

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FERNANDO FADANELLI

**IMPLEMENTAÇÃO DO IROG EM MÁQUINAS CNC
DE UMA METALÚRGICA**

CAXIAS DO SUL

2017

FERNANDO FADANELLI

**IMPLEMENTAÇÃO DO IROG EM MÁQUINAS CNC
DE UMA METALÚRGICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade de Caxias do Sul como requisito
parcial à obtenção do grau de Engenheiro de
Produção.

Orientador: Prof. Me. Paulo Alberto Klafke.

CAXIAS DO SUL

2017

FERNANDO FADANELLI

**IMPLEMENTAÇÃO DO IROG EM MÁQUINAS CNC
DE UMA METALÚRGICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade de Caxias do Sul como requisito
parcial à obtenção do grau de Engenheiro de
Produção.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Paulo Alberto Klafke
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof Me. Elton Fabro
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof Dr. Leandro Luis Corso
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Cristiano Mateus Buzin
Metalúrgica Buzin LTDA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em especial a minha mãe, Lenir Terezinha Dal Zotto, pois se hoje sou um vencedor, aprendi com ela e que, mesmo em situações de dificuldade, não hesitou em concretizar este sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre manteve claro o caminho que eu deveria seguir.

À minha estimada mãe, Lenir Terezinha Dal Zotto, que por meio de seu esforço incondicional, compreensão e apoio tornou realidade esta conquista.

A meu irmão Bruno Fadanelli, pelo apoio nos momentos necessários.

A meu avô Dario Dal Zotto, por sua capacidade de acreditar e investir em mim, mesmo nos períodos de dificuldade.

Ao meu mestre e amigo, professor Paulo Alberto Klafke, que compartilhou parte do seu tempo, seu conhecimento e excelente orientação, contribuindo também para meu crescimento pessoal.

À empresa Metalúrgica Buzin Ltda., por me proporcionar a realização deste trabalho e de uma maneira muito especial a Cristiano Mateus Buzin, por acreditar no sucesso de meu trabalho.

A UCS pela estrutura e conhecimento fornecido ao longo da minha vida acadêmica.

Às amigas dos meus colegas de universidade pelas conversas nas horas de alegria, pelas ajudas mútuas, disponibilidade e troca de experiências durante este período de graduação.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho e para meu crescimento até o momento.

*“Se eu tivesse 8 horas para cortar uma árvore,
gastaria seis afiando meu machado.”*

Abraham Lincoln

RESUMO

O presente trabalho trata do tema Eficiência Global dos Equipamentos e foi realizado na empresa Metalúrgica Buzin, empresa fornecedora de itens usinados para o mercado nacional, com o objetivo de melhorar o índice de OEE no setor de torneamento CNC da empresa em estudo. Considerando-se a competitividade do mercado, é necessário que as empresas tenham a missão de racionalizar os custos de seus processos e potencializar os lucros. Para a consecução dessa missão o primeiro passo é um diagnóstico preciso do ambiente de operação, com uma clara visualização de rendimento global. Assim, a aplicação da proposta de trabalho possibilitou mensurar as perdas do processo produtivo, analisando os fatores com maior impacto para aplicação de técnicas a fim de eliminá-las e, por fim, avaliar ou estimar os resultados obtidos. Os resultados na aplicação da metodologia permitiram elevar os valores de eficiência de 43,8 para 50,9%. Também é ressaltado que, como qualquer método de gestão, a continuidade depende do acompanhamento permanente para ser perpetuado e aprimorado.

Palavras-chave: Eficiência global dos equipamentos. Processo produtivo. Método de gestão de OEE. Índice de Rendimento Operacional Global (IROG). Usinagem CNC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidade fabril	18
Figura 2 – Exemplo de item do portfólio da empresa.....	18
Figura 3 – Organograma da empresa	19
Figura 4 – Modelo de administração da produção.....	23
Figura 5 – Estágios conceituais da TRF.....	28
Figura 6 – Visualização das equações do OEE	31
Figura 7 – Relacionamento entre o IROG, seus índices e perdas.....	32
Figura 8 – Taxa de Rendimento Global do equipamento OEE	33
Figura 9 – Classificação dos processos de fabricação	36
Figura 10 – Extrato do organograma do setor de produção	40
Figura 11 – Setor de torneamento CNC.....	41
Figura 12 – Etapas de implementação	43
Figura 13 – Cronograma de atividades	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Listagem de máquinas do setor	42
Quadro 2 – Plano de Ação Etapa 1	44
Quadro 3 – Plano de Ação Etapa 2	44
Quadro 4 – Plano de Ação Etapa 3	45
Quadro 5 – Plano de Ação Etapa 4	46
Quadro 6 – Plano de Ação Etapa 5	47
Quadro 7 – Plano de Ação Etapa 6	47
Quadro 8 – Plano de Ação Etapa 7	48
Quadro 9 – Plano de Ação Etapa 8	48
Quadro 10 – Resultados obtidos	55
Quadro 11 – Perdas de disponibilidade.....	58
Quadro 12 – Itens refugados com maior impacto na qualidade	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
CIC	Câmara de Indústria, Comércio e Serviços de Caxias do Sul
CNC	Comando Numérico Computadorizado
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global
JIT	<i>Just in Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TEEP	<i>Total Effectiveness Equipment Performance</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> – Manutenção Produtiva Total
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos.....	17
1.4	PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO.....	18
1.5	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	22
2.2	SISTEMA TOYOTA E A MANUFATURA ENXUTA.....	23
2.2.1	Diretrizes do sistema <i>Lean</i>	24
2.2.2	Eliminação de Desperdícios.....	25
2.2.3	<i>Setup</i> e a Troca Rápida de Ferramenta (TRF)	26
2.2.4	<i>Kaizen</i> – melhoria contínua	28
2.3	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL OU TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)	29
2.3.1	OEE – <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	29
2.3.2	Cálculo do OEE.....	31
2.3.3	Produtividade efetiva total dos equipamentos (TEEP)	33
2.3.4	Benefícios do OEE	34
2.4	PROCESSOS DE USINAGEM.....	35
2.4.1	Torneamento.....	37
2.4.2	Parâmetros do torneamento.....	37
2.5	COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO.....	37
3	PROPOSTA DE TRABALHO	39
3.1	INTRODUÇÃO.....	39

3.2	CENÁRIO ATUAL	39
3.2.1	Equipamentos gerenciados	41
3.2.2	Principais Problemas	42
3.3	ETAPAS DO TRABALHO	42
3.3.1	Identificação do processo a ser estudado e seus limites	43
3.3.2	Definição da sistemática de coleta de dados nos equipamentos	44
3.3.3	Treinamento da operação e da gestão	45
3.3.4	Coleta dos dados e cálculo do IROG individual e geral	45
3.3.5	Identificação das principais perdas que afetam o sistema	46
3.3.6	Proposição e implementação de melhorias no processo produtivo	47
3.3.7	Avaliação dos resultados obtidos na implementação realizada	48
3.3.8	Análise final e reflexão sobre resultados alcançados	48
3.5	CRONOGRAMA	49
3.6	CONSIDERAÇÕES	49
4	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO	51
4.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO A SER ESTUDADO E SEUS LIMITES	51
4.2	DEFINIÇÃO DA SISTEMÁTICA DE COLETA DE DADOS NOS EQUIPAMENTOS	52
4.3	TREINAMENTO DA OPERAÇÃO E DA GESTÃO	54
4.4	COLETA DE DADOS E CÁLCULO DO IROG INDIVIDUAL E GERAL	55
4.5	IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PERDAS	57
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	59
4.7	ANÁLISE E REFLEXÃO DOS RESULTADOS	63
4.8	FINALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	64
5	CONCLUSÃO	65
5.1	TRABALHOS FUTUROS	65
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A – MODELO ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA	70
	APÊNDICE B – PLANILHA DE AVALIAÇÃO DE COLABORADORES	71
	ANEXO A – MODELO DE SLIDES UTILIZADOS NO TREINAMENTO	72

ANEXO B – PLANILHA PARA COLETA DE DADOS PREENCHIDA	73
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

No momento atual uma das principais diretrizes é a redução de custos, qualquer que seja o ramo de atividade, dimensão da empresa ou complexidade do produto fabricado. Em um ambiente competitivo, a exigência de uma rápida adaptação das organizações aos ambientes econômico, social, político e tecnológico faz-se crucial para o enfrentamento de possíveis situações de ameaças, bem como, no aproveitamento de oportunidades disponibilizadas pelo mercado e pelo ambiente geral.

De acordo com Hansen (2006), uma das principais medidas para identificar empresas de classe mundial é quão eficazmente suas fábricas operam os seus processos. Assim, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) tem por objetivo oferecer este número.

Portanto, ao ser identificado o IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) de uma empresa, ele pode ser comparado ao nível de desempenho de sistemas produtivos a nível mundial. Além disso, também pode ser usado como medida comparativa entre o momento atual da produção e após o sistema ter passado por um programa para melhoria deste índice.

O OEE permite, por meio do desdobramento, identificar onde se encontram os potenciais de melhoria dos equipamentos. Esses estão associados às perdas existentes no equipamento que, se analisadas de maneira adequada, indicarão a direção de atuação que as equipes de trabalho deverão seguir para obter o aumento da eficácia dos equipamentos. Para isso, a orientação conceitual do OEE é agir no fator que compõe o indicador que possui o menor valor (SANTOS e SANTOS, 2007).

Neste contexto, onde novos investimentos são direcionados para equipamentos mais produtivos, é de extrema importância para as corporações manterem a sustentabilidade do negócio, que tenham níveis de eficiência global dos equipamentos competitivos, com objetivo de redução dos seus custos operacionais.

Com a intenção de alcançar os objetivos propostos, o trabalho está dividido em cinco capítulos, conforme exposição a seguir: neste primeiro capítulo tem-se uma introdução do trabalho, onde são apresentadas as justificativas da realização deste, os objetivos gerais e específicos pretendidos, uma caracterização da empresa onde foi realizado o estágio e a abordagem e delimitação da proposta. No capítulo dois, tem-se a fundamentação teórica, onde é apresentado um histórico dos principais autores que trataram dos assuntos envolvidos neste trabalho e suas contribuições. No terceiro capítulo tem-se a proposta de trabalho com as etapas necessárias para atingir os objetivos propostos. Os capítulos quatro e cinco descrevem

a implementação da proposta, realizada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, onde na quarta parte propõe-se uma aplicação prática deste trabalho. Por fim, o quinto capítulo apresenta os resultados obtidos e toda a análise sobre os mesmos. É também neste capítulo que é realizada a conclusão do trabalho, considerações e recomendações.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a alta competição presente no mercado e as organizações sendo obrigadas a produzir elevada variedade de produtos com baixos volumes, torna-se vital uma melhor utilização de seus ativos. Para isso, o trabalho sobre as informações visando à redução de perdas e melhoramento da eficiência produtiva apresenta boa oportunidade de ganhos.

Apesar de consciente da grande valia destes dados num ambiente globalizado, a organização ainda não possui um indicador de eficiência de seus equipamentos, trabalhando atualmente com base na experiência de seus gestores, o que pode causar grandes distorções. Assim, com a obtenção dos dados do sistema de produção há a possibilidade do gerenciamento de seus recursos restritivos, para a realização de melhorias e monitoramento da rotina.

Para Hansen (2006), as fábricas se esforçam para ser eficaz e produzir com baixo custo, onde este esforço é exigido no ambiente de mudanças dos dias atuais, quando os clientes demandam produtos com qualidade e maior valor agregado.

Este estudo consiste em demonstrar a existência de um indicador capaz de envolver e integrar os diferentes atores que trabalham junto ao posto de trabalho e como este indicador pode auxiliar na lógica de gerenciamento da rotina e das melhorias no posto de trabalho. Com isso é possível a integração entre produção, qualidade, manutenção, processo, avaliando os postos de trabalho críticos e levando em consideração os indicadores e os respectivos planos de ação de melhorias ao se identificar as principais causas de ineficiência dos equipamentos.

O presente trabalho foi realizado na empresa Metalúrgica Buzin, a qual atua como fornecedora de itens usinados. O objetivo deste trabalho foi aplicar a metodologia do IROG no setor de produção para mapear as principais perdas existentes nos equipamentos. Com a implantação desta metodologia, planejou-se mensurar a eficiência dos equipamentos e, posteriormente, propor melhorias para a maximização de seu desempenho.

1.2 JUSTIFICATIVA

No estágio em que o mercado se encontra atualmente, a continuidade e o sucesso das empresas depende do emprego correto de fatores competitivos como o custo, a qualidade, o prazo de entrega, a flexibilidade e a inovação, em conjunto com as melhores práticas de gestão. Estas, aliadas em um cenário econômico de retração, demonstram a importância de um bom conhecimento e gerenciamento do índice de eficiência de seus recursos.

Segundo dados da Diretoria de Economia, Finanças e Estatística da CIC (2016), em junho, a economia de Caxias do Sul registrou uma queda de 9,7% se comparada a junho de 2015. O Índice de Desempenho Industrial (IDI/Caxias) mostrou que a indústria vem sinalizando há algum tempo a perda da capacidade produtiva e de competitividade. Horas trabalhadas (-36,2%) e massa salarial (-21%) foram os indicadores que mais decresceram na comparação entre junho deste ano e junho de 2015, seguidas de vendas industriais (-12,8%) e compras industriais (-6,1%). No primeiro semestre do ano, a atividade industrial registrou queda de 14,2%.

À medida que um maior número de publicações em seminários e artigos relacionando o IROG à TPM foi apresentado, ele começou a ser visto como uma ferramenta autônoma para medir o desempenho de um equipamento. Atualmente ele é aceito por consultores de gestão como uma medida principal de desempenho (PALOMINO, MANICA, MIRANDA, 2010).

Com a economia em recessão e a alta competitividade exigida nas empresas pelo mercado, ter um bom gerenciamento de seu processo produtivo se tornou vital para a perpetuação do negócio. Neste sentido, o IROG contribui para saber onde ocorrem as perdas do processo, auxiliando na busca pela melhoria contínua.

Ainda, destaca-se que a metodologia voltada à melhoria do IROG também foi adotada em uma empresa referência do setor metal-mecânico brasileiro. O estudo de caso realizado na Indutora na célula do eixo expensor, da empresa Master Sistemas Automotivos Ltda. apresentou melhorias significativas no indicador de IROG. O equipamento analisado aumentou em 25% o indicador global de IROG, no período de janeiro a setembro de 2011. A meta para esse indicador é de 70%, sendo ultrapassado no mês de agosto quando atingiu 84%, mantendo-se em crescimento no mês de setembro, chegando a 88% (CHISTÉ, 2012). Os exemplos acima mencionados reforçam a justificativa de realizar o estudo na empresa em questão.

Assim, pode-se justificar a implementação deste trabalho no sentido de, com pouco ou nenhum investimento financeiro, ser possível o aumento de produtividade, redução de custos e um melhor gerenciamento das horas produtivas disponíveis para uma produção mais flexível. Este índice nos mostra os níveis de qualidade dos itens, disponibilidade e performance dos equipamentos, sendo possível um melhor aproveitamento ao ser implementado um plano de ação no parque fabril.

Com este cenário de recessão e a pouca disponibilidade de recursos para melhoria de processos, o objetivo principal do trabalho é implementar e melhorar o IROG da empresa, reduzindo custos e aumentando a eficiência, o que ao final do processo resulta em melhor retorno financeiro à empresa.

