

**Desafios na implementação do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE):  
O caso de uma célula de solda MIG/MAG em uma indústria  
metalmecânica**

**Challenges in implementing Overall Equipment Effectiveness (OEE):  
The case of a MIG/MAG welding cell in a metalworking industry**

DOI:10.34117/bjdv7n11-213

Recebimento dos originais: 12/10/2021

Aceitação para publicação: 13/11/2021

**Taiéle Silveira da Rocha**

Mestre em Engenharia Mecânica – FURG

E-mail: taiellorocha@hotmail.com

**Leonardo de Carvalho Gomes**

Pós-doutorado em Engenharia de Produção – UFRGS

E-mail: legomes.rs@gmail.com

**Luciano Volcanoglo Biehl**

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais – UFRGS

E-mail: lucianobiehl@furg.br

**Peter Bent Hansen**

Doutor em Engenharia de Produção – UFRGS

E-mail: hansen.peter.57@gmail.com

**Jorge Luis Braz Medeiros**

Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais – UFRGS

E-mail: jorge.braz@furg.br

**Fábio Augusto Dornelles do Amaral**

Doutor em Engenharia de Materiais – UFRGS

E-mail: fabiors76@gmail.com

**RESUMO**

Este artigo apresenta os principais desafios encontrados na implementação e análise do OEE em uma célula de solda MIG/MAG em uma indústria metalmecânica. Para tanto, o estudo traz um comparativo entre a literatura existente acerca das dificuldades na implementação do OEE e os resultados do presente estudo. O método de pesquisa foi composto pela implementação do OEE e por uma pesquisa qualitativa através de entrevistas semiestruturadas. Os resultados mostraram a falha na acuracidade dos dados, a questão cultural, a falha no entendimento dos colaboradores quanto à importância do OEE e a falha na solidificação de outras ferramentas de melhorias de processo na linha de produção como os principais desafios encontrados na implementação desse indicador. Além disso, por meio da análise gráfica dos resultados do OEE, pode-se observar que o OEE aumentou em 10 pontos percentuais do primeiro mês de implementação para o

último. O Índice de Disponibilidade Operacional (IDO) teve uma redução de 8 pontos percentuais, de 97% para 89%, a Performance teve um aumento de 14 pontos percentuais, de 32% para 42% e a Qualidade não teve variação entre o primeiro e o último mês de análise, mantendo-se em 99%. Com base nos desafios encontrados, o artigo recomenda a avaliação da implementação do OEE em mais CT's da linha de produção em estudo e/ou avaliação da implementação do OEE em outras linhas de produção da fábrica, bem como a participação de um número maior de respondentes para as entrevistas semiestruturadas incluindo a alta administração (gerência e direção). Dessa forma, esse estudo poderá auxiliar demais empresas e pesquisadores que tem o objetivo de utilizar o OEE como métrica operacional.

**Palavras-chave:** *Lean*, MPT, OEE, Processo Produtivo, Desafios.

## ABSTRACT

This article presents the main challenges found in the implementation and analysis of OEE in a MIG/MAG welding cell in a metalworking industry. Therefore, the study presents a comparison between the existing literature about the difficulties in implementing the OEE and the results of the present study. The research method consisted of the implementation of the OEE and a qualitative research through semi-structured interviews. The results showed the failure in the accuracy of the data, the cultural issue, the failure of employees to understand the importance of the OEE and the failure to solidify other process improvement tools in the production line as the main challenges encountered in the implementation of this indicator. Furthermore, through the graphical analysis of the OEE results, it can be seen that the OEE increased by 10 percentage points from the first month of implementation to the last. The Operational Availability Index (IDO) had a reduction of 8 percentage points, from 97% to 89%, the Performance had an increase of 14 percentage points, from 32% to 42% and the Quality had no variation between the first and the last month of analysis, remaining at 99%. Based on the challenges found, the article recommends evaluating the implementation of the OEE in more CT's of the production line under study and/or evaluating the implementation of the OEE in other production lines in the factory, as well as the participation of a larger number of respondents for semi-structured interviews including senior management (management and direction). In this way, this study can help other companies and researchers that aim to use the OEE as an operational metric.

**Keywords:** *Lean*, TPM, OEE, Productive Process, Challenges.

## 1 INTRODUÇÃO

Em consequência da globalização, a indústria de transformação está constantemente sob forte pressão para aumentar sua competitividade. Para poder manter e desenvolver sua capacidade de competir em um mercado global, as empresas de manufatura precisam ter sucesso no desenvolvimento de produtos inovadores e de alta qualidade com prazos de entrega curtos, além de projetar sistemas de produção robustos e flexíveis, fornecendo as melhores condições prévias para a excelência operacional (BELLGRAN; SÄFSTEN, 2010).

Dentro do sistema produtivo, uma das grandes perdas oriundas do processo de fabricação seriado é o baixo rendimento operacional das máquinas (RIBEIRO, 2014). Esse baixo rendimento pode interferir na quantidade de peças produzidas, na qualidade das peças e em paradas de máquina não programadas acarretando custos desnecessários. Nesse cenário, melhorar a eficiência do equipamento é uma medida eficaz para melhorar a eficiência da empresa, reduzir custos de fabricação, melhorar a qualidade do produto, de modo a promover o desenvolvimento rápido e sustentável das empresas, além de liberar a capacidade oculta dos equipamentos (ZHU, 2011).

O Sistema Toyota de Produção (STP) caracteriza-se por ser um sistema adaptável às flutuações de demanda, que produz com alta qualidade por meio da constante identificação e eliminação de desperdícios (GOMES, 2001). No STP, uma das estratégias para melhorar o desempenho da manufatura é o indicador de eficiência *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), o qual trata-se da medição da eficiência global, considerando os fatores de disponibilidade, ritmo e qualidade. A partir da implementação e gestão do OEE, pode-se analisar as causas de baixa eficiência de máquina e direcionar ações para reverter tais circunstâncias. Porém, existem muitos desafios associados à implementação do OEE (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015). Esses desafios são tratados aqui como obstáculos a serem superados. Diante desse contexto surge o seguinte questionamento: “Quais desafios encontrados na implementação do Overall Equipment Effectiveness (OEE) em uma célula de solda MIG/MAG de uma indústria metalmeccânica?”. Portanto, o objetivo deste artigo foi apresentar as dificuldades encontradas na implementação e análise desse indicador.

