

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADOR OEE EM MÁQUINA DE USINAGEM DE IMPLANTES DENTÁRIOS

ÁLVARO PAZ GRAZIANI

<https://orcid.org/0000-0003-4309-5022/> alvaro.graziani@edu.sc.senai.br

Centro Universitário Senai de Santa Catarina – UniSENAI - Campus Joinville – Santa Catarina

ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE

andrea.loureiro@edu.sc.senai.br

Centro Universitário Senai de Santa Catarina – UniSENAI - Campus Joinville – Santa Catarina

ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES

<http://lattes.cnpq.br/1130742797736584/> <https://orcid.org/0000-0002-6367-0605/> anderson.c.fernandes@edu.sc.senai.br

Centro Universitário Senai de Santa Catarina – UniSENAI - Campus Joinville – Santa Catarina

ALEXANDRE MARCOS FERREIRA

<http://lattes.cnpq.br/7473033208610246/> alexandre.marcos@sc.senai.br

Centro Universitário Senai de Santa Catarina – UniSENAI - Campus Joinville – Santa Catarina

SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

sebastiam.perini@edu.sc.senai.br

Centro Universitário Senai de Santa Catarina – UniSENAI - Campus Joinville – Santa Catarina



Recebido em: 01/09/2023.

Aprovado em: 27/12/2023.

Publicado em: 27/12/2023

**IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL
IMPLANTS MACHINING MACHINE**

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

RESUMO

Introduzido por Seiichi Nakajima, um dos criadores da Manutenção Produtiva Total (TPM), o indicador OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – é utilizado como métrica para o desempenho operacional, sendo uma ferramenta de gerenciamento produtivo cada vez mais utilizada na indústria. A empresa ambiente de estudo, carece de um indicador eficaz para apontar a eficiência do seu equipamento. Dessa forma, este trabalho aplicou o indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) a fim de identificar a eficiência global do equipamento mais crítico do processo de fabricação de implantes dentários em uma empresa de usinagem, localizada em Joinville–SC. Inicialmente, foi necessário solicitar permissão de acesso aos dados da máquina na empresa a qual serviu como ambiente de estudo, coletar os principais dados do equipamento, realizar o cálculo do indicador OEE com as informações obtidas e direcionar as equipes de melhoria com os resultados de indicadores obtidos. Portanto, o objetivo do referido trabalho é implementar o indicador OEE em uma máquina de usinagem de implantes dentários. Dentre os indicadores de desempenho, qualidade e disponibilidade, apenas o indicador de desempenho ficou acima da média global recomendada, que é de 95%. Para os outros dois fatores, medidas incrementais tiveram de ser estudadas e recomendadas às equipes de melhoria, uma vez que o valor obtido para qualidade foi de 98% e o de disponibilidade foi de 85%, contra o recomendado de 99% e 95% respectivamente. O trabalho mostra que a metodologia adaptada foi eficiente para identificar as perdas do processo, mensurar a real utilização do equipamento e aplicar ações de melhorias nos dois indicadores que apresentaram valores abaixo do recomendado globalmente.

Palavras-chave: Eficiência Global do Equipamento; Indicador de desempenho; Manufatura Enxuta; OEE.

ABSTRACT

Introduced by Seiichi Nakajima, one of the creators of Total Productive Maintenance (TPM), the indicator OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – is used as a metric for operational performance, being a productive management tool increasingly used in the industry. Study, lacks an effective indicator to indicate the efficiency of its equipment. Thus, this work applied the *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) indicator in order to identify the overall efficiency of the most critical equipment in the manufacturing process of dental implants in a machining company located in Joinville-SC. access to machine data in the company which served as the study environment, collect the main equipment data, perform the calculation of the OEE indicator with the information obtained and direct the improvement teams with the results of indicators obtained. Therefore, the objective of the referred work is to implement the OEE indicator in a dental implant machining machine. Among the performance, quality and availability indicators, only the performance indicator was above the recommended global average, which is 95%. For the other two factors, incremental measures had to be studied and recommended to the improvement teams, since the value obtained for quality was 98% and for availability was 85%, against the recommended 99% and 95% respectively. The work shows that the adapted methodology was efficient to identify the losses of the process, to measure the real use of the equipment and to apply improvement actions in the two indicators that presented values below the globally recommended.

Keywords: Overall Equipment Efficiency; Performance Indicator; Lean Manufacturing; OEE.

1 INTRODUÇÃO

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

A otimização dos recursos disponíveis é uma das principais batalhas enfrentadas pelo setor industrial. A utilização eficaz, tanto dos recursos operacionais quanto do potencial humano, é um fator determinante para o sucesso em qualquer operação de produção. O gerenciamento cuidadoso desses recursos é crucial para alcançar a máxima eficiência, minimizar desperdícios e garantir a qualidade dos produtos e processos. Haja vista que, um dos grandes desafios enfrentados pelo meio industrial baseia-se na eficiente e correta utilização dos recursos disponíveis para a produção, sejam estes operacionais ou humanos.

Nessa perspectiva, a eficiente utilização dos recursos disponíveis é um desafio fundamental na indústria, especialmente em processos de alta precisão, como a usinagem de implantes dentários. A implementação do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) em uma máquina de usinagem de implantes dentários pode ajudar a enfrentar esse desafio de maneira sistemática e aprimorar a eficiência do processo de produção.

Em um mercado industrial cada vez mais complexo e competitivo, as organizações buscam no gerenciamento e controle dos processos produtivos evitar qualquer tipo de função que não agregue valor ao produto, bem como obter uma rotina de trabalho confiável e sem desperdícios (GUIMARÃES et al, 2016).