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos a serem atingidos com este trabalho dividem-se em objetivo geral e específicos relacionados a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é aplicar a metodologia IROG na identificação das perdas que afetam o sistema de produção em máquinas CNC de uma empresa metalúrgica, propor e implementar soluções para melhoria deste índice.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) identificar o processo a ser estudado, bem como os limites do mesmo;
- b) definir sistemática de coleta de dados relacionados com as perdas que afetam os equipamentos em estudo;
- c) treinar a operação e a gestão do sistema de produção em estudo;
- d) coletar dados e calcular o IROG individual e geral;
- e) identificar as principais perdas que afetam o sistema;
- f) propor e implementar melhorias no processo produtivo;
- g) avaliar os resultados obtidos na implementação realizada.

1.4 PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido na empresa Metalúrgica Buzin Ltda., empresa que atua desde 1970 como fornecedora de peças usinadas para o mercado nacional, sediada no Distrito Industrial da cidade de Caxias do Sul, conforme figura 1.

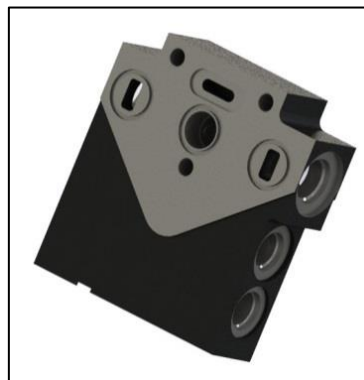
Figura 1 – Unidade fabril



Fonte: Metalúrgica Buzin (2016).

O portfólio da empresa é composto por mais de 4 mil itens, iniciando com peças de 4 mm até 500 mm de diâmetro, desenvolvidas a partir de projetos de clientes. Um exemplo é o componente da base para comando hidráulico, fornecido a fabricantes de maquinário agrícola assim como para equipamentos oleodinâmicos e hidráulicos, representado na figura 2. Atualmente seu quadro funcional é composto por 55 colaboradores e possui certificação ISO 9001 (METALÚRGICA BUZIN, 2016).

Figura 2: Exemplo de item do portfólio da empresa



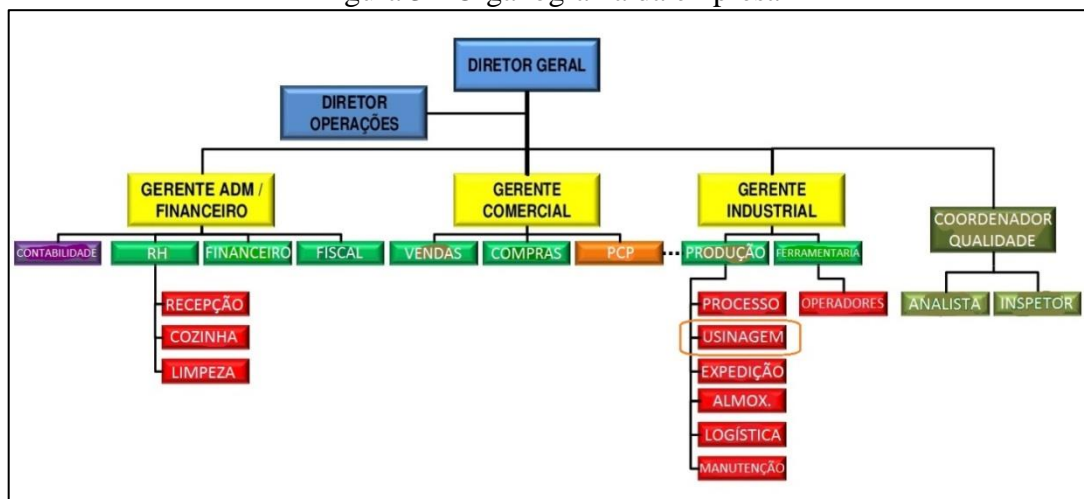
Fonte: Metalúrgica Buzin (2016).

A empresa vem intensificando seus esforços para iniciar o atendimento ao mercado da América do Sul. Para isto, vem investindo em novas tecnologias e incentivando seus profissionais a realizarem análises precisas e críticas de seus processos, com o objetivo de garantir a qualidade, confiabilidade e redução de custos.

Os produtos atendem desde a linha pesada, como máquinas agrícolas e setor rodoviário, até peças para setor moveleiro, tendo como principal cliente a montadora de maquinário agrícola John Deere. Dentre a sua carteira com mais de 50 clientes, 90% de sua produção é fornecida ao mercado gaúcho, com o restante ao mercado nacional (METALÚRGICA BUZIN, 2016).

Este trabalho foi desenvolvido dentro da área de produção, especificamente no setor de tornos CNC, composto por duas células com cinco máquinas cada e uma célula com duas máquinas, totalizando doze máquinas controladas por sete operadores. Além desta estrutura operacional há um gerente industrial e um diretor de operações, este sendo o responsável pelo acompanhamento deste trabalho na empresa. A Figura 3 mostra a estrutura organizacional da empresa, destacando-se a área em que o estudo foi realizado. Esta proposta foi desenvolvida entre agosto de 2016 e julho de 2017.

Figura 3 - Organograma da empresa



Fonte: Do autor (2016), adaptado de Metalúrgica Buzin (2016).

1.5 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O estudo em questão visa aplicar o método IROG e propor sugestões para melhoria deste índice no setor de tornos CNC da empresa. Este setor foi escolhido, juntamente com a

direção da empresa, pela característica estratégica e por ter grande representatividade no faturamento da mesma. A implantação de todas as ações que serão propostas dependerá da aprovação da direção da empresa.

Este setor é composto por 12 máquinas, sendo das seguintes marcas: nove Mazak, uma Daewoo, uma YCM e uma Feeler. O trabalho foi realizado na maior parte do tempo na área de produção, sendo suportado também pelas áreas de manutenção e de controle de produção.

A ausência de quaisquer procedimentos documentados ou softwares que envolvam a eficiência do maquinário surge como limitador das informações. A empresa optou pela não abertura dos dados financeiros.

Este trabalho foi elaborado nas disciplinas de Trabalho de Conclusão de Curso I e II de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul. Enquadra-se como método misto, sendo esse tipo de abordagem uma relação entre a qualitativa e a quantitativa, tratando-se de uma alternativa para que o pesquisador tenha uma abordagem mais ampla sobre o estudo.

Conforme Creswell (2010), a pesquisa pode ser classificada de três maneiras:

- a) Qualitativa – é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano;
- b) Quantitativa – é um meio para testar teorias objetivas, examinando a relação entre as variáveis. Tais variáveis, por sua vez, podem ser medidas tipicamente por instrumentos, para que os dados numéricos possam ser analisados por procedimentos estatísticos;
- c) Mista - é uma abordagem da investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa. Envolve suposições filosóficas, o uso de abordagens qualitativas e quantitativas e a mistura das duas abordagens em um estudo.

Para Creswell (2010), a popularidade dos métodos mistos deve-se ao fato de que a metodologia da pesquisa continua a evoluir e a se desenvolver, e estes são outro passo adiante, utilizando os pontos fortes das pesquisas qualitativa e quantitativa.

Ainda conforme Creswell (2010) pode-se obter mais insights com a combinação das pesquisas qualitativa e quantitativa do que com cada uma das formas isoladamente. Seu uso combinado proporciona uma maior compreensão dos problemas de pesquisa.

A metodologia adotada para a realização do trabalho é o estudo de caso, que segundo Yin (2001), trabalha o aspecto específico de um fenômeno e seus os dados precisam convergir

em uma triangulação por meio de várias evidências quantitativas, sendo um método útil para realizar uma avaliação.

Em consonância com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), a abordagem do trabalho pode ser classificada como pertencente ao setor de Gerência de Produção, tendo como subsetor de atuação a área de Gestão de Processos Produtivos (ABEPRO, 2009).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo traz a revisão bibliográfica acerca do tema IROG, reunindo em tópicos as características desta ferramenta. Os principais conceitos utilizados, tais como: Manutenção Produtiva Total, o Sistema Toyota de produção, Processos de Usinagem, Comando Numérico Computadorizado, IROG e suas perdas e aplicabilidades. Estes são apresentados com o intuito de facilitar a compreensão deste tipo de abordagem. A revisão bibliográfica também proporciona as definições do assunto na ótica de diferentes autores, auxiliando na estruturação da proposta de implementação da metodologia.

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

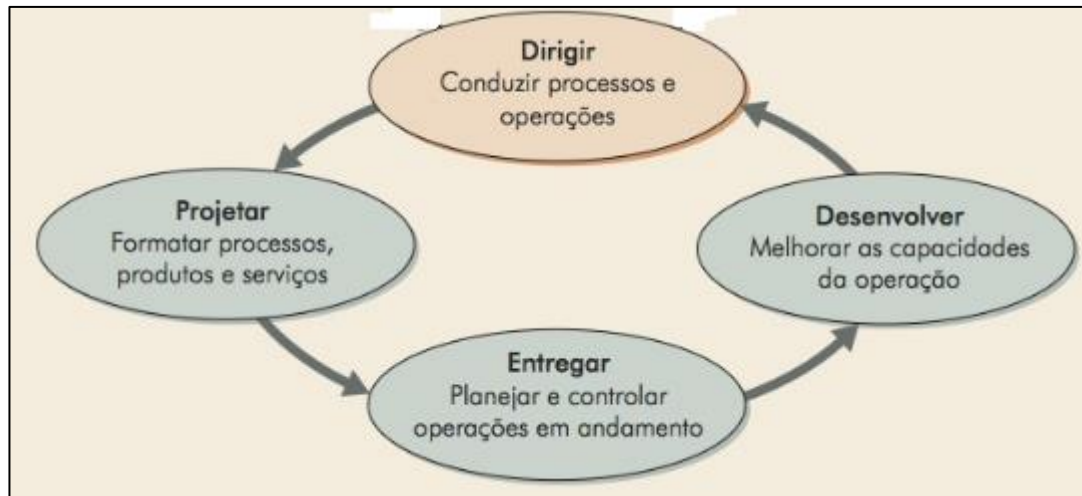
Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), a administração da produção tem relação com o projeto, direção e controle dos processos que transformam insumos em serviços e produtos, atuando tanto nos clientes internos quanto nos clientes externos. Assim, a administração da produção está presente em todos os departamentos de uma empresa, visto que todos executam processos. Esta é uma importante área de estudo quando o objetivo é administrar um departamento ou processo ou entender como este está relacionado à estrutura geral da empresa.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2005), o objetivo da estratégia de operações é garantir que os processos de produção e entrega de valor ao cliente sejam alinhados com a intenção estratégica da empresa, assim como os resultados financeiros. Para atingir esses objetivos, é necessário incluir no processo de tomada de decisão elementos como o cliente, a concorrência, os fornecedores e os acionistas.

Considerando que todas as atividades desenvolvidas por uma empresa focam na tentativa de transformar insumos em produtos acabados e/ou serviços, sempre consumindo recursos, mas nem sempre agregando valor ao produto final, a gestão eficaz dessas atividades, constitui o objetivo da administração da produção. (MARTINS; LAUGENI, 2015).

Para Slack, Chambers, Johnston (2009), os processos de uma empresa devem ser gerenciados de maneira diferente, pois diferem entre si em volume, variedade, variação e visibilidade. Um gerenciamento bem feito contribui para o impacto estratégico do negócio. Apesar destas diferenças, os gerentes de operações usam um conjunto de decisões e atividades comuns para gerencia-las, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4 – Modelo de administração da produção



Fonte: Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 27).

2.2 SISTEMA TOYOTA E A MANUFATURA ENXUTA

Segundo Ohno (1997), o principal objetivo do Sistema Toyota é aumentar a eficiência da produção pela eliminação de desperdícios. Além deste conceito, o respeito para com a humanidade são os fundamentos desta metodologia, fundada por Sakichi Toyoda. A motivação inicial surgiu da necessidade, exigindo a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condição de baixa demanda.

Apesar do grande sucesso como fabricante de veículos, a origem da Toyota ocorreu de um grupo empresarial com forte atuação na indústria têxtil. Sakichi Toyoda era considerado um gênio da engenharia e um visionário, tendo patenteados muitas invenções. Uma delas foi o mecanismo de parada automática em teares, que inspirou o surgimento dos dispositivos à prova de falhas (“Poka-Yoke”). (GHINATO, 1996)

Ainda para Ohno (1997), o entusiasmo de Sakichi Toyoda com os automóveis iniciou depois de sua primeira viagem aos Estados Unidos em 1910. Após isso, ele confiou ao seu filho mais velho Kiichiro Toyoda a missão de entrar para o setor automotivo, onde as viagens às fabricas ocidentais continuavam aumentando. O Sistema Toyota começou a ser estruturado depois da segunda guerra e levou mais de vinte anos para ser consolidado.

Para Ohno (1997), a derrota japonesa na guerra marcou um novo começo na Toyota. O então presidente da empresa, Kiichiro Toyoda disse que era preciso alcançar o nível de produtividade dos Estados Unidos em três anos, pois caso contrário, a indústria automobilística japonesa não iria sobreviver. Certa vez, quando Kiichiro Toyoda ouviu que

um americano tinha nove vezes mais força de trabalho que um japonês, ele se perguntou se realmente um trabalhador americano poderia exercer dez vezes mais esforço físico ou então se um trabalho sendo realizado por cem trabalhadores poderia ser realizado por dez. Por fim, pode concluir que os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa, então a ideia inicial seria eliminar o desperdício, o que acabou sendo a iniciativa do Sistema Toyota.

Segundo Ohno (1997), a crise do petróleo de 1973 impactou fortemente as empresas em todo o mundo. Porém foi nessa fase que a Toyota Motor Company e seu sistema de produção ganharam destaque e visibilidade em relação às demais indústrias japonesas, pois mesmo com a redução nos lucros, a Toyota manteve seus ganhos maiores que outras empresas por três anos.

Conforme Ghinato (1996), o STP tem alguns elementos bastante difundidos como JIT, Kanban e Jidoka, mas ele é muito mais complexo, envolvendo desde avançadas estratégias de marketing até modernos procedimentos para desenvolvimento de novos produtos.

O conceito do JIT, onde somente certas peças, na quantidade certa e no momento certo são fornecidas de um posto de trabalho para outro, foi pensado com o objetivo de manter as peças necessárias para a montagem de um automóvel, ao lado da linha de montagem, ao invés de em um estoque centralizado e distante. (GHINATO, 1996)

Ainda para Ghinato (1996), o conceito de autonomia, o qual consiste em dar autonomia à máquina ou ao operador sempre que algo anormal seja detectado, foi baseado nos mecanismos de parada automática instalados em teares.

Conforme Ohno (1997), o Kanban impede a superprodução, não havendo a necessidade de estoque extra e depósito, assim como os inumeráveis controles em papel. Resumidamente, são utilizados pedaços de papel listando o número do componente de uma peça e, ao serem consumidas, podem ser rapidamente substituídas pelos novos componentes disponíveis.

2.2.1 Diretrizes do sistema *Lean*

Para Pereira Jr. e Gonçalves (1995), fazer mais com menos se tornou a palavra de ordem nas empresas, onde há pouco tempo hábil e pessoal disponíveis. Também é citado que, em geral, uma empresa de menor porte está mais adaptada ao sistema *Lean* do que uma grande corporação, visto que no primeiro caso poucos funcionários cuidam de todo o

processo; enquanto isso em grandes empresas, se uma nova ideia é lançada, é designado um time de quinze pessoas para estudar o assunto e apresentar à diretoria, que por sua vez, repassará a uma consultoria externa o estudo sobre a viabilidade do processo.

