

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Mateus da Silva Correa Leite
Vanessa Januário

CONTROLE DE INDICADORES INTERNOS EM UMA
EMPRESA DO RAMO DE REFRIGERAÇÃO

Taubaté – SP
2017

**Mateus da Silva Correa Leite
Vanessa Januário**

**CONTROLE DE INDICADORES INTERNOS EM UMA
EMPRESA DO RAMO DE REFRIGERAÇÃO**

Trabalho Final de Graduação submetido ao Departamento de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Produção Mecânica, na Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Msc. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté – SP
2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

Leite, Mateus da Silva Correa

L533c Controle de indicadores internos em uma empresa do
ramo de refrigeração. / Mateus da Silva Correa Leite,
Vanessa Januário. - 2017.

32f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia
Mecânica e Elétrica, 2017

Orientador: Prof. Me Ivair Alves dos Santos,
Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

Mateus da Silva Correa Leite

Vanessa Januário

**CONTROLE DE INDICADORES INTERNOS EM UMA EMPRESA DO RAMO DE
REFRIGERAÇÃO**

Trabalho Final de Graduação submetido ao Departamento de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Produção Mecânica, na Universidade de Taubaté.

Data: 20-10-2017

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ivair Alves dos SANTOS Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Prof. FABIO HENRIQUE F. SANTEJANI Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus que nos deu forças e sabedoria durante estes cinco anos de faculdade.

Nossos profundos agradecimentos a nossos pais Davi e Sidneia, Paulo e Arlete e aos nossos irmãos Pedro e Vitor, que sempre foram exemplos de coragem, amor, determinação e perseverança. Amamos muito vocês.

Agradecemos ao nosso orientador Msc. Ivair Alves dos Santos, a quem desejamos manifestar nosso reconhecimento pelo apoio e pelas críticas demonstradas, os quais foram determinantes para a obtenção dos resultados apresentados neste trabalho.

A Universidade de Taubaté e Professores, que forneceram todos os recursos e conhecimentos necessários para a nossa formação e realização deste trabalho.

Aos nossos amigos de sala companheiros que estiveram conosco durante os cinco anos de luta, onde compartilhamos todas as dificuldades e alegrias.

E a todos que estiveram presentes na nossa vida durante esses cinco anos de vida acadêmica.

A todos vocês o nosso afeto, carinho, amor e a nossa sincera amizade e eterna gratidão.

"Determinação coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho."

(Dalai Lama)

RESUMO

Atualmente vivemos em uma sociedade cada vez mais globalizada e consumista. Com a crescente exigência da sociedade e o aumento da globalização as empresas tornam-se cada vez mais competitivas buscando sempre evoluir e se adaptar com as condições impostas pelo mercado consumidor. Com a acirrada competitividade, é de grande importância a redução dos custos nas operações e usufruir ao máximo dos recursos acessíveis, podendo impulsionar os negócios e garantir a permanência da empresa no mercado. Tal redução pode ser atingida por meio de várias medidas como, a implementação e o gerenciamento das ferramentas de qualidade. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a importância na aplicação de indicadores que são utilizados em uma empresa do ramo de refrigeração situada no Vale do Paraíba na qual auxilia na busca pela melhoria contínua e na produtividade dos seus recursos. Esta empresa utiliza do indicador de eficiência dos equipamentos o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que é calculado através dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade e também utiliza os indicadores MTBF (*Mean Time Between Failures* - Tempo Médio entre Falhas) e MTTR (*Mean Time to Repair* – Tempo Médio para Reparo) que são dois indicadores de desempenho dos equipamentos, que auxilia no controle das manutenções preventivas e imprevistos que possam ocorrer e interromper a produção, ocasionando em paradas desnecessárias e prejudicando a produtividade. Dessa forma com a aplicação e a combinação desses indicadores é possível obter resultados satisfatórios e ganhos com produtividade, qualidade e redução de custos.

Palavras-chave: Indicadores, Empresa, Qualidade, Produtividade.