Dessa forma, sabe-se que OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador importante para avaliar a eficiência de máquinas e processos de produção. Ele é amplamente utilizado na indústria para medir o desempenho de equipamentos e identificar oportunidades de melhoria. Ademais, para implementar o OEE em uma máquina de usinagem de implantes dentários, que mede a capacidade produtiva dentro do tempo de programação e exclui os tempos não programados.

Neste sentido, a implementação do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) em máquinas de usinagem utilizadas na fabricação de implantes dentários é uma abordagem estratégica fundamental para otimizar a produção e a qualidade desses dispositivos médicos de alta

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

precisão. Ademais, a aplicação do OEE em máquinas de usinagem de implantes dentários não apenas aumenta a eficiência, mas também pode contribuir para a melhoria da qualidade dos produtos, redução de custos e ganhos de competitividade.

A partir do contexto apresentado, tem-se o seguinte questionamento: como a implementação do indicador OEE otimiza a produção e a qualidade em máquinas de usinagem de implantes dentários?

Para se estabelecer nesse mercado, as corporações estão constantemente buscando desenvolver novas metodologias de trabalho, visando a melhoria de seus processos produtivos (FLAMIA *et al*, 2016). Através de uma eficiente gestão produtiva, pode-se cada vez mais tomar decisões baseadas em dados estatísticos, que permitem reduções de retrabalhos ou paradas de máquinas de forma indesejada.

Analisando esta perspectiva, Medeiros, Santana e Guimarães (2017) afirmam que o conceito de produção enxuta é um modelo no qual se visa o aumento gradativo da produtividade através da redução de atividades que não agregam valor, a fim de maximizar a eficiência e disponibilidade de um equipamento ou até mesmo de todo um sistema produtivo.

A utilização de ferramentas de Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* ou TPM) busca a confiabilidade de processo, tendo como uma de suas principais ferramentas, os indicadores de Eficácia Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* ou OEE). De acordo com Correa e Gomes (2017), esses indicadores ampliam a perspectiva de vida útil de um equipamento, sendo amplamente utilizado nas indústrias de manufatura como forma de visualização da real disponibilidade, desempenho e índice de qualidade de peças produzidas de um determinado equipamento.

A falta destes indicadores resulta em uma não garantia de controle, pois não existem informações que confirmem e assegurem a confiabilidade do equipamento. Para Pasolini, Tomasi e Vidor (2017), a garantia de qualidade de um produto pode ser estimada por meio da confiabilidade que se tem de um equipamento ou sistema produtivo.

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Dessa forma, o estudo do OEE na máquina de usinagem de implantes dentários foi importante, pois estava diretamente ligada aos custos de transformação, levando em consideração que, na empresa base do projeto, uma produtividade mais eficiente era primordial para que se obtivesse melhores margens de lucro nos produtos. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo implementar os indicadores OEE em uma máquina de usinagem de implantes dentários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os seguintes temas: grandes perdas, indicador OEE e micro usinagem, todos obtidos através de uma revisão atualizada da literatura do tema proposto.

2.1 Grandes Perdas

Conforme Shingo (1996), perda é qualquer atividade que não agrega valor e que implica em custos a produção de um produto, como por exemplo a espera, retrabalho, transporte e movimentações desnecessárias. As atividades que agregam valor são aquelas que alteram de fato a matéria-prima do produto, de acordo com as necessidades do consumidor.

De acordo com Freitas (2016), para garantir um processo produtivo sem perdas, a atividade de manutenção tem como objetivo evitar a degradação de equipamentos e instalações provocadas pelo desgaste natural e uso, incluindo também a resolução de falhas, com atividades como detecção, reparo e investigação.

As grandes perdas podem ser calculadas através da obtenção de 3 indicadores conforme mencionado por Bariani et al. (2006): disponibilidade, desempenho e qualidade. O Quadro 1 mostra as principais perdas relacionado aos 3 índices:

Quadro 1 – Índices e principais perdas

Índice	Descrição	Perdas
--------	-----------	--------

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Disponibilidade	É a quantidade de tempo em que um equipamento esteve disponível para trabalhar comparado com a quantidade de tempo em que foi programado para trabalhar.	Paradas Identificáveis Falhas nos equipamentos e desgastes de ferramentas Perdas com ajustes e setups
Desempenho	É o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para produzir uma peça.	Perdas com velocidade reduzida <i>Downtimes</i> e pequenas paradas
Qualidade	É o número total de peças boas produzidas, comparado com o número total de peças produzidas.	Defeitos de qualidade Perdas do processo

Fonte: Adaptado Castro (2010)

2.2 Indicador OEE

Introduzido por Seiichi Nakajima, um dos criadores da Manutenção Produtiva Total (TPM), o indicador OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – é utilizado como métrica para o desempenho operacional, sendo amplamente empregado na indústria como ferramenta consistente de medição da eficiência da manufatura (FLAMIA *et al*, 2016). Os experimentos de Detregiachiet *al.* (2017), mostram que os indicadores apontam uma redução nos custos de operação e um aumento na produtividade.

Dessa forma, destaca-se que o OEE é uma ferramenta valiosa para identificar ineficiências, definir metas de desempenho e tomar decisões informadas para otimizar o uso de equipamentos, aumentar a produção e melhorar a qualidade do produto. Sua aplicação pode ser ampla, cobrindo desde linhas de produção complexas até máquinas individuais, como no caso da máquina de usinagem de implantes dentários mencionada anteriormente.