Segundo Womack e Jones (2006), a palavra “enxuta” foi utilizada como tradução ao português da original *lean*, devido a sua associação com eficiência e sem gordura e desperdícios.

A origem da manufatura enxuta ocorreu no Japão, sendo fundamentada no Sistema Toyota de Produção (STP), e sendo difundida mais fortemente com a publicação de artigos técnicos e a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo”.(WOMACK; JONES, 2006).

De acordo com Womack e Jones (2006), a manufatura enxuta compreende processos flexíveis com o objetivo de fabricar produtos com o menor custo no menor tempo possível. Para isso, conta com algumas diretrizes como:

- a) Resolva nosso problema completamente;
- b) Não desperdice nosso tempo;
- c) Forneça exatamente aquilo que queremos;
- d) Forneça valor onde queremos;
- e) Forneça valor quando queremos;
- f) Forneça o valor que realmente desejamos, não apenas as opções existentes;
- g) Resolva nossos problemas completos permanentemente.

2.2.2 Eliminação de Desperdícios

Para Ghinato (1996), a essência do Sistema Toyota de Produção é a perseguição ao desperdício e sua completa eliminação, no entanto, isto só faz sentido se estiver vinculado ao objetivo de redução de custos. Os desperdícios são operações ou movimentos desnecessários que não agregam valor e que geram custo. Assim, a eliminação dos desperdícios busca maximizar o trabalho que agrega valor, reduzir o trabalho que não adiciona valor e eliminar qualquer forma de perda.

As sete perdas do STP estão descritas a seguir:

- a) Desperdício de superprodução: para Ghinato (1996), esta é a perda mais danosa e pode ser classificada em dois tipos: superprodução por quantidade, sendo esta quando é produzida quantidade além do volume programado ou requerido; e superprodução por antecipação, que ocorre quando é realizada a produção antes

do momento necessário, deixando os itens estocados. Esta segunda é a perda mais perseguida pelo STP;

- b) Desperdício de tempo disponível (espera): para Shingo (1996), tem relação com os lotes de itens não processados aguardando pelo processo como à acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue. Existem os tempos de espera de máquina e mão de obra;
- c) Desperdício em transporte: Ghinato (1996), cita que o transporte é uma atividade que não agrega valor, assim deve ser encarado como perda e ser minimizado. A sua melhor otimização seria a sua eliminação. O foco deve estar nas melhorias de processo e *layout* para, depois, as melhorias nas operações de transporte serem introduzidas;
- d) Desperdício do processamento em si: para Ghinato (1996), são as parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do item;
- e) Desperdício do estoque disponível (estoque): conforme Shingo (1996), ocorre pela manutenção dos estoques de matérias primas, material em processamento e produtos acabados. Isto aumenta o custo de estocagem e manuseio. Para trabalhar neste item, existem metodologias como o lote econômico de fabricação e a troca rápida de ferramentas;
- f) Desperdício do movimento: para Ghinato (1996), estas perdas têm relação com os movimentos desnecessários realizados pelos operadores para executar uma tarefa. São exemplos deste item: localizar ferramentas e procurar peças;
- g) Desperdício de produzir produtos defeituosos: para Shingo (1996), quando são encontrados produtos com defeito, o fluxo de produção é interrompido. Assim, produtos semi processados são estocados entre os processos e substituem as unidades que apresentam defeito.

2.2.3 Setup e a Troca Rápida de Ferramenta (TRF)

Conforme Shingo (2000), *setup* é o tempo de preparação necessário para uma nova produção, como regulagens e troca de ferramentas. O desenvolvimento de todo seu conceito levou dezenove anos e pode ser aplicada em qualquer máquina e fabrica.

Para Shingo (1996) o tempo de *setup* compreende quatro funções:

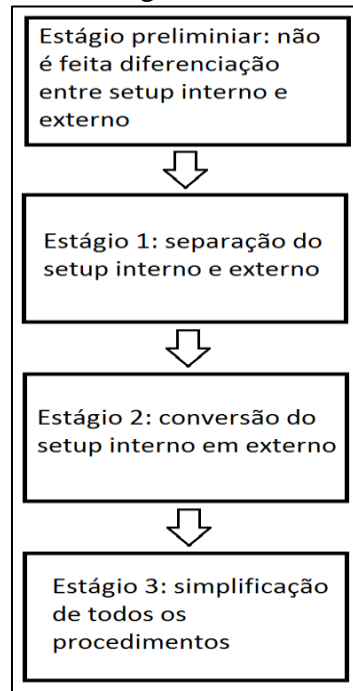
- a) Preparação da matéria prima, dispositivos de montagem e acessórios: 30%;
- b) Fixação e remoção de matrizes e ferramentas: 5%;
- c) Centragem e determinação das dimensões das ferramentas: 15%;
- d) Processamentos iniciais e ajustes: 50%.

Para Shingo (1996), existem as oito principais técnicas da TRF, conduzindo à melhoria do *setup* de forma progressiva:

- a) Técnica 1: faz a divisão entre *setup* interno e externo;
- b) Técnica 2: Converte-se *setups* internos em externos;
- c) Técnica 3: padroniza-se a função das matrizes e não sua forma;
- d) Técnica 4: utilizar grampos funcionais e, se possível, eliminá-los;
- e) Técnica 5: usar dispositivos intermediários;
- f) Técnica 6: adotar operações paralelas;
- g) Técnica 7: eliminar ajustes;
- h) Técnica 8: investimentos em mecanização.

Segundo Shingo (1996), o passo mais importante na implementação da TRF é distinguir entre *setup* interno e externo. Um exemplo de *setup* interno é a preparação de componentes e a manutenção, que devem ser realizados quando a máquina estiver parada. A outra operação de *setup* é o externo, o qual deve ser realizado com o equipamento em funcionamento, onde tudo o que puder ser antecipado deve ser realizado nesta etapa. A partir daí, utilizando-se as oito técnicas da TRF, há o aprimoramento do sistema, com a evolução dos estágios. A figura 5 mostra as fases na redução do tempo de *setup*.

Figura 5 – Estágios conceituais da TRF



Fonte: Do autor, adaptado de Shingo (1996).

2.2.4 *Kaizen* – melhoria contínua

O *Kaizen*, também conhecido como melhoramento contínuo, abre um leque de ferramentas que ajudam a identificar os problemas e melhorar aspectos das organizações. Este estilo de gerenciamento de excelência tornou-se um jeito de vida além de uma filosofia de trabalho, significando melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social e na vida no trabalho. O sucesso do *Kaizen* está em adaptar a filosofia de melhoria contínua à realidade de cada empresa. (CASTRO, BERTELI, GALELLI, 2016).

De acordo com Barraza (2007), o *Kaizen* divide-se em cinco princípios:

- a) Primeiro princípio: são os ensinamentos iniciais e as ‘duas técnicas principais: 5S e padronização;
- b) Segundo princípio: representa a base da filosofia *Kaizen*, que é a melhora e a conservação de padrões. A ferramenta utilizada para este princípio são os ciclos PDCA e SDCA;
- c) Terceiro princípio: é focado em processos e seu desenvolvimento;
- d) Quarto princípio: é baseado na motivação e na criatividade dos colaboradores em melhorar seus processos empresariais;
- e) Quinto princípio: melhoria do trabalho cotidiano, aprimorando algo todos os dias e a todo o momento.

2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL OU TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Conforme Takahashi e Osada (2010), a Manutenção Produtiva Total é uma atividade que engloba todos os funcionários da empresa e é um dos métodos de maior eficiência na transformação de uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado ao equipamento. Este objetivo é de extrema importância, visto que a confiabilidade, a segurança e a manutenção são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo, garantindo a perpetuação de uma instituição. Os requisitos para implementação do TPM, segundo Takahashi e Osada (2010) são:

- a) Restringir os investimentos em equipamentos desnecessários;
- b) Utilizar ao máximo os equipamentos existentes;
- c) Melhorar a taxa de utilização do equipamento para a produção;
- d) Garantir a qualidade do produto, por meio do uso do equipamento;
- e) Reduzir a mão de obra de baixo custo, por meio da melhoria dos equipamentos;
- f) Reduzir os custos de energia e materiais, com inovação nos equipamentos e métodos de utilização.

Segundo Doxa e Braz (2014), o objetivo da manutenção está em oferecer a maior disponibilidade dos equipamentos, o menor custo possível e foco na produção. Com isso, para aumentar a disponibilidade do equipamento, maior confiabilidade e garantir a qualidade do produto, as empresas adotam ferramentas de gestão para controlar suas atividades.

Para Bazi e Trojan (2014), além dos benefícios trazidos ao sistema produtivo como o aumento da competitividade e redução de custos, a TPM colabora com a melhoria das condições de trabalho, maior comprometimento e motivação das pessoas, além de uma nova cultura de trabalho para a equipe.

2.3.1 OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

De acordo com Hansen (2006), o *Overall Equipment Effectiveness* ou Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) começou a ser reconhecido como um importante método para medição do desempenho de equipamentos no final dos anos 80 e início dos 90. Em seu início a OEE estava atrelada à TPM e era vista como uma forma simples de medição para a obtenção do prêmio TPM. A ferramenta passou a ser vista como uma forma autônoma para

medição de desempenho, por meio do inter-relacionamento de indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade, à medida que um maior número de profissionais começou a apresentá-la em seminários e artigos. Atualmente ela é aceita com uma medida principal de desempenho.

Para Santos e Santos (2007), o OEE permite, além da determinação de um índice de eficácia, que seja identificado onde se encontram os potenciais de melhoria dos equipamentos. Quando esta análise é realizada, é encontrada as perdas associadas aos aparelhos e indicará qual direção a equipe de trabalho deve seguir, atuando no indicador que possui o menor valor.

Conforme o The Productivity Development Team (1999), na medição do IROG, podemos explicar a eficiência como um fator de:

- a) Desempenho: comparação entre o tempo disponível para produção, com o tempo que efetivamente a máquina ficou trabalhando;
- b) Performance: leva em consideração a velocidade do equipamento, compara o tempo de ciclo teórico com o tempo de ciclo real;
- c) Qualidade: compara o número de peças produzidas com qualidade e o número de peças produzidas com defeito.

Segundo Veit et al. (2011), a metodologia depende também da contribuição do operador e, neste caso, aparece a principal variável de um sistema. O seu envolvimento é fundamental para o sucesso da mesma, onde todos devem saber o que e por que estão fazendo tais atividades e o que elas vão impactar no resultado de suas tarefas de produção. Assim, consegue-se uma maior acuracidade dos dados de entrada do sistema, colaboradores treinados e conseqüentemente um resultado final satisfatório.

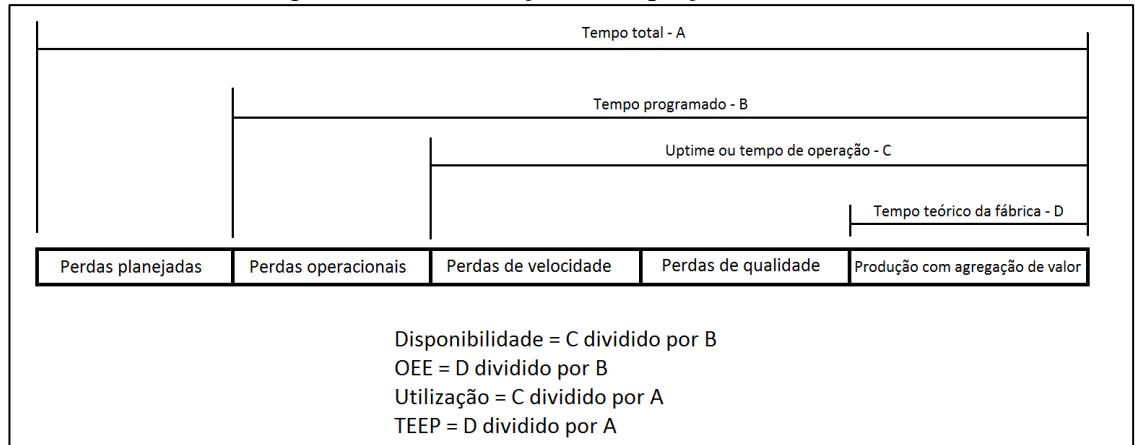
“Eficiência global dos equipamentos (OEE), indica a eficácia do processo (fazer bons produtos na velocidade considerada) no tempo que o equipamento está programado para operar.” (HANSEN, 2006, p.43).

Conforme Palomino, Manica e Miranda (2010), esta metodologia pode ser utilizada não apenas no âmbito dos grandes investimentos, mas também, do uso de ferramentas simples e de baixo custo, o que representa a realidade da maioria das empresas.

A maioria das empresas de classe mundial levou de três a cinco anos para atingir a maioria de seus ganhos, então esta é uma longa jornada para a realização de melhorias contínuas. Dentro desta métrica, as pessoas que “podem fazer” são o elemento mais importante da fábrica, pois elas podem trabalhar individualmente mas precisam entender a relação do todo com os objetivos e estratégias da empresa. Basicamente as organizações que obtiveram sucesso evoluíram de fábricas compostas por indivíduos para fábricas coordenadas

por equipes trabalhando por um objetivo comum e tomando decisões corretamente na primeira vez (HANSEN, 2006).

Figura 6 – Visualização das equações do OEE.



Fonte: Do autor, adaptado de Hansen (2006).

2.3.2 Cálculo do OEE

De acordo com Santos e Santos (2007), o cálculo do OEE, permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Isto ocorre a partir da identificação das seis grandes perdas existentes no ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade. O cálculo é realizado pelo produto dos índices do tempo operacional (disponibilidade), índice da performance operacional (performance) e o índice de produtos aprovados (qualidade).

Segundo Hansen (2006), após os principais processos e equipamentos da planta, são considerados os seguintes dados:

- Menor que 65% é inaceitável, a empresa está perdendo dinheiro; necessidade de se pedir ajuda urgentemente;
- Entre 65% e 75% é aceitável, porém com tendências trimestrais de melhoramento;
- Entre 75% e 85% é um resultado muito bom, mas com muito a ser trabalhado para atingir níveis de classe mundial, que são maiores que 85% para processos em lotes e maiores que 90% para processos contínuos.

O cálculo do OEE, conforme Hansen (2006) é definido conforme a Equação 1, apresentada a seguir:

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \text{ de Performance} \times Taxa \text{ de Qualidade} \quad (1)$$

Segundo Hansen (2006), é de grande importância conciliar os dados obtidos com a realidade da fábrica. Assim, caso o valor da OEE não se correlaciona com o valor da fábrica, o menor valor deve ser considerado até que a discrepância seja resolvida. Esta disciplina se torna necessária para termos certeza que estamos trabalhando com dados confiáveis.

Para Nakajima (1989), a incorporação de melhorias nas máquinas está ligada a eliminação das seis grandes perdas que, por sua vez, afetam os equipamentos. A figura 7 mostra especificamente esta relação.

Figura 7: Relacionamento entre o IROG, seus índices e suas perdas.



Fonte: Do autor (2016), adaptado de Nakajima (1989).

Conforme Takahashi e Osada (2010), o índice de disponibilidade representa o tempo em que o equipamento está disponível para o processamento de produtos. O cálculo do índice de disponibilidade, conforme Hansen (2006), é apresentada, a seguir na Equação 2:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de operação (Operacional)}}{\text{Tempo Disponível (Tempo de carga)}} \quad (2)$$

De acordo com Takahashi e Osada (2010), neste índice de performance, avalia-se o desempenho da máquina e está ligado diretamente com a velocidade do equipamento. Compara-se a velocidade ideal com a velocidade real de produção. Geralmente essas perdas são causadas por problemas no equipamento, no processo, pequenas interrupções, lotes pequenos e quaisquer operações que causam reduções na velocidade.