ABSTRACT

Today we live in an increasingly globalized and consumerist society. With the growing demand of society and the increase of globalization companies become increasingly competitive, always seeking to evolve and adapt to the conditions imposed by the consumer market. With the strong competitiveness, it is of great importance to reduce with costs in the operations and to make the most of the accessible resources, being able to boost the businesses and ensure the permanence of the company in the market. Such reduction can be achieved through various measures such as the implementation and management of quality tools. The present work aims to present the importance in the application of indicators that are used in a refrigeration business located in Vale do Paraíba in which it assists in the search for the continuous improvement and productivity of its resources. This company uses the equipment efficiency indicator OEE (overall equipment effectiveness) that is calculated through the availability, performance and quality indexes and also uses the MTBF (Mean Time Between Failures) and MTTR (Mean Time to Repair) indicators that are two indicators of performance of the equipment, where it assists in the control of preventive and unforeseen maintenance that may occur and interrupt production, causing unnecessary stops and damaging productivity. In this way, with the application and combination of these indicators it is possible to obtain satisfactory results and gains with productivity, quality and cost reduction.

Keywords: Indicators, Company, Quality, Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de eficiência global de uma máquina	24
Figura 2 - Sistemática de Cálculo do indicador OEE.....	26
Figura 3 - Exemplo do cálculo do OEE	27
Figura 4 - Gráfico do exemplo.....	27
Figura 5 - Gráfico de monitoramento diário do OEE.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MTBF - Mean Time Between Failures

MTTR - Mean Time to Repair

OEE - Overall Equipment Effectiveness

TPM - Total Productive Maintenance

TC - Tempo de Carga

TRD - Tempo Real Disponível

ISO - International Organization for Standardization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Formulação do Problema	14
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivo Específico	14
1.3	Justificativa	15
1.4	Estrutura do trabalho	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Desempenho	16
2.2	Disponibilidade	16
2.2.1	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas)	18
2.2.2	MTTR (Tempo Médio para Reparo)	18
2.3	Produtividade	19
2.4	Qualidade	21
2.5	Custos	22
3	METODOLOGIA	23
3.1	Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness)	23
3.2	Cálculo dos Índices do OEE	24
3.2.1	Disponibilidade	25
3.2.2	Desempenho	25
3.2.3	Qualidade	25
3.2.4	OEE	25
3.3	MTBF e MTTR	28
3.3.1	Cálculo do MTBF e MTTR	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa realizada tem como objetivo apresentar algumas formas de indicadores internos que auxiliem as empresas na busca pela melhoria contínua, com foco em uma empresa do ramo de refrigeração situada no Vale do Paraíba.

Com as mudanças que vem ocorrendo na economia, as empresas estão cada vez mais tendo que se adaptar para alcançar ferramentas que possam auxiliar na produtividade, na qualidade e na redução de custos da produção.

De maneira geral, os indicadores são ferramentas que auxiliam as empresas na elaboração de estratégias de melhoria, na gestão dos seus processos e no resultado final do seu produto.

O índice de desempenho é utilizado no auxílio dos processos medindo sua eficiência e eficácia, estabelecendo metas e atingindo assim expectativas dos clientes.

A disponibilidade é quando a empresa possui máquinas, ferramentas e recursos acessíveis para atender as necessidades da produção e dos serviços de seus funcionários. Com isso o MTBF e o MTTR auxiliam nessa melhoria de disponibilidade que as empresas buscam, ajudando nos tempos médios entre as falhas e nos tempos médios de reparo.

Já a produtividade dentro das empresas está ligada com a gestão de negócios, e tem o intuito de mensurar o rendimento, a eficiência e a eficácia dos processos, avaliando a quantidade de recursos que utilizam para produzir certo produto ou serviço e posteriormente otimizar aquele serviço para que os custos com a produção sejam reduzidos.

A qualidade é um complemento da produtividade, pois ambas ajudam a identificar qualquer desvio ou não conformidade que tenha ocorrido durante um processo produtivo. A qualidade é fundamental para alcançar bons resultados, produtos capazes de atender as exigências dos clientes e conseqüentemente a satisfação dos mesmos.

Sendo assim a otimização dos processos através dos indicadores é fundamental para a redução com custos de produção e serviços, permitindo uma

diminuição natural diante do ganho de qualidade e redução de perdas de tempo consumido nas atividades executadas, assim os trabalhadores produziam mais em menos tempo e com menor consumo de recursos.

1.1 Formulação do Problema

Esta pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de refrigeração localizada no Vale do Paraíba. Através do estudo de caso notou a importância e a necessidade dos indicadores na empresa, pois através deles é possível evitar gargalos, não conformidades, atingir metas, diminuir o tempo de setup das máquinas, aperfeiçoar os processos deixando-os mais eficientes e eficazes podendo assim atender as exigências e expectativas dos clientes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é realizar um estudo da importância dos indicadores internos dentro das empresas, com foco em uma empresa do ramo de refrigeração.

