



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



GUSTAVO YANO SONODA

**MÉTODO DE APONTAMENTO E CÁLCULO DE PERDAS PRODUTIVAS PARA
COMPOR OEE EM UMA EMPRESA METALÚRGICA**

Londrina

2020

GUSTAVO YANO SONODA

**MÉTODO DE APONTAMENTO E CÁLCULO DE PERDAS
PRODUTIVAS PARA COMPOR OEE EM UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 2, do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do câmpus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Tondato

Londrina

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

MÉTODO DE APONTAMENTO E CÁLCULO DE PERDAS PRODUTIVAS PARA COMPOR OEE EM UMA EMPRESA METALÚRGICA

Por

Gustavo Yano Sonoda

Monografia apresentada às 15 horas 00 min. do dia 30 de novembro de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Ângelo Ferreira	Membro
Profa. Dra. Silvana Rodrigues Quintilhano	Membro
Prof. Dr. Rogério Tondato	Orientador
Profa. Dra. Silvana Rodrigues Quintilhano	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **ROGERIO TON DATO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 07/12/2020, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **SILVANA RODRIGUES QUINTILHANO TON DATO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 07/12/2020, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **JOSE ANGELO FERREIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 07/12/2020, às 11:39, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) 1774293 e o código CRC (and the CRC code) 5C7D55BF.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha saúde e pela força concedida durante os trajetos da minha vida pessoal, acadêmica e profissional.

Agradeço aos meus pais e família pelo incentivo e por todo o suporte que precisei.

Sou muito grato ao meu orientador, Rogério Tondato, por sempre estar presente para qualquer apoio e encorajamento necessários.

Agradeço também a todos os professores que tive em minha vida, por fazerem parte de quem eu sou hoje.

Também quero agradecer aos meus amigos e colegas de trabalho, por todos os conselhos, ensinamentos e por estarem presentes em tempos difíceis e desafiadores.

RESUMO

O cenário atual da indústria, num contexto global, tem se caracterizado por uma busca contínua de reduções de custos. Uma maneira para atingir reduções de custos é aumentar o desempenho de seus equipamentos, juntamente com a redução de perdas produtivas. O passo inicial adotado por várias empresas é a implementação de métodos ou ferramentas para identificar perdas e medir seu desempenho. Considerando tais prerrogativas, esse estudo de caso apresenta as melhorias nos resultados de desempenho pelo OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global de Equipamentos) no cenário posterior à implementação de metodologias que contemplam acompanhamentos diários do OEE e direcionamento de análises em uma indústria do setor metalúrgico. Para tanto, utilizou-se métodos como o QRQC (*Quick Response Quality Control* – Resposta Rápida para o Controle de Qualidade) e *Lean Manufacturing* – Manufatura Enxuta para acompanhar e melhorar diariamente o OEE. Como resultados, pode-se perceber que a implantação do OEE e das metodologias influenciaram de forma positiva nos resultados da empresa.

Palavras-chave: Eficiência. Equipamentos. Indicadores. *Lean Manufacturing*

ABSTRACT

The current scenery of the global industry has been highlighted by a continuous chase to achieve cost reductions. A way to reach cost reductions is by improving the performance of the equipment, along with decreasing production losses. The initial step chosen by most companies globally is the implementation of methods or tools to identify losses and measure the performance. This paper presents the improvements within the OEE (Overall Equipment Effectiveness) results in the stage after the implementation of methodologies that involves diary OEE follow-ups and improvement analysis triggers in a metallurgical industry. Therefore, QRQC (Quick Response Quality Control) and Lean Manufacturing methods has been implemented to do daily follow-ups and improvements. Regarding the results, it was noticeable that the implementation of the OEE and the methodologies affected the company results in a positive way.

Keywords: Efficiency. Equipment. Indicator. Lean Manufacturing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tabela de exemplo de cálculo de OEE	15
Figura 2 - Exemplo de gráfico de demonstração de perdas	16
Figura 3 - Exemplo de gráfico de demonstração em porcentagem de perdas	16
Figura 4 - Princípios do 5W2H	19
Figura 5 - Fluxograma do processo.....	22
Figura 6 - Representação da guilhotina utilizada no processo	23
Figura 7 - Representação da puncionadeira utilizada no processo	24
Figura 8 - Representação das dobradeiras utilizadas.....	25
Figura 9 - Modelo de Documento para Coleta de Dados.....	26
Figura 10 - Tabela de Motivos de Perdas.....	27
Figura 11 – Tabela de dados coletados em 2019: Guilhotina.....	28
Figura 12 – Tabela de dados coletados em 2019: Puncionadeira	29
Figura 13 – Tabela de dados coletados em 2019: Dobradeira 01	30
Figura 14 – Tabela de dados coletados em 2019: Dobradeira 02	31
Figura 15 – Taxas e resultados do OEE em 2019.....	32
Figura 16 - Resultados de OEE do Ano de 2019.....	32
Figura 17 - Representação do indicador de custos do QRQC da empresa	34
Figura 18 - Formulário de análise 5W2H.....	35
Figura 19 - Formulário de análise FTA.....	37
Figura 20 - Resultado dos 3 trimestres iniciais de 2020	39
Figura 21 - Comparativo do OEE em 2019 e 2020.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS	9
1.1.1 Objetivo Geral.....	9
1.1.2 Objetivos Especificos	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS	10
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	10
2.3 AS 6 GRANDES PERDAS.....	11
2.4 <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i>	13
2.4.1 Disponibilidade	13
2.4.2 Eficiência	14
2.4.3 Qualidade	14
2.4.4 Cálculo e Visualização do OEE	14
2.5 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	17
2.6 FILOSOFIA QRQC	18
2.6.1 5W2H	19
2.6.2 FTA.....	20
3 MÉTODO DE PESQUISA	21
4 ANÁLISES E RESULTADOS	22
4.1 VISÃO GERAL.....	22
4.2 INFORMAÇÕES DAS MÁQUINAS	23
4.2.1 Guilhotina	23
4.2.2 Puncionadeira.....	23
4.2.3 Dobradeiras	24
4.3 COLETA DE DADOS.....	25
4.4 PRINCIPAIS PERDAS	27
4.5 LEVANTAMENTO DO OEE EM 2019.....	31
4.6 AÇÕES E DECISÕES	33
4.6.1 Implementação do QRQC.....	33
4.6.1.1 Aplicação do 5W2H	34
4.6.1.2 Aplicação do FTA.....	36
4.6.2 Lean Manufacturing.....	38
4.7 LEVANTAMENTO DO OEE EM 2020.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do setor industrial é manter-se competitivo no mercado e conseguir oferecer produtos e serviços com qualidade. Esse desafio tem levado indústrias e empresas buscarem maneiras de eliminar desperdícios, melhorar a qualidade e reduzir custos.

No cenário atual, é importante direcionar esforços e evitar improvisos. Slack (1993) afirma que o sucesso competitivo de qualquer empresa é uma repercussão direta de suas funções de manufatura terem um desempenho superior a seus concorrentes. A utilização dos recursos de uma indústria de forma eficiente pode-se tornar mais desafiador em situações que não há informações claras das variáveis que estão afetando o processo produtivo.

Oliveira (1999) argumenta que a informação é um ponto chave para a competição no mundo dos negócios. Os indicadores de uma empresa são uma das formas de informação para auxiliar em tomadas de decisões. Algumas dessas informações podem ser obtidas a partir de dados coletados dos equipamentos utilizados, uma delas é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global de Equipamentos) que é um indicador que mede o percentual de utilização efetiva do equipamento.

Iannone (2013) afirma que OEE tem como sua principal força, a capacidade de tornar as perdas mais transparentes e destacar áreas para melhoria, avaliando três fatores: a disponibilidade, a eficiência e a qualidade. O OEE pode ser adaptável às necessidades da empresa ou do gestor, tornando-a atraente para ser implementado, independente dos tipos de equipamentos utilizados.

A falta de medição do OEE pode causar baixa produtividade dos equipamentos, além de impedir a detecção de problemas. O OEE influencia diretamente em decisões, aplicações de metodologias ou implementações referentes a melhorias em qualidade, custos ou competitividade. Portanto, a implementação desse indicador em uma indústria, poderá ter um significativo impacto positivo em seu desempenho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar um estudo de caso de implantação de um modelo de cálculo de perdas produtivas através do indicador OEE em uma empresa metalúrgica, visando à melhoria no desempenho dos equipamentos.

1.1.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral é desdobrado em objetivos específicos para melhor compreensão e objetividade:

- Realizar um referencial teórico sobre métodos de coleta e classificação de perdas e o cálculo do OEE;
- Apresentar um modelo de classificação de perdas da empresa;
- Apresentar um método de cálculo do OEE;
- Analisar métodos para acompanhamento diário e melhoria do apontamento do OEE;
- Comparar os resultados anteriores e posteriores aos acompanhamentos regulares do indicador.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS

Produção pode ser definida como a transformação da matéria-prima em algo diferente. Para Slack *et al* (1997), produção é a transformação de *inputs* em *outputs*, ou seja, recursos transformados e recursos de transformação em bens ou serviços produzidos.

