

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SIMONE GONÇALVES FERREIRA

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE MELHORIA DE
PRODUTIVIDADE POR MEIO DA METODOLOGIA OEE**

MONOGRAFIA

PONTA GROSSA

2017

SIMONE GONÇALVES FERREIRA

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE MELHORIA DE
PRODUTIVIDADE POR MEIO DA METODOLOGIA OEE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, da Coordenação de Pós-Graduação *Lato Sensu*, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Juliana Vitória
Messias Bittencourt

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Curso de Especialização em Engenharia de Produção



FOLHA DE APROVAÇÃO

IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE POR MEIO DA METODOLOGIA OEE.

por

Simone Gonçalves Ferreira

Esta monografia foi apresentada no dia vinte e quatro de março de dois mil e dezessete como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.ª. Dr.ª Juliana Vitória Messias Bittencourt
(UTFPR)
Orientadora

Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR)
Membro

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
(UTFPR)
Membro

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski
Coordenador
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

*A versão assinada pela banca fica depositada na pasta do aluno, no Departamento de Registros Acadêmicos.

Dedico este trabalho à minha família,
pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, nosso criador, pelo dom da vida.

Aos meus familiares, em especial a minha filha Máira, pelo apoio a mim dispensado nos momentos difíceis.

Ao Núcleo de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo excelente curso ministrado.

A minha professora orientadora, Juliana Vitória Messias Bittencourt, pela orientação dada no transcorrer de todo o trabalho.

Por fim, aos meus amigos e mestres, pela capacidade e humildade de terem transmitido o conhecimento, tanto no aspecto acadêmico, como também no aspecto pessoal, conhecimentos estes que raramente são encontrados em bibliografias e que certamente nos enriquecem como profissionais e cidadãos.

Ouvi, filhos meus, a instrução de um pai,
sede atentos, para adquirir a inteligência.
Porque é sã a doutrina que eu vos dou,
não abandoneis o meu ensino.
(Provérbios 4, 1-2)

RESUMO

FERREIRA, Simone Gonçalves. **Implantação de um processo de melhoria de produtividade por meio da metodologia OEE**. 2017. 43 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

O presente trabalho visou a acompanhar e dar diretrizes à implantação do indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento) em um processo produtivo. Seu intuito foi obter os índices de disponibilidade, *performance* e qualidade, que permitiram verificar quais são as perdas que estão impactando sobre o desempenho global dos equipamentos analisados, com vistas a reduzir desperdícios e, conseqüentemente, os custos. De tal modo, pretende-se aumentar a produtividade e a eficiência produtiva desse processo, garantindo maior competitividade à empresa estudada, diante do mercado global. O embasamento teórico buscou referências sobre a automatização, a eficiência produtiva, as perdas e desperdícios nos processos produtivos, a manutenção industrial e, ainda, o indicador OEE. O procedimento metodológico aplicado foi o estudo de caso das linhas de produção da indústria Tigre Ferramentas para Pinturas, de Castro, no Paraná. Os principais resultados encontrados indicam que a empresa analisada está bem aquém dos indicadores OEE considerados Padrão Classe Mundial, de indústrias que atuam com melhor eficiência no mundo, obtendo, no período estudado, médias de índices de disponibilidade de 66,58%, de *performance* de 64,92% e de qualidade de 92,20%, chegando a um indicador OEE de 39,85%. Com base nos resultados dos índices de desempenho do OEE, a empresa identificou as principais perdas que estão prejudicando sua eficiência e buscará saná-las, com o intento de conseguir melhor desempenho e produtividade em seus processos e, portanto, maior competitividade no cenário global.

Palavras-chave: Indicador OEE. Disponibilidade. *Performance*. Qualidade. Eficiência Produtiva.

ABSTRACT

FERREIRA, Simone Gonçalves. **Implantation of a productivity improvement process through the OEE methodology**. 2017. 43 f. Monograph (Specialization in Production Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The present work aimed to keep up with and give guidelines to the implementation of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator in a productive process. Its purpose was to obtain the indexes of availability, performance and quality that allowed verifying which losses that are impacting on the overall performance of the equipment analyzed, with a view to reducing wastes and costs consequently. In this way, it is intended to increase the productivity and the productive efficiency of this process, guaranteeing greater competitiveness to the company studied to face the global market. The theoretical background sought references on automation, productive efficiency, losses and wastes in the production processes, industrial maintenance and also the OEE indicator. The methodological procedure applied was the case study of the production lines of the Tigre Tools for Paints industry, from Castro, Paraná. The main results indicate that the analyzed company is well below the OEE indicators considered World Class Standard of the most efficient industries in the world, obtaining, in the period of study, averages of availability index of 66.58%, performance index of 64.92% and quality index of 92.20%, reaching an OEE indicator of 39.85%. Based on the results of the OEE performance indexes, the company identified the main losses that are harming its efficiency and will seek to remedy them, in order to achieve better performance and productivity in its processes and, therefore, greater competitiveness in the global scenario.

Keywords: OEE Indicator. Availability. Performance. Quality. Productive Efficiency.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA	10
1.2 DELIMITAÇÃO DO ASSUNTO	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 OBJETIVOS	12
1.5 JUSTIFICATIVA	12
1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
1.7 EMBASAMENTO TEÓRICO	13
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 AUTOMATIZAÇÃO E A BUSCA PELA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	15
2.1 A EFICIÊNCIA PRODUTIVA É O OBJETIVO	16
2.2 A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS É ESSENCIAL	21
2.3 A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	23
3 METODOLOGIA.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXO A - Autorização da Empresa Tigre Ferramentas para Pintura.....	42

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia, acompanhada pelo desenvolvimento tecnológico, a concorrência acirrada e a crescente exigência dos consumidores, tem-se tornado cada vez mais importante para as empresas melhorar o desempenho de seus sistemas produtivos, diminuindo custos, fazendo melhor uso de seus recursos e, conseqüentemente, aumentando sua eficiência produtiva (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009; RANGEL et al., 2012).

A partir da abertura econômica brasileira, na década de 1990, em que o Brasil passou a fazer parte dessa concorrência global, muitos estudos e pesquisas foram realizados sobre a competitividade da indústria brasileira, e a palavra desperdício tem sido recorrente nos mesmos. São perdas de tempo e de matérias-primas que dificilmente terão quantitativos similares em outro país (REIS; FIGUEIREDO, 1995).

Ohno (1997) afirma que uma boa prática de gestão está em trabalhar os desperdícios nos processos produtivos, com o objetivo de reduzir os custos e elevar o nível de competitividade da empresa.

Visando a manterem a competitividade no mercado, as empresas devem gerenciar continuamente os processos produtivos, na busca por uma maior produtividade, uma eliminação das falhas e desperdícios e garantindo a disponibilidade dos equipamentos para produzir (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Por um lado, a tecnologia tem ocupado crescente espaço e destaque nos processos industriais e a automatização representa um impulsionador de resultados, por meio de softwares ou sistemas produtivos automatizados, que geram resultados positivos para as empresas (PINTO; NUNES; VIERO, 2015). Porém, por outro lado, as empresas, na busca por maior eficiência nos processos produtivos, precisam cuidar da manutenção e do controle da produtividade dos equipamentos instalados, para garantir que estes tenham melhor desempenho e haja o mínimo de perdas possível.

Paiva, Carvalho Junior e Fensteseifer (2004) indicam que as empresas têm se empenhado nas melhorias dos processos com o objetivo de aperfeiçoá-los, utilizando melhor os recursos e estruturando as operações de forma mais estável e abalizada, visando ao máximo de eficiência e ao custo mais baixo possível.

De acordo com Houaiss (2001 apud MARIANO, 2007), a eficiência é a virtude, atribuída a uma pessoa, máquina ou empreendimento, de alcançar o maior

rendimento com o menor dispêndio de energia, recursos, tempo ou dinheiro, e com o mínimo de erros.

A eficiência produtiva é, em geral, confundida com produtividade, uma vez que produtividade é um indicador da eficiência de um sistema produtivo. Portanto, se um sistema tiver mais produtividade, também mais eficiente ele será (MARIANO, 2007).

A produtividade é uma designação genérica de um indicador que avalia o rendimento dos recursos utilizados na produção, ou seja, a relação entre a quantidade produzida e a quantidade de insumos ou fatores que foram utilizados no processo produtivo. Trata-se, portanto, de um conceito que se aproxima ao de eficiência, trazendo relação com temas como competitividade, incorporação de tecnologia e capacitação tecnológica (BONELLI, 1996 apud SCHETTINI, 2010).