A estrutura proposta foi organizada em seis seções. Após a introdução, a segunda seção apresenta a base teórica do estudo. O terceiro capítulo resume a metodologia da pesquisa. A quarta seção apresenta os resultados do estudo. A quinta seção apresenta a análise e discussão dos resultados. A última seção discute e conclui os objetivos da pesquisa e mostra recomendações para pesquisas futuras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para garantir que as organizações de manufatura permaneçam competitivas, a maioria delas está recorrendo à Manutenção Produtiva Total (MPT) para garantir operações contínuas. A Eficácia Global do Equipamento (EGE) é a base dessa estratégia de aprimoramento de negócios, pois elimina as perdas subjacentes que impedem a eficiência do equipamento (AMINUDDIN *et. al.*, 2015).

A Eficácia Global do Equipamento (EGE) é uma métrica poderosa na produção baseada em três elementos principais consistindo em disponibilidade, desempenho e qualidade (SARI; DARESTANI, 2019).

Trata-se de uma ferramenta que pode ser usada na avaliação da eficiência dos sistemas de produção e serve para avaliar o desempenho futuro dos recursos de fabricação e compará-los com a situação inicial, considerando cenários operacionais alternativos (GAMBERINI *et. al.*, 2017).

No entanto, existem muitos desafios associados à implementação do OEE para monitorar e gerenciar o desempenho da produção, por exemplo: como o OEE é definido, interpretado e comparado, como os dados do OEE são coletados e analisados, como é monitorado e por quem, como se alinha com a estratégia geral de produção e como poderia ser utilizado para fins de sustentabilidade. Ainda mais desafios podem ser encontrados ao usar essas medidas como fatores de melhoria. Muitos dos desafios envolvem gerenciamento de mudanças, como qual abordagem usar, como estruturar o procedimento de trabalho, como conscientizar e treinar funcionários e envolver não apenas a gerência, mas também líderes de equipe e operadores (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015).

Para organizações que embarcarão na implementação do OEE, o estudo proposto por (AMINUDDIN *et. al.*, 2015) destaca que o treinamento, a conscientização, uma definição clara do papel dos operadores, o conhecimento de perdas de equipamentos e o manuseio básico de equipamentos são alguns dos fatores que a organização precisará desenvolver antes da implementação do OEE. Esses fatores, apoiados por um forte envolvimento da alta gerência na implementação do OEE e fazendo da remoção de barreiras uma de suas principais prioridades, desempenharão um papel importante na implantação bem-sucedida dessa abordagem.

Além disso, é evidente que o cálculo bem-sucedido do OEE depende da capacidade de coletar dados. Se os dados coletados não forem confiáveis, o valor OEE calculado pode não refletir a utilização real do equipamento. De forma que a qualidade dos dados coletados determina a precisão do OEE estimado (JEONG; PHILLIPS, 2001).

Hansen (2006) sugere que, para se iniciar a coleta de dados, as mínimas informações necessárias por produtos a serem coletadas para iniciar análises do OEE, de modo que seja possível planejar atividades de melhoria no equipamento, são: quantidade de peças produzidas por produto, quantidade de peças retrabalhadas e sucateadas, informações dos tempos de ciclo atual e de engenharia por produto, tempos de parada do

equipamento, tempo de produção por produto, horário de trabalho por produto (início e término), nome dos operadores, data de produção e código do produto. Com base nestas informações, é possível montar planilhas para coleta de dados para proceder aos registros manualmente.

Nesse sentido, o quadro 1 apresenta o referencial base para o artigo.

Quadro 1 – Quadro base para a pesquisa

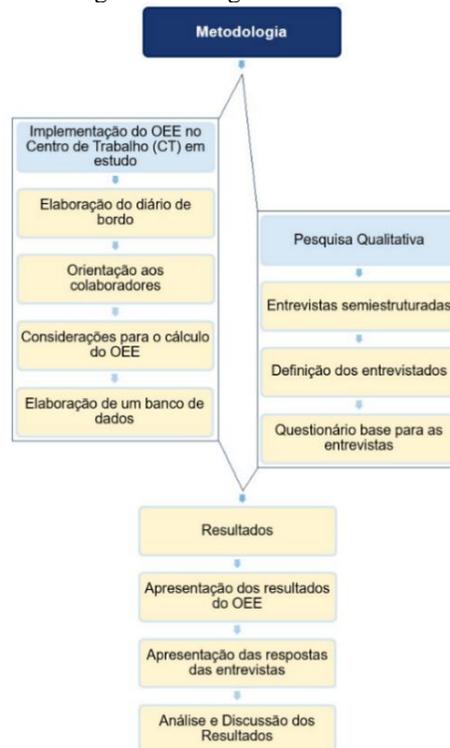
<b>Categoria de fator</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
Técnico	“Quando coletados e registrados manualmente em formulários pelos operadores, a coleta dos dados utilizados nos cálculos de eficiência é de acuracidade duvidosa.”	Ljungberg	1988
Técnico	“O principal fator para o sucesso da estratégia do cálculo do OEE é uma coleta de dados consistente.”	Hansen	2006
Técnico	“O cálculo bem-sucedido do OEE depende da capacidade de coletar dados. Se os dados coletados não forem confiáveis, o valor do OEE calculado pode não refletir a utilização real do equipamento.”	Jeong; Phillips	2001
Social	“O treinamento, a conscientização, uma definição clara do papel dos operadores, o conhecimento de perdas de equipamentos e o manuseio básico de equipamentos são alguns dos fatores que a organização precisará desenvolver antes da implementação do OEE.”	Aminuddin <i>et. al.</i>	2015
Técnico	“O insucesso de iniciativas passadas é uma das dificuldades relacionadas à implantação de ferramentas enxutas nas empresas.”	Saurin <i>et. al.</i>	2010
Social	“Uma das limitações para implementação de ferramentas <i>lean</i> é o ceticismo sobre os benefícios do sistema enxuto para os negócios.”	Achanga <i>et. al.</i>	2016
Social	“A criação de uma cultura enxuta é um dos maiores desafios à espera dos potenciais implementadores enxutos, uma vez que um grau considerável de habilidades de aprendizagem organizacional é necessário.”	Rymaszewska	2014