Miyake e Busso (2013) afirmam que a necessidade de priorizar a racionalização do uso de um recurso ou outro depende do tipo de processo e produto que a empresa oferece ao mercado. Empresas que apresentam uma ampla necessidade de mão de obra precisam investir mais na capacitação e motivação dos recursos humanos. Assim, empresas de produção em massa precisam buscar elevada eficiência na utilização de equipamentos e recursos humanos bem como no consumo de insumos materiais. Por outro lado, empresas de processo contínuo precisam assegurar fluxo altamente previsível por meio de tecnologias intensivas em capital.

Ainda de acordo com Miyake e Busso (2013), em empresas que se utilizam da produção em massa ou de processo contínuo, é fundamental que apresente elevada disponibilidade e confiabilidade dos seus equipamentos e operadores.

2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A Manutenção Produtiva Total, do inglês, *Total Productive Maintenance* (TPM), de acordo com Chiaradia (2004), é considerada uma metodologia de gestão industrial, projetada por Seiichi Nakajima autor dos livros “TPM Tenkai” em 1982 e “TPM Nyumon” em 1984, nos quais abordam todo o processo de implementação da metodologia do TPM.

Nakajima (1989), afirma que a TPM é um método que tem como objetivo melhorar a eficácia e a longevidade das máquinas. Afinal, é uma ferramenta da manufatura enxuta para combater os grandes desperdícios nas operações de produção.

Moraes (2004) relata que, no início da década de 2000, a TPM, possui o foco na maximização da eficiência, portanto, deixa de ter o foco somente relativo ao

equipamento e passa a tê-lo sobre todo o sistema de produção e setores de apoio. A maximização da eficiência se torna possível com a eliminação de perdas por falhas de equipamentos, fatores humanos, recursos na produção, processos, inventário, distribuição e compras.

Moraes (2004) também afirma que há vários benefícios não mensuráveis que podem ser atribuídos a implementação do TPM, como:

- Maior interação da organização;
- Melhoria no ambiente de trabalho;
- Desenvolvimento intelectual;
- Motivação;
- Autoconfiança dos empregados.

No entanto, é por meio de resultados mensuráveis que se observa, de forma mais efetiva, os benefícios a serem obtidos com a implementação da TPM.

2.3 AS 6 GRANDES PERDAS

Nakajima (1989) identificou 6 tipos de perdas relacionadas a equipamentos, chamadas de *6 Big Losses*, ou seja, as 6 Grandes Perdas: perdas por quebras; perdas por *setup*; perdas por paradas menores; perdas por redução de velocidade; perdas por defeitos; perdas iniciais de produção. Elas são classificadas entre 3 grupos:

- Perdas por paradas;
- Perdas por desempenho;
- Perdas por qualidade.

As perdas por paradas, segundo Scodanibbio (2009), ocorrem quando o equipamento não está ativo. Há duas perdas sobre a classificação de perdas por paradas: a perda por quebra ou falhas e a perda por *setup*.

A perda por quebra ou falhas, ainda de acordo com Scodanibbio (2009), geralmente possui as seguintes características:

- É evidente;
- É notada;

- Possui um tempo significativo de duração;
- É difícil, caro ou demorado para conserto;
- Causa perda de quantidade na saída dos produtos;
- Pode causar perdas de qualidade;
- Pode ser esporádica ou crônica.

A perda por *setup*, conforme afirmado por Scodanibbio (2009), acontece quando uma máquina ou linha de produção está sendo preparada ou alterada para outro produto ou tipo de produção. As operações de *setup* englobam trocas de ferramentas, moldes, matéria-prima, além de ajustes, como: posicionamento, calibração, alteração de programa CNC, etc. Em várias ocasiões, o *setup* é tratado como “um mal necessário”, ao invés de uma perda, no entanto, o *setup* gera uma situação em que não há produção, por isso deve ser tratado como uma perda, porém de natureza crônica.

Scodanibbio (2009) ainda afirma que há duas perdas que estão sobre a categoria de perdas por desempenho: as paradas menores e redução da velocidade. O motivo dessa classificação acontece porque o que é afetado é o desempenho da operação e a capacidade do equipamento. As paradas menores abrangem dificuldades ou paradas que podem envolver material preso na máquina, bloqueio de algum sensor ou qualquer outro mal funcionamento do equipamento. A redução da velocidade pode acontecer devido a algum problema mecânico, preocupação com qualidade, precaução de exceder o limite do equipamento ou redução intencional da velocidade por qualquer outro motivo.

As perdas por qualidade podem ser causadas por dois motivos: defeitos ou perdas iniciais de produção. Os defeitos são causados, geralmente, por falhas no equipamento, matéria-prima não conforme, manutenção inadequada, operação realizada de forma indevida. Conforme Scodanibbio (2009), em vários casos, quando uma peça defeituosa é produzida, o equipamento deve ser parado para eliminar a causa do defeito. Muitos equipamentos sofrem com perdas iniciais de produção, que são aquelas que acontecem durante o processo de “aquecimento” da produção, nas quais alguns produtos são produzidos com defeitos até o alinhamento dos parâmetros. Esses tipos de perdas geralmente são difíceis de eliminar devido à natureza do equipamento.

2.4 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

O OEE, um dos principais índices de desempenho e eficiência de produção, foi desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* por Seiichi Nakajima, um dos criadores da TPM. De acordo com Miyake e Busso (2013), o indicador do OEE tem sido amplamente utilizado nas indústrias de manufatura no diagnóstico de seu sistema produtivo e nos direcionamentos das ações de melhoria contínua, principalmente nas organizações que utilizam modelos gerenciais como *Total Quality Management* (TQM) – Gerenciamento da Qualidade Total, *World Class Manufacturing* (WCM) – Manufatura Classe Mundial, *Six Sigma* – Seis Sigmas e *Lean Manufacturing* – Produção Enxuta, além do próprio TPM.

As perdas abordadas pela TPM afetam diretamente a eficiência dos equipamentos ou dos sistemas de produção por meio de três fatores principais, de acordo com Chiaradia (2004), que são:

- Perdas de disponibilidade;
- Perdas de eficiência;
- Defeitos e perdas de qualidade.

Conforme Miyake e Busso (2013), esses fatores estão de acordo com a classificação das perdas, sendo a disponibilidade relacionada ao grupo de perdas por paradas; a eficiência é relativa ao grupo de perdas por desempenho e defeitos está relacionado ao grupo de perdas por qualidade. O cálculo do OEE, utiliza-se desses três grandes fatores para serem calculados como taxas.

2.4.1 Disponibilidade

A disponibilidade é uma taxa que indica o quanto a máquina esteve disponível quando necessária para produção. Ela engloba duas grandes perdas, a quebra de equipamento e o setup. A disponibilidade, de acordo com Högfeltdt (2005) é calculada dividindo-se o tempo de operação pelo tempo de carga (Equação 1).

$$\text{Disponibilidade}(\%) = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo de Carga}} \quad (1)$$

Ou seja,

$$\text{Disponibilidade(\%)} = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Paradas}}{\text{Tempo Disponível} - \text{Paradas Programadas}} \quad (2)$$

2.4.2 Eficiência

A eficiência é definida por Högfeltdt (2005) como a taxa entre o tempo de ciclo real do equipamento, quando está em operação, e o tempo teórico de ciclo (Equação 3). Esse indicador é normalmente afetado por reduções na velocidade de operação dos equipamentos, por paradas não registradas ou pequenas paradas.

$$\text{Eficiência(\%)} = \frac{\sum_{i=1}^X (\text{Tempo Unit Teórico}_i \times \text{Qtd Prod}_i)}{\text{Tempo Operacional}} \quad (3)$$

Onde, X é o número de variações de itens produzidos.

2.4.3 Qualidade

A qualidade, afirmado por Högfeltdt (2005), é definida como a taxa entre as partes boas produzidas pelo total de peças produzidas (Equação 4). A qualidade captura o tempo perdido por peças ruins produzidas e as perdas até que o processo se estabilize.

$$\text{Qualidade(\%)} = \frac{\text{Total de Peças Boas Produzidas}}{\text{Total de Peças Produzidas}} \quad (4)$$

2.4.4 Cálculo e Visualização do OEE

O cálculo do OEE é realizado através da multiplicação entre as taxas de disponibilidade, eficiência e qualidade (Equação 5).

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} \quad (5)$$

O OEE é uma excelente ferramenta para mostrar as maiores perdas durante a produção. A Figura 1 apresenta um exemplo de cálculo utilizado por Högfeltdt (2005).