A eficiência produtiva é um atributo valorizado na sociedade desde a revolução industrial, mas que tem crescido em importância nas últimas décadas devido ao processo de globalização, que trouxe a abertura de mercado entre os países e, como resultado, um grande aumento da competitividade entre as empresas (MARIANO, 2007).

Neste sentido é que se faz uso de métodos para verificar a eficiência de máquinas e equipamentos e averiguar suas perdas e rendimento durante os processos. Uma das metodologias mais utilizadas para este fim é o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), isto é, Eficiência Global do Equipamento.

Através do indicador OEE, pode-se identificar os equipamentos menos eficientes do setor produtivo e, assim, aperfeiçoá-los. É dividido em três índices, sendo o primeiro índice o de disponibilidade, que verifica o tempo que a máquina permanece em funcionamento e parada; o segundo é o de *performance*, que analisa o rendimento da máquina, e o terceiro índice analisa se a máquina está produzindo unidades com qualidade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

O OEE é um indicador amplamente conhecido e utilizado, considerado como um indicador decisivo para medida de desempenho de equipamentos.

1.1 TEMA

Implantação da metodologia OEE para verificação do desempenho global das duas linhas de produção MGG de ferramentas para pintura da empresa Tigre

Ferramentas para Pintura e identificação das perdas de qualidade, de desempenho e de disponibilidade, visando ao aumento de produtividade com a redução dessas perdas.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ASSUNTO

A Tigre Ferramentas para Pintura é uma empresa do Grupo Tigre, cuja fábrica está localizada na cidade de Castro, no Estado do Paraná. Em 1997, a marca Pincéis Tigre entrou oficialmente para o Grupo, cuja primeira empresa foi fundada em 1º de agosto de 1941, quando João Hansen Junior adquiriu uma empresa que passava por dificuldades financeiras, a Albano Koerber e Cia., que fabricava os pentes Tigre, feitos de chifres de boi. Atualmente, 75 anos depois, a Tigre está presente em 10 países, com 22 unidades fabris, exportando seus produtos para os continentes americano, europeu e asiático, sendo que a Tigre Ferramentas para Pintura é a maior fabricante de pincéis do continente americano (TIGRE, 2016).

Com uma visão globalizada, assim como todas as empresas que buscam a manutenção e aumento da competitividade, a Tigre Ferramentas para Pintura tem investido na pesquisa e aquisição de novas tecnologias, oferecendo produtos que permitem aos consumidores alcançar o resultado desejado.

O presente estudo limitar-se-á ao processo de fabricação denominado monobloco, que representa parte da cadeia produtiva da linha de pincéis imobiliários, contemplando as duas linhas MGG automáticas, com 18 colaboradores, operando em três turnos, com uma produção média de 14 mil peças por dia.

Devido à quantidade de paradas nos processos das linhas de produção, tem ocorrido queda na produtividade e perdas nos processos. Com a aplicação do indicador OEE, espera-se melhorar seu desempenho, minimizando as perdas ocorridas no processo.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível maximizar os resultados de um processo com ganhos de produtividade baseados na análise de eficiência global da metodologia OEE?

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral é o de verificar se é possível maximizar os resultados de um processo com ganhos de produtividade baseados na análise de eficiência global da metodologia OEE.

Os objetivos específicos são:

- Realizar uma revisão de literatura sobre automatização, eficiência produtiva, produtividade, desperdícios e manutenção industrial para ampliar os conhecimentos sobre os assuntos estudados;
- Apresentar a aplicação da ferramenta OEE na organização por meio de um estudo de caso para obter indicadores de qualidade, de desempenho e de disponibilidade em duas linhas de produção de ferramentas para pintura;
- Identificar os tipos de perdas e possibilidades de melhoria da eficiência produtiva das linhas de produção MGG em relação à média do período da coleta dos dados;
- Identificar possibilidades de melhoria do valor de OEE em relação à média do período da coleta dos dados.

1.5 JUSTIFICATIVA

A justificativa para este estudo está no fato de que o mundo globalizado tem trazido consigo um mercado cada vez mais competitivo e exigente, no qual as empresas precisam melhorar o desempenho de seus processos e sua produtividade, e eliminando todas as perdas e reduzindo seus custos para se manterem em atividade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

E esta competitividade e a procura por uma maior produtividade e eliminação de desperdícios tende a ser ainda mais acirrada num cenário de crise (ou recessão) econômica como o que o Brasil tem enfrentado atualmente.

Diante deste contexto, as empresas têm se preocupado mais com a eficiência produtiva e, em consequência, com a eficiência de seus equipamentos, procurando

eliminar as perdas de tempo e de matérias-primas e com produtos defeituosos ou de má qualidade.

É neste âmbito que se tem feito a implementação da metodologia OEE para verificação e mensuração do desempenho global de equipamentos, bem como das perdas que afetam o mesmo.

No caso das linhas de produção MGG da Tigre Ferramentas para Pintura, a capacidade nominal dos equipamentos aponta para um volume diário entre 18 mil e 20 mil peças. No entanto, com base nos dados levantados entre Setembro de 2016 e Janeiro de 2017, a produção dos equipamentos tem apresentado um volume diário entre 12 mil e 15 mil peças.

Tais resultados vêm impactando sobre os indicadores de desempenho da unidade, tais como: volume de produção, despesa fixa, OTIF (indicador da qualidade de atendimento ao cliente, quanto à quantidade e ao prazo).

Espera-se com a aplicação do indicador OEE qualificar e mensurar o desempenho e as perdas ocorridas no processo produtivo das referidas linhas de produção, para, com base nos resultados, buscar uma melhora na sua produtividade e eficiência produtiva.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho utilizou como procedimento metodológico um estudo de caso sobre duas linhas de produção MGG da Tigre Ferramentas para Pintura, visando a aprofundar o conhecimento sobre seu desempenho global e sobre as perdas que, porventura, ocorram e buscar uma aplicação prática para a solução dos problemas encontrados.

1.7 EMBASAMENTO TEÓRICO

O embasamento teórico demonstra a importância da automatização para a indústria, trazendo a conceituação sobre eficiência e eficácia dos processos produtivos, produtividade, eliminação de perdas e desperdícios e consequente redução de custos e a importância da manutenção e da análise de desempenho dos

equipamentos para se obter uma vantagem competitiva em um cenário de concorrência, acirrada pela recessão econômica que aflige o Brasil. Utilizou-se, para tanto, a pesquisa dos assuntos em livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e periódicos que tratam dos mesmos.

1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo que, no capítulo 1, apresenta-se a proposta de estudo, delimitando o tema, estabelecendo o problema, os objetivos, o método de pesquisa, sintetizando as partes do trabalho e demonstrando a importância da monografia.

No capítulo 2, realiza-se uma revisão de literatura, em que se procura aprofundar os temas estudados, buscando embasamento em vários autores para alcançar os objetivos propostos, ou seja, revisar os conceitos e aprofundar os conhecimentos sobre automatização, eficiência produtiva, produtividade, eliminação de perdas e desperdícios, manutenção industrial e o indicador OEE.

No capítulo 3, expõe-se a metodologia de pesquisa utilizada, explanando sobre o indicador OEE, seus componentes e métodos de cálculo, bem como apresentando os passos de sua aplicação prática para verificar o desempenho e buscar a melhoria dos resultados de produtividade e eficiência de um processo industrial.

No capítulo 4, mostram-se os principais resultados encontrados e se discute como melhorá-los.

No capítulo 5, apresentam-se as conclusões principais sobre os resultados alcançados e em relação ao problema e aos objetivos do estudo.

2 AUTOMATIZAÇÃO E A BUSCA PELA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS

A automatização, também conhecida como automação, pode ser definida, em um contexto industrial, “[...] como a tecnologia que se ocupa da utilização de sistemas mecânicos, eletroeletrônicos e computacionais na operação e controle da produção” (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011, p. 15).

A automatização não deve ser confundida com a mecanização. A mecanização é a simples utilização de máquinas para realizar um trabalho, substituindo o esforço humano ou, mesmo, de animais (LUZ; KUIAWINSKI, 2006).

Já a automatização permite realizar um trabalho utilizando máquinas que são controladas automaticamente e capazes de se autorregularem (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011).

A automação industrial passou a se evidenciar a partir da metade do século XVIII, na Inglaterra, em substituição aos sistemas de produção agrário e artesanal, com os primeiros equipamentos mecânicos auxiliando nos processos produtivos (ROSARIO, 2009 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015).