Posteriormente à revisão teórica, o artigo se deteve a apresentar os passos que foram seguidos para a construção deste trabalho.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta e descreve as características e as etapas que foram seguidas para o desenvolvimento deste artigo. A Figura 1 mostra de que forma foi elaborada a metodologia da pesquisa, que foi dividida em implementação do OEE e em pesquisa qualitativa.

Figura 1 – Diagrama de blocos



(Fonte: Elaborado pela autora)

### 3.1 IMPLEMENTAÇÃO DO OEE

Com a finalidade de identificar os principais desafios encontrados na implementação do OEE, ele foi aplicado numa célula de solda MIG/MAG em uma indústria metalmeccânica.

Para a coleta de dados no Centro de Trabalho (CT) foi implementado um diário de bordo no posto operacional para registro dos dados relativos à qualidade e à disponibilidade dos equipamentos. Dados relacionados à performance foram retirados do SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*), pois os operadores apontam (registram) a quantidade de reservatórios produzidos no sistema através da OP (Ordem de Produção). Além disso, quando alguma peça é sucateada essa informação também é registrada no sistema através da OP. A partir desses dados foram obtidas as três variáveis do OEE, que são qualidade, disponibilidade e performance.

O diário de bordo, que foi feito com o auxílio da liderança de produção, foi elaborado de forma a facilitar o preenchimento de dados em vista do tempo dos operadores de produção, como pode-se observar pelos códigos no diário de bordo na Figura 2. Além disso, a cada troca de turno era feita a troca desse diário. A Figura 2 mostra o diário de bordo utilizado no posto de trabalho de solda circunferencial.

Figura 2 – Diário de bordo

DIÁRIO DE BORDO						
DISPONIBILIDADE					CÓD. PARADA	DESCRIÇÃO DA PARADA
DATA	CÓDIGO DA PARADA	ÍNICIO DA PARADA	FIM DA PARADA	OBSERVAÇÕES		
					1	Setup
					2	Manutenção Preventiva
					3	Manutenção Corretiva
					4	Manutenção preditiva/Lubrificação
					5	Manutenção autônoma
					6	Falta de matéria-prima
					7	Retrabalho
					8	Falta de consumível (tubo, bico, anel, tampa, etc.)
					9	Troca de consumíveis
					10	Treinamento/Reunião
					11	Organização do setor/5S
					12	Preparação de material
					13	Manutenção do dispositivo de soldagem
					14	Falta de skid
					15	Erro operacional
					16	Lanche/Café
					17	Esteira cheia
					18	Correção de cordão de solda
					19	Aguardando operação
					20	Falta de mão-de-obra
QUALIDADE					CÓD. NC	DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE
CÓDIGO DA NC	SUCATA	RETRABALHO	OBSERVAÇÕES			
					D	Cordão de solda/Mordedura/Porosidade circunferencial
					G	Vazamento na solda circunferencial
					I	Vazamento na solda suporte
					O	Amassamento

(Fonte: Acervo da empresa)

Para a pesquisa em questão foram considerados sete meses de coleta de dados após a implementação do diário de bordo na linha de produção, abrangendo o período de novembro de 2019 até maio de 2020.

Posteriormente à elaboração do diário de bordo, os colaboradores foram reunidos na linha de produção e foram orientados pela liderança quanto à forma do preenchimento de dados, sobre a importância da coleta de dados para o cálculo do OEE e sobre os benefícios desse indicador. Após o treinamento e a implementação do diário de bordo no CT, os dados coletados serviram de base para o cálculo do OEE.

Para o cálculo do OEE, foram considerados os Índices de Disponibilidade Operacional (IDO), Performance Operacional (IPO) e Qualidade (IQ). Para a construção do banco de dados, as informações do diário de bordo foram inseridas diariamente numa planilha em Excel pela liderança no final do turno. Além disso, nessa planilha também foram inseridas as equações dos índices do OEE. Dessa forma, os Índices de Disponibilidade Operacional (IDO), de Qualidade (IQ) e de Performance Operacional (IPO) foram calculados.

### 3.2 PESQUISA QUALITATIVA

A pesquisa qualitativa foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas. É útil esclarecer que essas perguntas fundamentais que constituem, em parte, a entrevista semiestruturada, são resultado não só da teoria que alimenta a ação do investigador, mas, também, de toda a informação que ele já recolheu sobre o fenômeno que interessa (MARTINS; BÓGUS, 2004).

O objetivo das entrevistas foi analisar a percepção de cada entrevistado sobre o OEE, bem como sobre as dificuldades encontradas na implementação desse indicador na linha de produção dos reservatórios de ar. As entrevistas foram realizadas de maneira individual com cada entrevistado e tiveram duração de 20 a 50 minutos. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os três níveis da organização que estão diretamente ligados ao CT de solda MIG/MAG em estudo: operação, liderança e supervisão de produção.

Para a entrevista foi utilizado o seguinte questionário para os três níveis:

- a) O que você sabe sobre o OEE?
- b) Quais eram as expectativas antes de implementar o OEE no CT de solda circunferencial da linha?
- c) Quais foram os benefícios e resultados de ter implementado o OEE?
- d) Quais as dificuldades encontradas na implementação do OEE?
- e) Quais os desafios para manter e aprimorar o OEE?
- f) O que você gostaria de externar sobre a implementação do OEE?

Posteriormente ao método de pesquisa, foram obtidos os resultados por meio da implementação do OEE e da pesquisa qualitativa.