Figura 1 - Tabela de exemplo de cálculo de OEE

Disponibilidade		
A	Tempo Total Disponível (3 turnos * 8 horas)	1440 min
B	Paradas programadas (30 min de almoço + 15 min de intervalos) * 3 turnos	135 min
C	Tempo de Carga (A - B)	1305 min
D	Paradas Não Programadas	250 min
E	Tempo Operacional (C - D)	1055 min
F	Disponibilidade (E/C)	80,8%

Eficiência		
G	Total de Peças Produzidas	2004 peças
H	Tempo Teórico de Ciclo (30 s / 60)	0,5 min/peça
I	Eficiência (G * H) / E	95,0%

Qualidade		
J	Total de Peças Defeituosas (refugo e retrabalho)	78 peças
K	Qualidade (G - J) / G	96,1%

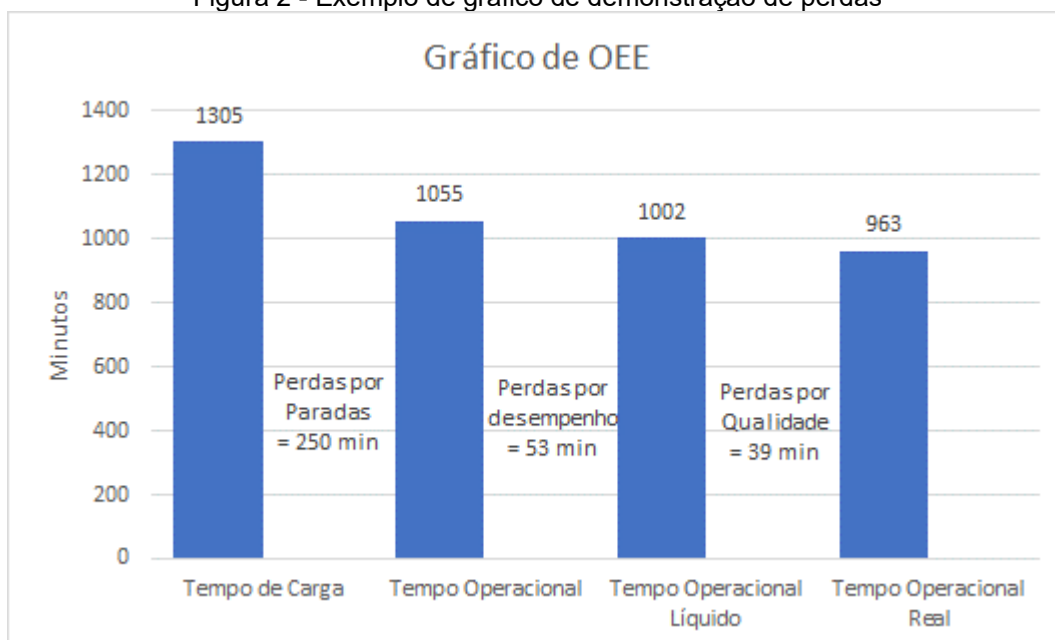
Overall Equipment Effectiveness (F * I * K)		73,8%
--	--	-------

Fonte: Adaptado de Högfeltdt (2005).

A partir do exemplo da Figura 1, pode-se visualizar melhor as perdas que impactam o OEE, partindo do tempo de carga (tempo total disponível), no qual tem as perdas das paradas subtraídas do seu tempo total, seguido pelo tempo perdido pela eficiência do processo, ou seja, o tempo da operação, e ao final, as perdas por qualidade, para que se tenha apenas o tempo de operação que agrega valor à operação.

Pode se observar que dado um tempo de carga de 1305 minutos, o equipamento de fato esteve operando em sua plena capacidade, produzindo produtos bons, em 73,8% do tempo. Ou seja, aproveitou apenas 963 minutos ($1305 * 0,738$) do tempo total, possuindo 342 minutos de perda, sendo 26,2% do tempo. A Figura 2 apresenta as perdas de tempo ao longo de suas classificações.

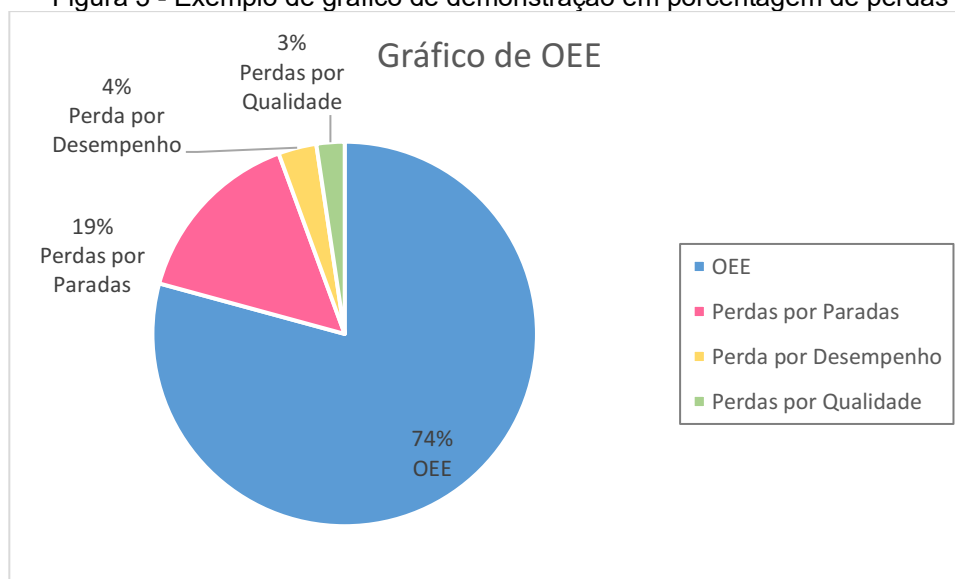
Figura 2 - Exemplo de gráfico de demonstração de perdas



Fonte: Adaptado de Högfeltdt (2005).

A Figura 3 apresenta um exemplo de como demonstrar as perdas e suas taxas, podendo ser, conseqüentemente, visível o tempo que é aproveitado e o que é caracterizado como perda.

Figura 3 - Exemplo de gráfico de demonstração em porcentagem de perdas



Fonte: Adaptado de Högfeltdt (2005).

Através do cálculo do OEE, pode-se acompanhar e intervir nos principais pontos de perdas dos equipamentos e ou processos, ocasionando assim, melhorar sensivelmente a produtividade.

2.5 LEAN MANUFACTURING

Segundo Ghinato (1996), o STP, ou seja, Sistema Toyota de produção (*Toyota Production System*) tem sido, recentemente, referenciado como “sistema de produção enxuta”. Pacheco (2014) explica que o termo “*Lean*” teve sua origem no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, de Womack *et al.* (1992), como resultado de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial realizado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, EUA), no qual se evidenciaram as vantagens no uso do STP.

De acordo com Fernandes (2008), após a segunda guerra, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota Japonesa, foram pioneiros no conceito da produção enxuta. A empresa começou a mudar seu processo produtivo, passando a desenvolver a sua própria forma de produção baseada na redução de desperdícios. Os valores da sociedade haviam mudado, foi percebido que era muito mais econômico fazer um item por vez, atendendo às necessidades dos clientes.

Segundo Womack e Jones (2004), o *Lean Manufacturing* é uma abordagem que busca a melhor forma de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa, envolvendo seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, em que é possível fazer cada vez mais com menos (menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço) e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de ofertar aos clientes, exatamente o que eles desejam. Portanto o *Lean Manufacturing* tem como foco eliminar todos os desperdícios existentes nos processos, com o objetivo de gerar mais valor ao cliente.

Para Koskela (1992), a produção é um fluxo de materiais ou informações desde a matéria-prima até o produto acabado. Neste fluxo, o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando pelo processamento, inspeção ou movimentação. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção, enquanto a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção.

Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Geralmente,

somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto.

Womack e Jones (2004) sintetizou cinco princípios para tornar uma operação enxuta:

- Especificar o valor: o cliente é quem define o que é valor
- Identificar o fluxo de valor;
- Criar fluxos contínuos que criam valor;
- Operar com base na produção puxada;
- Buscar a perfeição. Ou seja, fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo de eliminação dos desperdícios.

2.6 FILOSOFIA QRQC

A filosofia QRQC enfatiza uma abordagem em equipe para responder rapidamente a problemas detectados e contê-los para proteger os clientes e processos.

O QRQC utiliza-se fortemente de gerenciamento à vista, pois inclui as principais ferramentas da qualidade para a análise e identificação de problemas decorrentes no processo produtivo. O QRQC, segundo Aoudia (2012), é baseado na atitude “*SAN GEN SHUGI*”, que significa “os 3 reais princípios”, que são:

- *Gen-ba*: que significa “o local real”.
- *Gen-butsu*: que significa “as peças reais”.
- *Gen-jitsu*: que significa “os dados ou fatos reais”.

O QRQC valoriza os fatos ocorridos, no local exato e com os dados reais, evitando suposições.

O método utiliza-se de várias ferramentas para realizar seus 4 principais passos:

- Detecção: verifica-se os resultados dos indicadores para detectar problemas;
- Comunicação: relata-se ou procura-se relatos referente aos problemas;
- Análise: analisa-se a causa do problema;

- Verificação: verifica-se se o problema foi contido.

Portanto, para cada uma das etapas, pode-se utilizar de diferentes ferramentas para aprimorar cada um dos passos.

2.6.1 5W2H

A ferramenta 5W2H tem como objetivo a identificação e entendimento de problemas, erros ou não conformidades, desenvolvido por Sakichi Toyoda em seus desenvolvimentos de metodologias de manufatura. Segundo Nagyova *et al* (2015), os princípios da ferramenta 5W2H são:

- Avaliação em conjunto para responder uma série de perguntas, que consistem em: “O que? Por que? Onde? Quem? Quando? Como? E quantos?”;
- Não é necessário a utilização de uma técnica especializada para realizar os questionamentos.
- Não há limite em quão profundo é necessário proceder.

