resultou em inúmeras definições para a produtividade, todas elas emanando basicamente da mesma definição geral, "resultados obtidos diante dos esforços aplicados" (SUMANTH, 1997).

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a produtividade e a sua administração estão relacionados ao processo formal de gestão, envolvendo desde os níveis gerenciais como os colaboradores, com a finalidade de reduzir os custos de manufatura.

Segundo Muscat (1987), as categorias mais importantes para análise da produtividade são as matérias-primas, os equipamentos, a mão de obra e os produtos resultantes. Martins e Laugeni (2005) destacam alguns fatores que determinam a produtividade de uma empresa:

- i) relação capital e trabalho: indica o nível de investimento em máquinas, equipamentos e instalações em relação a mão de obra empregada;
- ii) a escassez de alguns recursos: como a energia elétrica,
- iii) mudanças na mão de obra: os custos de mão de obra aumentam conforme sua qualificação;
- iv) inovação e tecnologia: o aumento da produtividade a médio e longo prazos indicam investimentos em pesquisas e desenvolvimento;
- v) restrições legais: como por exemplo, as restrições ambientais;
- vi) fatores gerenciais: relacionados com a capacidade dos administradores de se empenharem em programas de melhoria de produtividade em suas empresas e;
- vii) qualidade de vida: muitas empresas procuram melhorar a qualidade de vida de seus funcionários visando assim o aumento da produtividade.

2.4 MELHORIA CONTÍNUA

Diante do mercado atual, de ampla competitividade entre as indústrias, as empresas estão sempre em busca de constante inovação principalmente em seus processos, fazendo o uso de novas metodologias, buscando novas ferramentas de melhoria de produção e qualidade de serviços prestados ao mercado, com o objetivo de alcançar a excelência em seu empreendimento (MELLO et al., 2016).

Entre as diversas estratégias adotadas pela indústria na busca de competitividade, a melhoria continua tem se consagrado como uma das formas mais eficientes de aumentar a competitividade de uma empresa, na qual o seu desempenho está relacionado à capacidade em administrar seus processos tradicionais. Planejar a utilização dos projetos de melhoria continua nos processos administrativos e produtivos, aumenta as chances de sucesso e efetividade (MELLO et al., 2016).

De acordo com Womack & Jones (1998), a melhoria contínua está relacionada com a filosofia de melhorar constantemente (kaizen) e à redução do desperdício que busca eliminar ou minimizar atividades que não agregam valor ao produto.

Caffyn & Bessant (1996), conceituam melhoria contínua como o processo de inovação incremental e contínua em toda a empresa. Inovação incremental é a melhoria em um produto, processo ou organização da produção dentro de uma empresa, sem alteração na estrutura industrial (SEBRAE). Essas inovações são resultantes do processo de aprendizagem interno e do conhecimento técnico dos envolvidos com a melhoria (MUNIZ Jr.; BATISTA Jr.; LOUREIRO, 2010).

De acordo com Gonçalves (2002), o aspecto essencial para uma organização é a capacidade de executar com êxito seus indicadores para a medição de seu

desempenho, obtendo um amplo conhecimento de seus processos, relacionando-os com os pontos críticos de sucesso, possibilitando uma avaliação contínua da eficiência de seus processos e pessoas.

O projeto de melhoria contínua está associado ao processo formal de buscar inovação incremental; a habilidade de conseguir vantagem competitiva por meio dos membros da organização; a atividade para melhorar parâmetros produtivos, ou seja, custo de fabricação, qualidade e produtividade, o tempo de produção; e a manutenção da cultura para eliminar desperdícios na organização. (ALVES; SOUZA; FERRAZ, 2007).

A melhoria contínua tem o foco no aperfeiçoamento de processo, necessitando o envolvimento de todos, desde o gerente até o operário, com orientação para as inovações que necessitam menor investimento e tempo para implementação e também os aspectos humanos como comunicação, treinamento, motivação e trabalho em equipe (IMAI 1996).

Liker (2005), afirma que a melhoria contínua melhora as habilidades das pessoas envolvidas como: trabalhar de modo eficiente em pequenos grupos, auto gerenciar tarefas, resolver problemas, documentar e melhorar processos, coletar e analisar dados. Marchiori e Miyake (2001) complementam ainda, que a melhoria contínua busca constantemente oportunidades para um melhor desempenho por meio de iniciativas simples e, muitas vezes, de baixo investimento com engajamento de toda força de trabalho (gerência, staff e operadores).

Estimativas preveem que existem mais de 100 diferentes ferramentas, métodos e técnicas de melhorias disponíveis (HARRINGTON, 1997). Pode-se citar alguns exemplos:

- Ciclo PDCA é um seguimento do kaizen, age continuamente, logo que se obtém uma melhoria, e o estado atual resultante torna-se o alvo para maiores melhorias (IMAI, 1996). A norma NBR ISO 9001:2000 sugere a aplicação da metodologia PDCA para todos os processos dos sistemas de gestão da qualidade;
- 5S é uma das 3 principais atividades do kaizen e é indispensável para um ambiente eficiente e enxuto (IMAI, 1996);

- Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma estratégia ampla, orientada para pessoas, máquinas e equipamentos, visando maximizar a eficiência do processo e a qualidade do produto;
- Manufatura Enxuta busca a redução dos custos associados aos desperdícios do sistema de produção para maximização dos lucros, geração de maior valor para o cliente final (LIKER, 2005).

Portanto, visto estes motivos, as empresas necessitam realizar a medição de seu desempenho, para que consigam apontar as atividades que agregam valor ao produto e/ou serviços desenvolvidos, realizar comparações de desempenho com seus concorrentes e analisar estratégias organizacionais para curto, médio e longo prazo na obtenção de resultados (ABELHA. 2012).