“Os sistemas inteiramente automáticos surgiram no início do século XX” (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011, p. 16). Os sistemas que, até então, eram simplesmente mecanizados, com as novas invenções e tecnologias, evoluíram para sistemas automatizados (LUZ; KUIAWINSKI, 2006).

E nos dias atuais, segundo Bayer, Eckhardt e Machado (2011, p. 15),

Diversos exemplos de automação de sistemas de produção podem ser observados nas linhas de produção industrial, nas máquinas de montagem mecanizadas, nos sistemas de controle de produção industrial realimentados, nas máquinas-ferramentas dotadas de comandos numéricos e nos robôs de uso industrial.

“Sob o ponto de vista produtivo, a automação industrial pode ser dividida em três classes: a rígida, a flexível e a programável, aplicadas a grandes, médios e pequenos lotes de fabricação, respectivamente” (ROSÁRIO, 2005 apud SILVA, 2007).

A automação rígida ou fixa baseia-se na linha de produção projetada para fabricar um produto específico, que será produzido em grande quantidade. Assim, a produção será rápida e eficiente, mas há a inflexibilidade quanto à modificação do processo para se acomodar a um novo produto e o risco de a linha se tornar obsoleta,

devido a mudanças no mercado consumidor (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011; ROGGIA; FUENTES, 2016).

Na automação programável, as máquinas são projetadas para que seja possível a modificação do processo de forma a acomodá-lo a novas configurações de produtos, havendo a possibilidade de fabricar muitos produtos com características diversas, por meio de um programa de instruções introduzido previamente. Neste caso, o volume de produção é baixo para cada tipo de produto (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011; ROGGIA; FUENTES, 2016).

Quanto à automação flexível, também conhecida como sistema de Manufatura Integrada por Computador (CIM), possui certas características da automação fixa e da automação programável. É projetada para produzir uma variedade (mais limitada que a permitida pela automação programável) de produtos com determinadas características ou configurações diferentes (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011; ROGGIA; FUENTES, 2016).

Uma das características que distinguem a automação programável da automação flexível é que nos sistemas que utilizam a primeira os produtos são fabricados em lotes, enquanto na fabricação flexíveis diferentes produtos podem ser fabricados ao mesmo tempo no mesmo sistema, bastando programar o computador central para desviar as diferentes peças e materiais para as estações de trabalho adequadas. Portanto, a potência computacional do controlador é o que torna essa versatilidade possível (sic) (BAYER, F. M.; ECKHARDT, M.; MACHADO, 2011, p. 20).

Dependendo do sistema produtivo utilizado por uma indústria, deve ser definido o tipo de automatização que melhor se enquadra a ele, com o intuito de alinhá-lo à estratégia da empresa e de melhorar seus processos produtivos (GROOVER, 2010 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015).

O intento da automatização será, desta maneira, permitir a evolução nos resultados dos processos produtivos, de modo que estes tenham maior eficiência e garantam à unidade produtiva uma maior competitividade frente aos concorrentes.

2.1 A EFICIÊNCIA PRODUTIVA É O OBJETIVO

As indústrias, na busca por um maior crescimento, têm investido na automação de processos visando a um menor custo de produção, considerando a

rapidez e a precisão na execução das tarefas, ou a um aumento de produtividade em um menor período de tempo (SILVEIRA; SANTOS, 2002 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015).

Generalizando o que diz Martin (2014) sobre a indústria de celulose e papel, pode-se inferir que a eficiência nas operações, tendo como base a redução de custos e a qualidade do produto final, é meta comum a todas as indústrias.

As tecnologias de automação e suas interfaces na manutenção contribuem de maneira significativa na conquista de tal objetivo. Mais do que uma contribuição, os sistemas de automação têm como principal objetivo justamente otimizar os processos produtivos, tornando-os mais eficientes e seguros, além de garantir um produto final de melhor qualidade (MARTIN, 2014, p. 28).

As melhorias na qualidade do produto final e nos parâmetros ambientais são importantes, mas há, ainda, outras vantagens competitivas que são conferidas pela automação, que são: “maior disponibilidade, estabilidade operacional, ritmo de produção e produtividade, além de redução de custos de produção e manutenção dos equipamentos e flexibilidade no sistema produtivo [...]” (MARTIN, 2014, p. 31).

Essas vantagens competitivas, supracitadas, relacionam-se diretamente com a eficiência produtiva. A eficiência de uma unidade produtiva pode ser dada “como uma comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos” (TUPY; YAMAGUCHI, 1998, p. 41).

Em relação à eficiência produtiva, Mariano (2007, p. 2) afirmar que ela “[...] frequentemente se confunde com o conceito de produtividade, pois produtividade nada mais é do que um indicador da eficiência de um sistema produtivo; assim, quanto maior a produtividade de um sistema mais eficiente ele será” (sic).

Mariano (2007, p. 2-3) ainda acrescenta que “a grande diferença entre eficiência e produtividade é que a produtividade é um índice que agrega diferentes unidades de medida e que pode assumir qualquer valor real, enquanto a eficiência é sempre um valor adimensional entre 0 e 1”, valor que também pode ser expresso em um percentual entre 0% e 100%.

O conceito de produtividade surgiu com o imperativo de se definir um indicador de desempenho para uma DMU (*Decision Making Unit*), isto é, uma Unidade Tomadora de Decisão [no caso em estudo, uma indústria] (MARIANO, 2007).

“A produtividade é a relação, em termos reais, entre a produção de bens e serviços e os insumos utilizados no processo produtivo, como trabalho, capital e recursos naturais” (SCHETTINI, 2010, p. 15).

Em outras palavras, conforme Campos (2004 apud MARIANO, 2007), a produtividade pode ser definida como sendo a relação entre as saídas e as entradas de uma DMU. A Equação 1, a seguir, mostra, apenas para efeito de demonstração, o cálculo simplificado da produtividade para uma DMU que tenha apenas uma entrada e uma saída, de acordo com Mariano (2007):

$$Produtividade = \frac{y}{x} \quad (1)$$

Em que:

y: quantidade de saída;

x: quantidade de entrada.

Por sua vez, “a eficiência pode ser definida através da comparação de um determinado desempenho observado com relação a um ótimo” (SCHETTINI, 2010, p. 18).

Mariano, Almeida e Rebelatto (2006 apud MARIANO, 2007) reforçam esta definição, dizendo que a eficiência de um sistema é representada pela divisão entre um indicador de desempenho desse sistema e o valor máximo que esse indicador poderia alcançar, conforme demonstrado na Equação 2, a seguir:

$$Eficiência = \frac{I}{I_{max}} \quad (2)$$

Em que:

I: Indicador de desempenho atual de um determinado sistema;

I_{max} : Valor máximo que o sistema pode alcançar no indicador.

Com base nos conceitos apresentados, percebe-se que uma indústria deve preocupar-se com a produtividade e, também, com a eficiência. Deve buscar um equilíbrio entre essas duas variáveis, analisando, por exemplo, conceitos como os expostos por Slack et al. (1998 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015), no Quadro 1, a

seguir, para melhorar essa relação produtividade e eficiência, na forma de um processo contínuo.

Métodos	Descrição
Determinação dos padrões de trabalho	Atividades de rotina e tempos padrões.
Parâmetros da racionalização industrial	Produtividade e Eficiência dos processos; Cronometragem e cronoanálise; carga de mão-de-obra; carga máquina.
Melhoria de processos	Balanceamentos; <i>Layout</i> ; Melhoria de operações e processos em si.
Cálculo da viabilidade econômica	Algumas melhorias podem precisar de cálculos, que podem servir para mostrar o porquê do investimento, facilitando o entendimento gerencial.
Relatório final	É o <i>feedback</i> (comentários positivos ou negativos) do projeto, mostrando as vantagens e benefícios que o projeto pode gerar.
Colocar o Projeto em Prática	É a colocação do projeto em prática, fazendo todas as mudanças nas rotinas e os treinamentos necessários.
Acompanhamento e Controle	Depois de implementado o projeto, é muito importante monitorar, a fim de garantir os benefícios e comprovar que a melhoria realmente funcionou.

Quadro 1 - Pontos para melhoria da eficiência produtiva
Fonte: Slack et al. (1998 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015)

Este quadro acima pode ser considerado como um desdobramento do ciclo PDCA. “O PDCA é um método utilizado para o gerenciamento do processo de melhoria contínua, possuindo quatro etapas fundamentais” (PLENTZ, 2013, p. 33), sendo elas o P, de *Plan*, isto é, Planejar, visando estabelecer os objetivos e processos necessários para chegar aos resultados; o D, de *Do*, ou seja, Executar, etapa em que ocorre a efetivação das ações necessárias; o C, de *Check*, isto é, Checar, etapa de monitoramento e medição dos processos e produtos e verificação dos resultados; e o A, de *Act*, ou seja, Agir, no sentido de executar ações e ajustes para a melhoria contínua dos processos (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010 apud PLENTZ, 2013).