A Figura 4 apresenta um exemplo de como utilizar a ferramenta 5W2H, detalhando quais devem ser as respostas as perguntas.

Figura 4 - Princípios do 5W2H

		Pergunta		Resposta
5W	What?	O que?	Qual é o problema?	O problema é...
	Why?	Por que?	Por que isso é um problema?	O problema pode causar...
	Where?	Onde?	Onde o problema foi encontrado?	O problema foi encontrado no dia... as... horas no setor...
	Who?	Quem?	Quem foi impactado?	Os impactados foram...
	When?	Quando?	Quando foi encontrado o primeiro problema?	O primeiro problema foi encontrado em...
2H	How?	Como?	Como o problema foi detectado?	Os sintomas desse problema são...
	How much?	Quanto?	Quantas vezes esse problema ocorreu?	O problema ocorreu... vezes. O problema está ficando (melhor/pior).

Fonte: Adaptado de Nagyova (2015).

2.6.2 FTA

A técnica chamada “*Fault Tree Analysis*” (FTA), ou seja, análise da árvore de falha, possui várias abordagens, porém, de acordo com Konstantoulakis (2010), a análise FTA pode ser resumida por cinco principais etapas.

A primeira etapa engloba a definição do evento não desejado. Ela exige que o problema deve ser bem definido, muitas vezes podendo requerer auxílio de pessoas com um entendimento mais aprofundado para definir o evento.

A segunda etapa, após selecionar e definir o evento, tem como objetivo obter o entendimento do sistema ou processo. Nessa etapa, as causas devem ser analisadas, de forma que o sistema ou processo como um todo deve ser estudado.

Após entender o processo ou sistema, a terceira etapa, da construção da árvore de falha, é iniciada, de forma que a pessoa responsável destaca em que partes do processo o problema ocorre.

Com a árvore de falha definida, é possível realizar a etapa de avaliação da árvore de falha, em que é necessário avaliar e analisar os riscos e encontrar meios para aprimorar o processo ou sistema. Nessa etapa, todos os riscos que possam afetar o processo ou sistema são identificados, servindo como uma introdução à etapa final.

A etapa final, de controle dos riscos identificados, é bem específica e há uma grande diferença em cada caso, no entanto, o ponto principal desta etapa é criar métodos para eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência dos riscos identificados.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A natureza da pesquisa pode ser definida como quali-quantitativa, porque, de acordo com Demo (2002, p.7), “a ciência prefere o tratamento quantitativo porque ele é mais apto aos aperfeiçoamentos formais: a quantidade pode ser testada, verificada, experimentada, mensurada [...]”. No entanto, a pesquisa abordará também um aspecto qualitativo, que, segundo Minayo (2010), a pesquisa qualitativa tem as seguintes características principais: é descritiva, há preocupação com o processo e não apenas com os resultados e tem o ambiente natural como fonte dos dados e o pesquisador como instrumento-chave. Para Moreira (2002), a diferença entre a pesquisa quantitativa e a qualitativa vai além da simples escolha de estratégias de pesquisa e procedimentos de coleta de dados, representando, na verdade, posições epistemológicas antagônicas.

Quanto ao objetivo da pesquisa, ela pode ser considerada explicativa, porque, conforme Gil (2007), a pesquisa explicativa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos e também relatado:

Quando se diz que uma pesquisa é descritiva, se está querendo dizer que se limita a uma descrição pura e simples de cada uma das variáveis, isoladamente, sem que sua associação ou interação com as demais sejam examinadas (CASTRO, 1976, p. 66).

Quanto aos procedimentos, a pesquisa pode ser considerada como uma pesquisa de estudo de caso, porque como é esclarecido pelo autor:

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe. O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador (FONSECA, 2002, p. 33).

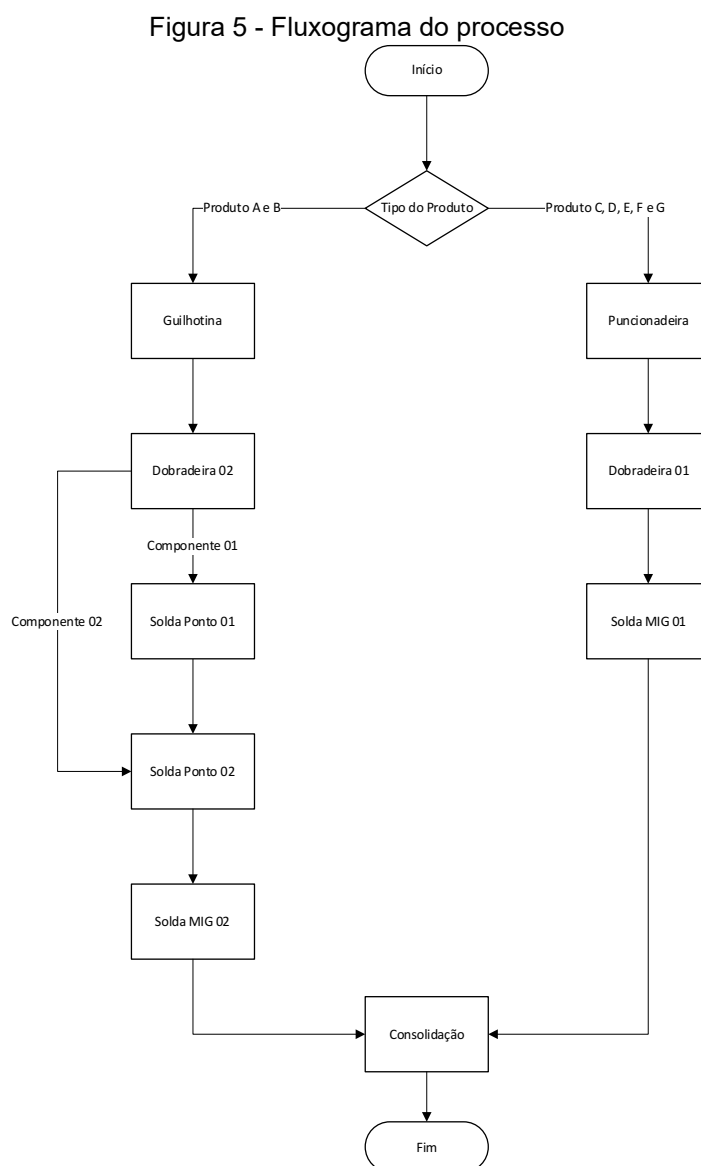
Quanto ao procedimento para a coleta de dados, foi realizado de forma contínua, através de análises de documentos fornecidos pela empresa.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 VISÃO GERAL

A empresa onde foi desenvolvido o estudo de caso é do ramo metalúrgico, com um foco importante no processamento de chapas metálicas.

O processo consiste, basicamente, no corte de chapas, furação, dobra e solda. Todos os processos necessitam de pelo menos um operador para realizar o processo, ou seja, não há nenhuma operação automática, conforme Figura 5.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 INFORMAÇÕES DAS MÁQUINAS

4.2.1 Guilhotina

A guilhotina utilizada no processo de corte é a Newton GHN-4006, representada pela Figura 6.

Figura 6 - Representação da guilhotina utilizada no processo



Fonte: Newton (2020).

A guilhotina possui regulagens automáticas, porém, o seu processo é realizado de forma manual. As chapas cortadas resultam em diversos produtos, além de que, em vários casos, uma mesma chapa pode dar origem a produtos diferentes.

4.2.2 Puncionadeira

A puncionadeira utilizada é do fabricante Amada, série EM-MII, na qual é operada a partir de comandos numéricos computadorizados e possui um servomotor AC de acionamento duplo, no qual possibilita a obtenção de processamento estável em alta velocidade, alta qualidade e aceita uma grande extensão de tamanhos de chapas (Figura 7).

Figura 7 - Representação da puncionadeira utilizada no processo



Fonte: Amada (2020).

No processo em questão, a puncionadeira é utilizada para a estampagem, furação e alguns cortes. Ela é capaz de criar várias peças em uma chapa e em um só programa.

O processo de abastecimento e remoção da peça finalizada é realizado manualmente, porém, como o processo de punção é realizado de forma automática, o processo de abastecimento e remoção é sobreposto ao processo automático da máquina, reduzindo o tempo de perda.

Em todos os casos em que há uma troca de peça a ser produzida, é necessário que seja efetuada uma troca de programa, no entanto, na maior parte dos casos em que a espessura da chapa é modificada, é necessário que seja realizada a troca de ferramentas.

4.2.3 Dobradeiras

Ambas as dobradeiras utilizadas são da fabricante Newton, da série PSH, na qual possui um sistema sincronizado composto por servo-válvulas e réguas lineares de alta precisão controlado por CNC para permitir dobras descentradas e manter o paralelismo entre prensador e mesa, conforme Figura 8.

Figura 8 - Representação das dobradeiras utilizadas



Fonte: Newton (2020).