Para implementação do indicador OEE, são necessárias 7 etapas básicas (HANSEN, 2006):

1. Cálculo do valor do OEE à luz do desempenho atual;

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

2. Elaboração de um plano de ação real para diminuir diferenças entre os níveis do OEE para o seu tipo de indústria (indústrias com mesmo ramo de atuação);
3. Definição da hierarquia dos processos críticos, gargalos e definição de Metas;
4. Comunicação do passo 3 aos trabalhadores;
5. Treinar todas as pessoas envolvidas no processo;
6. Introduzir novas técnicas e programas que deem suporte ao OEE como programas de confiabilidade, manutenção preditiva, TPM, etc;
7. Utilização das medidas do indicador em todos os níveis da planta, compartilhando os resultados com todos os setores.

Para que seja calculado o indicador OEE, são necessários a obtenção de três métricas: disponibilidade, desempenho e qualidade. O indicador, portanto, será definido através do produto entre as três, conforme Equação 1. (BUSSO; MIYAKE, 2013):

$$OEE = D \times P \times Q \quad (1)$$

Onde:

D = Disponibilidade

P = Desempenho

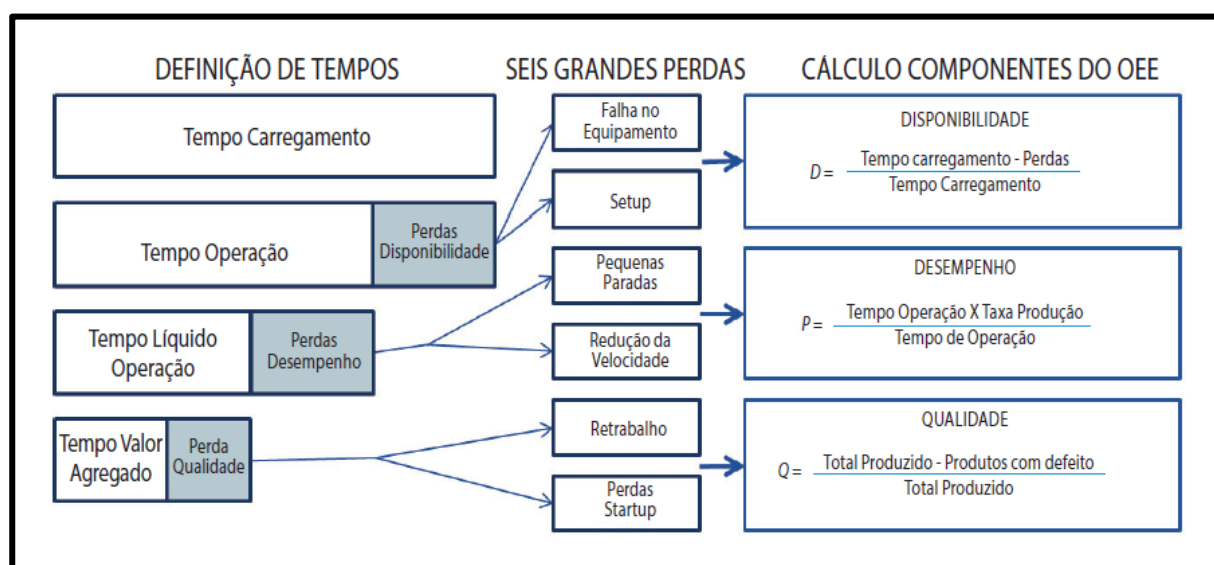
Q = Qualidade

A Figura 1, mostra a estrutura do cálculo para composição da equação.

Figura 1 – Cálculo do Indicador OEE

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI



Fonte: Adaptado de Busso e Miyake (2013)

Nakajima (1989) estabeleceu que o valor ideal para os padrões de classe mundial é de 85%, percentual confirmado por Tsarouhas (2015). Para isso, o alcance da disponibilidade deve ser de 90%, desempenho 95% e qualidade 99%. Segundo Hansen (2006), valores do OEE entre 65% e 75% são aceitáveis, acima de 75% são aceitos como muito bons, acima de 85% são avaliados como excelentes e abaixo de 65% são considerados inaceitáveis, devendo a empresa implementar ações de melhoria. O Quadro 2 mostra os valores recomendados para os indicadores OEE:

Quadro 2 – Valores recomendados para indicadores OEE

Índice	Valores de Classe Mundial	
	Processo Intermitente	Processo Contínuo
Disponibilidade	90%	>95%
Desempenho	95%	>95%
Qualidade	99,9%	>95%
OEE	85%	>85%

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Fonte: Adaptado de Nakajima (1989)

Os indicadores também podem ser calculados a partir da utilização de seis tipos básicos de perdas nesses três índices, Busso e Miyake (2013) e Silva *et al.* (2016). Cada um dos seus índices apresenta perdas inerentes e suas próprias características. Além disso, um estudo apontado por Kwon e Lee (2004), prova que o indicador OEE, também pode ser medido através do produto entre o total de produtos bons, tempo de carregamento e capacidade de produção teórica/hora.

Para implementação do indicador, é necessária uma adequação ao contexto que será utilizado, uma vez que as dificuldades relacionadas à classificação de perdas, problemas externos da fábrica, setores de embalagem e problemas de fornecedores, alteram a forma de aplicação do OEE (Busso e Miyake, 2013). De forma a facilitar a tomada de decisões, Becker *et al.* (2015), define que as ações estratégicas devem ser realizadas após o cálculo do indicador OEE, pois este dispõe de ferramentas que facilitam a visualização de problemas e a identificação da causa principal que está afetando a produtividade do equipamento.

Os indicadores também podem ser calculados a partir da utilização de seis tipos básicos de perdas nesses três índices, Busso e Miyake (2013) e Silva *et al.* (2016). Cada um dos seus índices apresenta perdas inerentes e suas próprias características. Além disso, um estudo apontado por Kwon e Lee (2004), prova que o indicador OEE, também pode ser medido através do produto entre o total de produtos bons, tempo de carregamento e capacidade de produção teórica/hora.