Tendo como referência os conceitos de produtividade e eficiência, uma indústria pode alinhar sua produtividade e sua eficiência à sua estratégia, de forma a tornar-se eficiente e produtiva, conseguindo alcançar melhores resultados (SELENE; SELENE, 2013 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015).

Contudo, há, ainda, outro conceito importante a ser frisado, além dos conceitos de produtividade e eficiência, que é o conceito de eficácia.

Conforme Kassai (2002 apud MARIANO, 2007), a eficácia refere-se ao cumprimento de objetivos traçados. Assim, um sistema será tanto mais eficaz quanto mais os resultados obtidos se aproximarem da meta projetada (MARIANO, 2007).

A eficácia relaciona-se a fazer a coisa certa, enquanto a eficiência, à melhor forma de fazer a coisa certa (FERREIRA; REIS; PEREIRA, 1997 apud MARIANO, 2007). Portanto, “a eficácia está ligada apenas ao resultado obtido ou produzido, sem levar em conta os recursos usados para tal” (sic) (MELLO et al. 2005 apud MARIANO, 2007, p. 3).

De acordo com Mariano (2007), o cálculo da eficácia é semelhante ao da eficiência, com a diferença que não se compara o indicador de um processo com o valor máximo que ele poderia alcançar, definido a partir dos recursos de entrada, mas, sim, com uma meta estabelecida, não levando em conta os dados de entrada, como é demonstrado na Equação 3, a seguir:

$$Eficácia = \frac{I}{I_{meta}} \quad (3)$$

Em que:

I: Indicador de desempenho atual de um determinado sistema;

I_{meta}: Meta estabelecida para um indicador.

Nota-se, pelos conceitos apresentados, que a produtividade pode ser verificada pela comparação entre as saídas de produtos de um processo e as entradas de insumos no mesmo, ao passo que a eficiência é mais abrangente, fornecendo um índice, pela relação entre um indicador do desempenho atual e o desempenho ótimo desse processo. Assim, a produtividade será uma vantagem competitiva de uma unidade produtiva, entre outras (como menores custos, disponibilidade de equipamentos e mão de obra, padronização e regularidade da produção, flexibilidade do sistema produtivo) que garantem a eficiência produtiva desta unidade.

Já a eficácia de um processo será obtida, ao final, pela relação do indicador do desempenho atual com o desempenho proposto como meta para esse processo, sem busca relação com os demais fatores que possam influenciar no processo e no resultado.

Portanto, uma indústria que tenha como objetivo o aumento da eficiência produtiva de seus processos precisa ter conhecimento dessas diferenças conceituais.

2.2 A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS É ESSENCIAL

A eficiência produtiva, conforme Azambuja (2002 apud MARIANO, 2007), está atrelada à capacidade de se evitar os desperdícios, isto é, a habilidade de se produzir tantas saídas quanto for permitido pela utilização das entradas.

O próprio conceito de eficiência produtiva, sintetizado por Mariano (2007), engloba a eliminação de desperdícios, quando ele afirma que eficiência produtiva é a capacidade de transformar entradas em saídas, evitando desperdícios.

Os processos produtivos que não agregam valor ao produto precisam ser identificados e eliminados. Estes processos podem ser considerados como desperdícios, sendo que eles, muitas vezes, são manuais e podem ser automatizados, tendo em vista a redução dos custos (GROOVER, 2010 apud PINTO; NUNES; VIERO, 2015).

Esta afirmação é reforçada por Ohno (1997), que assegura que se deve eliminar o desperdício com movimentos, atividades e processos que não agregam valor ao produto.

As perdas são compostas por atividades que geram custo e não incrementam nenhum valor ao produto. Podem ser refugos, retrabalhos, transportes e movimentações desnecessárias, esperas em geral, como espera de equipamentos ligados aguardando matéria-prima, tempos prolongados de setup, trabalhadores ociosos ou trabalhos realizados que não agregam valor, entre outros. Desta forma, a ideia das perdas está vinculada na necessidade de redução sistemática dos custos dos processos produtivos, ou seja, os custos são uma consequência das perdas (sic) (ANTUNES et al., 2008 apud PLENTZ, 2013, p. 28).

De acordo com Ohno (1997, p. 39), a eliminação completa dos desperdícios pode aumentar a eficiência de operação em grande margem. Os sete tipos de desperdícios elencados por ele são os seguintes:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de espera;
- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processamento em si;
- Desperdício de estoque;

- Desperdício de movimento;
- Desperdício de fabricação de produtos defeituosos.

Entre os desperdícios apresentados por Ohno (1997), as perdas que se relacionam aos equipamentos e, conseqüentemente, afetam à produtividade dos mesmos (que são objeto deste estudo), podem ser evidenciadas no desperdício de espera, no desperdício do processamento em si e no desperdício com a fabricação de produtos defeituosos.

Neste sentido, pode ser feito uso da metodologia OEE para promover a melhoria dos equipamentos para se identificar e evitar as perdas no ambiente fabril, que envolvem índices de disponibilidade de equipamentos, de *performance* e de qualidade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

Shingo (1996 apud PLENTZ, 2013) cita que o único modo de aumentar os lucros é por meio da redução dos custos e que, para reduzir os custos, a única forma é a eliminação total da perda. Complementa, ainda, que a eliminação das perdas é o fundamento básico sobre o qual se desenvolvem os demais conhecimentos essenciais e que, para a melhoria da eficiência e da produtividade, é necessário que o processo não ocasione perdas.

Ohno (1997) acrescenta que a eliminação do desperdício gera maior disponibilidade dos equipamentos, aumentando os níveis de produtividade da organização. Por outro lado, adverte também que o excesso de esforço físico dos trabalhadores pode representar um desperdício para a indústria, sendo que, desta maneira, deve ser eliminado, a fim de reduzir seus custos.

Ohno (1997, p. 38) ainda comenta que, ao buscar a eliminação total do desperdício, é necessário ter consciência de que “o aumento da eficiência só faz sentido quando associado à redução de custos” e, para se conseguir isso, deve-se produzir apenas o que for necessário e usando um mínimo de mão de obra, sendo preciso aumentar a eficiência, desde cada operador até a fábrica como um todo.

As empresas precisam ter como um objetivo fundamental a busca pela eliminação das perdas e desperdícios, uma vez que lhes representam o aumento de custos. Com isso, podem “[...] atingir melhores níveis de eficiência e produtividade, fatores essenciais para a sobrevivência das organizações” (ANTUNES et al., 2008 apud PLENTZ, 2013, p. 31).

Esta afirmativa é corroborada por Ohno (1997, p. 30) quando diz que, para a sobrevivência no mercado atual, as indústrias precisam ter como objetivo a redução de custos, necessitando de um “sistema de gestão total” para desenvolver a habilidade humana até sua capacidade total, com a finalidade de melhor enfatizar a criatividade e a produtividade, de modo que se faça bom uso de instalações e máquinas e se elimine o desperdício.

Neste sentido, também pode ser feito o uso da automatização, tendendo a diminuir a mão de obra utilizada, a reduzir os custos decorrentes de perdas com equipamentos e, em consequência, a aumentar a eficiência produtiva e a competitividade da organização.

A redução de desperdícios com a utilização dos equipamentos pode representar uma importante redução de custos e um incremento na produtividade e na eficiência dos processos produtivos, que podem fazer a diferença para a prosperidade de uma indústria e um fator que deve ser levado em consideração. A manutenção dos equipamentos é vital para garantir a redução desses desperdícios.

2.3 A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A manutenção industrial pode ser conceituada como o conjunto de atividades e recursos aplicados, com vistas a manter os sistemas ou equipamentos nas condições adequadas de funcionamento e de desempenho, garantindo a realização de sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, de qualidade, confiabilidade, de segurança, de prazos, de custos e de vida útil (PINTO; XAVIER, 1998; MIRSHAWKA; OLMEDO, 1993 apud RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

Baseado na evolução da manutenção, dividida em três gerações, de acordo com Moubrey (2000 apud TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013), os conceitos sobre os tipos de manutenção mais eficientes a serem aplicados no contexto industrial também evoluíram, seguindo as crescentes expectativas sobre a manutenção, que conduziram ao desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliam o setor produtivo.