2.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O Diagrama de Ishikawa é um método amplamente utilizado, que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra. Com a aparência de uma espinha de peixe, essa ferramenta foi utilizada, pela primeira vez, em 1953, no Japão, pelo professor da Universidade de Tóquio, “Kaoru Ishikawa” para sintetizar as opiniões de engenheiros de uma fábrica quando estes discutiam problemas de qualidade (SEBRAE, 2005).

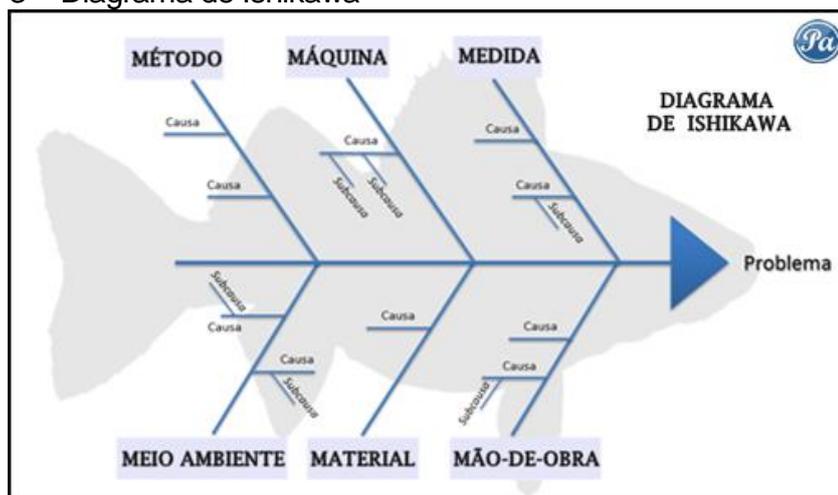
Ishikawa analisou que apesar de não conseguir resolver todos os problemas através do diagrama, ao menos 95% poderiam ser solucionados, e que qualquer trabalhador fabril poderia efetivamente utilizar. O diagrama permite estruturar hierarquicamente as “causas” de um determinado problema ou oportunidade de melhoria, ampliar a visão das possíveis causas, melhorando a sua análise e a identificação de “soluções”. Permite, também, estruturar qualquer sistema que necessite de resposta gráfica e sintética, pois melhora a visualização (AGUIAR, 2002).

Segundo Montgomery (2004), uma vez identificado um problema, erro ou defeito, deve-se começar a analisar as causas potenciais deste efeito indesejado. Um diagrama de Ishikawa muito detalhado pode servir como um eficiente auxiliar para localizar e reparar defeitos. Em situações em que as causas não são óbvias o diagrama é uma ferramenta útil na eliminação de causas potenciais e a sua análise de causa e efeito é uma ferramenta muito poderosa. Além disso, a construção de um

diagrama como uma experiência de grupo tende a levar as pessoas envolvidas a atacar o problema e não a atribuir a culpa.

Quanto a sua estrutura, representada na Figura 3, as causas potenciais podem ser classificadas segundo seis tipos diferentes (6M's): Método, Matéria-prima, Mão-de-obra, Máquinas, Medição e Meio Ambiente (AGUIAR, 2002).

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Portal da Administração, 2014

2.6 PLANO DE AÇÃO 5W2H

Consta que o 5W2H surgiu no Japão, a partir da busca por qualidade em algumas empresas fabricantes de automóveis. Polacinski (2013) destaca que a técnica 5W2H consiste num plano de ação prático e fácil para o desenvolvimento de atividades para qualquer situação desejada. É um mapeamento de atividades no qual são estabelecidas as informações mais importantes e significativas sobre qualquer projeto, processo ou atividade (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

O 5W2H se destaca das demais metodologias de gestão por ser uma ferramenta ao mesmo tempo simples, completa e eficiente, além de ser dinâmica, pois permite ajustes e modificações pontuais mesmo depois que o plano de ação é colocado em prática (MEIRA, 2003).

O objetivo central da ferramenta 5W2H é responder a um questionário formado por sete perguntas. A sigla 5W2H origina-se nas letras iniciais das perguntas que deve-se realizar. O conceito por trás das iniciais é de que para cada meta ou atividade a ser realizada, uma ação é influenciada por sete circunstâncias e

que, ao elaborar um plano de ação, deve-se responder, de modo formal, às seguintes questões, de acordo com (POLACINSKI, 2013):

- What (O que) – Objetivo que se deseja alcançar.
- Why (Por que) – Os motivos que justificam o que será feito.
- Who (Quem) – Quem será responsável pela execução de cada ação.
- Where (Onde) – Lugar onde será detalhada a ação.
- When (Quando) – Prazo para que ação seja executada.
- How (Como) – Formas utilizadas para atingir o objetivo.
- How much (Quanto) – Valor financeiro necessário para realizar as ações propostas.

2.7 EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Uma questão bastante observada nas indústrias refere-se ao estudo da eficiência dos sistemas produtivos. Os resultados da atividade industrial e a sua eficiência operacional dependem diretamente da forma de como são gerenciados os recursos restritivos da organização, desde questões de rotina como nas questões voltadas para a melhoria de seus processos de produção (COSTA; JARDIM, 2010).

Por meio do cálculo e monitoramento permanente da eficiência produtiva dos recursos, consegue-se obter conhecimento de suas reais eficiências, tendo como objetivo elaborar planos de ação e soluções para os principais motivos de ineficiência da produção (MARTINS E LAUGENI, 2005)

A obtenção de um determinado número para a eficiência dos recursos é bastante importante, pois na maior parte das vezes os gestores não sabem expressar qual a eficiência de seus equipamentos, simplesmente indicam que a eficiência é boa ou ruim. Portanto, referindo-se a eficiência, ela não deve ser boa ou ruim, mas sim um número calculado e não uma situação abstrata (COSTA; JARDIM, 2010).

3 METODOLOGIA

Para um melhor entendimento da maneira como foi desenvolvido o trabalho, este capítulo aborda os métodos e técnicas utilizados para alcançar os objetivos propostos.