Para implementação do indicador, é necessária uma adequação ao contexto que será utilizado, uma vez que as dificuldades relacionadas à classificação de perdas, problemas externos da fábrica, setores de embalagem e problemas de fornecedores, alteram a forma de aplicação do OEE (Busso e Miyake, 2013). De forma a facilitar a tomada de decisões, Becker *et al.* (2015), define que as ações estratégicas devem ser realizadas após o cálculo do indicador OEE, pois este dispõe de ferramentas que facilitam a visualização de problemas e a identificação da causa principal que está afetando a produtividade do equipamento.

2.3 Microusinagem

Conforme definido por Ferrarese (1990 *apud* Riomar *et al* 2018), a usinagem é um dos processos de fabricação mais aplicados pela indústria metal mecânica atualmente. A usinagem tem como objetivo transformar a matéria prima, ou seja, dar forma, acabamento e dimensão a um produto, seguindo dimensões pré-estabelecidas.

Com a remoção de material através do cavaco, a industrialização de componentes e produtos para diversos tipos de segmentos é muito comum, tendo destaque para as áreas automotiva, agrícola e aeroespacial (RIOMAR *et al* 2018). Dentro deste cenário, com um crescente da demanda de usinagem por itens de pequeno porte, como a linha ortodôntica e ortopédica, se fez necessário a utilização de processos de microusinagem, onde, segundo Masuzawa, (2000 *apud* Riomar *et al* 2018) é definida como processo de fabricação com remoção de cavacos abaixo de 999 micra.

Neste sentido, é importante destacar que a microusinagem é um processo de fabricação de alta precisão que envolve a remoção de material em escalas micro ou sub-micrométricas. Esse processo é usado para criar peças e componentes com dimensões extremamente pequenas e detalhes precisos. Ademais, sua frequência é bastante utilizada em indústrias que requerem alta precisão, como a eletrônica, a fabricação de dispositivos médicos, a óptica, a micromecânica e outras áreas onde a precisão dimensional é essencial.

A microusinagem destaca-se por ser um processo similar à usinagem convencional, incluindo algumas peculiaridades, porém, mantendo a base simples de transformação, resultando em um processo econômico e versátil (OLIVEIRA, 2019). Entre os principais pilares da microusinagem, destaca-se o microtorneamento, comumente utilizado na linha ortodôntica para fabricação de implantes dentários, o microtorneamento é um processo de torneamento convencional, que baseiam no movimento rotativo de uma peça cilíndrica em torno de um eixo da máquina, a fim de produzir peças cilíndricas em micro escala (RAHMAN *et al* 2005 *apud* RIOMAR *et al* 2018).

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a caracterização de pesquisa, o ambiente da pesquisa e a descrição das etapas que foram executadas.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esse trabalho foi um estudo de caso de caráter exploratório com dados quantitativos e qualitativos e obtidos em campo.

3.2 Ambiente da Pesquisa

O ambiente de pesquisa foi uma fábrica de implantes dentários, localizada dentro do Perini Business Park, em Joinville – SC, maior parque empresarial multissetorial da América do Sul. A empresa possui aproximadamente 600 m², 23 funcionários que operam em 2 turnos, além do turno comercial.

O objeto de estudo era um sistema de torneamento CNC (Comando Numérico Computadorizado) para usinagem de implantes dentários que operava 44 horas semanais. A empresa ainda conta com 7 torno CNC Swiss St26, 1 torno CNC GT 26, 2 Star. Os equipamentos são capazes de produzir 60 mil peças para fins odontológicos sendo, entre elas, 13 mil implantes dentários.

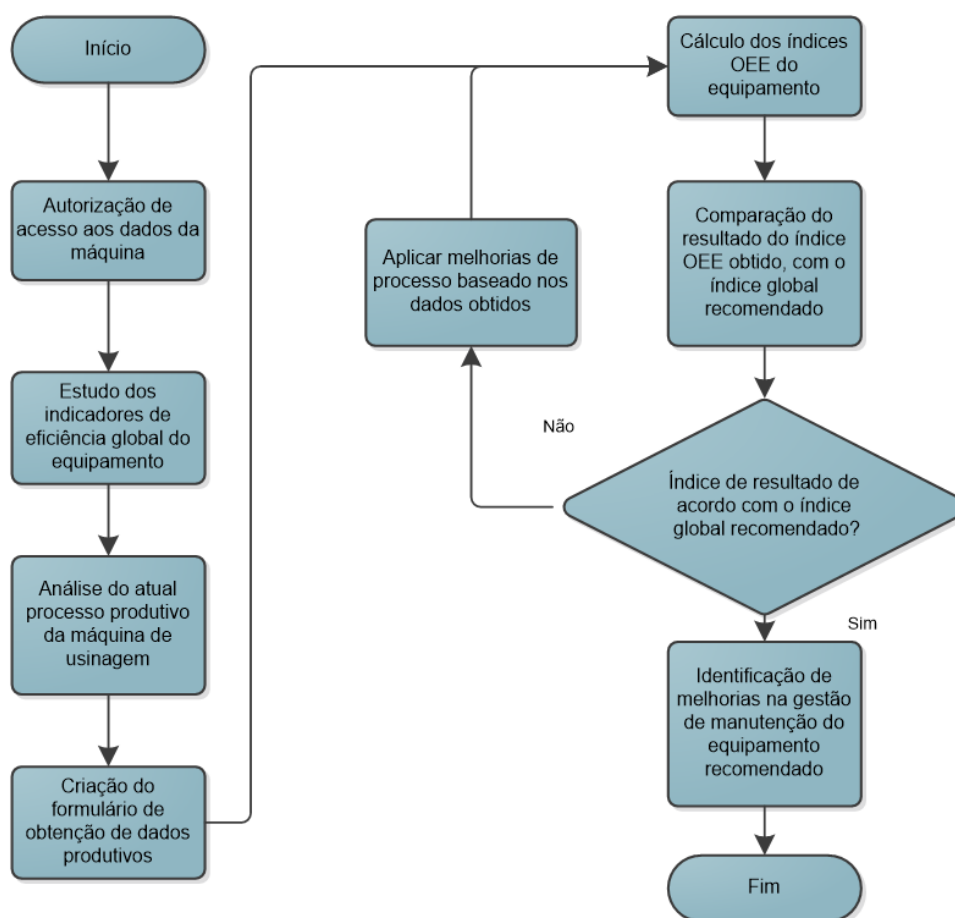
3.3 Etapas da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em sete etapas, conforme fluxograma da Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma de etapas de pesquisa