Para Hansen (2006), esta é uma das equações para o cálculo da eficiência de performance, apresentado a seguir na Equação 3:

$$\text{Eficiência de Performance} = \frac{\text{Tempo de ciclo Teórico}}{\text{Tempo de ciclo Real}} \quad (3)$$

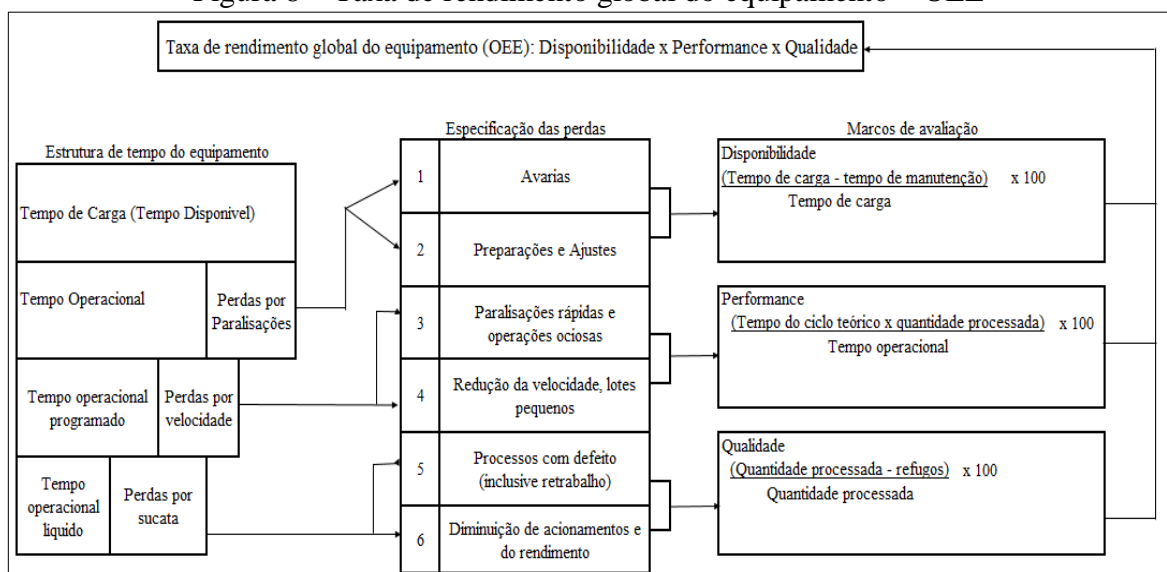
Ainda, para Takahashi e Osada (2010), as perdas relacionadas à qualidade se devem à processo com defeito em geral, sejam por rejeitos do processo ou retrabalhos, das peças produzidas, ou seja, faz uma comparação entre a quantidade de peças boas e a quantidade de peças rejeitadas.

A taxa de qualidade, definida por Hansen (2006), é apresentada na equação 4, a seguir:

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{Unidades boas produzidas}}{\text{Total de Unidades Produzidas}} \quad (4)$$

Conforme Takahashi e Osada (2010), a figura 8 ilustra a taxa de rendimento global do equipamento, a sistemática de cálculo do OEE e seus respectivos índices.

Figura 8 – Taxa de rendimento global do equipamento – OEE



Fonte: Autor (2016), baseado em Takahashi e Osada (2010).

2.3.3 Produtividade efetiva total dos equipamentos (TEEP)

De acordo com Hansen (2006), o *Total Effectiveness Equipment Performance* ou Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP), mede a efetividade total do equipamento em relação a cada minuto do relógio, ou seja, em relação ao tempo calendário. Este indicador pode ser interessante, pois em muitos locais os ativos-chave são utilizados em

relação ao tempo calendário. A TEEP deve ser utilizada em combinação com informações financeiras, pois revela a “fábrica oculta” que pode tornar a empresa mais competitiva.

Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP), é o percentual de tempo total (calendário) que o equipamento opera a uma velocidade ideal, produzindo bons produtos; (HANSEN, 2006, p. 43).

Conforme Hansen (2006), a TEEP pode ser usada para avaliar qual a verdadeira capacidade existente em uma fábrica. Uma vez que muitas fábricas operam 24/7, ou seja, 24 horas por dia durante sete dias por semana, ou utilizam esta estratégia para demandas sazonais, normalmente vendem tudo o que é produzido, e considerando que muitas empresas investem pesado em maquinário e instalações, se faz necessário trabalhar durante todo o tempo para recuperar todo investimento realizado. A TEEP pode ser um bom indicador da capacidade que ainda está disponível em um ativo existente.

Conforme Hansen (2006) o cálculo da TEEP é definido conforme a equação 5, apresentada a seguir:

$$TEEP = Utilização\ dos\ ativos \times Taxa\ de\ Velocidade \times Taxa\ de\ Qualidade \quad (5)$$

Para Hansen (2006), a disponibilidade global é definida conforme equação 6, demonstrada a seguir:

$$Utilização\ dos\ ativos\ (Disponibilidade\ Global) = \frac{Tempo\ de\ operação\ (Operacional)}{Tempo\ Total\ (Tempo\ Calendário)} \quad (6)$$

2.3.4 Benefícios do OEE

Para Piton et al. (2016), o OEE é uma ferramenta prática e simples, sendo capaz de mensurar o processo, monitorar e melhorar sua eficiência e eficácia, por meio da quantificação do percentual de utilização de um equipamento em relação a uma situação de velocidade nominal. Assim, reflete a relação entre o desejável com o que realmente acontece na indústria.

Hansen (2006), cita que além das ferramentas já indicadas aqui, o fator mais importante é aplicar a ferramenta certa e no tempo certo, sendo definido como o enigma do sucesso. Este é composto por quatro áreas-chave são apresentadas a seguir:

- a) Liderança: é a primeira área-chave porque a liderança proativa é a maneira mais rápida de envolver todas as partes para trabalharem juntas e é necessária para construir uma visão e uma caminhada na busca pela excelência. O verdadeiro sucesso nessa área ocorre quando, mesmo com pouca orientação, se perseguem os objetivos;
- b) Objetivos focados: surge da análise do banco de dados e do entendimento dos elementos do OEE. Inicia-se descobrindo onde você se encontra agora em relação à excelência, estabelecimento de um prazo e garantia de que esteja trabalhando com dados reais e confiáveis;
- c) O ciclo da Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) versus Teoria das Restrições (TOC): a TOC identifica os objetivos de alta prioridade e o OEE é a forma de medir as perdas chamando a atenção para o objetivo;
- d) Aprendizagem contínua: educação constante sobre os processos, métodos, equipamentos, organização e resultados financeiros. Após uma melhoria ser demonstrada, ela deve ser a nova maneira de operar do grupo de trabalho.

Para Souza e Cartaxo (2016), com essa ferramenta, é possível identificar o foco principal do problema do equipamento estudado, quando anteriormente só existiam especulações de atrasos, porém não havia estudo para a análise dos atrasos mencionados.

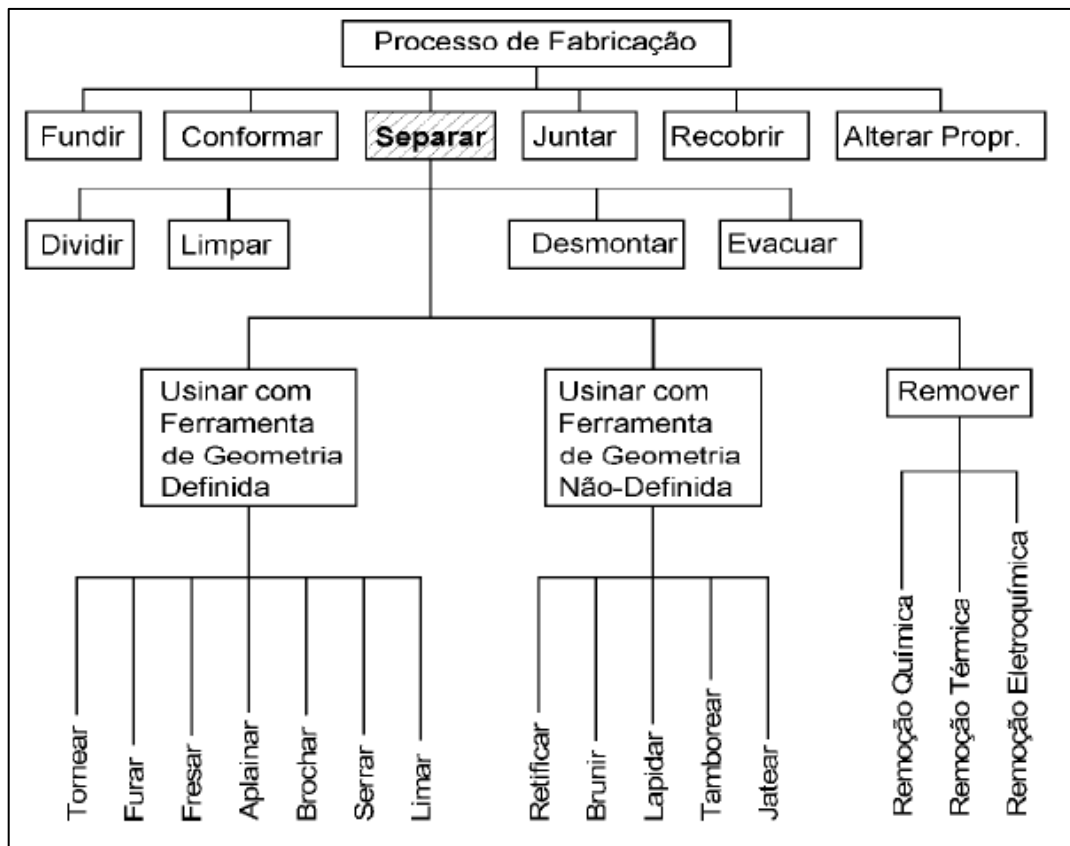
Ainda para Hansen (2006), a OEE se relaciona diretamente com as razões financeiras críticas, onde as melhorias no OEE podem ter grande impacto no lucro operacional. Ainda, para melhores resultados na produtividade de uma fábrica, a OEE pode ser utilizada juntamente com uma agressiva estratégia de negócio.

2.4 PROCESSOS DE USINAGEM

Conforme Zeilmann e Nicola (2013), a grande maioria dos objetos que utilizamos não está na forma e dimensões as quais necessitamos; assim, torna-se necessário transformar matérias primas em produtos acabados por meio da utilização de processos de fabricação.

Para König e Klocke (1997), os processos de fabricação podem ser classificados da seguinte maneira, de acordo com a figura 9.

Figura 9: Classificação dos processos de fabricação



Fonte: König e Klocke (1997).

Para o presente trabalho, estudamos o processo de tornear, que classifica-se como um processo de fabricação por separação a ser executado com uma ferramenta de geometria definida.

De acordo com a norma DIN 8580 (1985), a usinagem compreende todos os processos de fabricação onde ocorre a remoção de material na forma de cavaco; o cavaco, por sua vez, caracteriza-se como a porção de material da peça retirada pela ferramenta. O estudo dos processos de usinagem é baseado nas ciências mecânicas (atrito e deformação), na termodinâmica (calor) e nas propriedades dos materiais.

Ainda segundo Zeilmann e Nicola (2013), os processos de fabricação com remoção de cavaco historicamente foram e continuam sendo atualmente os principais processos de fabricação de peças, principalmente na produção de peças unitárias e pequenas séries, devido aos grandes volumes de material que podem ser removidos por unidade de tempo e à grande flexibilidade destes processos.

2.4.1 Torneamento

Segundo Rögwitz (1979), no torneamento a peça revolve e executa o movimento principal com a velocidade de corte, ao mesmo passo em que a ferramenta executa o movimento de avanço e regulagem. Por ser um processo de usinagem simples, o torneamento foi amplamente pesquisado.

Para Silva (2008), no torneamento temos dois eixos de avanço: X (eixo transversal) e Z (eixo longitudinal) que formam o contorno de uma peça. Além dos eixos de avanço, também temos o eixo árvore principal da máquina ferramenta.

2.4.2 Parâmetros do torneamento

De acordo com Stemmer (1993), em um processo de usinagem existem parâmetros que devem ser considerados para se obter o melhor desempenho. Assim, estes são os parâmetros de controle os seguintes:

- a) Velocidade de corte: é a velocidade instantânea do movimento resultante da ferramenta em relação à peça; é medida em m/min;
- b) Avanço: é a distância percorrida pela ferramenta por rotação da peça; sua unidade de medida é mm/rotação;
- c) Profundidade de corte: é a espessura da penetração da ferramenta medida perpendicularmente ao plano de trabalho; sua verificação é dada em mm;
- d) Taxa de remoção: volume de material removido por unidade de tempo; sua unidade é mm^3/min .

2.5 COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO

Segundo Machado (1990), os equipamentos comandados com controle numérico se diferenciam dos convencionais por não necessitarem de acessórios para controlar os movimentos da máquina (gabaritos, cames) e pela não interferência direta do operador. Estes, por sua vez, são comandados por meio dos dados de entrada.

Ainda para Machado (1990), podemos dividir a evolução desta máquina ferramenta em três estágios: torno convencional, torno com comando numérico e torno com comando

numérico computadorizado. A diferenciação dos dois últimos estágios ocorre pela maior capacidade de arquivamento de programas do CNC.

O comando numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações por meio de entrada própria, compilar estas informações e transmiti-las em forma de comando à máquina operatriz, de modo que esta, sem a intervenção do operador, realize as operações na sequência programada; (MACHADO, 1990, p. 21).

Para Machado (1990), o comando numérico é o mais dinâmico processo de fabricação, pois mesmo com um custo inicial maior, é compensado pela diminuição do tempo de fabricação, racionalização do trabalho e qualidade do serviço.

Conforme Kief e Roschiwal (2013), esta é a tecnologia capaz de atender ao Sistema Toyota de Produção, por suas características como custo benefício, integração entre homem e máquina, rápida detecção de erros e grande capacidade de simulação.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

O capítulo em questão expõe detalhadamente a proposta de trabalho para obtenção de sucesso em relação aos objetivos deste trabalho. Na Seção 3.1 descreve-se o cenário atual do processo produtivo na empresa Metalúrgica Buzin, descrevendo as etapas, tarefas e seu envolvimento com as demais áreas da organização. Também é descrita a situação atual da coleta e análise de dados e os problemas observados durante a elaboração do trabalho. Em seguida, apresenta-se a proposta para implementação do IROG, atuando especificamente na área de torneamento CNC do setor de produção.

3.1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o intuito de implementar o índice de eficiência global dos equipamentos (OEE) no setor de torneamento CNC do setor de produção na empresa Metalúrgica Buzin. Como já mencionado anteriormente, o setor é composto por duas células com cinco máquinas cada e uma célula com duas máquinas, totalizando doze máquinas controladas por sete operadores. Os equipamentos usinam diferentes produtos, como eixos, cilindros, comandos hidráulicos, entre outros.