3.1 METODOS E TÉCNICAS APLICADAS

De natureza aplicada, esse trabalho visa mostrar a relevância e as vantagens na utilização do indicador OEE no processo de corte a laser. Os dados foram mensurados quantitativamente com a finalidade de gerar preceitos para melhorias no processo. Essa pesquisa-ação foi abordada de forma descritiva por meio da coleta e análise de dados, aplicação de conceitos e observações.

A pesquisa-ação é uma metodologia coletiva, que favorece as discussões e a produção cooperativa de conhecimentos específicos sobre a realidade vivida. Ela compreende a identificação do problema dentro de um contexto social e/ou institucional, o levantamento de dados relativos ao problema e, a análise e significação dos dados levantados pelos participantes. Além da identificação da necessidade de mudança e o levantamento de possíveis soluções, a pesquisa-ação intervém na prática no sentido de provocar a transformação. (KOERICH et al., 2009).

Para implementar o indicador OEE na empresa, foi selecionada uma máquina laser onde foi realizado o estudo. A máquina escolhida está apresentando inúmeras paradas não planejadas e a empresa está com dificuldades em encontrar as causas. Após buscar-se conhecer o processo e verificar os dados para aplicação da ferramenta.

Em seguida foi definida a equipe de trabalho. A equipe será composta por funcionários que atuam no chão de fábrica, no manuseio da máquina, juntamente com a colaboração da gerência, que auxiliou na definição de conceitos e indicadores que foram mensurados. Após definir a equipe, foi realizada uma reunião para definir a árvore de perdas, na qual foi lançada as perdas pré-definidas. Por último foi realizado o treinamento da equipe para a implementação da OEE.

As informações serão analisadas seguindo os cálculos da ferramenta OEE. Com isso foram conhecidos os índices de maior impacto na empresa, o que possibilitou uma análise para possíveis melhorias de acordo com a necessidade encontrada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como finalidade apresentar os resultados obtidos através da aplicação dos procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo foi fundada no ano de 1990, desde então se tornou conhecida mundialmente com foco voltado para o ramo de maquinário agrícola, atendendo mais de 140 países. A empresa tem como missão, o crescimento sustentável através do atendimento ao cliente, inovação, qualidade e comprometimento superiores.

Seus produtos são produzidos em seis fabricas no Brasil e uma na Argentina, sendo que cada unidade possui foco em um determinado produto. A fábrica estudada produz plataformas e colheitadeiras, e localiza-se na cidade de Santa Rosa, no Estado do Rio Grande do Sul.

4.2 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA OEE EM UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER

Sendo de conhecimento a deficiência presente no processo de corte a laser, como também a situação de baixa produção atual, este trabalho buscou encontrar o foco e causas-raízes para o elevado tempo de corte, assim como, a grande demanda de mão-de-obra terceirizada que é necessário para atender a necessidade de produção, e apresentar uma proposta de melhoria eficaz.

Para maior credibilidade do projeto, foi definido um grupo multifuncional, para abranger colaboradores ligados a processos como engenharia de manufatura, suprimentos e qualidade.

Composto o time, foram ditadas as metas para o referido projeto, que são detalhadas nos itens seguintes. O Quadro 1 apresenta o cronograma de desenvolvimento do trabalho, com as atividades detalhadas e as datas para a realização das mesmas.

Quadro 1 – Cronograma de desenvolvimento do trabalho

Atividades	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Definição da área e máquina piloto	█							
Definição equipe	█							
Treinamento dos operadores		█						
Início da Implementação		█						
Análise 3 primeiros meses de medição		█	█	█				
Proposta de melhorias					█			
Análise 3 meses após implementação de melhorias					█	█	█	
Análise dos resultados								█

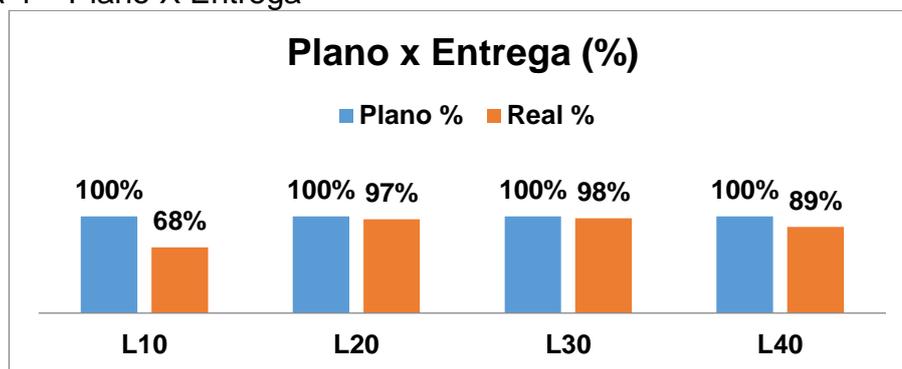
Fonte: O autor, 2018

4.2.1 Justificativa e Escolha da Máquina Laser

A empresa investiu um alto valor na aquisição da máquina de corte a laser e esta necessita diariamente ceder horário para atendimento da produção necessária, e muitas vezes é terceirizado as áreas de corte para poder aumentar as entregas na data planejada.

Atualmente a empresa possui quatro tipos de máquina, sendo elas denominadas: L10, L20, L30 e L40. Analisando os dados coletados anteriormente, a máquina piloto L10 foi definida para o estudo, levando em consideração as informações com base no plano de produção equiparado a sua entrega real, na qual verificou-se que a máquina L10 era o equipamento que não estava atendendo a demanda de acordo com o planejado, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Plano X Entrega



Fonte: O autor, 2018

4.2.2 Escolha da Equipe

Para que a implantação tivesse eficácia nos resultados, foi avaliada através do líder da área em conjunto com dois operadores do primeiro e segundo turno de trabalho. Realizou-se uma reunião de abertura, conforme a Figura 5, onde foi apresentado um plano de trabalho e também realizado o treinamento com os operadores, líderes e supervisor. O tema abordado foi demonstrar os benefícios que a ferramenta irá trazer para a empresa e os colaboradores.