O processo é realizado de forma manual em ambas as dobradeiras, na qual o operador deve posicionar as peças a serem dobradas nas guias.

4.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados de produção é realizada, de forma manual, nas seguintes máquinas:

- Guilhotina;
- Puncionadeira;
- Dobradeira 01;
- Dobradeira 02.

Para a coleta de dados, os operadores de cada máquina preenchem as folhas de apontamentos todos os dias de trabalho, fornecendo o tipo de peça produzida,

perdas da operação, horário de início e final dos apontamentos e a quantidade de peças boas e ruins. A folha de apontamento pode ser vista na Figura 9.

Figura 9 - Modelo de Documento para Coleta de Dados

		Máquina _____		Data _/_/___	
Turno:		<input type="checkbox"/> Turno 1	<input type="checkbox"/> Turno 2	<input type="checkbox"/> Turno 3	
Informações das Paradas de Máquina					
#	Tipo da Peça / Parada	Hora Início	Hora Fim	Peças boas	Peças ruins
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os operadores foram treinados sobre a forma de preenchimento do documento e as perdas foram classificadas conforme a Figura 10, na qual foi disponibilizada para cada operador.

Figura 10 - Tabela de Motivos de Perdas

Apontamento	Nome no Sistema	Tipo	Descrição
Almoço/Janta	Almoco/Janta	Parada Programada	Parada para intervalo de lanche/repouso
Falta Demanda *	Falta Demanda	Parada Programada	Parada quando a máquina já produziu toda demanda programada
Intervalo/Café	Intervalo/Café	Parada Programada	Apontamento para intervalos
Manutenção Autônoma	Manut. Autônoma	Parada Programada	Verificação dos pontos do check list da máquina
Manutenção Preventiva	Manut. Preventiv	Parada Programada	Parada para manutenção preventiva/planejada
Treinamento/Reunião	Trein/Reuniã	Parada Programada	Apontamento para treinamentos e reuniões
Deslocamento de Operador	Desloc. Operador	Parada Não Programada	Saída do posto de trabalho (banheiro, agua, EPI, etc)
Falta de Abastecimento	Abasteciment	Parada Não Programada	Falta de abastecimento (insumos/matéria prima) - Logística
Falta de Matéria-Prima	Falta MP	Parada Não Programada	Não tem matéria prima disponível em estoque
Falta Sequência	Falta Sequência	Parada Não Programada	Falta de ordem de produção Falta de programação (nesting)
Manutenção Corretiva	Manut. Corretiva	Parada Não Programada	Parada para manutenção corretiva, não planejada
Organização/Limpeza (5S)	Organização/Limp	Parada Não Programada	Parada para organização ou limpeza (5S)
Problema com Ordem de Produção	Prob. OP	Parada Não Programada	Erro ou dúvida em relação a ordem de produção
Problema de Desenho	Prob. Desenho	Parada Não Programada	Erro ou dúvida em relação a desenho da peça
Quebra de Equipamento	Quebra de Equip.	Parada Não Programada	Máquina apresenta defeito e não opera
Retrabalho	Retrabalho	Parada Não Programada	Refazer uma operação ou uso de peça de reaproveitamento
Setup	Setup	Parada Não Programada	Intervalo entre o início de regulagem de máquina ou ferramenta até a produção da primeira peça boa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 PRINCIPAIS PERDAS

Os dados de paradas de máquina do ano de 2019 foram organizados em ordem decrescente de maior impacto para menor impacto para cada máquina, conforme Figura 11.

Figura 11 – Tabela de dados coletados em 2019: Guilhotina

Guilhotina	Tempo Apontado (min)	Porcentagem sobre o Tempo Apontado	Quantidade de Eventos
Almoco/Janta	11344,00	9,60%	188
Falta Demanda	7724,00	6,53%	146
Trein/Reuniã	5046,00	4,27%	221
Preenc. Doc.	4056,00	3,43%	243
Intervalo/Café	3739,00	3,16%	354
Abasteciment	3695,00	3,13%	326
Setup	3519,00	2,98%	653
Testes/Inspeção	2106,00	1,78%	47
Organização/Limp	1691,00	1,43%	142
Prob. OP	1564,00	1,32%	88
Manut. Corretiva	675,00	0,57%	16
Falta MP	513,00	0,43%	10
Manut. Preventiv	400,00	0,34%	4
Ausência M.O.	317,00	0,27%	10
Retrabalho	315,00	0,27%	22
Desloc. Operador	304,00	0,26%	17
Falta Sequência	135,00	0,11%	2
Quebra de Equip.	74,00	0,06%	3
Desloc. Progr.	5,00	0,00%	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados, nota-se que o maior impacto sofrido pela Guilhotina, com exceção das paradas programadas, foi a falta de demanda, seguido pelo preenchimento de documento.

A Figura 12 apresenta os resultados para a punctionadeira para o ano de 2019.

Figura 12 – Tabela de dados coletados em 2019: Puncionadeira

Puncionadeira	Tempo Apontado (min)	Porcentagem sobre o Tempo Apontado	Quantidade de Eventos
Setup	32217,22	20,18%	5540
Almoco/Janta	9087,39	5,69%	151
Intervalo/Café	6500,59	4,07%	575
Falta Sequência	5258,36	3,29%	98
Trein/Reuniã	4757,56	2,98%	208
Abasteciment	4472,00	2,80%	349
Manut. Preventiv	2787,00	1,75%	97
Falta Demanda	2033,69	1,27%	20
Retrabalho	1494,85	0,94%	101
Testes/Inspeção	1400,00	0,88%	66
Organização/Limp	1298,76	0,81%	128
Prob. OP	1285,28	0,80%	94
Desloc. Operador	1033,58	0,65%	51
Preenc. Doc.	1014,00	0,64%	137
Manut. Corretiva	971,29	0,61%	53
Falta MP	251,82	0,16%	10
Quebra de Equip.	108,04	0,07%	5
Desloc. Progr.	46,00	0,03%	2
Prob. Desenho	14,91	0,01%	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

A puncionadeira é a máquina que mais possui perdas por disponibilidade, segundo os dados coletados, sendo o setup disparadamente superior às outras perdas.

A dobradeira 1 possui o resumo de suas perdas apontadas na Figura 13, em que podem ser observados os dados para 2019.

Figura 13 – Tabela de dados coletados em 2019: Dobradeira 01

Dobradeira 01	Tempo Apontado (min)	Porcentagem sobre o Tempo Apontado	Quantidade de Eventos
Setup	17554,27	12,82%	3847
Falta Demanda	14881,00	10,87%	596
Almoco/Janta	13449,08	9,82%	225
Trein/Reuniã	6890,44	5,03%	277
Intervalo/Café	4669,23	3,41%	448
Desloc. Operador	3825,20	2,79%	206
Organização/Limp	1964,52	1,43%	207
Retrabalho	1038,32	0,76%	83
Testes/Inspeção	989,00	0,72%	51
Preenc. Doc.	825,00	0,60%	94
Desloc. Progr.	385,00	0,28%	7
Prob. OP	300,00	0,22%	19
Abasteciment	202,47	0,15%	41
Falta Sequência	173,19	0,13%	24
Ausência M.O.	133,01	0,10%	4
Manut. Corretiva	122,00	0,09%	8
Falta MP	105,44	0,08%	1
Prob. Desenho	63,14	0,05%	7
Quebra de Equip.	25,00	0,02%	1
Manut. Preventiv	15,00	0,01%	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A dobradeira 01 tem como as maiores perdas, o setup e a falta de demanda, apontando mais de 23% do tempo do equipamento.

Por fim, a dobradeira 2, apresenta, na Figura 14, os dados das perdas coletadas no ano de 2019.

Figura 14 – Tabela de dados coletados em 2019: Dobradeira 02

Dobradeira 02	Tempo Apontado (min)	Porcentagem sobre o Tempo Apontado	Quantidade de Eventos
Falta Demanda	12739,07	9,61%	276
Setup	11552,26	8,71%	2473
Almoco/Janta	11464,47	8,65%	190
Trein/Reuniã	5408,27	4,08%	243
Intervalo/Café	3983,46	3,00%	401
Desloc. Operador	2222,48	1,68%	144
Desloc. Progr.	2174,00	1,64%	113
Abasteciment	2114,78	1,60%	182
Testes/Inspeção	1383,00	1,04%	60
Falta MP	1218,75	0,92%	5
Organização/Limp	1083,17	0,82%	117
Ausência M.O.	604,05	0,46%	6
Prob. OP	406,00	0,31%	22
Preenc. Doc.	270,00	0,20%	28
Retrabalho	214,70	0,16%	9
Manut. Corretiva	139,00	0,10%	12
Falta Sequência	79,00	0,06%	8
Manut. Preventiv	70,00	0,05%	1
Quebra de Equip.	5,03	0,00%	1
Prob. Desenho	5,00	0,00%	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo os dados, a maior perda da dobradeira 02 é a falta de demanda, seguido pelo setup.

4.5 LEVANTAMENTO DO OEE EM 2019

Os índices do OEE do ano de 2019 foram analisados separadamente, para possibilitar obter-se um valor claro para a disponibilidade, eficiência e qualidade.