Não diferente de outras empresas, a Metalúrgica Buzin vem atendendo às exigências do mercado e clientes, trabalhando principalmente com grandes multinacionais, o que acarreta grande pressão por preços e margem de lucro e alto nível de competitividade. Assim, torna-se de grande valia para a perpetuação no mercado, uma boa gestão dos recursos produtivos, possibilitando a máxima utilização dos equipamentos. O estudo desse trabalho vai ao encontro dos objetivos atuais da empresa, em implementar um método de gestão do OEE e trabalhar na sua melhoria, buscando atingir índices estabelecidos pela organização e pela literatura.

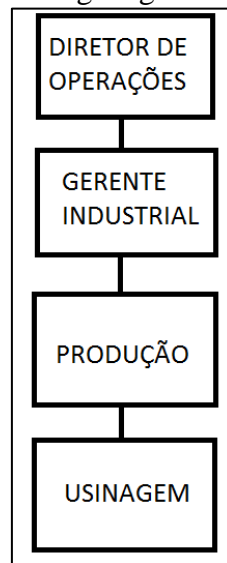
Para o desenvolvimento deste trabalho, o estudo tem como base os conceitos de manufatura enxuta, manutenção produtiva total e eficiência global dos equipamentos previamente apresentadas no capítulo dois deste trabalho.

3.2 CENÁRIO ATUAL

O foco deste trabalho, como já mencionado no decorrer do trabalho, foi o setor de torneamento CNC, do setor de produção na Metalúrgica Buzin. Este setor é composto por sete operadores que se reportam a um gerente industrial que responde diretamente à diretoria.

Toda gestão da produção é realizada pelo gerente industrial, responsável pela gestão das pessoas, cumprimento do plano de produção e gestão do consumo de matéria-prima. Atualmente a empresa não conta com o indicador OEE, onde a eficiência da produção é verificada pela experiência do gerente industrial, o que pode causar grandes divergências ao se tabular os dados. O organograma do setor de produção da empresa pode ser visualizado de forma macro na figura 10.

Figura 10 – Extrato do organograma do setor de produção



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Atualmente o setor de usinagem por torneamento CNC emprega sete colaboradores, operando em um único turno de trabalho. Uma das células deste setor pode ser visualizada na figura 11.

Figura 11 – Setor de torneamento CNC



Fonte: Do autor (2016).

Neste setor, o gerente de produção é o responsável por orientar as pessoas quanto ao fluxo de trabalho, orientar preparadores das máquinas quanto aos *setups*, fazer a ligação entre este setor e o administrativo da empresa e auxiliar no controle de produção.

3.2.1 Equipamentos gerenciados

O setor de torneamento CNC da Metalúrgica Buzin é composto por 12 máquinas, organizadas em três células de máquinas. As células são classificadas por similaridades do maquinário. Na célula um, existem dois tornos CNC, da marca Mazak, onde são direcionados os itens de maior complexidade de fabricação. Na célula dois, existem cinco tornos CNC, todos da marca Mazak, onde são fabricados os itens dos pedidos em carteira dos principais clientes da empresa. Na célula três, também existem cinco tornos CNC, dois da marca Mazak, um da marca Daewoo, um da marca YCM e um da marca Feeler. Em geral, se destinam aos grandes lotes de produção.

Na Quadro 1 a seguir pode ser visualizada uma relação do maquinário, assim como a sua divisão por células.

Quadro 1: Listagem de máquinas do setor.

Célula	Número	Marca	Modelo
1	1	Mazak	Dual Turn 20
	2	Mazak	Super Quick Turn 100 MY
2	3	Mazak	Quick Turn Nexus 250
	4	Mazak	Super Quick Turn 10
	5	Mazak	Quick Turn 6T
	6	Mazak	Quick Turn 10
	7	Mazak	Quick Turn 8N
3	8	Mazak	Quick Turn 6T
	9	Mazak	Quick Turn 6G
	10	Daewoo	Lynx 200
	11	YCM	GT250B
	12	Feeler	FTC10

Fonte: Do autor (2016).

3.2.2 Principais Problemas

A empresa não conta com métodos para verificação de seu índice de eficiência, sendo este sempre sendo realizado pela experiência de seus gestores, o que é sabido que pode resultar em grande diferença quantitativa.

A produção é programada por meio dos pedidos do cliente, onde o gerente industrial tenta priorizar por data a produção, não havendo o suporte de sistema ERP. Não há informações quanto à carga máquina, sendo obtida pela experiência dos gestores.

Nos dias de hoje, não existem planos de ações específicos para controle da produção e perdas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho de implementação do OEE tem fundamento, no entanto há grande dificuldade de mensuração dos impactos positivos que os dados coletados e as melhorias realizadas podem ter, visto que não há valores anteriores para a comparação.

3.3 ETAPAS DO TRABALHO

Para atingir o objetivo principal de implementar o OEE no setor de torneamento CNC na Metalúrgica Buzin, este é o plano de ação para concluir os objetivos específicos. Assim, a proposta para concluir o objetivo do trabalho se divide em oito etapas conforme descrito nos subcapítulos que seguem. As etapas foram elaboradas para permitir que o

desenvolvimento do trabalho seja realizado de forma organizada, contribuindo para que os objetivos propostos sejam alcançados.

Na figura 12 está ilustrada a sequência destas atividades.

Figura 12 – Etapas de implementação

Etapa 1	• Identificação do processo a ser estudado e seus limites.
Etapa 2	• Definição da sistemática de coleta de dados nos equipamentos.
Etapa 3	• Treinamento da operação e da gestão.
Etapa 4	• Coleta dos dados e cálculo do IROG individual e geral.
Etapa 5	• Identificação das principais perdas que afetam o sistema.
Etapa 6	• Proposição e implementação de melhorias no processo produtivo.
Etapa 7	• Avaliação dos resultados obtidos na implementação realizada.
Etapa 8	• Análise final e reflexão sobre resultados alcançados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

3.3.1 Identificação do processo a ser estudado e seus limites

Nesta etapa inicial são feitas avaliações referentes ao processo produtivo em cada máquina, com o intuito de entender e visualizar as dificuldades existentes em cada uma e identificar possíveis pontos de melhorias. Para tornar isso possível, é necessária a participação de colaboradores do setor de chão de fábrica.

Com o diretor de operações e o gerente industrial são definidos alguns padrões e estratégias de avaliação que servem para definir as novas médias de produtividade, *setup* e refugo de cada máquina. Esses padrões serão a base para o restante do trabalho. Também há a organização de um *Workshop* com os envolvidos para tornar possível a realização de uma análise eficiente e produtiva.

São analisados a atual metodologia para resolução de problemas que ocorrem na produção, a rotina atual do setor e quais os procedimentos o compõe. Também são comunicados os operadores objetivando-se uma visão de como eles percebem o sistema atual e quais os pontos positivos, negativos e sugestões de melhorias, sendo realizado por meio de reunião individual com cada um.

O plano de ação para esta etapa é representado pelo Quadro 2, o qual são apresentados no primeiro *workshop*, aos operadores das máquinas. O intuito é direcionar de

forma clara e objetiva a responsabilidade de cada um dos participantes, que poderão entender de que forma estão inseridos no contexto do planejamento.

Quadro 2 – Plano de Ação Etapa 1

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Analisar a metodologia atual para resolução de problemas	Análise Estratégica	Produção	Pesquisador	1ª semana de Janeiro de 2017	Análise do processo
Coletar sugestões de melhorias dos operadores	Análise Estratégica				Reunião

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Esta etapa é de fundamental importância para as demais, visto que servirá como base de apoio para o desenvolvimento do planejamento do projeto.

3.3.2 Definição da sistemática de coleta de dados nos equipamentos

Após a conclusão da primeira etapa e tendo pleno conhecimento da condição em que a empresa trabalha, é realizada a definição da sistemática de coleta de dados. O objetivo é uma melhor associação entre as práticas da literatura e a maneira de trabalho da empresa.

Quadro 3 – Plano de Ação Etapa 2

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Definir metodologia para a coleta de dados	Garantir coleta de dados precisos	Produção	Gestores Industriais	3ª semana de Janeiro de 2017	Monitoramento na fábrica e histórico da operação

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Esta definição é realizada com apoio da gestão industrial (diretor de operações e gerente industrial), traçando um padrão para um levantamento inicial e posterior gerenciamento do OEE no setor de produção. São feitas a definição de quem preencherá os dados, quem irá recebê-los e analisar e quem tomará a decisão final, com posse desses dados.

3.3.3 Treinamento da operação e da gestão

Após a definição das métricas, realizada na etapa anterior, é realizado o treinamento dos operadores, objetivando-se a conscientização da importância do trabalho e também visando uma grande acuracidade no preenchimento das informações por parte deles. Com os gestores industriais, é realizada uma reunião para definição das diretrizes com o pesquisador. Após isto, em um segundo momento, o pesquisador ministra um treinamento aos operadores com carga horária de uma hora e meia, sendo realizado após o período de trabalho semanal. Neste treinamento são abordadas a proposta e importância do estudo em questão e também feitas orientações quanto ao correto preenchimento dos dados pelos operadores.

Quadro 4 – Plano de Ação Etapa 3

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Treinar operadores e gestores	Conscientizar da importância do estudo e orientar para a correta execução	Produção	Gestores Industriais	3ª semana de Fevereiro de 2017	Treinamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Este estágio é de grande importância para o estudo, uma vez que representam os dados de entrada do processo e onde todo o resto do estudo é baseado.

3.3.4 Coleta dos dados e cálculo do IROG individual e geral

A coleta de dados é realizada nessa etapa por meio do preenchimento do relatório por parte dos operadores das máquinas com a supervisão do gerente industrial. O período de coleta se estenderá ao longo de dois meses, sendo possível quantificar os índices de OEE estratificados por equipamento, e também de forma global.

Essas análises têm o objetivo de padronizar um método de gerenciamento eficaz do indicador, fazendo com que seja despendido menos tempo em análise e mais tempo em ações de melhoria. O plano de ação para esta etapa é representado pelo quadro 5.

Quadro 5 – Plano de Ação Etapa 4

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Coletar dados	Análise Estratégica	Produção	Operadores	3ª semana de Março de 2017	Preenchimento do documento para coleta de dados
Classificar dados por equipamento do OEE			Pesquisador		Organizar informações com auxílio do Excel
Listar dados classificados					

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Os dados são tabulados em uma planilha Excel, com o período de coleta de dados iniciando no mês de abril de 2017, e se estendendo até junho, onde após são identificadas as grandes perdas do processo, sendo quantificadas.

3.3.5 Identificação das principais perdas que afetam o sistema

Nesta fase, são realizadas as análises do OEE e as perdas que estão relacionadas ao mesmo. Isso é feito pelo desmembramento das perdas nos eixos de disponibilidade, performance e qualidade. Assim, é possível visualizar de forma global, e também equipamento por equipamento, como cada índice está no resultado global.

Essa quantificação está relacionada ao quanto, em horas e percentualmente, representa cada perda existente no processo. Para o índice de disponibilidade são mensurados o total de horas de máquina parada por diferentes motivos, e com isso é possível quantificar quanto cada parada está impactando percentualmente no OEE. No índice de *performance*, essa quantificação é feita por meio da relação entre as horas previstas e as horas de produção. Por fim, no índice de qualidade, por meio da relação das peças boas com o total de peças produzidas. O plano de ação para esta etapa é representado pelo Quadro 6.

Quadro 6 – Plano de Ação Etapa 5

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Analisar percentual de impacto de cada perda	Análise Estratégica	Produção	Pesquisador	2ª semana de Abril de 2017	Organizar informações com auxílio do Excel
Listar as maiores perdas globais					
Avaliar a influência que as três dimensões (disponibilidade, performance e qualidade) possuem no OEE					

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Isto possibilitará identificar qual o impacto no OEE de cada parada de máquina, peça rejeitada e item com tempo de ciclo errado e também estimar os possíveis ganhos de se reduzir ou eliminar determinada perda.

3.3.6 Proposição e implementação de melhorias no processo produtivo

Tendo-se todos os dados tabulados, torna-se necessário a definição das prioridades de perdas a serem reduzidas. Isso é feito mediante a reunião do diretor de operações e do gerente industrial, escolhendo as perdas mais significativas para ser iniciado um plano de melhoria. É criado um plano de ações com focos específicos em cada índice (disponibilidade, performance e qualidade), sendo possível a projeção dos efeitos positivos que cada ação de melhoria criada irá surtir no OEE global do setor de produção. O plano de ação para esta etapa é representado pelo Quadro 6.

Quadro 7 – Plano de Ação Etapa 6

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Determinar, para cada eixo do OEE, ações para melhoria de desempenho	Objetivando a melhora do OEE global	Produção	Pesquisador e gestores industriais	4ª semana de Abril de 2017	Reunião

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Assim é possível projetar as ações necessárias para garantir a evolução do OEE, conforme as metas estabelecidas tanto a nível industrial quanto estratégico. É importante um alinhamento na estratégia entre a gestão e os operadores, pois demanda esforços para o aprimoramento deste índice.

3.3.7 Avaliação dos resultados obtidos na implementação realizada

Nesta etapa são feitas as análises em termos numéricos para uma avaliação dos resultados da implementação do método na empresa. Também são feitas reflexões quanto ao resultado esperado para o índice de OEE, e seus possíveis ganhos ou perdas referentes às ações implementadas e se as mesmas foram adequadas ao setor. O plano de ação para esta etapa é representado pelo Quadro 8.

Quadro 8 – Plano de Ação Etapa 7

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Mensurar numericamente o atingimento das metas	Analisar a resposta dada pela proposta do trabalho	Produção	Pesquisador e gestores industriais	2ª semana de Junho de 2017	Análise dos dados tabulados

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Nessa última etapa, o estudo desse trabalho é finalizado, e espera-se o sucesso quanto ao objetivo geral.

3.3.8 Análise final e reflexão sobre resultados alcançados

Nesta última etapa são feitas as reflexões sobre as etapas anteriores, avaliado se objetivos especificados foram atingidos e a apresentação para a banca final.

Quadro 9 – Plano de Ação Etapa 8

Plano de Ação – 5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Finalização e apresentação do TCC	Análise do desenvolvimento do estudo	Universidade de Caxias do Sul	Pesquisador	Até 4ª semana de Junho de 2017	Apresentação do trabalho para banca

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Também é avaliada a abrangência do atual trabalho e a proposição de futuros temas para a melhoria e o desenvolvimento do método no longo prazo, com o objetivo de se tornar parte da cultura da organização.

3.5 CRONOGRAMA

Para um melhor aproveitamento do tempo de organização e execução das etapas do trabalho, foi elaborado um cronograma para as atividades. Com pequenos ajustes, o cronograma foi cumprido adequadamente.

A figura 13 exhibe os prazos de cada etapa do trabalho:

Figura 12: Cronograma de atividades

Cronograma	Período de Realização - 2017																							
	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho			
Etapas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 - Análise do processo atual	■	■																						
2 - Definição metodologia de coleta de dados			■	■	■	■																		
3 - Treinamento dos operadores							■	■	■	■														
4 - Coleta de dados e cálculo do IROG											■	■	■	■										
5 - Identificação das principais perdas															■	■	■	■	■	■				
6 - Implementação das melhorias																								
7 - Reflexão dos resultados																							■	■
8 - Finalização e apresentação dos resultados																								■

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

3.6 CONSIDERAÇÕES

No presente capítulo foi apresentado o cenário atual da empresa, as oito etapas do trabalho que são executadas buscando o atingimento dos objetivos específicos, assim como o cronograma definindo as datas de implementação.

Para uma boa execução do trabalho, torna-se essencial o comprometimento dos profissionais, de cada uma das áreas envolvidas. Os principais fatores que irão influenciar no sucesso da proposta são o cumprimento dos prazos e a precisão das informações que são levantadas.