Figura 5 – Reunião da Equipe



Fonte: O autor, 2018

4.2.3 Árvore de Perdas

Após a escolha da equipe, um dos tópicos mais importante é o estudo da árvore de perdas. Perdas estas que tem por objetivo pré-definir algumas paradas não programadas já existentes onde os operadores irão unir qualquer interrupção com as paradas pré-definidas pela árvore de perdas

Esta etapa foi conduzida através da equipe de gestão, em conjunto com os colaboradores que operam a máquina L10, em estudo.

Com a base de dados já existente de paradas não programadas, foi possível compilar as mais frequentes, e por fim, definir a árvore de perdas que é composta por 11 categorias de paradas não planejadas.

O quadro 2 a seguir ilustra no detalhe a árvore de perdas.

Quadro 2 – Árvore de Perdas

DISPONIBILIDADE	AJUSTES
	GESTÃO
	QUEBRA
	SETUP
EFICIÊNCIA	ORGANIZAÇÃO ÁREA
	PEQUENAS PARADAS
	VELOCIDADE
	LOGÍSTICA
	MEDIÇÃO E AJUSTE
	MOBILIDADE
QUALIDADE	DEFEITOS

Fonte: O autor, 2018

4.2.4 Treinamento da OEE

Após as etapas de definição de máquinas, escolha da equipe e árvore de perdas, foi realizado o treinamento da OEE. Os gestores juntamente com os colaboradores e áreas de suportes como a manutenção, participaram do treinamento.

O treinamento foi ministrado pelo analista de melhoria contínua, tendo uma carga horária de 3 horas, sendo 2 horas de teoria e 1 hora de prática. O destaque do treinamento foi o desempenho dos operadores de máquina, no qual o foco era os colaboradores da L10.

Após o treinamento, foi realizado o fechamento com o diretor da empresa, onde ele salientou a importância desta metodologia de medição da Eficiência Global

do equipamento, como também a importância de identificar todas as atividades que não agregam valor ao produto. Portanto, busca-se sempre eliminar as atividades que são desperdícios, garantindo assim a qualidade, eficiência e disponibilidade do equipamento.

4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO OEE

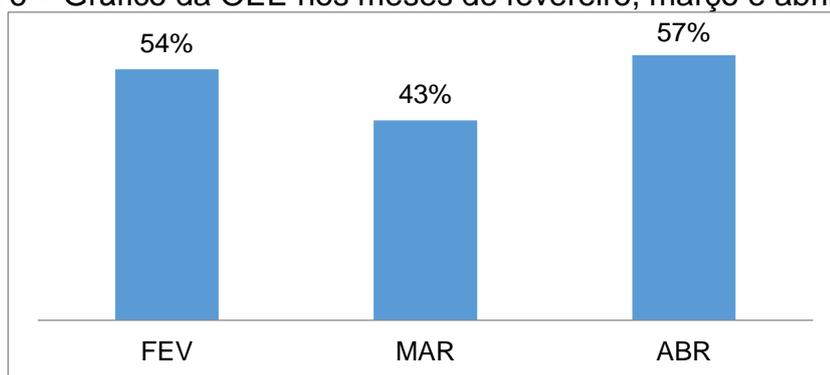
Em fevereiro iniciou a aplicação da ferramenta OEE na máquina L10 com os colaboradores treinados, os mesmo apontavam em uma folha a punho, todas as falhas ocorridas.

Para possuir uma base de medição mais correta possível, todos os dados lançados pelos operadores nas folhas, eram transferidos para uma planilha Excel, formando assim um banco de dados. Está tabela por ter dados confidenciais da empresa não pode ser apresentada.

Através desse banco de dados, foi realizado um estudo após três meses de medição. Neste período foi possível elencar as paradas mais impactantes que afetavam diretamente a eficiência global do equipamento.

De acordo com os três primeiros meses de medição, a OEE encontrada em fevereiro foi de 54%, em março 43%, e em abril 57%, respectivamente, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Gráfico da OEE nos meses de fevereiro, março e abril de 2018



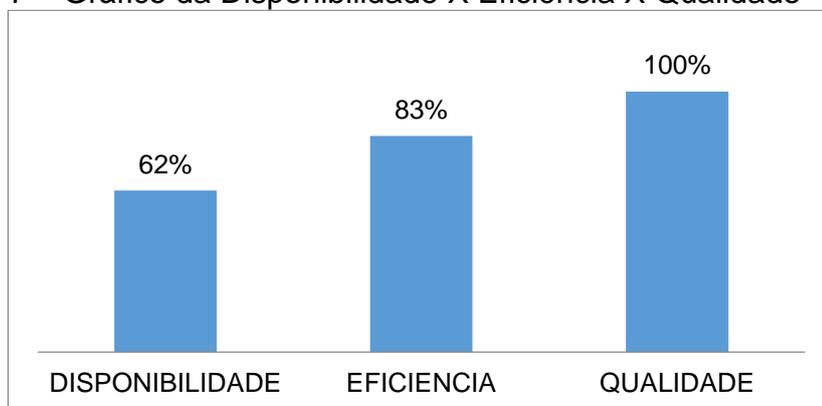
Fonte: O autor, 2018

Analisando ainda a Figura 6, pode se destacar que a media da OEE desses três meses ficou em 51%.