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI



Fonte: Os autores (2023)

O Quadro 3 detalha cada uma das etapas.

Quadro 3 – Etapas de pesquisa e descrição

Etapa	Descrição
Autorização de acesso aos dados da máquina	Solicitar permissão para acesso aos registros da máquina.
Estudo dos indicadores de eficiência global de equipamento	Com os dados obtidos, analisar quais dados serão utilizados no cálculo do OEE.

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Análise do atual processo produtivo da máquina de usinagem	Verificar quais peças são e como são produzidas pela máquina.
Criação do formulário de obtenção de dados produtivos	Elaborar um formulário para coleta das informações junto aos colaboradores da empresa.
Cálculo dos índices OEE do equipamento.	Com os dados obtidos realizar o cálculo de eficiência global.
Comparação do resultado do índice OEE obtido, com o índice global recomendado	Verificar o valor obtido e comparar com índice global que atendem: disponibilidade deve ser de 90%, desempenho 95% e qualidade 99%.
Identificação de melhorias na gestão da manutenção do equipamento	Repassar os valores obtidos para gerar uma melhor gestão da manutenção do equipamento.

Fonte: Os autores (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo trata dos seguintes assuntos: coleta de dados, resultados e discussão, indicadores de disponibilidade, desempenho e qualidade e rendimento global do equipamento.

4.1 Coleta de Dados

No atual processo produtivo, a coleta de dados – tempo e peças produzidas na empresa - é de responsabilidade dos operadores que preenchem as fichas de produção. Caso ocorram quaisquer paradas de máquina, imediatamente será apontado em formulário e o motivo será investigado pela equipe de programação. Caso o problema não seja resolvido, uma não conformidade é aberta para análise de causa raiz.

De forma a iniciar o estudo, o acesso aos dados da máquina foi realizado após prévia autorização do coordenador de qualidade e programador de máquinas da empresa. Foram

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

acompanhadas 10 ordens de produção e definidos quais seriam os dados relevantes a serem utilizados para os cálculos do indicador OEE.

Logo, foi necessário verificar quais eram as peças fabricadas pelo equipamento e como era realizado o processo de fabricação pela máquina. Para esse estudo, foi considerado a fabricação de apenas um modelo de peça, o implante dentário Vezza He no Torno Swiss ST26.

Para facilitar a coleta de dados do referido trabalho foi criado o formulário conforme figura 2, sendo este o responsável pelo apontamento dos tempos de carregamento ou tempo programado, tempos de operação, tempo líquido de operação e tempo de valor agregado. Através desses dados foi possível obter os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade.

Neste formulário era registrado o modelo da máquina em produção, o código do produto, o nome do Operador e do responsável pela programação. Além disso, foi registrado a data e hora de início da produção do lote e término, junto com o número da ordem de produção e quantidade planejada. Qualquer parada de máquina deveria ser apontada, evidenciando o motivo e o tempo gasto para solução do problema. Ao final da ordem de produção foi possível preencher o número de peças produzidas. Em caso de apontamentos pontuais, pode-se utilizar o campo de observações.

Figura 2 – Planilha para coleta de dados

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Máquina	Código do Produto	Produto	Operador	Programador
Data	Ordem de produção	Quantidade planejada		
Início	Fim	Paradas de máquina		
Data	Motivo			
	Tempo			
Início	Fim			
		Motivo		
Produção	Setup	Tempo		
Rejeição	Observações			
Ciclo				

Fonte: Os autores (2023)

Para controlar os dados obtidos neste formulário, foi criado uma tabela que serviu como banco de dados para os futuros cálculos dos indicadores de disponibilidade, desempenho e performance, conforme quadro 4.

Quadro 4 – Resultados obtidos

Data	OP	Máquina	Produto	Início Produção (1º Turno)	Fim Produção (2º Turno)	Tempo de produção	Parada programada	Parada	Setup	Produção	Rejeição
01/10/2020	1015451	2832	Implante Vezza He	09:10	22:40	810	0	25	130	300	6
02/10/2020	1015452	2832	Implante Vezza He	08:10	21:40	810	0	27	120	250	4
03/10/2020	1015453	2832	Implante Vezza He	07:40	22:00	860	0	10	110	350	3
04/10/2020	1015454	2832	Implante Vezza He	08:00	22:00	840	0	5	140	280	6
05/10/2020	1015455	2832	Implante Vezza He	09:10	22:40	810	0	4	115	270	5
06/10/2020	1015456	2832	Implante Vezza He	07:50	21:50	840	0	10	117	260	5
07/10/2020	1015457	2832	Implante Vezza He	07:45	21:35	830	0	13	113	285	4
08/10/2020	1015458	2832	Implante Vezza He	08:10	21:40	810	30	12	114	310	7
09/10/2020	1015459	2832	Implante Vezza He	08:25	22:05	820	0	8	112	320	4
10/10/2020	1015460	2832	Implante Vezza He	07:35	21:30	835	0	2	118	290	8