## 4 RESULTADOS

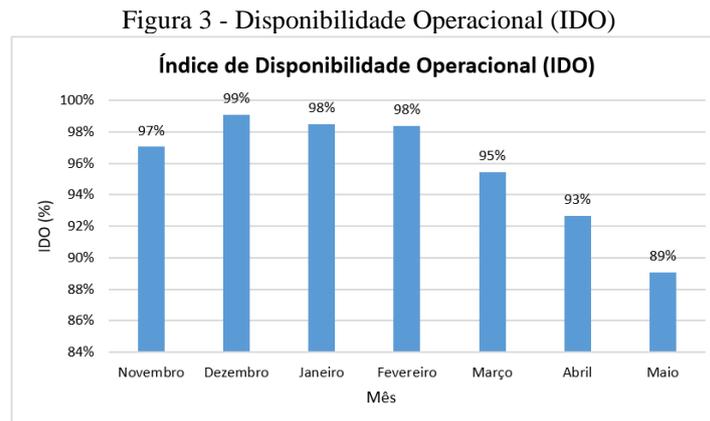
Para a obtenção dos resultados, o primeiro passo se deu através da implementação do OEE, que foi realizada por meio da orientação da liderança aos colaboradores quanto à importância desse indicador e quanto ao preenchimento de dados do diário de bordo, o qual foi instalado no CT de solda circunferencial em estudo.

Num segundo momento, foi realizada a pesquisa qualitativa por meio de entrevistas semiestruturadas com os três níveis da organização que estão diretamente ligados ao CT em estudo: operação, liderança e supervisão de produção.

#### 4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO OEE

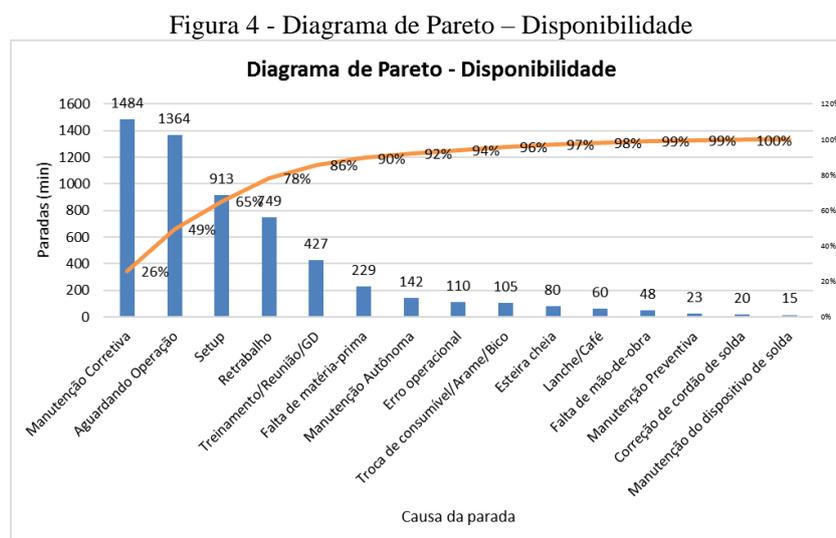
No artigo proposto, os resultados do OEE durante os sete meses de coleta de dados foram estritamente necessários para análise dos principais *gaps* (lacunas) e desafios observados na implementação desse indicador.

A Figura 3 mostra o Índice de Disponibilidade Operacional (IDO) durante os sete meses de coleta de dados.



(Fonte: Acervo da empresa)

Nesse contexto, foi realizada uma análise das causas que geraram paradas de máquina durante o período de estudo a partir da construção de um Diagrama de Pareto conforme mostra a Figura 4.



(Fonte: Acervo da empresa)

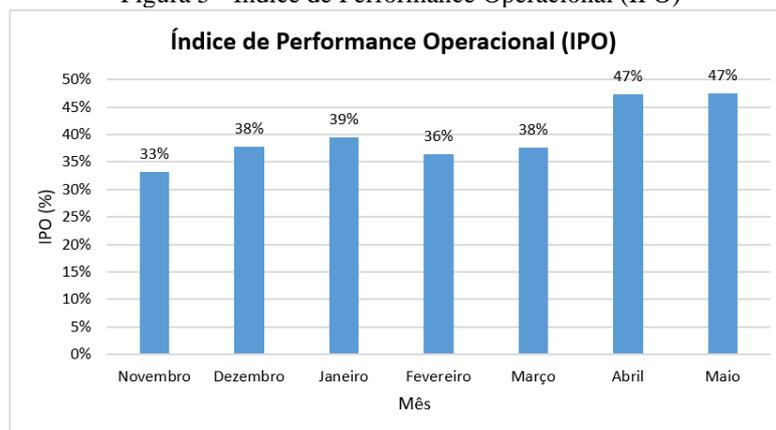
A partir do Diagrama de Pareto pode-se verificar que as quatro principais causas das paradas de máquina no período de sete meses foram “Manutenção Corretiva” (aproximadamente 24,73 horas), “Aguardando Operação” (aproximadamente 22,73

horas), “Setup” (aproximadamente 15,22 horas) e “Retrabalho” (aproximadamente 12,48 horas).

Em se tratando do diário de bordo, ele foi estruturado de maneira a ocupar o menor tempo possível dos operadores, como uma forma de evitar o não preenchimento dos dados. Porém, o Diagrama de Pareto mostra que a coleta de dados de paradas não foi 100% realizada ou que os dados não foram adicionados de forma correta no diário. Por exemplo, o tempo utilizado para o *checklist* diário de Manutenção Autônoma é de 2 min e os dados foram monitorados durante 135 dias. Portanto, considerando que o *checklist* foi realizado todos os dias, o valor esperado no gráfico era de no mínimo 270 min e o gráfico mostra 142 min.

A Figura 5 mostra o Índice de Performance Operacional (IPO) durante os sete meses de coleta de dados. Para o cálculo desse índice foram utilizados o tempo disponível, o tempo de ciclo teórico de cada reservatório produzido e a quantidade total de produção.