Dando seguimento mais afundo na análise das perdas, observou-se que o índice da disponibilidade é o que mais impactou no resultado da OEE, sendo os

resultados obtidos de disponibilidade, eficiência e qualidade 62%, 83% e 100%, respectivamente, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Gráfico da Disponibilidade X Eficiência X Qualidade

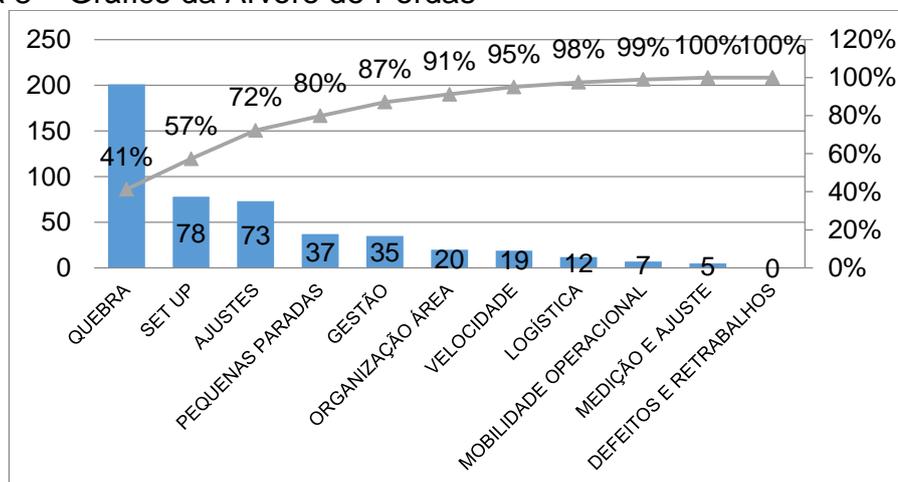


Fonte: O autor, 2018

Analisando a Figura 7, verificou-se que a disponibilidade da máquina impactou em 387 horas de máquina parada nos três meses compilados, trabalhando nos dois turnos. Também observou-se que a eficiência do equipamento ficou em 83%, que resultou em 100 horas de perdas de eficiência nos três meses de medição, também operando em dois turnos.

O ponto positivo evidenciado é a qualidade do equipamento o qual apresenta um índice de 100%. A Figura 8 apresenta o gráfico de árvore de perdas a qual mostra as anomalias mais impactantes nos três meses.

Figura 8 – Gráfico da Árvore de Perdas



Fonte: O autor, 2018

Das 11 perdas mapeadas, resultam em 487 horas de máquinas paradas, onde quebra e setup representam 57% de todas as paradas, que equivalem a 279 horas. Para uma melhor análise, esse trabalho focou-se somente em quebra (mesa de corte e vazamento de água) e setup (troca de bico e limpeza das mesas), devido aos dois representarem mais da metade das horas paradas.

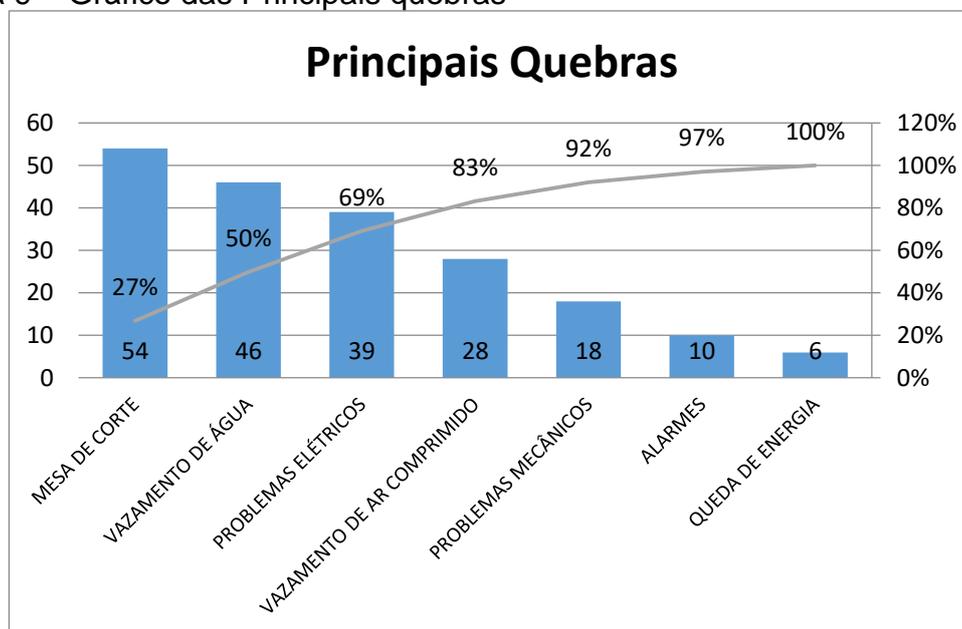
4.4 ANÁLISES DE DADOS

Conforme mostrado acima na Figura 9 os problemas mais impactantes, foi realizada a investigação dos maiores tempos de quebra na máquina L10 em conjunto com o time de operação e manutenção.

Após duas horas de reunião, analisou-se que as quebras na mesa de corte e vazamento de água são os pontos que impactam diretamente na disponibilidade do equipamento.

De acordo com a Figura 9, pode-se observar os motivos de quebra e seus impactos.

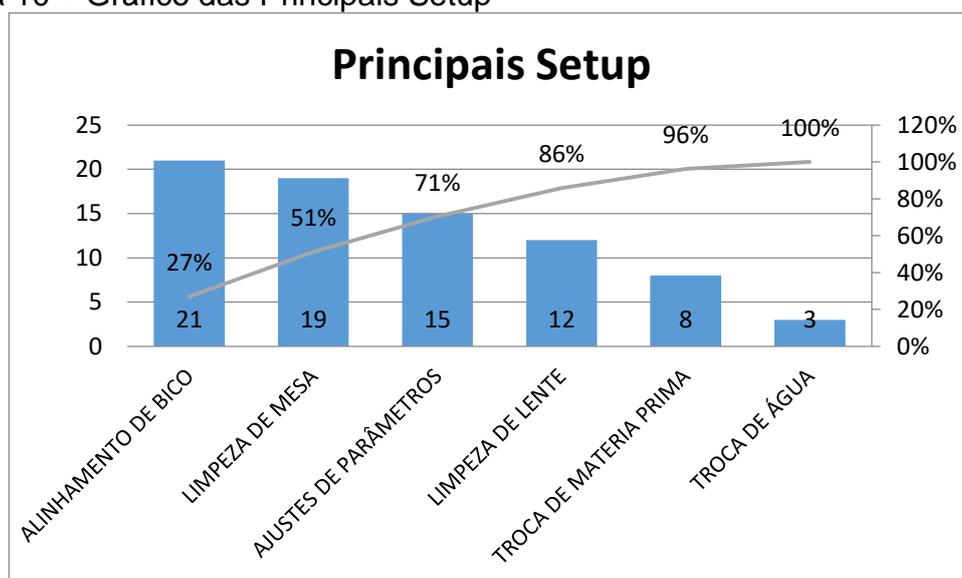
Figura 9 – Gráfico das Principais quebras