1.2.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Utilizar indicadores de desempenho para medir a eficiência e eficácia dos processos
- Conciliar disponibilidade das máquinas e recursos com a produtividade dos processos através do MTBF e do MTTR
- Atender as exigências dos clientes com alta qualidade de produtos e baixos custos oferecidos.

1.3 Justificativa

Por meio da pesquisa realizada, foi possível identificar não conformidades nos processos. O MTBF e o MTTR auxiliaram na redução dos tempos entre as falhas de um processo e outro, e das máquinas utilizadas, bem como a melhora na qualidade do produto final, com custos competitivos, medindo a eficiência e a eficácia e estabelecendo metas para atender as exigências dos clientes, pois as empresas para se manterem competitivas no mercado atual, estão buscando cada vez mais a melhoria contínua e a redução com os custos do produto.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos:

O primeiro capítulo refere-se à introdução, a formulação do problema, os objetivos geral e específico, a justificativa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo refere-se à revisão bibliográfica, na qual foi feito um estudo sobre os indicadores internos necessários em uma empresa e apresentados os índices de desempenho, disponibilidade envolvendo MTBF e MTTR, produtividade, qualidade e custos.

O terceiro capítulo refere-se ao procedimento metodológico na qual trata-se da utilização e aplicação das fórmulas dos indicadores do OEE, MTBF e MTTR citados na revisão bibliográfica.

O quarto capítulo são apresentados os resultados e discussões.

O quinto capítulo traz a conclusão da pesquisa realizada.

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas no trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os principais conceitos sobre os indicadores internos essenciais em uma indústria para a melhoria contínua, tendo como foco principal o desempenho, a disponibilidade que envolve MTBF e MTTR bem como produtividade, qualidade e custos, que atualmente é o necessário exigido para que as empresas continuem com uma posição de destaque no mercado.

2.1 Desempenho

Segundo Ferreira (2007), os indicadores de desempenho são aplicados para:

- medição e análise de desempenho dos processos direcionados para as expectativas e necessidades dos clientes;
- proporcionar e determinar o desenvolvimento das metas organizacionais;
- análise crítica dos resultados dos processos para a tomada de decisão;
- averiguar a eficiência e eficácia dos procedimentos organizacionais.

2.2 Disponibilidade

Conforme Branco Filho (2006), disponibilidade é a viabilidade de um dispositivo ou conjunto encontrar-se disponível para produzir. Disponibilidade é a forma de indicar a probabilidade que um equipamento esteja acessível para execução de tarefas.

Segundo Zen (2003) o indicador de disponibilidade corresponde às causas que ocasionam as paradas nas linhas de produção impactando arduamente na disponibilidade dos equipamentos. Estas ocorrências constantemente estão relacionadas à falta de materiais, quebras de máquinas, tempo de setup, entre outros problemas. Ocorrências não desejadas são chamadas de *downtime* (Tempo

de Inatividade) e o restante do tempo para realização de paradas planejadas e produção chama-se Tempo Operacional. É relevantes lembrar que os indicadores de performance são mostrados os tempos de paradas planejadas, por tanto, neste indicadores as manutenções preventivas e programadas não são contabilizadas.

Conforme Zen (2003) existe vários tipos de disponibilidade:

- Disponibilidade: é proporção de operacionalidade de um sistema no começo de sua atividade, quando essas atividades tem um tempo não estabelecido para o seu termino.
- Disponibilidade atingida: é a porcentagem de um sistema ou maquinário, de ter um bom funcionamento em aplicações definidas num certo momento. Incluso a logística.
- Disponibilidade inerente: é a probabilidade de um equipamento ou um sistema estará disponível para seu uso, não tendo nenhuma condição de manutenção preventiva e um ambiente supostamente ideal, para a execução de sua função. Não contabilizando o tempo de espera.
- Disponibilidade operacional é a probabilidade de um conjunto de equipamentos, utilizados em certo momento, com condições e um ambiente correto para seu funcionamento, com a inclusão do tempo de paradas.

Tratando-se de equipes de manutenção, seu objetivo sempre vai ser a execução de serviços de manutenção, mantendo assim os maquinários sempre na melhor condição de produtividade, dando assim um lucro maior (ZEN, 2003).