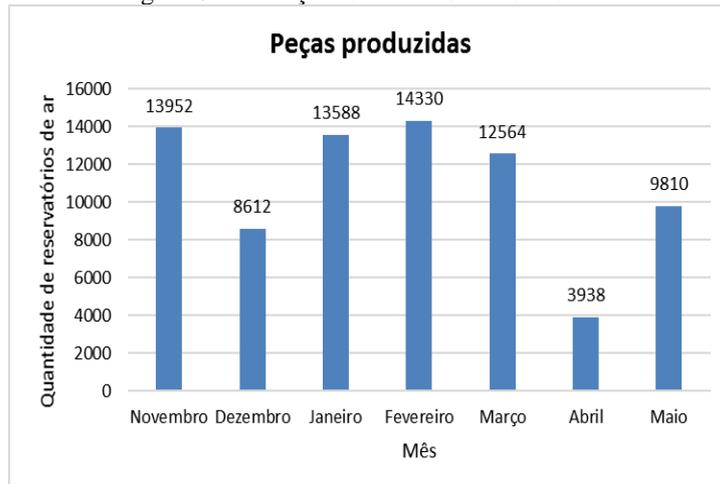
Figura 5 - Índice de Performance Operacional (IPO)



(Fonte: Acervo da empresa)

Nesse sentido, na Figura 6 pode-se verificar a quantidade de peças produzidas em cada mês do estudo. Esses dados foram retirados do software de gerenciamento da produção utilizado pela empresa, que é o SAP.

Figura 6 - Produção total de reservatórios de ar

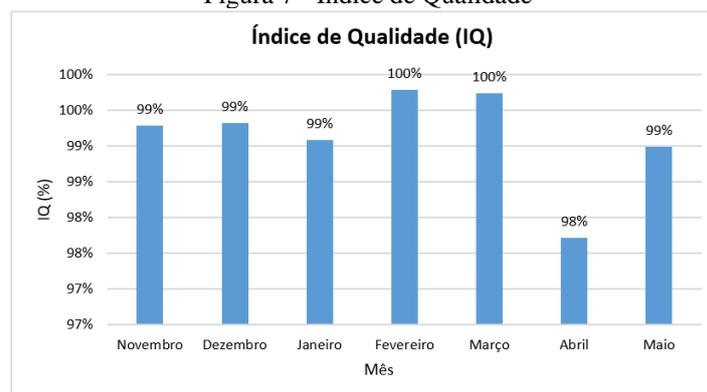


(Fonte: Acervo da empresa)

A baixa produção de dezembro e de abril se justifica uma vez que a partir do dia 18 de dezembro até o dia 6 de janeiro a linha encontrava-se em férias coletivas, bem como nos períodos de 24 de março até o 13 de abril e de 17 até o dia 21 de abril (em função da pandemia).

Para o cálculo de Índice de Qualidade (IQ) foram utilizados os dados de quantidade total de peças, quantidade de peças boas e de peças ruins. Os dados de peças sucateadas foram retirados do software de gerenciamento da produção utilizado pela empresa, que é o SAP. Além disso, os dados de peças retrabalhadas foram retirados do diário de bordo. A Figura 7 mostra o Índice de Qualidade (IQ) durante os sete meses de coleta de dados.

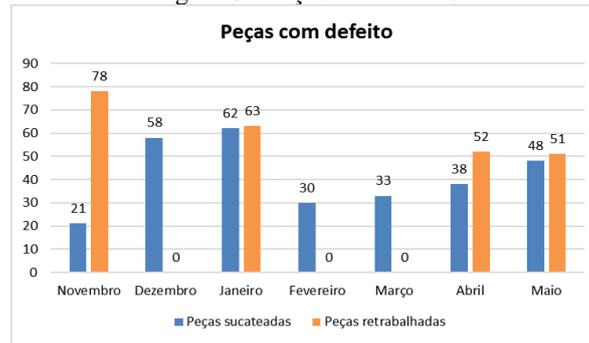
Figura 7 - Índice de Qualidade



(Fonte: Acervo da empresa)

O gráfico da Figura 8 mostra o número de reservatórios de ar sucateados e retrabalhados por mês.

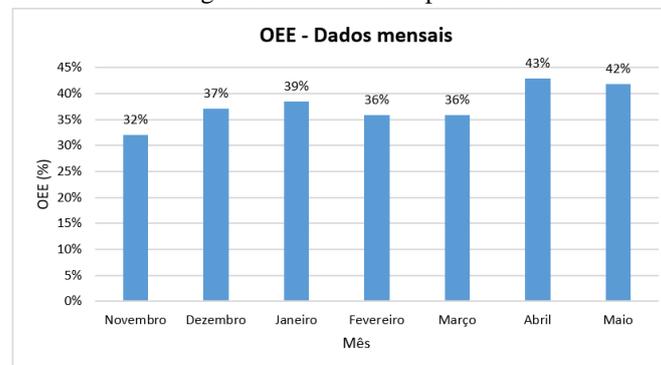
Figura 8 - Peças com defeito



(Fonte: Acervo da empresa)

A partir desses três índices pode-se obter o valor do OEE durante os sete meses de coleta de dados, conforme mostra a Figura 9.

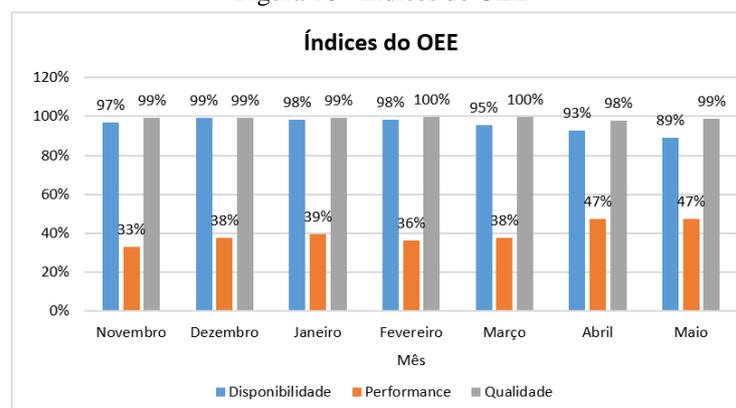
Figura 9 - Média OEE por mês



(Fonte: Acervo da empresa)

A Figura 10 apresenta o comportamento dos três índices do OEE por mês, a fim de identificar qual índice mais contribuiu para o decréscimo OEE em cada um dos sete meses.