Fonte: O autor, 2018

No setup foi adotado o mesmo padrão de investigação da atividade que mais impacta em tempo na operação de trocas de ferramentas na máquina L10. A Figura 10 mostra o comportamento das atividades de setup.

Figura 10 – Gráfico das Principais Setup



Fonte: O autor, 2018

Após a análise dos dados obtidos (Figura 10), pode-se verificar que o alinhamento de bicos e a limpeza de mesa são os principais problemas e que causam maior perda de tempo de máquina parada.

4.5 MELHORIAS NO PROCESSO

A anomalia que foi mapeada na árvore de perdas na mesa de corte é a principal causa das paradas da máquina. A partir desta o time de processo e da manutenção analisaram a causa raiz do problema. Após várias evidencias foi constatado que quando a mesa da máquina a laser carregado com chapas se movimentava, caía cavacos ou sujidades nas correntes no qual exerciam a tração, acarretando a quebra da corrente e como consequência a máquina parava.

Trabalhando em conjunto com as equipes foi procurado solucionar o problema, ação esta que foi fazer uma proteção à cima da corrente para evitar que cavacos e sujidades caiam em cima máquina.

As Figuras 11 e 12 ilustram o antes e o depois das ações tomadas. Na figura 11, a corrente encontra-se conforme veio montada na máquina quando adquirida, ou seja, a corrente está totalmente exposta e sem nenhuma proteção. Já a Figura 12, mostra-se a chapa de proteção que foi desenvolvida pela equipe da manutenção e colocada em cima da corrente para proteger a mesma.

Figura 11 – Corrente exposta



Fonte: O autor, 2018

Figura 12 – Corrente com a proteção



Fonte: O autor, 2018.

Para a anomalia do vazamento de água, foi necessária uma grande quantidade de horas de análises, pois o vazamento de água surgia da ruptura das mangueiras hidráulicas por estarem conectadas juntas aos cabos elétricos gerando o ressecamento das mangueiras e assim havendo o rompimento das mesmas.

A fim de solucionar esse problema, realizou-se a separação de todos os cabos elétricos dos hidráulicos, ou seja, foram dispostos em caminhos diferentes, e substituídas todas as mangueiras ressecadas por mangueiras hidráulicas novas da máquina laser L10.

As imagens 13 e 14 ilustram o antes e o depois das ações tomadas.

Figura 13 – Mangueiras conectadas aos cabos elétricos



Fonte: O autor, 2018

Figura 14 – Mangueiras separadas dos cabos elétricos



Fonte: O autor, 2018.

Com relação ao alinhamento de bico, é importante destacar que esse processo em uma máquina de corte a laser pode ser um setup ou uma pequena parada para ajuste.

Neste caso se trata de uma pequena parada para o ajuste ao meio do processo de corte. Foi constatado que esta anomalia ocorre quando está cortando peças como perfis retangulares onde o material empena e a peça fica deformada de modo que quando é realizado o corte de outro componente ao lado deste perfil, colide e danifica o bico de corte, e conseqüentemente é necessário fazer o alinhamento do mesmo, conforme a Figura 15, para que o corte saia com a qualidade desejada.

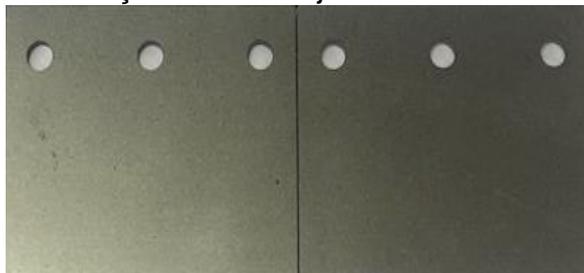
Figura 15 – Alinhamento de bico



Fonte: O autor, 2018.

Para a solução desta anomalia foi utilizado um sistema chamado microjunta, como nos mostra a Figura 16, onde quando está cortando um perfil, as pontas do mesmo é deixado um ressalvo de 1mm sem cortar, evitando desta maneira o empenamento do material. É importante destacar que essa iniciativa será usada somente em perfis maiores ou igual a 1500mm de comprimento por 100mm de largura.

Figura 16 – Peça com micro junta



Fonte: O autor, 2018.

Logo, o processo de limpeza da mesa era feito manualmente pelo operador com uma ferramenta fabricada internamente na empresa, conforme Figura 17. Para realizar essa limpeza o operador gastava um tempo de aproximadamente 1,5 horas por mesa para a limpeza total. Lembrando que a máquina laser tem duas mesas.

Figura 17 – Limpeza da mesa manual



Fonte: O autor, 2018

Além do tempo gasto, era uma atividade que gerava um grande esforço físico e relativamente pesado ao operador. Para esta atividade o projeto teve sucesso devido à empresa adquirir um equipamento específico de limpeza, o TruTool TSC 100 da Trumpf, que teve a sua compra proposta pelo líder de melhoria contínua da

empresa, e com esse equipamento não é mais necessário esforço físico do operador. A Figura 18, ilustra essa atividade, e com esse equipamento leva-se 30 minutos por mesa para realizar a limpeza antes manual.