Na Figura 15, apresentam-se os resultados de OEE para os equipamentos medidos. É possível notar que ambos os indicadores de disponibilidade e eficiência tiveram um impacto significativo nos resultados de todas as máquinas no ano de 2019.

Figura 15 – Taxas e resultados do OEE em 2019

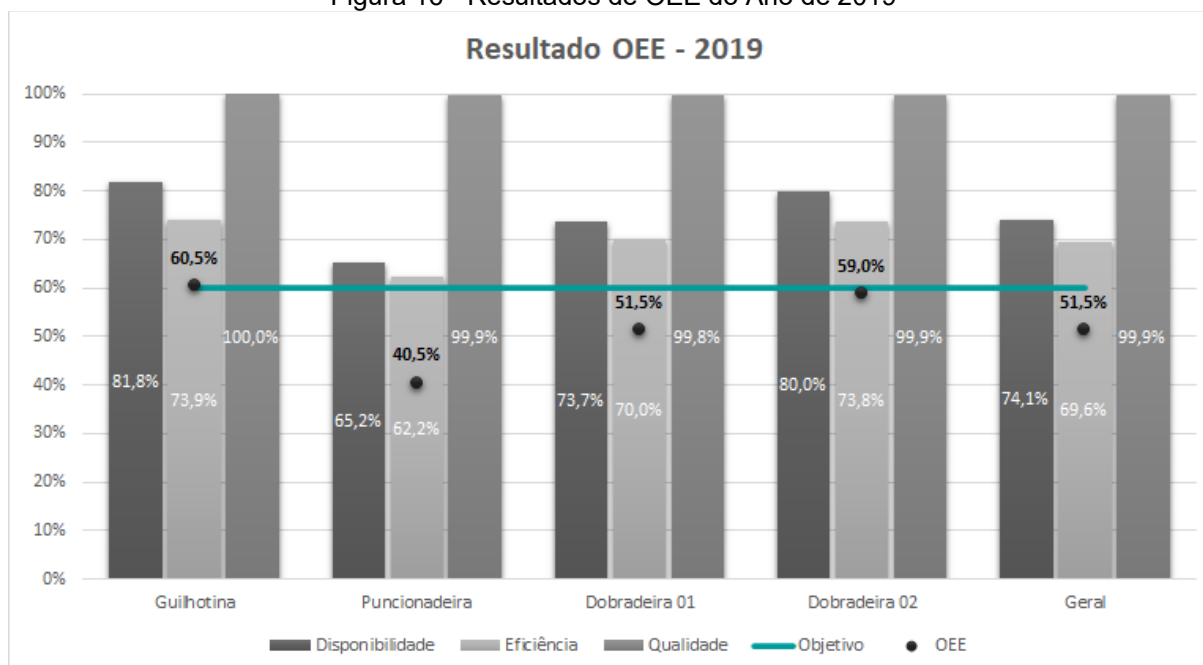
2019	Disponibilidade	Eficiência	Qualidade	OEE
Guilhotina	81,8%	73,9%	100,0%	60,5%
Puncionadeira	65,2%	62,2%	99,9%	40,5%
Dobradeira 01	73,7%	70,0%	99,8%	51,5%
Dobradeira 02	80,0%	73,8%	99,9%	59,0%
Geral	74,1%	69,6%	99,9%	51,5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que a máquina que apresenta o menor OEE é a puncionadeira, na qual possui também os menores índices de disponibilidade e de eficiência em comparação com as outras máquinas.

A Figura 16 apresenta os resultados OEE, a linha de objetivo e os índices de disponibilidade, eficiência e qualidade do ano de 2019 para cada máquina individualmente e o acumulado geral das quatro máquinas.

Figura 16 - Resultados de OEE do Ano de 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

A empresa em estudo possui seu objetivo de 60% no resultado geral de OEE, portanto, é possível notar que o ano de 2019 teve um resultado 8,5% abaixo do objetivo determinado, conforme Figura 16. Todos os equipamentos, com exceção da guilhotina, influenciaram para que o resultado geral ficasse abaixo do objetivo.

4.6 AÇÕES E DECISÕES

Os resultados coletados do ano de 2019 foram importantes para a implementação de metodologias com o objetivo de reduzir perdas e produção e, conseqüentemente, melhorar os índices dos KPIs (*Key Performance Indicator* – Indicadores Chaves de Desempenho) da empresa.

4.6.1 Implementação do QRQC

A filosofia QRQC foi implementada em março de 2020, visando à resposta rápida a problemas, envolvendo segurança, qualidade, custos, entrega e pessoas.

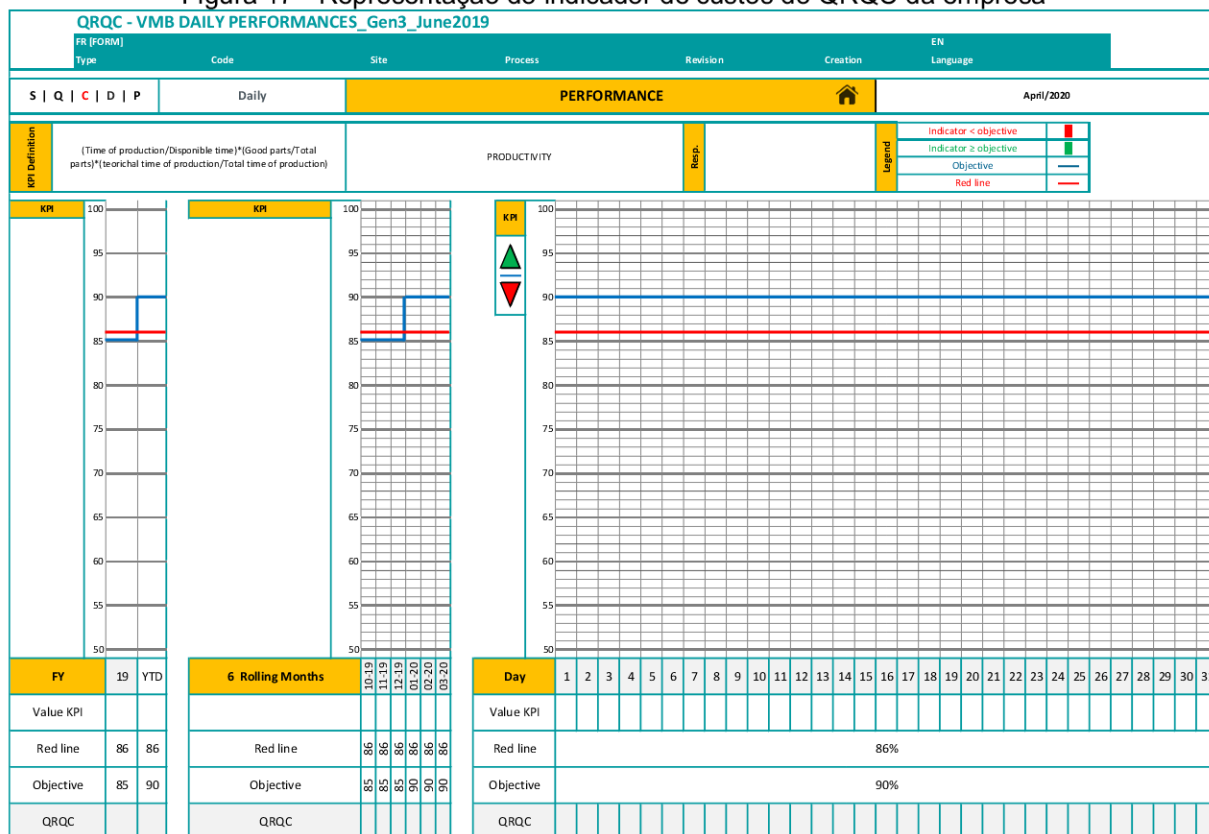
Os indicadores utilizados para detecção de problemas foram escolhidos com a intenção de detectar problemas de diferentes naturezas, portanto o acompanhamento de indicadores pode auxiliar validar a eficácia das contenções de problemas.

O indicador de segurança envolve o número de relatos de segurança, acidentes, incidentes ou primeiro socorros do dia. O indicador de qualidade é representado pelo número de reclamações de clientes recebidas no dia. O indicador de custos é composto pela produtividade geral da fábrica do dia, calculado pela multiplicação entre os indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade de todas as linhas de produção e máquinas. O indicador de entrega é representado pela quantidade de pedidos enviados sobre a quantidade total de pedidos do dia. E por fim, o indicador de pessoas, que envolve uma matriz de engajamento, que é avaliada por diversos indicadores, como a aderência a alguns programas da empresa, ausência de colaboradores sem justificativa, aderência dos setores na participação diária no QRQC, entre outros.

Cada indicador possui duas linhas de referência, uma é a linha de objetivo, na qual é definida pela gerência e a outra é a “*red line*”, na qual é a linha de controle. A linha de controle serve para controlar a abertura de análises, em que, caso o indicador fique fora da “*red line*”, é obrigatório que uma análise 5W2H seja realizada e que haja ações de contenção para o problema. No entanto, há a possibilidade de realizar a análise de problemas dentro do método QRQC mesmo que o indicador esteja dentro do previsto pela “*red line*”.