Fonte: Os autores (2023)

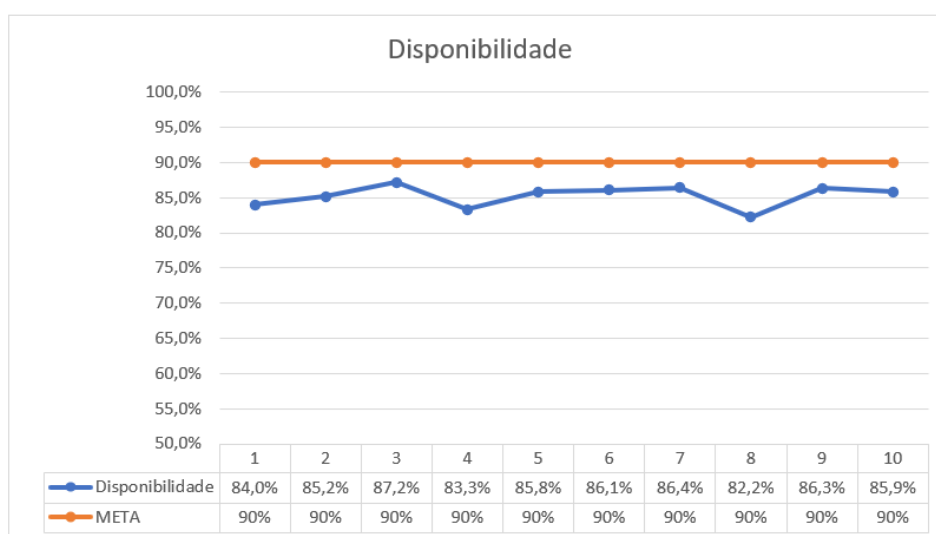
4.2 Disponibilidade

Para início do cálculo do OEE foi necessário comparar o tempo total em relação ao tempo efetivo de produção, sendo este a base de cálculo para os demais fatores. Para que um motivo seja entendido como algo programado e não uma ocorrência aleatória, ou ele deve estar contido em uma programação/planejamento ou ele é uma falta de programação no sentido de não haver ordem de produção.

Sendo assim, foi verificado dentre as paradas de máquina, 3 fatores principais: aguardando ordem de produção, manutenção preventiva e tempo de *setup*. Essas paradas são consideradas como paradas planejadas.

O tempo de produção foi baseado no ciclo de uma OP, considerando o início e fim de cada turno o qual é equivalente ao tempo em que a máquina fica disponível. Dessa forma foi possível identificar exatamente qual foi o período em que a máquina esteve ao dispor.

Figura 3 – Gráfico do indicador de disponibilidade



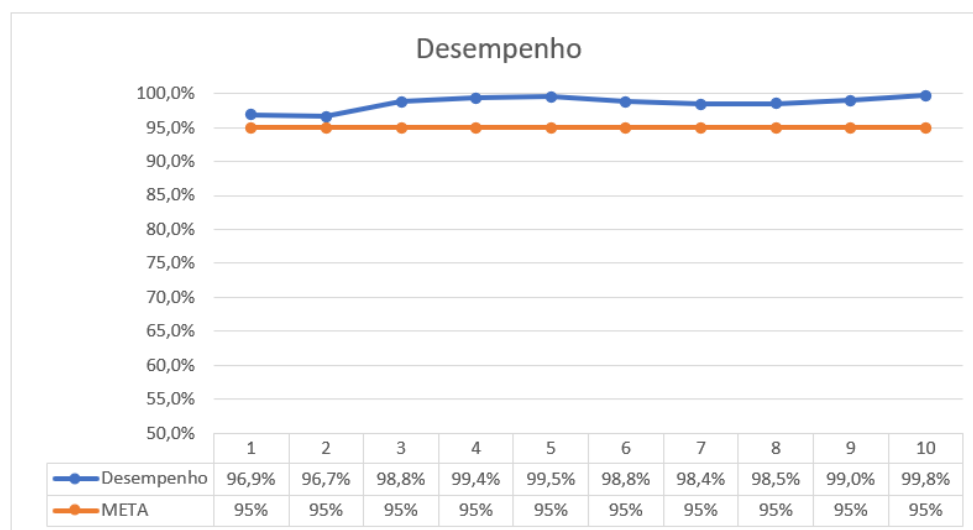
Fonte: Os autores (2023)

4.3 Desempenho

Para o cálculo de desempenho, foi considerado o tempo total efetivo de produção e também o tempo de pequenas paradas não planejadas.

Houve paradas para os mais diversos processos: alteração do programa de usinagem em torno CNC, verificação de ferramentas. Inspeção de peças e troca de matéria prima.

Figura 4 – Gráfico do indicador de desempenho



Fonte: Os autores (2023)