Segundo Branco Filho (2006), o conhecimento da máquina e o seu estudo estatístico, corretamente analisado, facilita muito a rotina da equipe de manutenção, reduzindo assim os gastos desnecessários e deixando os maquinários sempre em condições ideais de uso.

2.2.1 MTBF (Tempo Médio Entre Falhas)

Há mais de 60 anos o MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) é utilizado como auxílio em decisões. Com o decorrer dos anos, criaram mais de 20 técnicas para obtenções de ciclos de vida. Com isso, não é surpresa nenhuma que o MTBF tenha sido o centro de discussão e debates (TORELL ; AVELAR, 2004).

Segundo Torell e Avelar (2004) o MTBF é o tempo decorrente de uma falha e outra. Para utilizar esse indicador realiza-se a somatória de horas disponíveis do(s) equipamento(s) para operação, dividida pelo número de paradas corretivas (falhas) nesses itens.

O MTBF tem uma intervenção em cima da confiança como sobre a disponibilidade. Em diversas situações, não ter conhecimento ou fazer uma interpretação mal feita sobre a dissemelhança entre confiança e disponibilidade (TORELL ; AVELLAR, 2004).

Assim, Torell e Avellar (2004) apontam confiabilidade como “a probabilidade de um sistema ou componente levar a cabo a sua missão dentro do tempo previsto e sem avarias”.

2.2.2 MTTR (Tempo Médio para Reparo)

Segundo Torell e Avellar (2004), o MTTR é o tempo médio de reparo, significa o tempo que o equipamento ou sistema ficou parado. Este tempo parado, nada mais é que o período que o funcionário da manutenção leva para chegar ao equipamento, o tempo que leva para identificar a causa do problema e o tempo que leva para fazer o reparo do mesmo. Como o MTBF, o MTTR faz sua medição em horas.

O MTTR faz a medição do tempo que a equipe de manutenção leva para fazer o reparo e colocar o equipamento em funcionamento, acabando assim com a falha. Esse tempo médio é obtido pela média aritmética dos tempos de manutenção do sistema ou pela divisão do tempo que o equipamento permaneceu parado, reservado a manutenção, pela quantidade de procedimentos de manutenções

corretivas no período. Tem uma completa ligação com a manutenção dos equipamentos e com a eficiência do funcionário (TORELL ; AVELLAR, 2004).

Segundo Torell e Avellar (2004), disponibilidade tem como entendimento a porcentagem que um sistema ou equipamento encontra-se em posição para executar uma operação perante as circunstâncias específicas. A disponibilidade é obtida pela idoneidade do sistema, assim como o tempo de restabelecimento quando acontece uma falha.

Assim, quanto maior for o tempo médio de reparo, pior será para o sistema. Simplificando, se um sistema tem um tempo grande de restabelecer-se ao termino de um erro, sua disponibilidade diminuirá. Contudo isso existe uma formula que mostra como a disponibilidade total de um sistema é danificada tanto pelo MTBF quanto pelo MTTR. Na proporção de elevação do MTBF, tem um aumento de disponibilidade. E quando tem um aumento no MTTR, sua disponibilidade diminui (TORELL; AVELLAR, 2004).

2.3 Produtividade

Produtividade é reduzir metodologicamente o uso de mão-de-obra, materiais, equipamentos, máquinas, entre outros, para assim minimizar os custos com a produção, expandir mercados e melhorar a qualidade de vida dentro das empresas e dos funcionários que nela trabalham visando os consumidores finais (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Ao longo dos anos surgiram diversas definições para produtividade, estimulando variados pontos de vista, com discussões e debates sobre a gestão da produtividade dentro das empresas, formando diversificadas filosofias e para a gestão das ações dentro das organizações. Segundo Walton (1993), o resultado para se ter métodos de melhoria dentro da produtividade é misto, uma vez que vai desde o mais limitado e convencional até o mais recomendado e de sucesso dentro das organizações.

No fim do século XIX, Taylor começou com a procura por mais produtividade nas organizações, em seguida evoluiu com Henry Ford com a Produção em Massa (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Contudo, o grande avanço no crescimento da produtividade, ocorreu com a chegada do modelo japonês conhecido por *Lean Production* ou Produção Enxuta, dado que esse método é estabelecido como um sistema de pouco desperdício. Porém o modo de administrar as pessoas também é um segredo do modelo japonês, juntamente com os conceitos e a tecnologia empregada. Já base para a melhoria de produtividade no Japão deu-se por treinar todos os níveis da organização e fazer rodízios nas funções de chefia, promovendo o conhecimento de diversos setores da organização (RIBEIRO; CAMARGO, 1993).