A Figura 17 representa o indicador mensal de custos, com acompanhamento nas reuniões de QRQC diárias.

Figura 17 - Representação do indicador de custos do QRQC da empresa



Fonte: Adaptado de Wittur (2020).

4.6.1.1 Aplicação do 5W2H

A ferramenta 5W2H é utilizada para todos os problemas levantados no QRQC, no qual auxilia a pessoa responsável pela análise a verificar todos os fatos, no local de ocorrência e sem pressuposições. A análise é registrada através de um formulário (Figura 18), que auxilia a pessoa responsável pela análise e mantém um registro para consultas futuras.

Figura 18 - Formulário de análise 5W2H

Type		Code		Site		Process		Revision		Creation		EN Language			
N° QRQC		Owner Name:		Sector:		Start date of analysis:									
Customer View						Company View									
DESCRIPTION OF THE PROBLEM DETECTION						DESCRIPTION OF THE PROBLEM GENERATION									
<p>The problem should be one concrete issue not grouping issue. 1.0</p> <p>WHAT is the problem? WHO detected? WHERE it has been detected?: HOW many detected?: HOW was it detected?:</p>						<p>What is the problem that generated the situation detected NOK? 1.7</p> <p>Identify who generated the problem (based on the process described in 1.5 and the opinion operational). Describe what happened and where.</p>									
<p>OK Detector 1.2 Date: hour, minutes, how Good situation is always existing and is close to the Bad situation</p>			<p>NOK Detector 1.3 Date: hour, minutes, how Show picture with the phenomena the Detector saw, write what is the problem, highlight the problem in the picture/part</p>			<p>Why is it a problem?</p> <p>Since when is it a problem? 1.8 Chronology mentioned on the day the problem occurred (verification graph until the containment), indicate the relevant facts before and after the problem arose, when the problem and containment appeared, graph title Timeline has to correlate good situation with Good phenomena and bad situation with bad phenomena From this difference we can understand the factor!</p>									
<p>Why is it a problem?</p>															
<p>Since when is it a problem? 1.3 - 1.4</p> <p>Chronology of the problem in month / week / hour / hour / day, in the same order 1.3 NOK/OK events in the same day / hour / minutes. For the information also when a bad phenomena is happening compared with the last good phenomena, this indicator helps in the analysis 1.4 800 VIEW Describe similar events on the same month / week / day and identify similar causes already produced seen from the past</p>						<p>How? How was it at this moment? F: PME/A/Process P: Pass down note C: Control variable O: Opinion operational To understand with the person who generated the problem, what is the trigger that led us to this bad situation.</p>									
<p>Have there been similar cases? 1.5 What was the previous action plan and why did not it work? Respect the past and understand what was wrong in previous analysis</p>						<p>How many parts have been affected?</p>									
<p>Get on the gemba the previous corrective actions</p> <p>How? Opinion of the Operator: How was it at this moment? Where? What? Since when? Who?</p> <p>F: P: C: O:</p>						<p>Schematize the main steps of the manufacturing process from the detection to the production of the defect by including the control points of each process 1.6 1.7 1.8 Process Zoom that the detector and generator sees Add variable controls and documents to each operation Make motion analysis to identify how and in which steps the problem was generated</p>									
<p>OK Generator 1.9 Date and time before NOK situation, do not put the standard here</p>			<p>STANDARD 1.9</p>			<p>NOK Generator 1.9 Date and hour description of the bad situation including trigger (action, not consequence)</p>									
TREATMENT OF PROBLEM DETECTED						CONTAINMENT ACTIONS 2.1									
Zone		Activity / Action taken		Responsible		Date		Zone		Activity / Action put in place blocking the Non-conformity coming (One-point Lesson / 5SD for evidences)		Responsible		Date	
Application of Containment actions validation by the N + 1 Pilot		Responsible name:		Name		Date and signature		Comments:							

Fonte: Adaptado de Wittur (2020).

A análise 5W2H, além de responder às perguntas de “O que? Por que? Onde? Quem? Quando? Como? E quantos?”, ela reforça bastante a comparação entre um evento bom e um evento ruim, para que a pessoa encarregada pela análise saiba o que aconteceu de diferente entre um evento e outro, além de levantar ações de contenção eficazes.

A pessoa designada para a execução da análise 5W2H tem 24 horas para investigar e apresentar o problema para os participantes do QRQC, nos quais podem auxiliar o responsável com sugestões de melhoria ou de ações corretivas ou de contenção.

4.6.1.2 Aplicação do FTA

Após a conclusão da análise 5W2H e implementação das ações de contenção imediatas, o responsável pela análise inicia a análise FTA (*Factor Tree Analysis* – Análise da Árvore de Fatores), no qual possui 10 dias úteis para execução.

A análise FTA utiliza vários elementos investigados e levantados no 5W2H, para analisar a causa raiz da ocorrência do problema e a causa raiz para a não-detecção ou falha nos pontos de controle do processo. A Figura 19 representa um formulário para auxiliar na análise FTA.

Figura 19 - Formulário de análise FTA

GRQC - FTA (Occurrence) and Pursuit Flowchart_Gen3_June2019									
IR (FORM)		Code		Site		Process		Revision	
Type		Date		Date		Created		EM	
OCCURRENCE WHAT is the factor that lead the generator make the difference OK/KO (1.9 SW-2h)					NON DETECTION WHAT is the factor that lead the generator NOT DETECTING the difference OK/KO (1.9 SW-2h)				
3.1 Entry point:					3.1 Entry point:				
FACTOR (F.P-C-3) (1.8 SW-2h)		How you verified this factor?		Y/N	RESULT		FACTOR (F.P-C-3) (1.8 SW-2h)		How you verified this factor?
GENBA							GENBA		
Reproduce failure							Reproduce failure		
FACTOR (F.P-C-3) (1.8 SW-2h)		How you verified this factor?		Y/N	RESULT		FACTOR (F.P-C-3) (1.8 SW-2h)		How you verified this factor?
GENBA							GENBA		
Reproduce failure							Reproduce failure		
In 1.6 you found the process that generated the problem Assignment list to be used to track all the test done to verify the factor					In 1.6 you highlighted the control that did not work Assignment list to be used to track all the test done to verify the factor				
What is the standard for this factor?		What are the measured parameter that qualifying the GOOD partition?		What are the measured parameter that qualifying the BAD partition?		What is the standard for this factor?		What are the measured parameter that qualifying the GOOD partition?	
3.2 CHECK Y/N look at 1.9 from generator view → Focus on why problem occurred					CHECK Y/N look at 1.9 from generator view → Focus on why detection did not work				
Is there a difference between the good (OK) and the bad (NOK) situation?		Is the bad (NOK) situation out of the standard?		Is there a direct link between the factor and the defect?		Is there a difference between the good (OK) and the bad (NOK) situation?		Is the bad (NOK) situation out of the standard?	
If Y you can go further otherwise go back to 5h-2h something is wrong		If NO, root cause is METHOD, you need to change the standard		In case of Y-Y or Y-NO → answer is Y THIS IS THE ROOT CAUSE		If Y you can go further otherwise go back to 5h-2h something is wrong		If NO, root cause is METHOD, you need to change the standard	
3.3 Confirmed technical root cause for OCCURRENCE:					Confirmed technical root cause for NON DETECTION				
4.1 CORRECTIVE ACTION					CORRECTIVE ACTION				
WHO		WHEN		WHO		WHEN			
Field validation by resp N+1					Field validation by resp N+1				
Responsible Name		Name		Date and signature		Comments			
Which procedure/system allow us to make this technical root cause?					not the procedure that is the frame for causing process				
Logical Flow Chart to identify systemic Occurrence root cause									
Confirmed systemic root cause :									
SYSTEMIC CORRECTIVE ACTIONS									
ACTIONS							WHO		WHEN
Field validation by resp N+1					Field validation by resp N+1				
Responsible Name		Name		Date and signature		Comments			

Fonte: Adaptado de Wittur (2020).

Um ponto relevante nas análises FTA é o levantamento das diferenças entre os parâmetros bons e ruins para a geração do problema ou da não-deteção e a verificação se a causa raiz determinada foi realmente o fator gerador do problema em questão.

A partir do entendimento total do processo e causa raiz, é possível propor ações corretivas sistêmicas para eliminar ou reduzir a possibilidade de o problema ocorrer novamente.

4.6.2 Lean Manufacturing

Os resultados dos indicadores de produtividade também fortaleceram a importância da abordagem do *Lean Manufacturing* no sistema produtivo. Os desperdícios de produção e processos que não agregam valor começaram a serem tratados regularmente, com auditorias de processo semanais.

Houve também treinamentos com os operadores para passar o conhecimento do *Lean Manufacturing* e com isso, facilitou a implementação de melhorias nos processos e o número de sugestões de melhorias pelos próprios operadores aumentou-se significativamente.

Auditorias internas regulares auxiliaram bastante na aderência dos colaboradores de todos os setores em programas relacionados ao *Lean Manufacturing*. Após algumas semanas, as auditorias verificaram que, na maior parte dos casos, os colaboradores estavam seguindo corretamente com os requisitos do programa e observaram que a meta mensal estava sendo atingida.