Assim, na primeira geração, que era o “conserto após avaria”, surgiu a manutenção corretiva, que se subdivide em programada e não programada. Com a segunda geração, surgiram os conceitos da manutenção preventiva, fundamentada

em revisões programadas, planejamento e controle do trabalho e a evolução da informática aplicada. Na terceira geração, surgiu a manutenção preditiva, devido à “evolução das técnicas de monitoramento de condições, análise de falhas e estudos sobre riscos” (TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013, p. 345).

Segundo Pinto e Xavier (1998), existem cinco tipos de manutenção, que são a corretiva, a preventiva, a preditiva, a detectiva e a engenharia de manutenção, havendo, ainda, duas ferramentas que permitem a aplicação dos tipos de manutenção existentes, que são a Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM) e a Manutenção Produtiva Total (TPM).

A “manutenção corretiva é aquela em que os consertos e reformas são realizados quando já existe um defeito ou tipo de falha nos equipamentos”, classificando-se em não planejada e planejada (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013, p. 19).

No caso da manutenção corretiva não planejada, esta ocorre apenas após a falha ou perda de desempenho de um equipamento (TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013). Este tipo de manutenção acarreta, em geral, altos custos, considerando que, devido à quebra inesperada, pode ocasionar perdas de produção, perda na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção, além de poder trazer conseqüências graves para o equipamento (PINTO; XAVIER, 1998).

No caso da manutenção corretiva planejada, por decisão gerencial, ocorre a correção do desempenho inferior ao esperado ou da falha, tendo como base o acompanhamento preditivo ou a decisão de operar o equipamento até a sua quebra, já realizando algum planejamento para quando a falha ocorrer (PINTO; XAVIER, 1998).

Na manutenção preventiva, segue-se um plano previamente elaborado, com intervalos definidos de tempo, para atuação de forma a diminuir ou evitar a falha ou queda no desempenho, sendo que se assume o risco de ocorrerem falhas antes terminar o intervalo de tempo estimado para a intervenção ou, por outro lado, da abertura do equipamento ou reposição de componentes prematuramente (PINTO; XAVIER, 1998).

Na manutenção preditiva, busca-se o máximo de aproveitamento do ativo, acompanhando variáveis e parâmetros de condição ou de desempenho das máquinas e equipamentos, para que, baseado em modificações nestes, defina-se o instante

correto da intervenção (PINTO; XAVIER, 1998; OTANI; MACHADO, 2008 apud COSTA, 2013).

Na manutenção detectiva, procura-se em sistemas de proteção a detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (PINTO; XAVIER, 1998), com vistas a aumentar a confiabilidade do processo (FERREIRA, 2008 apud COSTA, 2013; PINTO; XAVIER, 1998).

A engenharia de manutenção, conforme Rodrigues, Ferrarin e Olesko (2013, p. 23):

É aquela onde não se conserta continuamente o equipamento ou máquina, tentando detectar as causas básicas, melhorando momentaneamente o desempenho do equipamento e danando os problemas crônicos. A Engenharia de Manutenção procura resolver definitivamente uma determinada pane introduzindo modificações. Se uma pane ocorre com frequência, estudam-se as possíveis causas e realizam-se serviços que resultem em uma modificação do componente e eliminação daquela pane.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (do inglês *Reliability-Centered Maintenance* – RCM) é uma ferramenta que identifica quais as práticas mais indicadas em uma operação, para a preservação de suas funções. Identifica e mensura, portanto, a confiabilidade de um sistema (equipamentos, máquinas e processos) e propõe meios científicos para aumentar sua confiabilidade (MARCORIN; LIMA, 2003 apud COSTA, 2013). Na RCM, a manutenção é um processo contínuo que tem seus objetivos definidos pelas funções e padrões de desempenho demandados para todos os itens do contexto operacional, devendo ser reavaliada na medida em que a experiência operacional é acumulada (LIMA; CASTILHO, 2006 apud TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013).

A Manutenção Produtiva Total (do inglês *Total Productive Maintenance* – TPM) é uma ferramenta que visa à máxima eficiência do sistema de produção, com a eliminação de suas perdas e a maximização do ciclo total de vida útil dos equipamentos, e, ainda, ao aumento da moral e da satisfação dos funcionários no trabalho (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013), não sendo apenas uma política de manutenção, mas uma filosofia de trabalho (MORAES, 2004 apud RIBEIRO; PAES; KLIEMANN NETO, 2010).

A TPM é baseada em medidas centrais ligadas à eficiência das máquinas, que são a disponibilidade dos equipamentos, a sua eficiência de desempenho e a taxa de qualidade, sendo conhecidas como o indicador OEE (*Overall Equipment*

Effectiveness) (RIBEIRO; PAES; KLIEMANN NETO, 2010; DENNIS, 2008 apud PLENTZ, 2013).

O indicador OEE, ou Eficiência Global dos Equipamentos, é uma ferramenta que permite às empresas fazer uma análise das condições reais de utilização de seus ativos, ocorrendo a partir da identificação das perdas existentes no ambiente fabril e envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, *performance* e qualidade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

De acordo com Jonsson e Lesshammar (1999 apud RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013, p. 29), “o OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias, bem como pode ser utilizado como *benchmark*, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linhas de produção ao longo do tempo”.

Informações mais aprofundadas sobre os componentes deste indicador, bem como seus métodos de cálculo e a identificação das perdas para melhoria dos resultados, serão apresentados no Capítulo 3 deste trabalho.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser classificado, quanto aos seus procedimentos, como um estudo de caso, procurando analisar uma entidade bem definida (FONSECA, 2002), que será a máquina MGG da linha de produção da Tigre Ferramentas para Pintura, visando aprofundar o conhecimento sobre seu desempenho global e as razões para possíveis perdas de disponibilidade, de *performance* e de qualidade. Com a utilização desta metodologia, pretende-se ter uma aplicação prática para a solução dos problemas encontrados, abalizada pelo referencial teórico, com intuito de alcançar os objetivos propostos.

Quanto aos objetivos, esta é uma pesquisa exploratória, buscando uma familiarização com o problema apresentado, com a intenção de torná-lo mais compreensível (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; GIL, 2007).

Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser considerada tanto qualitativa quanto quantitativa. Será qualitativa em razão de buscar uma explicação sobre o porquê dos problemas que estão ocorrendo, como a perda de eficiência da máquina, e o que convém ser feito para sua solução. Será quantitativa, uma vez que produzirá resultados quantificáveis, que serão apresentados em forma de números, servindo de base para análises e conclusões sobre os resultados alcançados. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; FONSECA, 2002).

Quanto à natureza, este estudo é uma pesquisa aplicada, envolvendo “verdades e interesses locais” e visando à produção de conhecimentos para aplicação prática com a finalidade de resolver problemas particulares (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35), como é o caso da eficiência produtiva abordada.

Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se o levantamento dos dados junto às linhas de produção MGG da indústria Tigre Ferramentas para Pintura com a implementação do indicador OEE para obtenção dos dados e demais detalhes pertinentes para a elaboração dos indicadores de desempenho.

O OEE é verificado pelos índices de disponibilidade, *performance* e qualidade, conforme se especifica na sequência, com base em Ribeiro, Paes e Kliemann Neto (2010), Plentz (2013) e Rodrigues, Ferrarin e Olesko (2013):

O índice de disponibilidade representa a capacidade de um equipamento executar suas funções em dado instante ou intervalo de tempo, considerando que os recursos externos necessários estejam disponíveis. Este índice apura a relação entre

o tempo efetivo em que o equipamento esteve produzindo e o tempo total disponível para produção, isto é, a relação da capacidade utilizada com a capacidade disponível. A equação 4, seguinte, refere-se ao cálculo do índice de disponibilidade:

$$I_D(\%) = \frac{TO - PP - PNP}{TO - PP} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

TO: Tempo Operacional (tempo em que a empresa esteve de portas abertas, considerando a quantidade de dias trabalhados no mês, multiplicados pela quantidade de turnos de trabalho e multiplicados pela quantidade de minutos de cada turno);

PP: Paradas Programadas (tempos de paradas para refeições, cafezinho, manutenção programada, entre outros);

PNP: Paradas Não Programadas (tempos de paradas devidas a preparação ou quebra do equipamento, troca de produto, reabastecimento da linha ou outras razões não planejadas).

O índice de *performance* representa o desempenho de produção de um equipamento. Este índice verifica a relação entre a quantidade total real produzida e quantidade total teórica ou, ainda, a relação entre o tempo real de produção, descontando as perdas de eficiência, e o tempo efetivo de produção (bruto). A equação 5, a seguir, demonstra o cálculo do índice de *performance*:

$$I_P(\%) = \frac{TO - PP - PNP - PE}{TO - PP - PNP} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

PE: Perdas de Eficiência (tempos de pequenas paradas e com perdas com velocidade reduzida).