Figura 18 – Limpeza da mesa com o dispositivo



Fonte: O autor, 2018

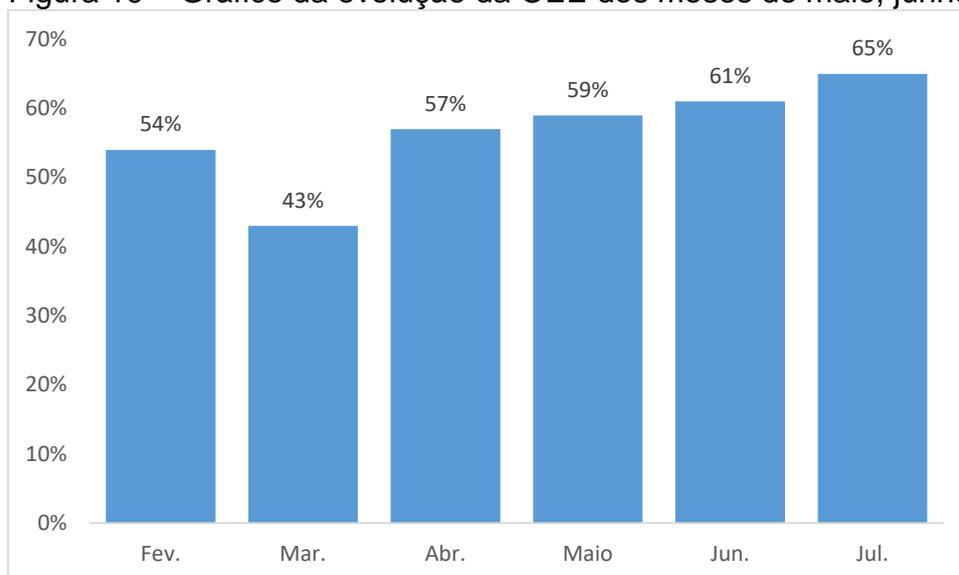
4.6 RESULTADOS APÓS OS TRÊS MESES

Após implementado todas as soluções baseado nas anomalias mais impactantes e conforme o cronograma estabelecido no início do trabalho, foram realizadas novamente todas as medições para avaliar o quanto foi efetivo as ações tomadas no três meses em estudo.

Entre os meses de maio, junho e julho, com todas as melhorias propostas realizadas, foi possível evidenciar uma evolução de 11% na média da OEE, ou seja, nos primeiros três meses havia uma média de 51% e após a implementação foi alcançado a OEE de 62%.

A Figura 19 apresenta o aumento da OEE nos meses de maio, junho e julho, respectivamente, após a implementação das ações corretivas.

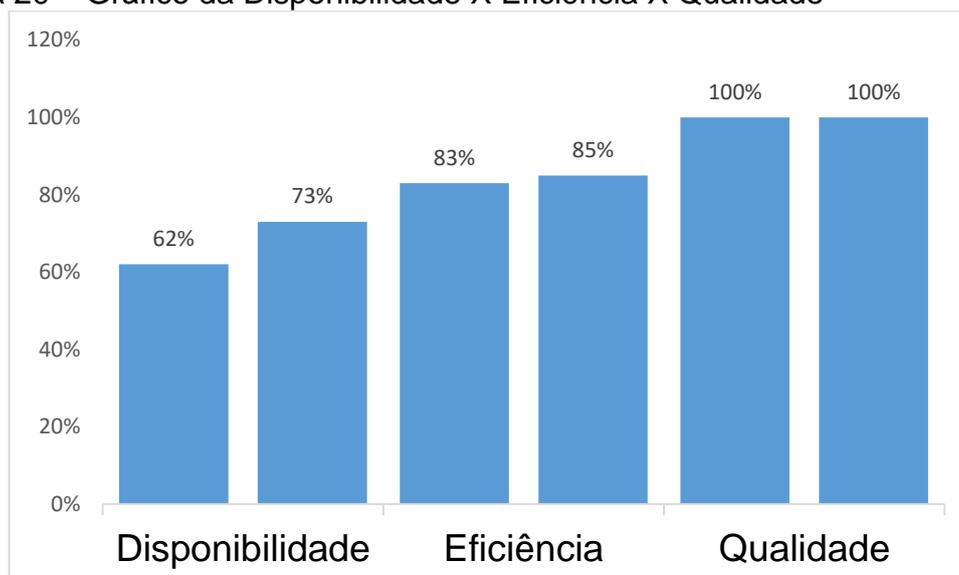
Figura 19 – Gráfico da evolução da OEE dos meses de maio, junho e julho de 2018



Fonte: O autor, 2018

O maior destaque dos índices que compõem a OEE, a disponibilidade foi o requisito mais impactado diretamente, onde houve uma evolução de 11% em relação aos três primeiros meses de análises. A eficiência obteve uma evolução de 2% e a qualidade se manteve em 100%. A Figura 20 apresenta os percentuais de evolução dos índices da OEE.

Figura 20 – Gráfico da Disponibilidade X Eficiência X Qualidade



Fonte: O autor, 2018

Aprofundando a compilação dos resultados, os primeiros três meses havia 487 horas de máquina parada entre as 11 perdas mapeadas. Após as ações de

melhoria, a máquina de corte a laser L10 operou 63 horas a mais comparada ao período inicial, havendo uma redução de 13% de paradas não planejadas.

Como está máquina L10 foi piloto, foi adotado um processo de análise com três meses de banco de dados onde foi observado que existem problemas crônicos e pequenas paradas não planejadas que variam durante os processos de fabricação.

Um ponto a destacar, é a qualidade da matéria prima que tem uma grande influência na eficiência, disponibilidade e qualidade do equipamento, até mesmo a temperatura do ambiente é um fator responsável por alterações no processo de corte. Por este motivo, para a máquina piloto, decidiu-se realizar uma medição de três meses, assim identificando problemas crônicos e não corriqueiros.

Após essa experiência, é valido tomar ações mensalmente, devido já ter um conhecimento das possíveis anomalias em uma máquina de corte.