Com o transcorrer do trabalho, há a possibilidade de uma maior compreensão, por parte da empresa, do uso de seus recursos e, assim, uma possibilidade de um melhor gerenciamento.

Além disso, para o pesquisador também é uma oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso em um ambiente fabril, contribuindo para seu

desenvolvimento. Isso endossa a relevância da proposta apresentada neste trabalho para o pesquisador e para a empresa como um todo.

4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento das etapas descritas no capítulo 3, a fim de aplicar a metodologia IROG para mensurar as perdas que afetam o sistema e propor a implementação de melhorias para melhora deste índice.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO A SER ESTUDADO E SEUS LIMITES

Para analisar o modelo de processo atual, foram realizadas entrevistas com integrantes do processo, estes, participam e/ou são responsáveis por uma ou mais etapas no fluxo produtivo, permitindo a coleta de diferentes visões e, principalmente, verificar possíveis oportunidades de melhoria. Por tratar-se de uma estrutura enxuta e os funcionários tendo bastante tempo de casa, os questionamentos foram direcionados ao responsável efetivo da atividade em questão, sendo desde o operador até o diretor de operações, onde cada um possui um vasto conhecimento do processo praticado.

Neste momento houve a participação de três operadores, gerente industrial e o diretor de operações. As entrevistas foram realizadas durante as duas primeiras semanas do mês de janeiro, com duração aproximada de uma hora para cada entrevistado, almejando a identificação dos seguintes aspectos:

- a) identificação das atividades às quais o entrevistado participa;
- b) características referentes ao processo produtivo;
- c) levantamento de pontos críticos e diagnóstico de possíveis oportunidades de melhoria do processo produtivo, refletindo no IROG.

Com o diretor de operações e o gerente industrial foram definidos alguns padrões e estratégias de avaliação que servem para definir as novas médias de produtividade, *setup* e refugo de cada máquina. Essas métricas são as estimadas e esperadas para serem encontradas ao final dos cálculos, baseado na experiência dos gestores.

Foi constatado que cada operador programa e opera a sua máquina, sendo possível trabalhar conjuntamente com duas máquinas na mesma célula, em momentos determinados. Este processo ocorre da seguinte maneira: há um computador com todos os programas CNC's armazenados, assim, quando o operador realiza o *setup*, ele busca o equipamento, faz a transferência do arquivo para a máquina e realiza as operações subsequentes de usinagem. Isto é uma vantagem, uma vez que em outras empresas os operadores realizam apenas a

execução e não a programação, o que resulta em funcionários com uma capacidade maior de resolução de problemas no modelo desta empresa. Todo o gerenciamento das ordens de produção e resolução de problemas é feita pelo gerente industrial, com ações pontuais.

O grau de instrução dos operadores é de ensino médio completo (educação geral), com cursos de qualificação (educação continuada) típicos da área, segundo especificidades da produção (usinagem, solda, operação de pontes rolantes) e cursos técnicos.

Também foi possível observar a baixa rotatividade de pessoal e o grande tempo de empresa, facilitando a assimilação da cultura da empresa e, conseqüentemente, a implementação do presente trabalho.

Como oportunidade de melhoria foram citados: a possibilidade de travamento dos programas das máquinas, ou seja, depois de programado na melhor condição de desempenho não ser mais possível a alteração destes padrões pelos operadores, o que poderia afetar o índice de *performance*; realização de *job rotation* entre os operadores para, em situações necessárias, eles estarem aptos a trabalhar em diferentes funções; estabelecimento de uma política documentada de planos de ações corretivos e preventivos e *kaizen* sendo realizado em todo parque fabril; elaboração de indicadores de desempenho e plano de carreira para uma maior clareza aos funcionários de qual estágio estão e o que podem alcançar.

4.2 DEFINIÇÃO DA SISTEMÁTICA DE COLETA DE DADOS NOS EQUIPAMENTOS

Nesta etapa foi realizada uma reunião entre o pesquisador, o gerente industrial e o diretor de operações. Todos já possuíam conhecimento prévio do IROG, então o objetivo foi a adaptação da melhor maneira de coletar os dados no contexto da empresa em estudo. Além deste time, os operadores também colaboraram para a elaboração destes documentos, devido sua experiência e conhecimento do processo de fabricação. Foi definida a utilização do caderno de máquinas, conforme anexo 9, para obtenção dos dados relativos à disponibilidade e o uso da ficha de identificação, conforme anexo 10, para o recolhimento dos dados de qualidade.

Esta etapa possui grande relevância para o sucesso da proposta e para a gestão do parque fabril como um todo. Um benefício da aplicação nesta empresa é que os operadores possuem grande experiência, realizando além da operação, a preparação da máquina e também tempo de empresa. Assim, conseguiu-se um grande envolvimento dos colaboradores, aliando-se experiência e esmero com o trabalho.

Em relação à dimensão da qualidade, os operadores devem realizar uma medição a cada dez peças saídas da máquina, portanto não se espera um refugo maior do que este número a cada não conformidade registrada. O documento apresenta os seguintes campos para preenchimento: código do item, número da ordem de serviço, data, número do operador, número da máquina, turno em que foi realizada a operação, motivo da não conformidade, fornecedor ou cliente, número da ordem de compra e a quantidade. Ao final há a opção de definição do que será feito com as peças, sendo definido pelo gerente industrial e operador, entre: aprovação, retrabalho ou reprovação.

Foi planejada uma coleta de dados durante o período de dois meses, visando à obtenção de uma maior acuracidade nos dados da operação fabril.

Para a elaboração do caderno de máquinas, foi realizada uma análise nos equipamentos das paradas que os afetavam historicamente e suas causas. Assim, a estrutura do documento e suas orientações para preenchimento são:

- a) Na primeira linha, realizar a identificação da máquina e do funcionário responsável pelo preenchimento;
- b) Na sequência, conforme ocorre a produção, a partir da segunda linha até o final da tabela, há o espaço destinado ao preenchimento das informações dos itens usados, iniciando na coluna da esquerda pelo número da ordem de fabricação, número do operador, operação (codificada conforme a tipologia na parte de baixo da folha), a data e o horário;
- c) Na coluna subsequente, há as informações de *setup* e produção, com horário de início e final e quantidade de peças. Também há o espaço para informar as paradas de máquina conforme a tipologia de paradas padrão, que será apresentada a seguir. Deverá constar no registro o horário de início e fim de cada parada.

Também ficou definido o acompanhamento do pesquisador junto ao parque fabril, coletando os documentos após o preenchimento de forma semanal, materializá-los na forma de planilha eletrônica e tomar a decisão sobre os dados, juntamente com a gestão da empresa.

4.3 TREINAMENTO DA OPERAÇÃO E DA GESTÃO

Ao final da etapa de estratégia para obtenção de dados, foi planejado e executado o treinamento dos sete operadores, do gerente industrial e do diretor de operações, efetuado pelo pesquisador. Foi realizado um período de 1 hora e 30 minutos, na última semana de janeiro.

O treinamento foi baseado nos materiais utilizados na disciplina de Sistemas de Produção I, do curso de Engenharia de Produção da UCS, ministrada pelo professor Ivandro Ceconello no segundo semestre de 2015, conforme anexo B. Neste momento foram abordados temas relacionados ao histórico do IROG, sua importância para um gerenciamento mais efetivo do parque fabril, sua fórmula de cálculo e também a parte prática de preenchimento de dados e tipologia de paradas. Um ponto destacado pelo pesquisador foi de que esta metodologia avalia muito mais os equipamentos do que os operadores em si, para evitar neles a concepção de que seu desempenho estaria sendo avaliado e, conseqüentemente, uma baixa adesão ou comprometimento com a proposta do trabalho. Ao final do treinamento, foram realizados estudos de caso e exercícios para fixação da metodologia pelos operadores.

Os operadores foram orientados a realizar o preenchimento do caderno de máquinas sempre no momento em que o fato ocorresse, visando deixar o registro o mais próximo da veracidade dos fatos e para que não haja nenhum esquecimento. Este formulário será fixado nas pranchetas presentes em cada torno CNC, sendo de fácil visualização para os operadores. Ao final de cada semana de trabalho, o operador foi orientado a depositar o documento na pasta reservada para esta finalidade na sala do gerente industrial.

Além do treinamento, o pesquisador conversou individualmente com cada operador antes, durante e depois do período de coleta de dados, ficando à disposição para o esclarecimento de dúvidas. Também estiveram disponíveis o gerente industrial e o diretor de operações que, por seus maiores conhecimentos e experiências técnicas e de gestão, poderiam colaborar para possíveis esclarecimentos.

4.4 COLETA DE DADOS E CÁLCULO DO IROG INDIVIDUAL E GERAL

Os dados foram coletados durante um bimestre, nos meses de março e abril de 2017, com o parque fabril operando das 7h 30min até às 17h 18min. A coleta foi iniciada no dia 03 de março e findada no dia 28 de abril.

Após a coleta os dados foram tabulados numa planilha eletrônica de Excel, conforme Anexo D, onde foram estratificados os dados de disponibilidade e performance. Para a disponibilidade, foi considerado o tempo disponível para a produção e subtraído as paradas registradas pelos operadores. Já para a dimensão da performance, foi comparado o tempo padrão do item com o tempo real de produção. Por fim, a dimensão qualidade foi mensurada por meio da ficha para coleta de dados da qualidade, conforme Anexo C. Diariamente, no começo do turno de trabalho, a ficha era recolhida e após contabilizada.

A partir destes dados, calculou-se o IROG e seus índices, por meio das equações propostas por Nakajima (1989), descritas no referencial bibliográfico deste trabalho, gerando os resultados que estão demonstrados abaixo, no Quadro 10.

Esta tabela contém todos os equipamentos do setor de torneamento CNC, com seus respectivos resultados de disponibilidade, performance, qualidade e OEE global do período informado.

Quadro 10 – Resultados obtidos

Máquina	Disponibilidade (%)	Performance (%)	Qualidade (%)	OEE (%)
1	30,0	76,3	98,8	22,61
2	73,11	101,4	97,5	72,28
3	67,44	95,7	98,4	63,50
4	73,67	87,6	93,2	60,14
5	63,46	79,5	94,5	47,67
7	60,53	96,3	97,3	56,71
8	61,49	85,1	89,5	46,83

9	77,72	102,3	99,3	78,95
10	29,88	70,8	92,4	19,54
11	32,05	74,6	91,3	21,82
12	23,95	71,2	93,2	15,89
Total	53,93	85,52	95,03	43,84

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

Conforme apresentado no Quadro 10, o OEE do setor de torneamento CNC da Metalúrgica Buzin foi de 43,84% no período analisado, valor que está abaixo das boas práticas recomendadas pela bibliografia.

Conforme apresentado no capítulo dois, o índice de empresas de classe mundial para o OEE é de 85%, composto por índices superiores de 90% para a disponibilidade, índices superiores de 95% para a performance e índices superiores de 99% para a qualidade.

Assim, podemos observar que os resultados obtidos para o IROG estão muito abaixo daqueles definidos como ideais.

Como métrica para o processo, ao final de cada semana de trabalho, o operador depositava o documento na pasta reservada para esta finalidade na sala do gerente industrial. Semanalmente o pesquisador digitava os dados obtidos em planilha do Excel, desenvolvido com o intuito de armazenar e gerar informações necessárias para a análise e tomada de decisões. Esta planilha esteve disponibilizada nos diretórios da empresa, onde o diretor de operações, o gerente industrial e o pesquisador tinham acesso aos dados.

Foi constatado que alguns itens produzidos excediam os 100% do indicador de performance, ou seja, eram usinados em um menor período que o tempo padrão cadastrado. Estes itens foram repassados para a gerência industrial para correção de roteiro e estrutura.

Em relação aos registros das informações realizadas pelos operadores, nota-se que nem sempre as paradas foram registradas no exato momento em que aconteceram, no entanto foram registradas posteriormente no formulário. Isto pode influenciar uma melhor condição de tomada de dados, visto que dependerá da memória do operador, havendo chances do tempo registrado ser diferente do tempo de parada.

Também foi observado que algumas paradas não foram registradas, geralmente quando o operador estava ocioso ou com sobrecarga de trabalho. A maior parcela de paradas não registradas referem-se a paradas rápidas, em média de 1 a 5 minutos.

Assim, percebe-se que existe a necessidade de uma análise e ações focadas na melhoria destes indicadores e num trabalho para que a metodologia seja empregada como parte da cultura da empresa.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PERDAS

Esta etapa é de grande importância ao trabalho, visto que neste momento foram analisados os principais problemas enfrentados no parque fabril e onde serão direcionados os esforços para melhoria.

Inicialmente podemos identificar uma baixa disponibilidade da máquina 1; isto se deve ao fato de ter ocorrido alterações no programa de produção da empresa e este equipamento acabou sem demanda, entrando nas perdas por gestão programadas.

Similarmente, a máquina 6 não teve seus dados coletados, diferentemente do que foi planejado no TCC 1, por estar passando por um *retrofitting*.

Também nos equipamentos da terceira célula, nas máquinas 11 e 12, podemos avaliar que a influência do operador impactou fortemente a baixa dos índices de disponibilidade. Constatamos isto ao avaliar os tempos de parada para manutenção e liberação da qualidade que foram maiores que a dos outros operadores nestes dois meses de captação de dados.

Analisando os dados obtidos, constata-se que o maior impacto no OEE são as perdas de disponibilidade, aparecendo com 53,93% onde as boas práticas da academia recomendam 90%. A única parada programada foram as refeições, o resto sendo classificadas como não programadas, onde as principais são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Perdas de disponibilidade

Posição	Causa	Impacto
1	Setup	73,6
2	Manutenção Corretiva	12,8
3	Liberação da Qualidade	5,2
4	Amostra ou Protótipo	4,8
5	Limpeza do posto de trabalho	1,7
6	Preparação de máquina diferente	1
7	Espera por ferramenta	0,6
8	Preparação de matéria prima	0,3
Total		100,0

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

O índice de performance se apresentou 10% abaixo do ideal segundo a revisão bibliográfica. Nas etapas seguintes serão analisados os itens em que houve as maiores diferenças entre o tempo padrão e o tempo real de usinagem. Também serão analisadas as causas técnicas e de pessoal para os casos em que o equipamento teve sua velocidade de ciclo limitada por algum motivo.

Com relação ao índice de qualidade, temos os melhores resultados quando comparamos com a revisão bibliográfica, estando 4% abaixo do ideal. Na área de usinagem, as perdas de qualidade são relativas ao dimensional fora do especificado. O quadro indicativo de não conformidades fica dentro do setor de produção, conforme Anexo E. Para critério de classificação, utilizou-se o impacto financeiro do item, onde uma peça pode aparecer menos vezes, mas apresentar um maior valor monetário, causando maior impacto. Por sua vez, a empresa optou por não informar os dados financeiros desta análise. Realizou-se uma análise dos códigos de itens com maiores incidências de não conformidade, com a ação sendo focada na referência da peça e não na máquina que a produziu; isto se deve ao fato de um item poder ser produzido em várias máquinas. O resultado desta análise está apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 – Itens refugados com maiores impactos na qualidade

Ordem	Referência do Item	Quantidade
1	002590	810
2	058030	10
3	002565	394
4	0255441	65
5	1385041	65
6	1310234	274
7	035367	138
8	803594	10
9	KK19436	6
10	179080870	1

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

No eixo de performance, concluiu-se que a principal causa de redução de velocidade foi a interferência do operador, atuando de forma a diminuir a velocidade de corte do equipamento.