O índice de qualidade evidencia a fabricação de produtos com defeitos, que irão resultar em retrabalhos ou refugos. Este índice representa a quantidade de produtos fabricados conformes, em relação ao total de produtos fabricados ou, ainda, a relação entre o tempo útil despendido apenas com produtos fabricados e classificados como bons na primeira vez e o tempo real de produção, englobando tempos com retrabalhos. É representado pela Equação 6, a seguir:

$$I_Q(\%) = \frac{TO - PP - PNP - PE - PQ}{TO - PP - PNP - PE} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

PQ: Perdas de Qualidade (tempos perdidos com retrabalhos e refugos).

Na sequência, obtém-se o indicador OEE, que considera os vários fatores de eficiência, por meio da multiplicação dos índices de disponibilidade, de *performance* e de qualidade (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013), conforme a equação 7, a seguir:

$$OEE(\%) = I_D(\%) \times I_P(\%) \times I_Q(\%) \times 100 \quad (7)$$

Para o levantamento dos dados, foram unificados os índices de ambas as linhas de produção, devido à similaridade dos resultados e a uma maior facilidade no trato dos mesmos, tendo em vista o melhor gerenciamento das informações resultantes.

O período considerado para a coleta e análise dos dados foi o compreendido entre 1º de Dezembro de 2016 e 28 de Fevereiro de 2017, para dar uma amplitude razoável ao indicador OEE e seus índices, e compatível com o prazo disponível para o presente estudo. Trabalhou-se com a escala de tempo em minutos para a averiguação dos resultados.

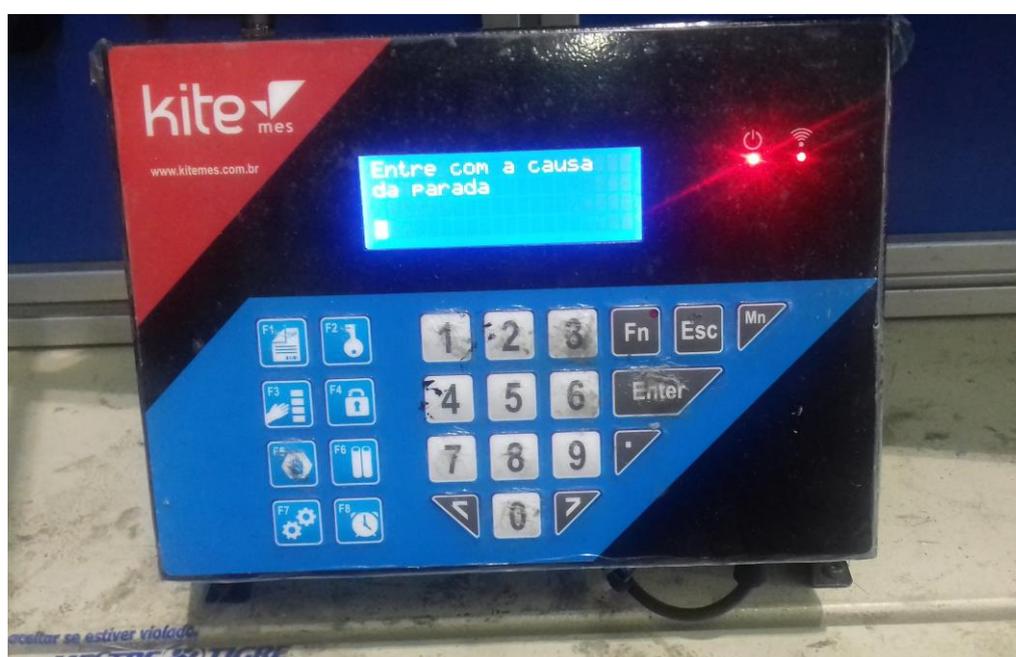
Utilizou-se, para a implementação do Indicador OEE, o método do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Adjust*, isto é, Planejar, Fazer, Verificar, Ajustar), um método de gestão para o controle e melhoria contínua dos processos e produtos, uma vez que é este o intuito da utilização do Indicador OEE na empresa.

Foi instalado o aparelho Kite MES® nas duas linhas de produção para acompanhar todo o processo produtivo e receber a inserção das informações de cada parada que ocorre na produção, que pode fornecer informações atualizadas da produção e apresentar automaticamente os índices, o Indicador OEE ou os tempos de cada tipo de parada para o período desejado, seja diário, semanal, mensal ou outro.

Inicialmente, realizou-se uma reunião com os operadores de cada um dos três turnos para que fossem relatadas as causas das paradas dos equipamentos, a partir

do que foi criada uma lista numerada de causas de paradas e falhas. Participaram, também, da reunião, um técnico da empresa Kite MES, que forneceu o aparelho, e um técnico da manutenção, que efetuou a instalação do aparelho Kite MES® e que é o responsável pela análise dos dados coletados, juntamente com uma estagiária e o técnico da Kite MES, supracitado.

Assim, criou-se um grupo de trabalho, de modo que um operador de cada turno é responsável por indicar no aparelho a causa de paradas, conforme se pode notar na Fotografia 1, apresentada a seguir.



Fotografia 1 - Aparelho Kite MES® aguardando entrada de causa de parada
Fonte: Autoria própria

A cada dia, realiza-se, em cada turno, uma análise crítica do dia anterior de trabalho, verificando a evolução do OEE e reforçando a importância do comprometimento dos operadores em apontar corretamente todas as paradas, com vistas a permitir fazer um plano de ação para eliminar ou minimizar as causas de paradas.

Assim, chegou-se aos resultados e apontamentos apresentados nos próximos capítulos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas equações para obtenção dos índices de desempenho dos equipamentos e nas demais informações, foram inseridas as informações de paradas

e perdas e foi realizada a coleta dos dados por meio do aparelho Kite MES[®], acoplado às linhas de produção MGG automáticas, durante o período proposto, possibilitando o cálculo do OEE e dos índices, o que permitiu gerar o Gráfico 1, a seguir.

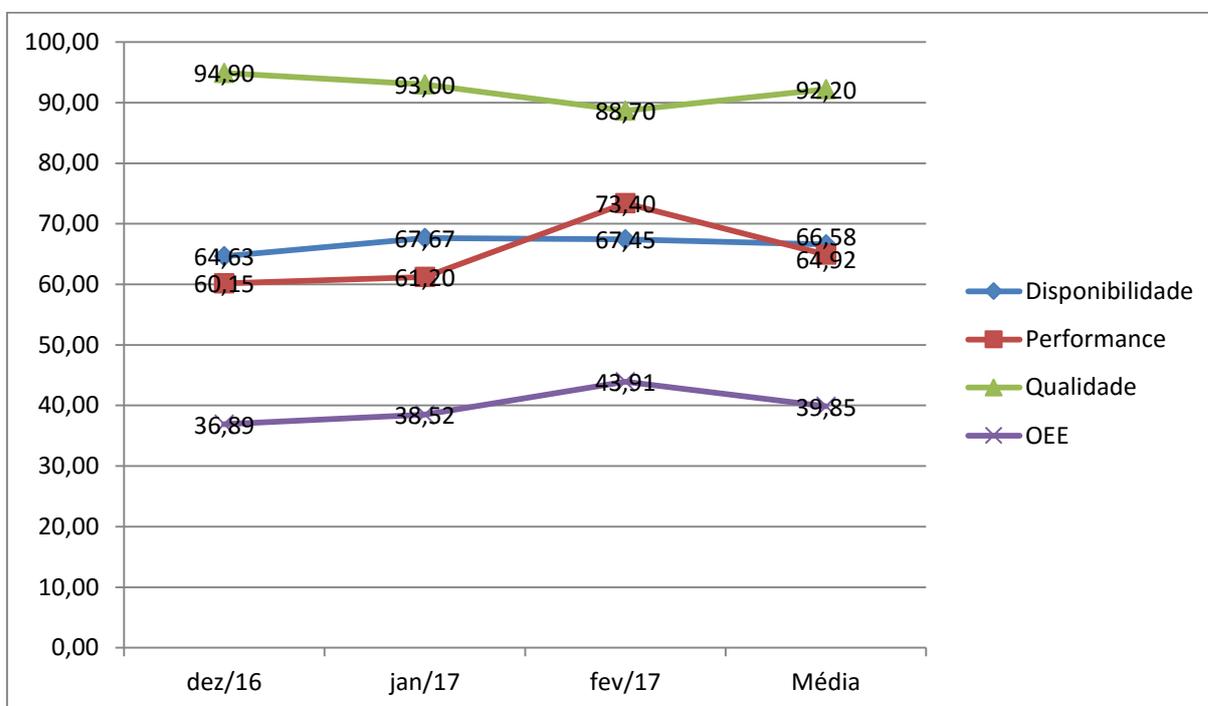


Gráfico 1 - Evolução do OEE entre Dez/2016 e Fev/2017
Fonte: Autoria Própria

Verificou-se, portanto, que o Índice de Disponibilidade obteve a média de 66,58% no período, mantendo uma regularidade entre os meses analisados, com um crescimento de 4,70% do primeiro mês para o segundo. O Índice de *Performance* obteve a média de 64,92%, mantendo regularidade nos dois primeiros meses e tendo um crescimento de 19,94% no último mês estudado em relação ao anterior. O Índice de Qualidade obteve a média de 92,20%, tendo um declínio no período, que correspondeu a 6,53%. Como resultado dos índices verificados, o Indicador OEE manteve um avanço no período, equivalente a 19,03%, fechando com a média de 39,85%.