Figura 10 - Índices de OEE



(Fonte: Acervo da empresa)

A partir dos gráficos, pode ser evidenciado que o índice que mais influenciou na diminuição do OEE na célula de solda circunferencial em estudo foi o Índice de Performance Operacional (IPO). As principais causas para baixa performance do CT foram:

- i. Falta de sequenciamento assertivo da produção (Heijunka) ocasionando setup's desnecessários;
- ii. Regulagem inadequada do equipamento;
- iii. Capacidade diminuída por motivos de desgaste do equipamento.

Entende-se que um dos primeiros passos para a solução dos problemas é identificá-los. Nesse contexto, apresentá-los para a operação, de forma gráfica, permitiu a investigação de causas com a finalidade de encontrar soluções para os problemas existentes, além de contribuir com a aceleração das ações que envolviam as áreas de apoio.

Além disso, por meio da análise gráfica dos resultados do OEE, pode-se observar que o OEE aumentou em 10 pontos percentuais do primeiro mês de implementação para o último. O Índice de Disponibilidade Operacional (IDO) teve uma redução de 8 pontos percentuais, de 97% para 89%, a Performance teve um aumento de 14 pontos percentuais, de 32% para 42% e a Qualidade não teve variação entre o primeiro e o último mês de análise, mantendo-se em 99%.

#### 4.2 PESQUISA QUALITATIVA

Com a finalidade de analisar a percepção de cada entrevistado sobre o OEE, bem como sobre as dificuldades encontradas na implementação desse indicador no CT de solda circunferencial da linha de produção dos reservatórios de ar, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os três níveis da organização que estão diretamente ligados ao CT em estudo: operação, liderança e supervisão de produção. As respostas às seis perguntas do questionário foram descritas a seguir:

<b>1) Quais suas considerações sobre o OEE?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	“A partir do OEE é possível ter informações básicas nesses três pilares – disponibilidade, qualidade e performance - que geram resultados positivos se tiver análise de causa em cima dos principais problemas da linha de produção. A boa utilização do OEE faz com que se aumente a estabilidade da linha, do processo e das atividades do líder de produção.”
<b>Líder de Produção</b>	“O OEE seria a medição do equipamento de forma sistêmica englobando performance, disponibilidade e qualidade. Então para mim o OEE significa o quanto um determinado equipamento está entregando em termos peça com qualidade e o quanto se está efetivamente fazendo em comparação ao planejado. Basicamente isso.”
<b>Operador de Produção</b>	“O OEE é o principal indicador de medição de eficiência da máquina.”
<b>2) Quais eram as expectativas antes de implementar o OEE no CT de solda circunferencial da linha?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	“As expectativas eram reduzir a perda de qualidade do processo na operação de solda circunferencial e reduzir as paradas existentes da máquina. Esses eram os principais motivadores para a implementação.”
<b>Líder de Produção</b>	“Primeiro conhecer o OEE, coletar os dados de forma correta e tomar as tratativas contando com o apoio de cada área.”
<b>Operador de Produção</b>	“A expectativa principal era atender a disponibilidade da máquina.”
<b>3) Quais foram os benefícios e resultados de ter implementado o OEE?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	“Os colaboradores trazem de forma mais assertiva as informações e conseguem tratar junto com o líder de produção ações com relação aos principais problemas existentes como qualidade e parada de máquina.”
<b>Líder de Produção</b>	“Por meio da coleta de dados, da análise do OEE e do Pareto ficou mais fácil movimentar as ações com as áreas de apoio.”
<b>Operador de Produção</b>	“Na verdade, foram levantados vários problemas que existiam na máquina e a partir disso melhorias foram feitas para atendermos a demanda e a qualidade das peças.”
<b>4) Quais as dificuldades encontradas na implementação do OEE?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	“Uma das dificuldades é a questão cultural. Temos que fomentar todos os dias a importância dos dados do diário de bordo para que os colaboradores entendam a importância da veracidade daquelas informações para, a partir daí, gerar o indicador de OEE. Então esse é o grande desafio.”
<b>Líder de Produção</b>	“A dificuldade que enfrentamos no dia-a-dia é a veracidade dos dados. Dessa forma, todos os dias o desafio é mostrar para o operador o porquê ele tem que coletar e preencher um dado correto no diário de bordo. Depois de coletar surge a análise, nesse ponto também é importante mostrar a informação para quem está na linha de frente, que é a minha equipe. No início ouvi a seguinte frase de um colaborador: “Estou há tanto tempo preenchendo isso e os problemas são os mesmos”.”
<b>Operador de Produção</b>	“Uma das maiores dificuldades era a precisão dos dados.”
<b>5) Quais os desafios para manter e aprimorar o OEE?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	“Para manter e aprimorar o OEE é necessário estabilizar as rotinas de análise, melhorar a acuracidade dos dados e conscientizar os colaboradores quanto à importância do OEE.”
<b>Líder de Produção</b>	“Hoje a coleta de dados é manual, com caneta e papel. É necessário automação para agilizar esse processo e melhorar a acuracidade desses dados.”
<b>Operador de Produção</b>	“A coleta de dados manual. Muitos operadores não gostam de parar a máquina para estar anotando. Além disso, seria interessante o líder chamar cada um de nós individualmente e mostrar porque isso tem que ser feito, o que vai melhorar e quais podem ser os impactos positivos para cada um se comprometer com a ferramenta.”
<b>6) O que você gostaria de externar sobre a implementação do OEE?</b>	
<b>Supervisor de Produção</b>	”O OEE é uma ferramenta primordial para a conseguirmos mensurar os problemas e encontrar soluções para eles também ‘olhando’ para as oportunidades que se tem dentro do processo.”
<b>Líder de Produção</b>	“O resultado de um OEE melhor é fruto do trabalho de todas as áreas.”
<b>Operador de Produção</b>	“Os pilares do OEE são performance, disponibilidade e qualidade.”