CONCLUSÃO FINAL

O processo de implementação do OEE em uma empresa requer meses de planejamento e execução para atingir o estágio desejado. No entanto, é também um projeto que, depois de aplicado, dá grande suporte à empresa no desenvolvimento de práticas que diminuam perdas do processo.

O capítulo 4 apresentou um resumo de como ocorreu em cada passo do trabalho. O tempo transcorrido entre o início e o fim desse trabalho foram oito meses de pesquisa. No capítulo 1.5.2 pode-se evidenciar os objetivos específicos do trabalho, e nos capítulos 4.6 os resultados obtidos, mostrando assim que todos os objetivos foram alcançados com sucesso.

Com base no que foi apresentado neste TFC com relação ao uso da ferramenta OEE pode-se firmar que, os objetivos gerais alcançaram resultados satisfatórios. A OEE encontrada no início do estudo foi de 54% em fevereiro, 43% em março e 57% em abril, resultando em uma média de 51%. Após a implementação da OEE, entre os meses de maio, junho e julho, foi possível verificar um aumento de 11% na média da OEE.

Ficou evidenciado que a utilização de uma metodologia para resolução de problemas é o melhor caminho dentro dos vários processos produtivos empresariais. As ferramentas da qualidade fazem parte do processo de implementação de programas de melhorias e a padronização de atividades vem sendo cada vez mais importante para empresas que buscam excelência em seus negócios, com isso as empresas ganham em credibilidade, qualidade e conseqüentemente isso impacta diretamente, nas vendas, pois tendo todos os processos padronizados e corretos o tempo de entrega dos produtos, certamente será menor.

Para a faculdade, esse estudo colaborou para expandir e divulgar o nome da instituição. Através dos conhecimentos adquiridos, oportunizar futuras parcerias entre a faculdade e empresas no uso do indicador de OEE para melhoria da eficiência operacional. Este estudo também servirá de base para futuras pesquisas dentro da instituição.

Na condição de futuro Engenheiro Mecânico, esse estudo foi de extrema importância, pois a partir dele são colocados em prática os conhecimentos vistos na teoria. Vale ressaltar que o trabalho também contribuiu para o crescimento pessoal e

profissional, pois exigiu conhecimento das normas e regulamentos do processo aplicado na empresa, além da aplicação e do uso do indicador de OEE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA M. C. **Avaliação dos indicadores de desempenho na gestão de operações de serviços da saúde suplementar**. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial) – Universidade Estácio de Sá, 98p. 2012.

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Volume 1. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ALVES, F. A.; SOUZA L. G. M.; FERRAZ T. C. P. Identificação de fatores críticos que influenciam o desempenho de projetos de melhoria contínua. In: 2007 ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2007, Foz do Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2007. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/29860891/Resenha-do-Artigo-Identificacao-de-Fatores-Criticos-que-linfluenciam-o-Desempenho-de-Projetos-de-Melhoria-Continua>>. Acesso em: 14 mar.2017.

ANDERSSON, C.; BELLGRANB M. On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 35, p.144–154, 2015.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.

CALÓ E. H. **Estudo comparativo da eficiência entre os processos de corte plasma e laser no material ASTM A-36 na espessura de 12 mm**. Monografia – Engenharia de Soldagem do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 42p. 2013.

COSTA R. S.; JARDIM E.G. M. **As cinco dimensões do diagnóstico**. 2010. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.admpg.com.br%2F2012%2Fdown.php%3Fid%3D3037%26q%3D1&ei=afblUKvPKrLO0QHol4HYBA&usg=AFQjCNG_xK4MiwLH-05YB4kSXiApwYP1g>. Acesso em: 28 março. 2017.

FARO, T. M. C. C. B. **Estudo e Otimização do Corte Laser de Alta Velocidade em Chapa Metálica Fina**. Porto, p. 1-155, junho, 2006.

GONÇALVES, J. P. Desempenho Organizacional. In *Semanário Econômico*, nº 815. 2002.

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

HARRINGTON, H. J.; HARRINGTON, J. S. **Gerenciamento total da melhoria contínua**. São Paulo: Makron Books, 1997.

IMAI, M. **Gemba Kaizen**: estratégia e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM. 1996.

KOERICH, M. S.; BACKES D. S.; SOUSA F. G. M.; ERDMANN A. L.; ALBURQUERQUE G. L. Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. **Rev. Eletr. Enf.**,11(3):717-23. 2009.

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

LOUGLIN S. A. holistic approach to overall equipment effectiveness. In: **IEE computing**, 2004.

MARCHIORI, N. L. e MIYAKE, D. I. Sustentação de processos de melhoria contínua. In: 2001 ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2001, Salvador. Anais... Salvador: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2001. Disponível em: Acesso em: 14/03/2017.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MELLO, M. F. de; ARAUJO A. C.; CUNHA L. A.; SILVA N. J. da. A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para a melhoria de processo em indústria metal mecânica - Um estudo de caso. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia De Produção - ENEGEP. João Pessoa, PB. 2016.

MUNIZ Jr. J.; BATISTA Jr. E. D.; LOUREIRO, G. Knowledge-based integrated production management model. **Journal of Knowledge Management**, v. 14, n. 6, pp.858–871, 2010. Disponível em: Acesso em: 14/03/2017.

MUSCAT, A. R. N. **Produtividade e Gestão da Produção**: Administração da Produtividade. São Paulo: NPGCT-USP, 1987.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

POLACINSKI et al. Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p.71-78, 2013. Disponível em: <http://www.admpg.com.br/revista2013_1/Artigos/14%20Implantacao%20dos%205Ss%20e%20proposicao%20de%20um%20SGQ.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2018.

SILVA, F. RODRIGUES P. A. **OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos**. 2013. Disponível em: <<http://www.hdutil.com.br/>>. Acesso em: 28 de Março 2017.

SUMANTH, D. J. **Productivity engineering and management**. New York: McGrawHill; 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 8 ed. São Paulo: Campus, 1998.