Essa análise estratificada, assim como nas dimensões de disponibilidade e performance, permite um melhor direcionamento na priorização de perdas relacionadas ao índice de qualidade a serem reduzidas.

4.6 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Conforme Hansen (2006), os ganhos mais consideráveis para a melhoria do IROG são realizados por equipes multifuncionais apropriadamente treinadas para a solução de problemas específicos. Assim, foi criada na empresa uma equipe para propor soluções aos problemas identificados, composta pelo diretor de operações, gerente industrial e o pesquisador.

As próximas seções detalham os passos tomados pela equipe visando apresentar quais perdas foram combatidas e as ações que foram implementadas ou propostas. Dentro do período de realização deste trabalho, algumas ações foram concretizadas, tendo-se assim os novos resultados do IROG e seus respectivos índices e outras foram propostas, tendo sido

feita uma estimativa do impacto das mesmas para o resultado final. Para gerar as ações de melhoria, utilizou-se das abordagens descritas no referencial teórico.

4.6.1 Plano de ação de melhoria para Disponibilidade

Foi realizada uma reunião com a participação do diretor de operações, gerente industrial e o pesquisador, sendo apresentados os resultados da Tabela 7, onde apresenta-se uma disponibilidade do setor de torneamento CNC de 53,93% e as principais perdas, apontadas na Tabela 8. As ações foram focadas nas perdas por *setup*, manutenção corretiva e preparação de matéria-prima, pois as demais perdas foram consideradas como dentro do esperado pelo grupo de avaliação.

4.6.1.1 Implantação de sistema eletrônico de coleta de dados

A implantação do sistema eletrônico de coleta de dados teria o objetivo aprimorar a captação de dados do sistema, eliminando a responsabilidade do operador. Os responsáveis pela ação seriam o diretor de operações e o gerente industrial, com prazo até 01/06/2018.

4.6.1.2 Criação de plano de manutenção preventiva

A criação de um plano de manutenção preventiva visa reduzir as perdas ocasionadas pela manutenção corretiva, segunda maior causa de perdas. Seriam rastreados os recursos que mais quebram e quais peças e, assim, feito um planejamento de manutenções sobre os mesmos. O responsável por esta ação seria o gerente industrial, com o auxílio do mecânico de manutenção, com prazo até 31/12/17.

4.6.1.3 Contratação de funcionário específico para setor de matéria-prima

A contratação de um funcionário específico para o setor de matéria-prima visa combater a perda de deslocamento do operador. Esta ação já foi executada pelo diretor de operações e eliminou esta tipologia de parada do setor de produção.

4.6.1.4 Integração da programação com o setor de matéria prima

Esta ação visa a integração das informações sobre o estoque de matéria prima com a área de programação da empresa. Com este planejamento, será conhecida a falta de matérias primas e também antecipado o trabalho do funcionário que faz a separação das mesmas, podendo saber qual máquina deverá ser abastecida. Esta ação poderá ser executada pelo diretor de operações, com auxílio do planejador de produção, num prazo até 31/10/17.

4.6.1.5 Documentação e padronização do *setup*

A documentação do *setup* tem o objetivo dos operadores seguirem uma mesma sequência em todas as máquinas, a partir de um desencadeamento definido como ideal. Neste momento, não há um *checklist*, desse modo os operadores executam as tarefas conforme vão se lembrando. Poderia ser criado um fluxograma da maneira ideal de realização do *setup*, sendo derivado para um *checklist* que será disponibilizado em cada máquina CNC e na sala de ferramentas. As ações seriam implementadas pelo gerente industrial, com auxílio dos operadores com prazo máximo de 01/03/18.

4.6.1.6 Revisar programação de itens

Esta revisão tem o propósito de diminuir o número de *setups*, com a programação de itens similares em sequência. A ação poderá ser conduzida pelo gerente industrial, com apoio do planejador de produção, até a data de 31/10/17.

4.6.1.7 Criar carrinho para *setup*

A criação de um carrinho onde o almoxarife já deixe todas as ferramentas necessárias para o *setup* prontas para uso ao lado da máquina, tem o objetivo do menor deslocamento do operador pelo parque fabril e diminuição do tempo de *setup*. Esta ação será executada pelo gerente industrial, com apoio do almoxarife até o dia 30/11/17.

4.6.2 Plano de ação de melhoria para Performance

Da mesma maneira que no item 4.6.1, foi realizada uma reunião com a participação da equipe, sendo mostrados os valores da Tabela 7, com performance geral do setor de produção de 85,52%, estando 10% abaixo das boas práticas recomendadas pela academia.

Estas medidas estão detalhadas a seguir.

4.6.2.1 Avaliação de colaboradores

Esta intervenção, já realizada pelo diretor de operações, consistiu na aplicação de uma planilha para avaliação de desempenho dos colaboradores, conforme Apêndice B. Dos sete colaboradores da célula, foram avaliados dois deles: um com uma média entre os quesitos avaliados no bimestre de 8,95 e outro com 5,5. Este colaborador com a média mais baixa foi desligado da empresa, onde os fatores que mais pesaram negativamente foram produtividade e colaboração.

4.6.2.2 Implementação de bonificação financeira para combate às perdas

Esta ação visa uma premiação financeira, a ser definida pela empresa, atrelada com um percentual de redução no tempo de *setup*. O valor seria repartido igualmente entre os operadores do setor e estaria atrelado ao faturamento da empresa, sendo pago apenas com o atingimento da meta financeira pela empresa. O responsável por essa ação seria o diretor de operações, com estimativa de implementação em 01/02/2018.

4.6.2.3 Realização de auditorias de parâmetros nas máquinas

Com o propósito de inspecionar se os operadores estão utilizando a velocidade de corte correta, será feita uma auditoria de parâmetros semanalmente em todas as máquinas do setor.

O objetivo é verificar se estão sendo usados na produção os parâmetros de velocidade de corte especificados e, caso não estejam, entender os motivos desta alteração. Estes são parâmetros referenciais que visam produzir peça com o maior rendimento possível em conformidade com a qualidade.

As auditorias estão planejadas para iniciarem em 01/12/2017 e serão realizadas pelo gerente industrial.

4.6.3 Plano de ação de melhoria para Qualidade

Nesta etapa também foi realizada uma reunião pela equipe de melhoria formada pelo diretor de operações, gerente industrial e o pesquisador e feita uma análise da Tabela 5, onde o eixo de qualidade aparece com 95% e a Tabela 8, onde aparecem os principais itens que causaram descontos nesta dimensão.

Desta forma, avaliando-se o detalhamento de itens e máquinas envolvidas, foi concluído que a principal causa foi a não observância por parte do operador da frequência de medição estipulada pela qualidade. Deste modo, espera-se que as ações propostas nos demais parâmetros possam ter sucesso na análise desta falha.

Assim, aliado ao fato do índice de qualidade aproximar-se satisfatoriamente do que é indicado pela revisão bibliográfica, espera-se o sucesso para a dimensão da qualidade.

4.7 ANÁLISE E REFLEXÃO DOS RESULTADOS

Nesta fase foi realizada uma análise relacionando os efeitos esperados com as ações propostas e seu impacto nos resultados finais do OEE. Foram estimados os ganhos em cada dimensão (disponibilidade, performance e qualidade) e no índice final do OEE do setor de produção.

Com o sucesso da implantação deste trabalho nos tornos CNC's foi possível vislumbrar várias oportunidades de melhorias no processo fabril que podem acarretar em bons resultados a empresa, tornando a empresa mais competitiva no mercado.

Através da implementação no parque fabril do item 4.6.2.1, houve o desligamento do colaborador responsável pela operação das máquinas 10 e 12, sendo contratado um novo funcionário. Assim, foram coletados dados destas duas máquinas durante o mês de maio atuando nesta nova configuração; houveram ganhos de disponibilidade nas duas máquinas, a máquina 10 passando de 29,88% para 54,3% e o equipamento 12 passando de 23,95 para 40,8%.

Também houve a implementação do item 4.6.1.3, sendo contratado um funcionário com dedicação exclusiva ao setor de matéria prima.

Outra consideração que pode-se fazer é quanto à máquina 1, visto que foram obtidos baixos valores de disponibilidade causado pela falta de demanda. Assim, essas perdas por gestão são classificadas em paradas programadas, sendo mais adequado ações no âmbito de gerenciamento da carteira de clientes e busca de demanda do que ações relativas ao IROG.

Assim, com a efetivação das ações descritas acima, chegamos às seguintes conclusões: o índice de disponibilidade do setor de torneamento CNC apresentou um ganho de 6,5%, iniciando o estudo com 53,93% e finalizando com 60,43%; e o rendimento geral do IROG acabou o estudo com ganho de 7,09%, sendo iniciado com 43,84% e finalizado com 50,93%.

Em relação às demais perdas, foi considerado uma redução de 50% no tempo de parada de máquina, conjecturando o sucesso das ações estabelecidas.

Considerando a análise destes índices pela revisão bibliográfica, a empresa se posiciona no estágio abaixo de 65%, onde estaria perdendo dinheiro; como meta definida pela direção da Metalúrgica Buzin para 2018, está o posicionamento da empresa no estágio intermediário do IROG, entre 65% e 75%.

4.8 FINALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a finalização do trabalho e tendo os resultados documentados, foi feita uma reunião para apresentação dos mesmos ao diretor de operações e ao gerente de produção. Ao final desse encontro, julgou-se importante o trabalho por ter sido feito um diagnóstico do parque fabril e pelos planos de ação serem coerentes.

Conjuntamente, foi citado o necessário acompanhamento em longo prazo visando à incorporação desta metodologia na cultura da empresa, no sentido de não ser uma obrigação dos colaboradores, mas sim parte da rotina para um melhor desempenho deles e da organização.

Da mesma forma, avaliou-se a implementação em mais equipamentos da empresa como oportunidade de alavancagem de lucro e melhor definição da estratégia competitiva em um cenário cada vez mais competitivo.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de aplicar as métricas do IROG na medição da eficiência em um processo de usinagem por torneamento CNC em uma metalúrgica, avaliando as perdas que afetam o maquinário e desenvolvendo ações visando a redução das mesmas. A elaboração foi baseada em uma revisão bibliográfica produzida por autores especialistas no assunto.

A aplicação do IROG nos equipamentos em estudo permitiu identificar as dez principais causas de paradas não planejadas no mesmo, afetando o índice de disponibilidade; permitiu também verificar situações de redução de velocidade, conseqüentemente afetando a dimensão de performance operacional; assim como a observação dos principais itens que interferem no índice de qualidade.

Nesse sentido, pode-se concluir que os objetivos específicos do trabalho foram concretizados, pois foi realizada a análise do processo de produção do equipamento em estudo, por meio da coleta de dados, sendo posteriormente utilizados para calcular o IROG e seus índices e, da mesma forma, analisar as perdas. Neste sentido, foram traçadas ações que conduzem à melhoria de processo.

Desta forma, entende-se que o objetivo geral estabelecido para o trabalho também foi alcançado, visto que a empresa passa a contar com uma metodologia para um melhor gerenciamento de seus recursos fabris. Esta sistemática poderá ser incorporada à cultura da empresa, uma vez que os envolvidos continuem participando ativamente do processo.

A ferramenta 5W1H foi utilizada para o planejamento e organização das etapas a serem desenvolvidas, contribuindo para um andamento satisfatório das atividades e atribuindo as atividades para cada área responsável; também foi produtiva no sentido de estabelecer prazos para a execução das etapas, colaborando para o sucesso do trabalho dentro do prazo disponível.

Conclui-se que desta forma os gestores da empresa possuem todas as informações para a tomada de decisão acerca de um melhor gerenciamento de seus recursos.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Considerando que a realização de melhoria contínua nos processos é um dos princípios da manufatura enxuta, poderá ser criada uma equipe de aprimoramento contínuo para perpetuação desta cultura na empresa.

Assim, poderão ser conduzidas medidas no sentido de eliminar atividades que não agregam valor ao produto final, por meio de estudos de mapeamento de fluxo de valor e com *benchmarking*, avaliando a empresa em relação à concorrência e incorporando as melhores práticas e métodos em seus processos.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO. **Áreas e subáreas para envio de artigos ao XXIX ENEGEP**. 2009. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/internasub.asp?ss=27&c=846>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- BARRAZA, M.F.S. *El Kaizen: la filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por la calidad total*. San Rafael: Editorial Panorama, 2007.
- BAZI, Frank L.; TROJAN, Flavio; **Transferência do conhecimento técnico na TPM (total productive maintenance) como diferencial para aumento da produtividade**, 2014. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_105_25379> Acesso em: 28 set. 2016.
- CASTRO, Noelia D.; BERTELI, Michele O.; GALELLI, Ademar; **Melhoria contínua aplicando a ferramenta PDCA com base na filosofia Kaizen num setor de pintura**. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2016_TN_STP_227_328_29869> Acesso em: 21 out. 2016.
- CECCONELLO, I. *Sistemas de Produção I, Notas de Aula*. 2º semestre de 2015, curso de Engenharia de Produção, UCS.
- CHISTÉ, M. *A Influência do IROG na gestão e melhoria contínua dos Equipamentos e processos: estudo de caso em uma célula de Manufatura na empresa Master sistemas automotivos Ltda*. FSG: 2012. Disponível em: <<http://ojs.fsg.br/index.php/globalacademica/article/view/66/65>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- CIC. **Economia de Caxias do Sul encolhe 12,4% no primeiro semestre**. 2016. Disponível em: <<http://ciccaxias.org.br/noticias/2016/08/02/economia-de-caxias-do-sul-encolhe-124-no-primeiro-semester/>>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2005.
- CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- DIN 8580 – Fertingunsverfahren. Berlin: Beuth Verlag, 1985.
- DOXA, Dayse R.V; BRAZ, Gisele F. *Melhoria da eficiência das linhas de produção: estudo de caso em uma indústria farmacêutica*, 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_105_24506> Acesso em: 28 set. 2016.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul, EDUCS, 1996.
- HANSEN, Robert C. *Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KIEF, H.B.; ROSCHI WAL, H.A.; **CNC Handbook**. New York, US: McGraw-Hill, 2013.

KÖNIG, W.; KLOCKE, F. **Fertigungsverfahren Band 1: Drehen, Fräsen, Bohren**. 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1997.

KRAJEWSKI, L; RITZMAN, L; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MACHADO, A. **Comando numérico aplicado às máquinas ferramenta**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1990.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 3. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

METALÚRGICA BUZIN. **Organograma**. 2016

METALÚRGICA BUZIN. **Site institucional**. 2016. Disponível em:
<<http://buzin.ind.br/index.php?conteudo=home>>. Acesso em 12 ago. 2016.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC, 1989.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PALOMINO, Reynaldo C.; MANICA, Carlos R.; MIRANDA, Bartira B. **Incremento na produção através do índice OEE: um estudo de caso em uma empresa fabricante de luminárias para lâmpadas fluorescentes**, ENEGEP: 2010. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_745_15548.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PEREIRA JR, Paulo J.; GONÇALVES, Paulo R. S.; **A empresa enxuta: as ideias e a prática que fazem das pequenas empresas as organizações mais ágeis do mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

PITON, Carina L. et al. **Análise da capacidade produtiv dos equipamentos através do indicador OEE em um setor de salgadinho de uma indústria alimentícia**, 2016.

Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_321_30694.pdf>.
Acesso em: 21 out. 2016.