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da implementação do OEE mostraram que a coleta de dados manual foi falha, o que também foi relatado durante as entrevistas semiestruturadas. A falta de acuracidade nas informações de parada de máquina e de peças retrabalhadas coletadas a partir do diário de bordo pode acarretar tomadas de decisões errôneas. A coleta de dados em questão engloba não somente o diário de bordo, como também a retroalimentação dos dados do diário em uma planilha em Excel, pois durante essa etapa pode ocorrer algum erro de digitação e conseqüente erro de análise. Esse gap mostra que a coleta de dados manual foi um dos desafios encontrados na implementação do OEE. Essa constatação é convergente com o estudo de Hansen (2006), que trata a boa coleta de dados como a chave requerida para o completo sucesso da estratégia do OEE.

Ljungberg (1998) também salienta que quando coletados e registrados manualmente em formulários pelos operadores, a coleta dos dados utilizados nos cálculos de eficiência é de acuracidade duvidosa. Esse gap pode impactar em tomadas de decisão baseadas em informações distorcidas, podendo causar efeito nocivo à empresa. Portanto, é ressaltada aqui a importância do período de “pré-implementação” do OEE, ou seja, antes de partir para resolução de problemas com base nos resultados do OEE, é necessário estabelecer uma maturidade na coleta de dados, seja ela manual ou automática.

A linha dos reservatórios de ar foi a linha piloto na área de solda no processo de implementação do OEE, o que gerou uma barreira inicial quanto à coleta de dados e quanto às rotinas de análise desse indicador. Além da percepção durante a pesquisa, isso pôde ser evidenciado durante a entrevista com o operador de produção, o qual ressaltou que: “os colegas mais novos são mais resistentes quanto à coleta de dados, pois não gostam de parar a máquina para estar anotando.” Saurin *et. al.* (2010) ressaltam que essa resistência das pessoas às mudanças é uma das barreiras para implementação da cultura *lean*. De forma mais ampla, essas questões foram tratadas na presente pesquisa como um desafio cultural. A criação de uma cultura enxuta é um dos maiores desafios à espera dos potenciais implementadores enxutos, uma vez que um grau considerável de habilidades de aprendizagem organizacional é necessário (RYMASZE) Outro desafio evidenciado durante a implementação do OEE e durante as entrevistas semiestruturadas foi a falha no entendimento dos colaboradores quanto à importância do OEE. Esse gap pôde ser evidenciado de forma clara na entrevista com o operador da linha de produção em estudo, que disse: “seria interessante o líder chamar cada um de nós individualmente e mostrar porque isso tem que ser feito, o que vai melhorar e quais podem ser os impactos positivos

para cada um se comprometer com a ferramenta”. Essa falha no entendimento dos benefícios e da importância do OEE afeta na acuracidade dos dados e no engajamento dos colaboradores quanto à colaboração com a ferramenta de desempenho das máquinas. Esse gap coincide com ACHANGA et. al. (2016), que destaca que uma das limitações para implementação de ferramentas *lean* é o ceticismo sobre os benefícios do sistema enxuto para os negócios. Além disso, o treinamento de conscientização e uma definição clara do papel dos operadores são alguns dos fatores que a organização precisará desenvolver antes da implementação para o sucesso do OEE (AMINUDDIN et. al. 2015).

Durante o processo inicial de implementação do OEE e durante as entrevistas semiestruturadas, pôde ser evidenciado que a falha na solidificação de outras ferramentas de melhorias de processo na linha de produção também foi uma barreira para a implementação do OEE. Isso porque o ambiente apresentava-se desgastado em relação a novos passos em direção ao *lean* devido ao insucesso de implementações de outras ferramentas. Em concordância com a literatura, Saurin et. al. (2010) destacam que o insucesso de iniciativas passadas é uma das dificuldades relacionadas à implantação de ferramentas enxutas nas empresas.

O apoio da alta administração não foi abordado como um desafio pois entendeu-se que havia, por parte da organização, expectativas para a implementação do TPM. Porém, no momento da presente pesquisa, a organização encontrava-se revisando as metodologias e rotinas de produção enxuta, que seriam passos anteriores ao TPM e à implementação do OEE.

Além disso, por meio da análise gráfica dos resultados do OEE, pode-se observar que o OEE aumentou em 10 pontos percentuais do primeiro mês de implementação para o último. O Índice de Disponibilidade Operacional (IDO) teve uma redução de 8 pontos percentuais, de 97% para 89%, a Performance teve um aumento de 14 pontos percentuais, de 32% para 42% e a Qualidade não teve variação entre o primeiro e o último mês de análise, mantendo-se em 99%.

Ademais, os resultados sugerem que os principais benefícios da implementação do OEE na célula de solda em estudo foram a aceleração de conhecimento dos colaboradores em relação aos problemas existentes da máquina, a construção de um histórico de dados em relação às paradas de máquina e a agilidade das áreas de apoio a partir da mensuração das paradas. O Quadro 2 apresenta os principais desafios encontrados durante a implementação do OEE em uma célula de solda MIG/MAG numa indústria metalmeccânica.