A maioria das organizações tem alcançado nos Programas de Qualidade Total, um caminho para atingir competitividade e produtividade, na qual é proposto a redução de custos e o máximo de rendimento, sendo este um método de racionalização (MONACO ; GUIMARÃES, 2000).

De acordo com Dapper (2014), produtividade apresenta uma perspectiva diferente, já que para cada produtividade tem sentidos diversos, porém de uma maneira geral, o predomínio das definições adequa-se em uma das três categorias por ele aparentada. A primeira é que produtividade é a capacidade de ser eficiente, onde engenheiros e economistas alcançam através de resultados em cifras. A segunda é uma associação entre eficácia e eficiência. Já a terceira conceitua qualquer ação que estabeleça um melhor funcionamento da organização. Nessa perspectiva a eficiência e a eficácia são consideradas pela produtividade inovação, confiança, absenteísmo dentro outros.

O conhecimento da mão de obra tornou-se ferramenta eficiente para se estimar índices de produtividade possibilitando a melhoria na realização dos serviços, no intuito de dispor condições econômicas auxiliadas durante um empreendimento, para maior clareza e resultados eficientes na verificação dos dados (SOUZA, 1996).

2.4 Qualidade

Lembramo-nos da palavra qualidade quando de alguma forma ela está presente ou ausente em nosso cotidiano, sendo ela parcial, intensa ou total. Sempre quando há falta de energia elétrica, ou a água apresenta um tom diferente, ou até mesmo quando a internet não funciona ocasionando erro na página ou desatualizando, a qualidade é lembrada rapidamente (SUMANTH, 1994).

Segundo Takashina (1997) com o início do século XXI e com clientes mais exigentes e conscientes, vivemos a era da qualidade. A todo o momento surgem ou se reciclam novos programas que ganham destaque, porém nos dias de hoje os que se destacam mais são as normas ISSO (*International Organization for Standardization* – Organização Internacional para Padronização) 9000 ou os métodos *Six Sigma* – Seis Sigma.

Vários autores já deram diversas definições para qualidade, porém todos procuram dar apenas um conceito simples a ela, para que seja compreendido por todas as classes das organizações, e assim mostrar sua importância nas atividades produtivas (ROUT, 2014).

De acordo com Rout (2014), o que gerou um grande impacto em indústrias de manufatura foi o crescimento das condições econômicas, a diminuição da margem de lucro, a exigência dos clientes em produtos de alta qualidade e com variedades e a diminuição do tempo de espera. Sendo assim as empresas tiveram que procurar meios de se trabalhar gradativamente com ferramentas de gestão para que atinjam o retorno rápido nas melhorias dos processos de fabricação.

Conforme Dapper (2014) a melhora no desempenho operacional, a procura por melhor qualidade e baixo custo de produção e conseqüentemente produtos com maior valor agregado, fez com que as empresas expandissem sua participação no mercado.

Desta forma Kumar e Antony (2008) mencionam a importância do comprometimento e envolvimento dos líderes já que para se implantar projetos de melhoria há a necessidade de mudanças com foco em qualidade e treinamento para os envolvidos, visando sempre o investimento em infraestrutura a melhoria contínua nos processos e acima de tudo a satisfação dos clientes.

2.5 Custos

Segundo Slack (2009) há sempre uma concorrência entre as empresas em relação a custos e preços que são relacionadas ao objetivo fundamental da produção. Pois quando o consumidor final paga por menores preços, isso é em decorrência de que temos o menor custo na fabricação dos produtos.

Conforme menciona Bornia (2010) durante a revolução industrial, os custos começaram a ser contabilizados, pois houve a necessidade de calculá-los para a fabricação dos produtos, pois como a fabricação vinha de artesões que não eram pessoas jurídicas isso dificultava o acesso a empresas de contabilidade financeira. Com o resultado das vendas dos produtos fabricados pela empresa, o custo da fabricação era subtraído e também retiravam-se as despesas para o funcionamento da empresa.

Com a evolução das situações econômicas, o cliente buscando melhores produtos e o tempo de espera sendo reduzido fez as empresas investirem cada vez mais em métodos de auxílio na fabricação de seus produtos (ROUT, 2014).