4.7 LEVANTAMENTO DO OEE EM 2020

Após a aplicação dos métodos apresentados no tópico 4.6 e a partir das ações realizadas com base nos resultados de 2019 e com as constantes ações de melhoria contínua, houve uma significativa melhoria nos índices de 2020 após abril em relação ao ano anterior.

Os resultados dos 3 primeiros meses de 2020 foram impactados diretamente pela queda na demanda, portanto, apesar de várias ações já estarem concluídas ou em andamento, o índice de OEE foi diretamente impactado.

No final de março de 2020, as demandas começaram a se normalizar, portanto, já no mês de abril foi possível notar uma melhoria significativa nos resultados de OEE.

O resultado acumulado do indicador de OEE do ano de 2020 mostrou que, nos primeiros 9 meses, foi possível atingir o objetivo de 60%, demonstrando um resultado geral de 60,34% (conforme Figura 20).

Figura 20 - Resultado dos 3 trimestres iniciais de 2020

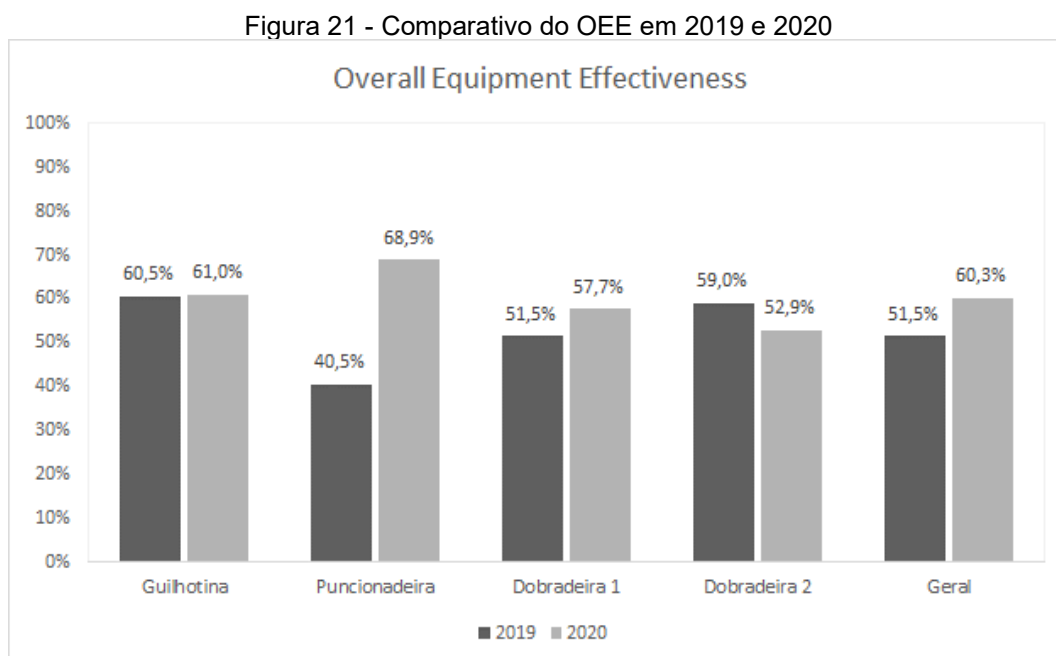


5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As implementações dos KPIs, metodologias e ações foram desafiadoras, porque foi necessário modificar a maneira de trabalho dos operadores, gestores e colaboradores do setor administrativo. No entanto, algumas semanas após as implementações, tornou-se mais fácil para todos a pôr em prática as alterações propostas, porque os resultados já haviam começado a ficar visíveis.

Os resultados dos anos de 2019 e 2020 podem ser comparados diretamente, visto que não houve nenhuma modificação significativa nas máquinas e não houve alterações nos tempos teóricos de peças existentes nesse período. As variáveis que mais influenciaram nos resultados foram as metodologias implementadas.

A melhoria nos indicadores fica evidente com a Figura 21, que compara os resultados do ano de 2019 com 2020 para cada uma das máquinas, além do resultado geral acumulado das quatro máquinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da comparação dos resultados, percebe-se que houve um aumento de 51,5% para 60,3% no OEE geral, portanto uma melhoria de 8,8%. A máquina que teve um maior aumento no OEE foi a puncionadeira, com um aumento de 28,4%. A segunda máquina que mais apresentou aumento no OEE foi a dobradeira 1, na qual é a máquina que depende diretamente da operação da puncionadeira, portanto,

juntamente com as melhorias causadas pelo método, houve também o impacto causado pelo *output* de peças provenientes da punctionadeira.

O resultado se torna interessante porque, apesar de não haver nenhuma alteração significativa nas máquinas, a melhoria do OEE no ano de 2020 foi considerável o suficiente para superar o objetivo de 60%. Isso demonstra que ao evidenciar o desempenho pelo OEE, os operadores e setores de apoio foram capazes de realizar melhorias contínuas durante o ano para atingir o resultado.

Apesar do objetivo anual ter sido atingido, a implementação da medição do OEE e das metodologias do QRQC e *Lean Manufacturing* proporciona diversas oportunidades de melhoria futuras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de produtividade são ferramentas simples, porém muito úteis em indústrias de diversas naturezas. No entanto, sua implantação pode ser desafiadora, porque as ações e melhorias dependem de como essas informações são apresentadas e utilizadas como base para melhorias, projetos ou pontos de atenção.

É possível comparar, de forma metafórica, o estado anterior e posterior à implantação do OEE, com um corredor a percorrer uma pista com obstáculos à noite e sem iluminação, com percorrer a mesma pista, mas com uma iluminação adequada, em que proporciona o corredor a identificar a maior parte dos obstáculos pertencentes à pista.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que o acompanhamento do indicador de OEE foi fundamental para implementar as metodologias e ações de melhoria de forma assídua para redução de custos e desperdícios de produtividade, em 8,8%. É importante ressaltar que essas implementações não demandaram nenhum investimento financeiro direto, tornando-as interessantes para serem implementadas, ao considerar os benefícios obtidos em um período menor que um ano.

O acompanhamento de forma regular de indicadores de produtividade auxilia de forma significativa nas identificações de problemas e nas ações de melhoria contínua. Os KPIs e metodologias ou ferramentas de análise trabalham muito bem em conjunto, aprimorando a eficácia e velocidade nas detecções e resoluções de problemas.

7 REFERÊNCIAS

AMADA. Disponível em <<https://amada.com.br/produtos/puncionadeira/em-mii-series/>>. Acesso em 25 de maio de 2020.

AOUDIA, Hakim; TESTA, Quintin. **Perfect QRQC-The Basics: Quality Management Based on the San Gen Shugi Attitude**. Maxima, 2012.

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica**. Prod., São Paulo, v. 23, n. 2, p. 205-225, jun. 2013.

CASTRO, C. M. **Estrutura e apresentação de publicações científicas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1976.

CHIARADIA, Áureo José Pillmann. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. Porto Alegre. 2004.

DEMO, P. **Avaliação qualitativa**. 7.ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

FERNANDES, Simone Tavares. **Integração dos programas de melhoria Lean Manufacturing e Six Sigma aplicados à logística de transporte de produtos de uma indústria metalúrgica**. 2008. 121 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-In-Time**. Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HÖGFELDT, D. **Plant efficiency: a value stream mapping and overall equipment effectiveness study** (Dissertation). Luleå tekniska universitet, Luleå, 2005

IANNONE, Raffaele; NENNI, Maria Elena. **Managing OEE to optimize factory performance. Operations Management**, 2013.

KONSTANTOULAKIS, Ioannis C. **Root cause analysis**. Trabalho de Conclusão de Curso. Atenas, Grécia 2010.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**, Technical report No. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, 1992.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

NAGYOVA, Anna; PALKO, Martin; PACAIOVA, Hana. **Analysis and identification of nonconforming products by 5W2H method**. Center for Quality, 2015.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM –Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC, Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NEDELIAKOVÁ, Eva; ŠTEFANCOVÁ, Vladimíra; KUKA, Adrián. **Quick Response Quality Control as an innovative approach in the conditions of rail transport**. MATEC Web Conf. v. 183, Jul. 2018.

NEWTON. Disponível em: <http://www.newton.com.br/pt_BR/produtos>. Acesso em 25 de maio de 2020.

OLIVEIRA, M. **Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes**. UFRGS. Porto Alegre, 1999

PACHECO, Diego Augusto de Jesus. **Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração**. Prod., São Paulo, v. 24, n. 4, p. 940-956, Dec. 2014.

SCODANIBBIO, C. **World-Class TPM - How to calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE)**. Disponível em <<https://www.scodanibbio.com>>. Acesso em 07 de março de 2020.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, Editora Atlas, São Paulo, SP, 1997.

WITTUR. Supplier quality development procedures and documents. Disponível em: <<https://www.wittur.com/pt/supplier-portal/supplier-quality-development-procedures-and-documents.aspx>>. Acesso em 24 de outubro de 2020.

WOMACK, J.P.; JONES D.T. **Mentalidade Enxuta nas empresas: Lean Thinking**. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 432p.