De posse dos índices calculados, pode-se traçar um comparativo com o OEE Padrão Classe Mundial (índice usado como *benchmark* mundial pelas indústrias) (RIBEIRO; PAES; KLIEMANN NETO, 2010), que é apresentado na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Comparativo entre o resultado do estudo e o padrão Classe Mundial

Índice	Resultado do Estudo	Padrão Classe Mundial
I_D	66,58%	90,00%
I_P	64,92%	95,00%
I_Q	92,20%	99,00%
OEE	39,85%	85,00%

Fonte: Autoria própria

Comparando-se os resultados obtidos com o Padrão Classe Mundial, percebe-se a desigualdade dos índices verificados no estudo em relação ao que seria ideal para uma empresa que está atuando em um cenário global. Na média do período, o índice de disponibilidade encontrado representa somente 73,98% do Padrão Classe Mundial para este índice; o índice de *performance*, 68,34% e o índice de qualidade, 93,13%, fazendo com que o indicador OEE equivalha a apenas 46,88% do referido Padrão.

De acordo com Hansen (2002 apud RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013), um OEE inferior a 65% para um equipamento representa um elevado fator de desperdício de capacidade produtiva, que impacta diretamente na lucratividade da empresa. E conseqüentemente, na sua competitividade.

Nota-se, deste modo, a urgência de se tomar providências para que estes índices, no mínimo, se aproximem, em um primeiro momento, daqueles considerados adequados à concorrência global com eficiência.

É necessário, portanto, identificar as causas desses índices baixos, ou seja, que ocasionam as perdas nos processos produtivos, e, assim, constatar as possibilidades de melhorias nos mesmos.

De tal modo, em relação ao Índice de Disponibilidade, as principais causas de perdas constatadas no período, que têm pressionado o índice para baixo, são apresentadas na Tabela 2, que segue:

Tabela 2 - Principais perdas que influenciam a disponibilidade das linhas (Dez/2016 a Fev/2017)

Perdas	Valor Absoluto (min.)	Participação no Tempo Disponível para Produção
Paradas para manutenção mecânica	3.176	4,5%
Paradas para manutenção elétrica (Pagim)	3.112	4,4%
Setup da impressora	1.091	1,5%
Ajuste no carimbo	876	1,2%

Descarga	784	1,1%
Ajuste no Pagim	717	1,0%
Setup (troca de referência)	608	0,9%
Limpeza do bico de cola	492	0,7%

Fonte: Autoria própria

A soma dos tempos de paradas acima indicados, correspondem à aproximadamente 81,7% do tempo total de perdas que afetam o Índice de Disponibilidade das linhas, sendo que o tempo de paradas para manutenção (mecânica e elétrica) não programada é o que tem tido maior influência sobre as perdas que influenciam a disponibilidade, seguido pelo tempo de *setup* e de ajuste de equipamentos e ferramentas.

No que se refere ao Índice de *Performance*, as principais causas de perdas que prejudicam o índice, averiguadas no período, são demonstradas na Tabela 3, seguinte:

Tabela 3 - Principais perdas que influenciam a *performance* das linhas (Dez/2016 a Fev/2017)

Perdas	Valor Absoluto (min.)	Participação no Tempo Disponível para Produção
Pequenas paradas (inferiores a 1 min.)	8.433	11,9%
Falha de leitura do sensor de cerdas	825	1,2%
Enrosco na transferência de trincha	764	1,1%

Fonte: Autoria própria

Somando-se as três perdas acima indicadas, chega-se a 82,6% do total de perdas que comprometem o Índice de *Performance*, sendo que as pequenas paradas correspondem a quase 70% do tempo total dessas perdas.

Referente ao Índice de Qualidade, as causas de perdas apuradas no período, que afetam o índice, são apresentadas na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Perdas que influenciam a qualidade dos produtos das linhas (Dez/2016 a Fev/2017)

Perdas	Valor Absoluto (min.)	Participação no Tempo Disponível para Produção
--------	-----------------------	--

Retrabalho	2.735	3,9%
Refugos	809	1,2%

Fonte: Autoria própria

As perdas supracitadas representam 100,0% das perdas que influenciam o Índice de Qualidade, sendo que o tempo gasto com retrabalho representa 77,2% dos tempos de perdas que influem neste Índice.

Com base nos resultados dos indicadores de desempenho do OEE e na verificação da causas das perdas de eficiência da linha de produção, pode-se perceber que as perdas com pequenas paradas, manutenção mecânica, manutenção elétrica, retrabalho e *setup*/ajuste de equipamentos/ferramentas são as que mais trazem prejuízo para a produtividade e, em consequência, afetam os índices de eficiência do processo produtivo e o Indicador OEE.

A abordagem dessas perdas será priorizada pela empresa, com o objetivo de repará-las ou minimizá-las e possibilitar, desta maneira, melhores níveis de desempenho e de produtividade no processo produtivo das linhas MGG.

Para tanto, será utilizada, na elaboração de um plano de ação, a ferramenta 5W2H, da Gestão da Qualidade, com o objetivo de responder expressamente às seguintes questões:

- *What?* – O que deve ser feito? – Ação;
- *Why?* – Por que será feito? – Objetivo;
- *Where?* – Onde será feito? – Local;
- *Who?* – Quem fará? – Responsável (Setor);
- *When?* – Quando será feito? – Data ou prazo;
- *How?* – Como será feito? – Modo ou método;
- *How much?* – Quanto custará? – Custo ou valor do investimento.

A título de exemplo, apresenta-se a seguir, no Quadro 2, alguns problemas apontados nas linhas de produção, aos quais se buscarão soluções, com base nessa ferramenta.

O QUE deve ser feito?	POR QUE será feito?	ONDE será feito?	QUEM fará?	QUANDO será feito? (Prazo)	COMO será feito?	QUANTO custará?
Verificar melhor posição para a contagem de peças e posições para marcar paradas	Coletor indicando parada com a linha produzindo normalmente	MGG 1	Manutenção/ Operações	31/03/17	Análise pela manutenção e verificação de contrato de quantidades de sensores utilizados	R\$ 0,00
Verificar a velocidade e condições da Máquina de Gravação	A gravação vem sendo um gargalo na produção, gerando acúmulo de peças após o aparelhamento, resultando em retrabalho e perda da eficiência da linha MGG 1	MGG 1 (Máquina de Gravação)	Manutenção	31/03/17	Deve-se verificar as condições da máquina e do ajuste, pelo operador, para que haja uma melhoria na produtividade	R\$ 0,00
Padronizar as regulagens de acordo com cada tipo de trincha	Cada turno está realizando uma regulagem, além de que essas regulagens podem ser mais rápidas, influenciando no aumento da produção	MGG 1 e MGG 2	Manutenção/ Operações	07/04/17	Aplicar padrão inicial para verificar como a máquina funciona e se não gera problemas. Depois será analisada a mudança na velocidade ou melhoria na máquina	R\$ 0,00
Melhorar a vazão da cola	A vazão da cola está pequena e isso influencia no tempo de ciclo	MGG 1 e MGG 2	Manutenção	07/04/17	Deve-se estudar a possibilidade de aumentar a vazão para a melhoria do tempo de ciclo	R\$ 0,00
Troca da esteira	A esteira atual está com acúmulo de cola e isso está fazendo com que as cabeças das trinchas fiquem tortas, gerando encabamento torto	MGG 2	Manutenção	27/03/17	Verificar a possibilidade de parar a linha por 1 dia para haver a troca da peça	A confirmar
Colocar tempo de giro como parada de processo	Quando o magazine realiza o giro normal dela, em certos momentos, a máquina aponta	Sistema	Operações/ Suporte	20/04/17	Verificar se é possível colocar no software essa opção e como isso	R\$ 0,00

	como parada, porém é algo que não prejudica a produção, pois é um processo da própria máquina				influenciará posteriormente	
Atualização do Procedimento Operacional Padrão (POP)	O POP foi criado em 2015 e desde então não foi atualizado, sendo que houve modificações na linha, com a retirada da máquina de embalagem	Sistema	Operações	28/04/17	Atualizar o documento e enviar para responsável aceitar a mudança	R\$ 0,00