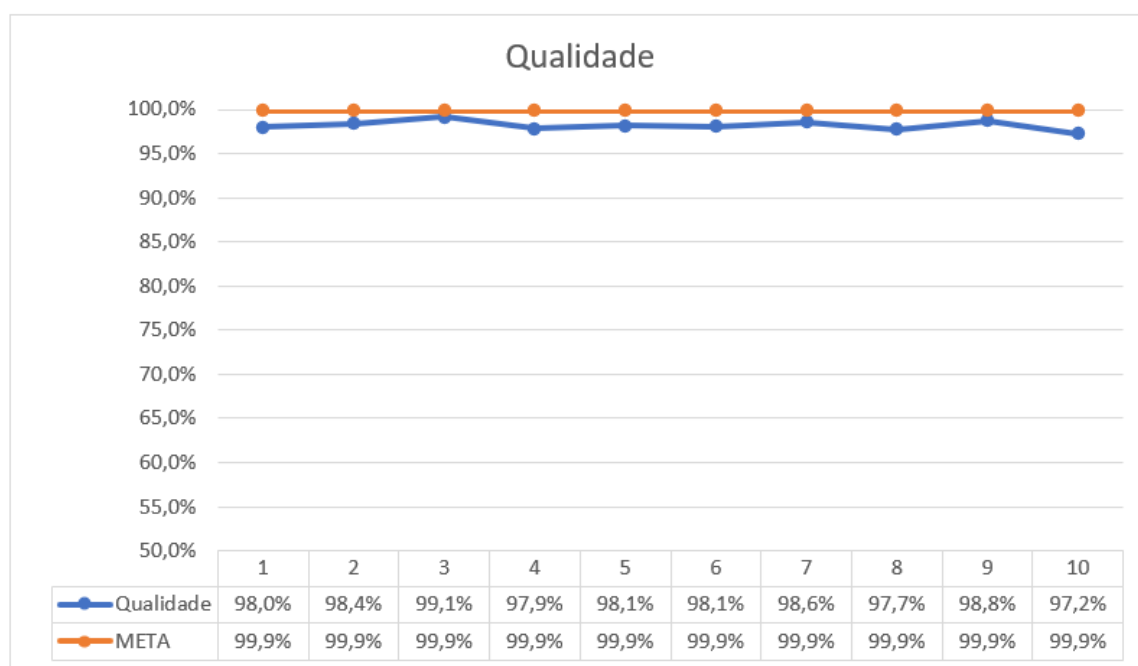
4.4 Qualidade

O cálculo da qualidade foi obtido por meio dos dados disponíveis de quantidade de peças refugadas (rejeições) em relação à quantidade de peças produzidas. Dessa forma é possível determinar a porcentagem de peças que foram desprendidas para a produção de peças que não atendem o padrão de qualidade.

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

Figura 4 – Gráfico do indicador de qualidade



Fonte: Os autores (2023)

4.5 Rendimento Global do Equipamento

O rendimento global do equipamento, também conhecido como indicador OEE, é o produto entre os 3 valores obtidos de disponibilidade, desempenho e qualidade.

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

4.6 Considerações sobre os resultados obtidos

Dos resultados obtidos, apenas o índice de disponibilidade ficou acima da meta global que é 95%, atingindo 99%. A qualidade atingiu um valor de 98% na média contra o recomendado de 99%. Por fim, a disponibilidade ficou com um valor de 85%, dado ao alto tempo de setup no equipamento.

Com esses valores, houve a necessidade de acionar a equipe de melhoria e direcionar as ações necessárias para se obter melhores resultados nos indicadores de Qualidade e Disponibilidade.

Quadro 5 – Resultados obtidos para os indicadores

OP	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho
1015451	84,0%	98,0%	96,9%
1015452	85,2%	98,4%	96,7%
1015453	87,2%	99,1%	98,8%
1015454	83,3%	97,9%	99,4%
1015455	85,8%	98,1%	99,5%
1015456	86,1%	98,1%	98,8%
1015457	86,4%	98,6%	98,4%
1015458	82,2%	97,7%	98,5%
1015459	86,3%	98,8%	99,0%
1015460	85,9%	97,2%	99,8%
Média	85%	98%	99%

Fonte: Os autores (2023)

Utilizando a equação (1), foi possível calcular o valor do OEE do equipamento estudado. O produto foi de 83%, contra 85% do recomendado por Nakajima (1989).

$$OEE = D \times P \times Q \quad (1)$$

3 CONCLUSÃO

Em um cenário industrial cada vez mais competitivo e complexo, há uma necessidade iminente das organizações na busca de um gerenciamento e controle dos processos produtivos, a fim de evitar qualquer tipo de desperdício. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo a implementação de indicador OEE em máquina de usinagem de implantes dentários.

Para que o objetivo geral fosse plenamente atingido, algumas etapas tiveram que ser realizadas, tais como a análise do processo produtivo, a criação do formulário de obtenção de dados, o cálculo do indicador OEE, e a identificação de melhorias no processo.

Inicialmente foi analisado o processo produtivo junto a equipe responsável da empresa. Posteriormente, foi solicitada autorização para acesso aos dados da máquina, onde foi possível realizar o estudo dos indicadores de eficiência global do equipamento.

Em seguida, foi criado o formulário de obtenção de dados, para que fosse possível coletar todos os dados relevantes do processo, como tempo total de produção de lote, índices de rejeição, tempo de setup, tempo de ciclo, quantidades a serem produzidas e os motivos de paradas de máquina.

Logo, os dados coletados permitiram o cálculo do indicador OEE e evidenciou os índices de Qualidade, Disponibilidade e Desempenho do processo produtivo.

Assim, os indicadores OEE, permitiram a identificação de melhorias no processo, como a redução de tempo de setup das máquinas e índice de rejeição de peças. A equipe de melhoria da empresa foi informada e um plano de ação foi levantado para implementação.

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

A implantação desta ferramenta possibilitou a análise objetiva de todas as informações do processo, verificando-se os resultados dos fatores: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade do equipamento, alcançando os valores de 85%, 99% e 98% respectivamente. Além disso, o valor OEE do equipamento ficou em 83%, contra os 85% recomendados.

A partir disso, pode-se verificar em qual nível de eficiência a empresa está realizando suas atividades, frente ao que Nakajima (1989) apresenta como Classe Mundial da OEE.