RÖGNITZ, H. **Máquinas e Processos para Usinagem de Metais**. In DUBBEL, Heinrich; SASS, F.; BOUCHÉ, Ch.; LEITNER, A. (Editores) **Manual do engenheiro mecânico** 13. ed. São Paulo: Hemus, 1979.

SANTOS, Ana C.O; SANTOS, Marcos J. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura Um estudo de caso**, 2007. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEp2007_TR570426_0265.pdf>. Acesso em: 19

ago. 2016.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, Sidnei Domingues da. **CNC: programação de comandos numéricos computadorizados : torneamento**. 8. ed. São Paulo: Érica, 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STEMMER, C.E. **Ferramentas de corte I**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1993.

SOUZA, Marcela C. M.; Cartaxo, Glauber A. A. **Aplicação do indicador OEE (overall equipment effectiveness) em uma indústria fornecedora de cabos umbilicais**. 2016. Disponível em: [_<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2016_TN_STO_226_323_28802.pdf>](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2016_TN_STO_226_323_28802.pdf). Acesso em: 21 out. 2016.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: Manutenção produtiva total**. 4.ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2010.

THE PRODUCTIVITY DEVELOPMENT TEAM. **OEE for Operators: Overall Equipment Effectiveness**. United States: Inc. Productivity, 1999.

VEIT, Douglas R. **Repercussões dos problemas conceituais do cálculo do IROG: um estudo de caso sobre adoção de um software na indústria de transformados termoplásticos**, 2011. Disponível em: [_<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2011_TN_STO_135_855_18460.pdf>](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2011_TN_STO_135_855_18460.pdf). Acesso em: 21 out. 2016.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Soluções enxutas: como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

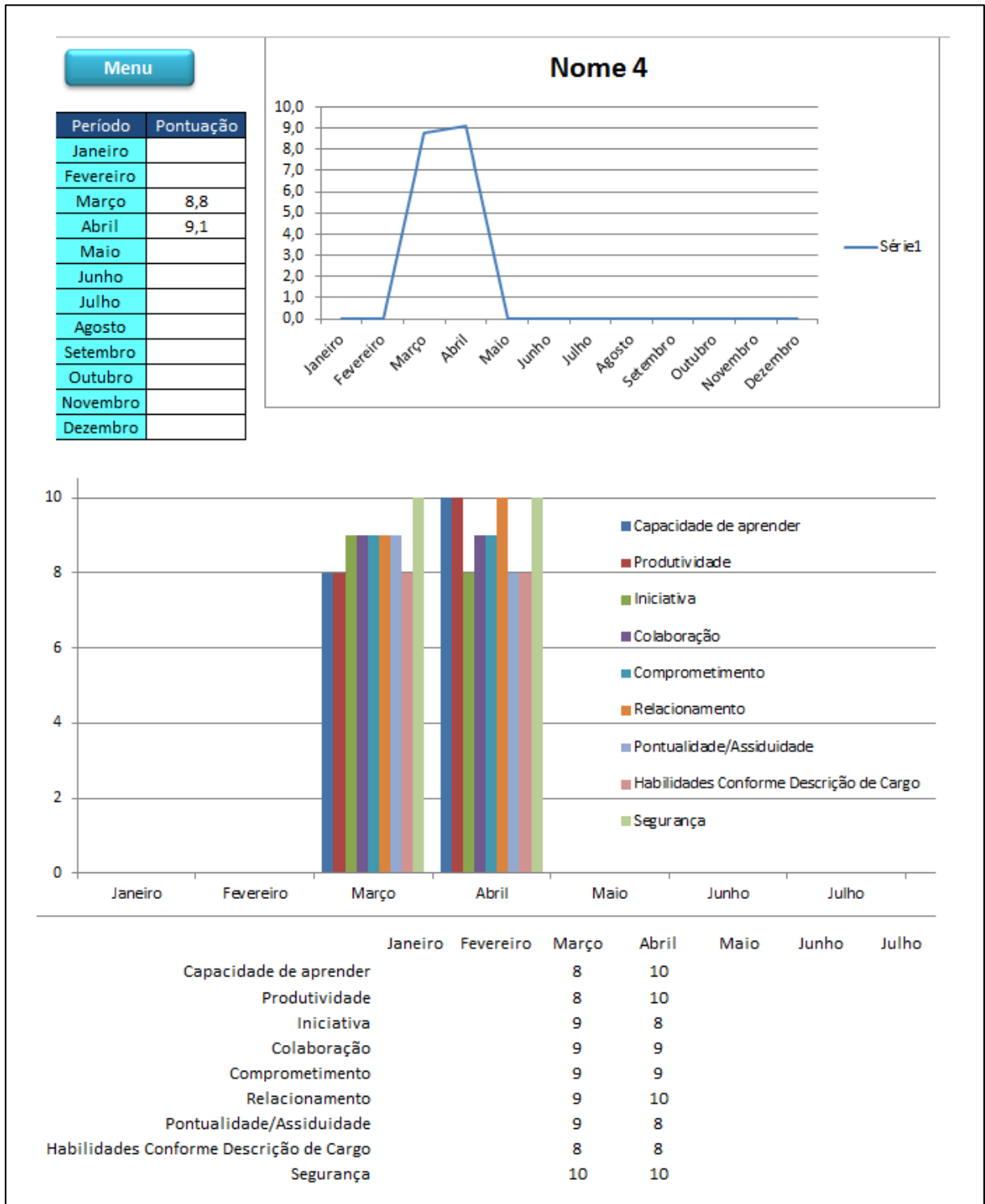
ZEILMANN, R. P. NICOLA, G. L. **Processos de Usinagem, Notas de Aula**. 2º semestre de 2013, curso de Engenharia Mecânica, UCS.

APÊNDICE A – MODELO ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA
Empresa: Metalúrgica Buzin
Setor: Produção – Torneamento CNC
Participantes: Diretor de operações, Gerente de produção, Operadores
Tópicos Abordados:
Cargo:
Data:
Tempo de Empresa:
Grau de Instrução:
Atividades que o senhor participa:
Características do processo produtivo relevantes para este trabalho:
Pontos críticos do processo:
Oportunidades de melhoria:


Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

APÊNDICE B – PLANILHA DE AVALIAÇÃO DE COLABORADORES




Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

ANEXO A – MODELO DE SLIDES UTILIZADOS NO TREINAMENTO

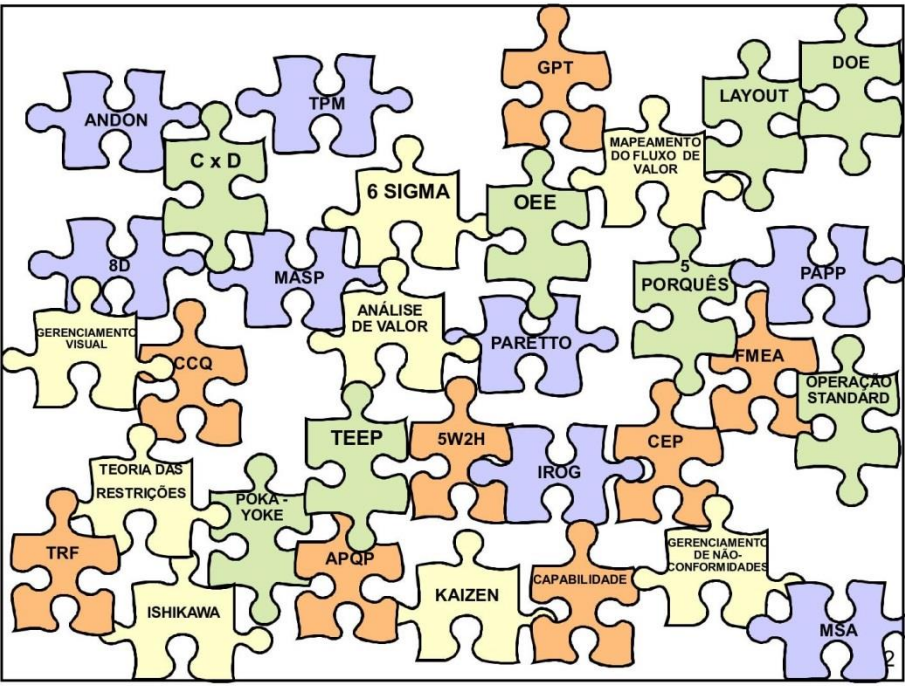



INDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL GLOBAL - IROG



Prof. Ivandro Ceconello, Msc.

1



The puzzle pieces are labeled with the following terms:

- ANDON
- TPM
- GPT
- C x D
- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR
- LAYOUT
- DOE
- 6 SIGMA
- OEE
- 8D
- MASP
- ANÁLISE DE VALOR
- PARETTO
- 5 PORQUÊS
- PAPP
- GERENCIAMENTO VISUAL
- CCQ
- FMEA
- OPERAÇÃO STANDARD
- TEEP
- 5W2H
- CEP
- TEORIA DAS RESTRIÇÕES
- POKA-YOKE
- IROG
- TRF
- APQP
- KAIZEN
- CAPABILIDADE
- GERENCIAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADES
- ISHIKAWA
- MSA

Fonte: CECCONELLO, I. **Sistemas de Produção I, Notas de Aula**. 2º semestre de 2015, curso de Engenharia de Produção, UCS.

ANEXO B – PLANILHA PARA COLETA DE DADOS PREENCHIDA

CADERNO DE MÁQUINAS																
MÁQUINA: Q16	CÓDIGO-OF	RETRABALHO	Nº OPERADOR	OPERAÇÃO	DATA	REGULAGEM			PRODUÇÃO			TOTAL PEÇAS	OBS.	OBSERVAÇÃO		
						INÍCIO	FIM		INÍCIO	FIM				INÍCIO	FIM	
	21010174		10	01	10/03	9:50	10:20						4	8:45	9:50	
	21010174		78	01	10/03											
	21010174		10	02	10/03	13:00	13:40									
	21010019		10	02	10/03	15:40	15:55									
	21010020		10	02	10/03	16:40	17:05									
	21010019		143	02	10/03											
	31910076		143	01	10/03	22:10	22:35									
	31910076		10	01	13/03								1	7:30	9:00	
	32210074		10	01	13/03	11:00	14:20						11	14:20	15:00	
	32210074		32	01	13/03											
	32210074		10	01	14/03											
	31610009		10	01	14/03	8:15	9:00									
	33010030		10	05	14/03	16:40	17:10									
	33010030		144	05	14/03											
	33010030		10	05	15/03											
	21010020		10	01	15/03	16:35	17:10									
	21010020		13	1:	15/03											
	21010020		10	01	16/03											
	21010020		13	1:	16/03											
	21010020		13	2:	16/03	20:20	21:00									
OBSERVAÇÕES																
1	MANUTENÇÃO															
2	TROCA DE FERRAMENTA (ACIMA DE 15 MIN.)															
3	FALTA DE ENERGIA															
4	PREP. MÁQUINA DIFERENTE															
5	RETRABALHO POR NÃO CONFORMIDADE															
6	TREINAMENTO / CPA															
7	PROTOTIPO / AMOSTRA															
8	ESCARPEAR - REPASSAR FURO - LIX															
9	PASSAR ÓLEO-PROTETIVO															
10	AUXÍLIO COLEGA															
11	LIBERAÇÃO QUALIDADE															
12	PREPARAÇÃO MATERIA-PRIMA															
13	LIMPEZA															
14	ESPERA POR FERRAMENTA															

Fonte: Metalúrgica Buzin (2017).

ANEXO C – FICHA PARA COLETA DE DADOS DA QUALIDADE

METALÚRGICA
BUZIN
SOLUÇÕES EM USINAGEM

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Código: _____ N° OS.: _____ Data: ____/____/____
Operator: _____ N° MQ.: _____

Turno 1° Turno 2° Turno Extra
Motivo Setup Produção Amostra

Fornecedor / Cliente: _____ N° OC.: _____
Quantidade: _____

APROVADO **RETRABALHO** **REPROVADO**

Fonte: Metalúrgica Buzin (2017).

ANEXO D – PLANILHA ELETRÔNICA COM DADOS TABULADOS

CONTROLE DE PRODUÇÃO												
CÓDIGO DO ITEM	Nº DO OPERADOR	OP	Dia	Mês	REGULAGEM			PRODUÇÃO				
					INÍCIO	FIM	TEMPO TOTAL	INÍCIO	ALMOÇO JANTA	ALMOÇO JANT	FIM	TEMPO TOTAL
31910233B	89	4	9	3	7:30	8:30	60:00:00	8:30	12:00	13:00	17:18	468:00:00
31910233B	89	4	10	3			0:00:00	7:30			17:18	588:00:00
31910233B	89	4	13	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	17:18	528:00:00
31910233B	89	4	14	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	17:18	528:00:00
31910233B	89	4	15	3			0:00:00	7:30			9:50	140:00:00
31910233B	89	4	16	3	13:30	15:10	100:00:00	7:30	12:00	13:00	13:30	300:00:00
34410075	89		16	3			0:00:00	15:10			17:18	128:00:00
34410075	78		17	3	13:30	14:40	70:00:00	8:00	12:00	13:00	13:30	270:00:00
31010120B	78		17	3	16:40	16:55	15:00:00	14:50			16:40	110:00:00
31910233B	89	4	17	3			0:00:00	16:55			17:18	23:00:00
31910233B	89	4	20	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	17:18	528:00:00
31910233B	89	4	21	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	17:18	528:00:00
31910233B	113	4	22	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	15:20	410:00:00
21010019	28		23	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	17:18	528:00:00
21010019	28		24	3			0:00:00	7:30	12:00	13:00	14:10	340:00:00
33010030B	89		27	3			0:00:00	7:30			9:35	125:00:00
21010019	89		27	3	9:35	10:30	55:00:00	10:30	12:00	13:00	13:20	110:00:00
21010019	89		28	3			0:00:00	7:30			10:35	185:00:00
21010019	89		28	3	10:35	11:00	25:00:00	11:00	12:00	13:00	15:30	210:00:00
31910233B	89	4	28	3	15:30	15:50	20:00:00	15:50			17:18	88:00:00

QUANTIDADE TOTAL	TEMPO SOMA	TEMPO PEÇA	Tempo Padrão	OBS	INICIO	FIM
850	528:00:00	0:37:16	0:30:00			
950	588:00:00	0:37:08	0:30:00			
880	528:00:00	0:36:00	0:30:00			
880	528:00:00	0:36:00	0:30:00			
205	140:00:00	0:40:59	0:30:00	1	9:50:00	17:18:00
499	400:00:00	0:48:06	0:30:00			
85	128:00:00	1:30:21	1:00:00			
158	340:00:00	2:09:07	1:00:00	1	9:00:00	10:15:00
60	125:00:00	2:05:00	2:42:00			
20	23:00:00	1:09:00	0:30:00			
880	528:00:00	0:36:00	0:30:00			
880	528:00:00	0:36:00	0:30:00			
611	410:00:00	0:40:16	0:30:00	2	9:50:00	11:00:00
338	528:00:00	1:33:44	1:00:00			
177	340:00:00	1:55:15	1:00:00			
161	125:00:00	0:46:35	1:00:00			
64	165:00:00	2:34:41	1:00:00			
124	185:00:00	1:29:31	1:00:00			
174	235:00:00	1:21:02	1:00:00			
115	108:00:00	0:56:21	0:30:00			

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

ANEXO E – QUADRO DE APONTAMENTO DE OCORRÊNCIAS DA QUALIDADE



Fonte: Banco de Dados Metalúrgica Buzin (2017).