Quadro 2 - Resumo da análise

Desafios	Implementação do OEE	Entrevistas semiestruturadas	Literatura
<b>1. Falta de acuracidade dos dados</b>	A coleta de dados foi falha no que tange ao diário de bordo e a retroalimentação das informações na planilha em Excel. Isso pôde ser evidenciado de forma clara no Pareto das paradas de produção.	Relato do líder de produção: “Hoje a coleta de dados é manual, com caneta e papel. É necessário automação para agilizar esse processo e melhorar a acuracidade desses dados.”	Hansen (2006) trata a boa coleta de dados como a chave requerida para o completo sucesso da estratégia do OEE. Ljungberg (1998) também salienta que quando coletados e registrados manualmente em formulários pelos operadores, a coleta dos dados utilizados nos cálculos de eficiência é de acuracidade duvidosa.
<b>2. Barreira cultural</b>	Essa barreira foi percebida durante a abordagem inicial na linha de produção e durante o preenchimento do diário de bordo pelos operadores.	Relato do supervisor de produção: “Uma das dificuldades é a questão cultural. Temos que fomentar todos os dias a importância dos dados do diário de bordo para que os colaboradores entendam a importância da veracidade daquelas informações para, a partir daí, gerar o indicador de OEE. Então esse é o grande desafio.”	A criação de uma cultura enxuta é um dos maiores desafios à espera dos potenciais implementadores enxutos, uma vez que um grau considerável de habilidades de aprendizagem organizacional é necessário (RYMASZEWSKA, 2014).
<b>3. Falha no entendimento dos colaboradores quanto à importância do OEE</b>	Essa falha no entendimento dos benefícios e da importância do OEE afetou na falta de acuracidade dos dados e no engajamento dos colaboradores quanto à colaboração com a ferramenta de desempenho das máquinas.	Relato do operador de produção: “Seria interessante o líder chamar cada um de nós individualmente e mostrar porque isso tem que ser feito, o que vai melhorar e quais podem ser os impactos positivos para cada um se comprometer com a ferramenta.”	ACHANGA et. al. (2016) destaca que uma das limitações para implementação de ferramentas <i>lean</i> é o ceticismo sobre os benefícios do sistema enxuto para os negócios. Além disso, o treinamento e conscientização e uma definição clara do papel dos operadores são alguns dos fatores que a organização precisará desenvolver antes da implementação para o sucesso do OEE (AMINUDDIN et. al. 2015).
<b>4. Falha na solidificação de outras ferramentas de melhorias de processo na linha de produção</b>	Ambiente desgastado em relação a novos passos em direção ao <i>lean</i> .	Relato do líder de produção: “No início ouvi a seguinte frase de um colaborador: ‘Estou há tanto tempo preenchendo isso e os problemas são os mesmos’.”	Saurin et al. (2010) destaca que o insucesso de iniciativas passadas é uma das dificuldades relacionadas à implantação de ferramentas enxutas nas empresas.

## 6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As descobertas apresentadas neste documento trazem informações consideráveis para auxiliar demais empresas e pesquisadores que tem o objetivo de utilizar o OEE como métrica operacional. Conforme evidenciado no Quadro 2, o documento enfatiza a falta de acuracidade dos dados, a barreira cultural, a falha no entendimento dos colaboradores quanto à importância do OEE e a falha na solidificação de outras ferramentas de melhorias de processo como os desafios potenciais encontrados durante o processo de adoção do indicador OEE.

A validade dos resultados pode ser melhorada pela adição de mais estudos em torno da implementação do OEE para determinar se os desafios delineados na presente pesquisa podem ser generalizados. No entanto, o estudo fornece uma visão significativa dos desafios encontrados nos estágios iniciais de implementação do OEE, enquanto abre as oportunidades para pesquisas adicionais nos estágios seguintes. Nesse sentido, como sugestões para desdobramentos futuros desta pesquisa, destacam-se:

- i. Obter maturidade ou estabilizar cada um dos passos da implementação do OEE antes de partir para o próximo;
- ii. Acompanhamento efetivo e de longo prazo da liderança no processo de implementação do OEE;
- iii. Estudo sobre implantação de método de coleta automática de dados, possibilitando vantagens quanto à acuracidade dos dados coletados, tanto em relação ao diário de bordo quanto em relação à retroalimentação de dados na planilha em Excel;
- iv. Avaliação da implementação do OEE em mais CT's da linha de produção em estudo e/ou avaliação da implementação do OEE em outras linhas de produção da fábrica, a fim de obter uma amostra maior de desafios.

## REFERÊNCIAS

ACHANGA, Pius et. al. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Percentil Scopus: 88%, 17(4), 460–471, 2006.

AMINUDDIN, Nur et. al. An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. **International Journal of Production Research**. Percentil Scopus: 98%, <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2015.1055849>, 2015.

ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*. Percentil Scopus: 96%, v. 35, p. 144 – 154, 2015.

BELLGRAN, M.; SÄFSTEN, E. K. *Production Development: Design and Operation of Production Systems*. XVIII, p. 37-47, Springer, 2010.

GOMES, Leonardo. *Avaliação das contribuições das técnicas do Sistema Toyota de Produção para os objetivos estratégicos das empresas*. 2001. 132 p. Gerência da Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre. Dissertação de mestrado.

HANSEN, Robert. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. 1ª edição. 264 p. Bookman, 2006.

JEONG, Ki-Young; PHILLIPS, Don. Operational efficiency and effectiveness measurement. **International Journal of Operations & Production Management**. Percentil Scopus: 82%, v. 21, p. 1404 – 1416, 2001.

LJUNGBERG, Örjan. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *Journal of Operations & Production Management*. Percentil Scopus: 82%, v. 18, p. 495 – 507, 1998.

MARTINS, Nogueira; BÓGUS, C. M. Considerações sobre a metodologia qualitativa como recurso para o estudo das ações de humanização em saúde. *Saúde e Sociedade*, 13 (3), 44-57, 2004.

RIBEIRO, Haroldo. *Manutenção Produtiva Total: A bíblia do TPM*. 1ª edição. 592 p., Viena, 2014.

RYMASZEWSKA, Dorota A. The challenges of lean manufacturing implementation in 73 SMEs. **Benchmarking: An International Journal**. Impact factor: 2.60, 21 (6), 987– 1002, 2014.

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; MARODIN, G. A. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão da Produção**, v.17, n.4, p. 829-841, 2010.

ZHU, Xiaoping. Analysis and improvement of enterprise's equipment effectiveness based on OEE. 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC), Ningbo, 2011, p. 4167-4171.