Portanto, com o indicador OEE, a empresa passou a ter ciência de seus principais problemas, identificando com clareza que o déficit de disponibilidade era dado pelo tempo excessivo de setup. Isso resultou no não atingimento do valor recomendado globalmente de 90%. Observou-se em conjunto com a equipe de melhoria empresa que ao reduzir 50% do valor de setup, o índice de disponibilidade subiu para 92%, ultrapassando assim, o valor recomendado globalmente. Além disso, conseqüentemente o valor do índice OEE também subiria para 89,48%.

Em suma, este projeto proporcionará um acompanhamento contínuo junto às equipes de melhoria e manutenção da empresa. Futuramente, este será um método que poderá ser aplicado nos demais equipamentos da fábrica, aumentando a capacidade produtiva, diminuindo tempos de *setup* e melhorando a qualidade de todos produtos fabricados pela empresa.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J; ALVAREZ, R; KLIPPEL, M; BORTOLOTTI, P; PELLEGRIN, I. **Sistemas de produção: sistemas e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**, Porto Alegre, RS, Bookman, 2008.

AMINUDDIN, N. A. B; GARZA-REYES, J. A; KUMAR, V; ANTONY, J; ROCHA-LONA, L; **An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness**. *International Journal of Production Research*, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055849>>. Acesso em 15 jul 2023.

**IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL
IMPLANTS MACHINING MACHINE**

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

BARIANI, L.& DEL'ARCO JÚNIOR, A.P. **Utilização da tecnologia da informação por grupos integrados de manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta.** Revista de Ciências Humanas, Taubaté, v.12, n.1, p. 67-79, jan./jun, 2006.

BECKER, J. M. J; BORST, J; VAN DER VEEN, A; **Improving the overall equipment effectiveness in high-mix-low-volume manufacturing environments.**CIRP Annals, 2015, p 419–422. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2015.04.126>>. Acesso em 15 jul 2023.

BUSSO, C. M; MIYAKE, D. I; **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica.** Produção, 2013, p 205–225. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>>. Acesso em 16 jul 2023.

CASTRO, F.P; ARAÚJO, F.O; **Medição de Eficiência Operacional através do Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness): Uma Proposta de Implantação no Segmento de Bebidas.** Anais do VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói. 2010. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0270_1341_3.pdf>. Acesso em 15 jul 2023.

CORRÊA, R. G; GOMES, L. de C; **Utilização do Overall Equipment Effectiveness (OEE) em células de manufatura considerando o takt time.** 2017. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1960/860>>. Acesso em 15 jul 2023.

DETEGRIACHI, E;HERRERA, V. E;SOUZA, C. J. A. de; SOUZA, M. de F. C. Otimização da performance da linha de produção mediante a implantação da Manutenção Produtiva Total Optimization of production line performance through the implementation of Total Productive Maintenance. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, 2017.

FLAMIA, P. M; DOS REIS, Z; NODARI, C; GUIMARÃES, L; **Utilização do Overall Line Effectiveness: Um Estudo de Caso em Uma Indústria Vinícola.** 2016. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1741/804>>. Acesso em 16 jul 2023.

FREITAS, L; **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de Juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e**

**IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL
IMPLANTS MACHINING MACHINE**

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

preditiva, Juiz de fora, MG, 2016. Disponível em: <http://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/TCC-La%C3%ADs-Fulg%C3%AAncio-Freitas.pdf>. Acesso em 15 jul 2023.

HANSEN, R. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre, RS, Bookman, 2006.

MEDEIROS, H. da S; SANTANA, A. F; GUIMARÃES, L. da S; **O uso dos métodos de custeio nas indústrias de manufatura enxuta: uma análise da literatura. 2017 disponível em:** <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010430X2017000200395&lang=pt>. Acesso em 15 jul 2023.

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

OLIVEIRA, D; **Efeito escala e integridade superficial no microfresamento da liga de níquel inconel 718** – Uberlândia, MG, 2019, disponível em <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27398/1/EfeitoEscalaIntegridade.pdf>>. Acesso em 16 jul 2023.

PASOLINI, M; TOMASI, G. VIDOR G; **Implementação de cálculo de confiabilidade para determinação da garantia de um novo produto. 2017. Disponível em:** <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/2087/pdf>>. Acesso em 15 jul 2023.

RAPOSO, C; *Overall Equipment Effectiveness: Application in a Company in. Revista científica eletrônica de engenharia de produção*, 2011.

RIOMAR, A; Barbosa, E; Benini, L; **Conceitos básicos de microusinagem: uma revisão**, 2018, disponível em:

<<http://www.saempro.ufv.br/wp-content/uploads/CONCEITOS-B%C3%81SICOSDE-MICROUSINAGEM-UMA-REVIS%C3%83O.pdf>>. Acesso em 17 jul 2023.

SHINGO, S; **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre, RS, Bookman Editora, 1996.



TECNOLOGIAS PARA
COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

IMPLEMENTATION OF OEE INDICATOR IN DENTAL IMPLANTS MACHINING MACHINE

ÁLVARO PAZ GRAZIANI
ANDRÉA LOUREIRO ANDRADE
ANDERSON DE CARVALHO FERNANDES
ALEXANDRE MARCOS FERREIRA
SEBASTIAM JOHANN BATISTA PERINI

SILVA, B. M. S. R; MEDINA, F; ROCHA, H. V. A; OLIVEIRA, A. R; **Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como ferramenta para melhoria contínua: estudo de caso aplicado à produção farmacêutica.** *Sistemas & Gestão*, 2016, p 49. Disponível em <<https://doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n1.788>>. Acesso em 15 jul 2023.

TSAROUHAS, P; **Evaluation of maintenance management through the overall equipment effectiveness of a yogurt production line in a medium-sized Italian company.** 2015 . Disponível em: <<https://doi.org/10.1504/IJPM.2015.071504>>. Acesso em 15 jul 2023.