Quadro 2 - Plano de Ação 5W2H para melhoria da produtividade das MGGs
Fonte: Grupo de Trabalho

Com base no quadro, nota-se que alguns problemas iniciais na produção das linhas estudadas já foram identificados e, com o apoio do plano de ação 5W2H, serão tomadas medidas com o intuito de saná-los. Pretende-se manter este plano de ação na empresa, como um processo de melhoria contínua, com o objetivo de resolver ou minimizar todas as perdas e problemas verificados nos processos produtivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo verificar se seria possível maximizar os resultados de um processo com ganhos de produtividade baseados na análise de eficiência global da metodologia OEE.

Para tanto, com base no estudo de caso das linhas de produção automáticas MGG da indústria Tigre Ferramentas para Pintura, no período de 1º de Dezembro de 2016 a 28 de Fevereiro de 2017, apurou-se que o Índice de Disponibilidade ficou a 23,42 pontos percentuais do índice considerado padrão para as indústrias mais eficientes produtivamente do mercado mundial nos diversos setores. Da mesma forma, constatou-se que o Índice de *Performance* ficou a 30,08 pontos percentuais do padrão e o Índice de Qualidade ficou a 6,8 pontos percentuais do padrão. Consequentemente, o indicador OEE ficou a aproximadamente 45,15 pontos percentuais do considerado ideal.

Com a aplicação da metodologia do indicador OEE, pôde-se verificar a existência de perdas e paradas que têm afetado o desempenho excelente do processo produtivo em análise, conseguindo-se qualificá-los e mensurá-los. Por meio da identificação das causas dessas perdas e paradas e de sua consequente influência sobre os índices, conseguiu-se constatar as possibilidades de melhorias nas linhas de produção e, assim, também, no valor do OEE.

Verificou-se que as perdas com pequenas paradas são as que têm tido maior influência sobre o Indicador OEE das linhas estudadas na empresa, sendo que são difíceis de serem identificadas as causas primárias para estas paradas, devido à sua grande quantidade e curta duração.

As paradas para manutenções diversas também têm sido prejudiciais aos índices de eficiência e a empresa tem procurado transformá-las em manutenções preventivas, reduzindo seu volume e alocando-as em períodos não produtivos.

Com base nos dados acima verificados, sugerem-se algumas ações para melhoria nos processos, tais como:

- Criar um grupo de trabalho envolvendo gestores, técnicos e equipes de operação das diversas áreas da empresa com intuito de fazer uma análise crítica dos relatórios gerados, a fim de propor ações de melhorias;

- Implementação da técnica de troca rápida de ferramentas para redução dos tempos de *setup*;
- Treinamento para a equipe no sentido de viabilizar o rodízio de funções, possibilitando rodízios durante períodos de almoço e paradas para reuniões;
- Estabelecer um programa de manutenções preventivas a fim de reduzir paradas para intervenções corretivas.

Com as contribuições acima, bem como com as análises de desempenho identificadas durante o período de estudos, é possível afirmar que existem grandes possibilidades de maximização dos resultados das linhas de produção, contribuindo de forma significativa para melhora do indicador OEE e os índices estudados, assim como para os indicadores de volume, produtividade, refugos, custos com manutenção, entre outros, que são estratégicos para o sucesso da organização.

REFERÊNCIAS

BAYER, F. M.; ECKHARDT, M.; MACHADO, R. **Automação de sistemas**. 4. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

COSTA, M. A. **Gestão Estratégica de Manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

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

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

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

LUZ, G. B.; KUIAWINSKI, D. L. Mecanização, Automação e Automação: uma revisão conceitual e crítica. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru (SP). **Anais...** São Paulo: UNESP, 2006.

MARIANO, E. B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência Produtiva. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2007, p. 1-12.

MARTIN, C. Automação e manutenção entre as vantagens competitivas dos players de celulose e papel. **Revista O Papel**, a. 75, n. 7, p. 28-39, jul. 2014.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JUNIOR, J. M.; FENSTESEIFER, J. E. **Estratégia de Produção e de Operações**: conceitos, melhores práticas, visão de futuro. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

PINTO, J. R. C.; NUNES, F. L.; VIERO, C. F. Avaliação dos Ganhos de Produtividade e Redução de Custos Gerados pela Automação de Processo em uma Empresa Calçadista: um estudo de caso. **Revista Espacios**, v. 36, n. 16, p. 6, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361606.html>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

PLENTZ, M. **Estudo de caso para melhoria de eficiência produtiva de linha de produção em uma indústria de alimentos**. 2013. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2013.

RANGEL, D. A. et al. Aumento da Eficiência Produtiva através da Redução do Tempo de Setup: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas. **P&D em Engenharia de Produção**, Itajubá, v. 10, n. 1, p. 36-49, 2012.

REIS, H. L.; FIGUEIREDO, K. F. A Redução de Desperdícios na Indústria. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 39-49, abr./jun. 1995.

RIBEIRO, G. L. M.; PAES, R. L.; KLIEMANN NETO, F. J. Aplicação da Metodologia OEE para análise da produtividade do processo de descobertura de carvão mineral em uma mina a céu aberto. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos (SP). **Anais...** Rio de Janeiro: ABREPO, 2010, p. 1-12.

RODRIGUES, A. F.; FERRARIN, F. V.; OLESKO, P. G. M. **Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar condicionado automotivo**. 2013. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROGGIA, L.; FUENTES, R. C. **Automação industrial**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

SCHETTINI, D. C. D. **Eficiência Produtiva da Indústria de Transformação nas Regiões Brasileiras: uma análise de fronteiras estocásticas e cadeias espaciais de Markov**. 2010. 198 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SILVA, M. E. **Curso de Automação Industrial**. Piracicaba: FUMEP/EEP/ COTIP, 2007.

TIGRE. **História do Grupo Tigre**. 2016. Disponível em:
<<http://www.tigre.com.br/memoria-tigre/linha-do-tempo>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos Tipos de Manutenção pelo Método de Análise Multicritério Electre Tri. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 45., 2013, Natal (RN). **Anais...** Natal: SOBRAPO, 2013, p. 343-357.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Eficiência e Produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 39-51, 1998.

ANEXO A - Autorização da Empresa Tigre Ferramentas para Pintura



Ministério da Educação
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional
 Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
 Sistema de Bibliotecas

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

Empresa: **Tigre Ferramentas para Pintura** _____
 CNPJ: **61.182.606/0001-80** _____ Inscrição Estadual: _____
 Endereço completo: **Av. Tigre, 660 Vila Santa Cruz Castro-PR** _____
 Representante da empresa: **Joaquim Ferreira da Silva** _____
 Telefone: (**42**) **3232-8100** _____ e-mail: **joaquim.silva@tigre.com** _____
 Tipo de produção intelectual: () TCC¹ () TCCE² () Dissertação () Tese
 Título/subtítulo: **Implantação de um processo de melhoria de produtividade por meio da metodologia OEE.** _____

 Autor³: **Simone Gonçalves Ferreira** _____ Código de matrícula³: **1844040** _____
 Orientador: **Juliana Vitória Messias Bittencourt** _____
 Co-orientador: _____
 Curso/Programa de Pós-graduação: **Especialização em Engenharia de Produção** _____

Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

- () Podem ser publicados sem restrição.
- () Possuem restrição parcial por um período⁴ de _____ anos, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos: _____

- () Possuem restrição total para publicação por um período⁴ de _____ anos, pelos seguintes motivos: _____

 Representante da empresa

24/03/17

 Local e Data

¹ TCC – monografia de Curso de Graduação.

² TCCE – monografia de Curso de Especialização.

³ Para os trabalhos realizados por mais de um aluno, devem ser apresentados os dados de todos os alunos.

⁴ O período de restrição parcial ou total deste Termo deve ser igual ao período definido em termo específico estabelecido entre a UTFPR e a empresa. A íntegra do resumo e os metadados ficarão disponibilizados.