Segundo Leone (2000), a contabilidade de custos e os procedimentos empregados para a determinação dos mesmos e das atividades nele relacionadas com a sua fabricação e venda, auxilia na mensuração e no planejamento do seu desempenho.

3 METODOLOGIA

Inicialmente fez-se uma pesquisa bibliográfica para facilitar o entendimento sobre o tema proposto e aprimoramento dos conceitos apresentados através de uma pesquisa explicativa.

Neste trabalho o método utilizado pode ser definido como um estudo de caso, pois a pesquisa científica realizada teve como propósito analisar e mostrar a importância dos indicadores internos dentro de uma empresa do ramo de refrigeração situada no Vale do Paraíba.

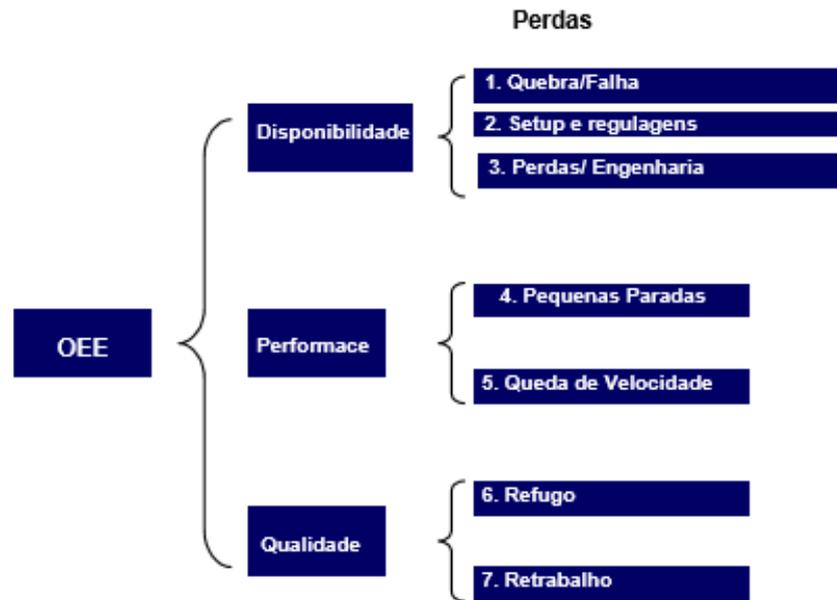
3.1 Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness)

O OEE é um indicador utilizado na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*). Através do OEE é possível analisar as reais condições de seus recursos disponíveis (máquina, mão-de-obra e materiais) na produção, podendo identificar perdas existentes no ambiente fabril, levando em consideração os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade.

O indicador de eficiência global dos equipamentos pode ser utilizado e aplicado de diversas formas e objetivos. Através do recolhimento e análise de dados, ele identifica recursos com menor desempenho, auxilia na elaboração de estratégias e métodos para melhorar a eficiência e a disponibilidade dos equipamentos, aperfeiçoa a qualidade dos produtos por eles produzidos, reduzindo assim desperdícios e atuando diretamente no problema.

A Figura 01 ilustra o indicador OEE, com seus índices e a perdas associadas a cada um.

Figura 1: Elementos de eficiência global de uma máquina



Fonte: SANTOS e SANTOS (2007)

O OEE tem como finalidade responder a três perguntas importantes para auxílio na sua aplicação e elaboração dos cálculos: Qual a frequência de operação dos equipamentos? O quão rápido estou produzindo? Qual índice de produtos produzidos que não geraram refugo? Com essas perguntas é possível calcular os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade.

3.2 Cálculo dos Índices do OEE

Os índices gerados pela ferramenta OEE podem ser calculados através das expressões de disponibilidade; desempenho; qualidade e a fórmula final do OEE.

3.2.1 Disponibilidade

A disponibilidade é calculada através das Expressões 1, 2 e 3.

$$\text{Tempo de Carga (TC)} = \text{Tempo teórico disponível} - \text{paradas programadas (horas)}. \quad (1)$$

$$\text{Tempo real disponível (TRD)} = \text{Tempo de carga} - \text{paradas não programadas (horas)}. \quad (2)$$

$$\text{Disponibilidade}(\%) = \frac{TRD}{TC} \times 100 \quad (3)$$

3.2.2 Desempenho

O desempenho pode ser calculado através da Expressão 4.

$$\text{Desempenho}(\%) = \frac{\text{Peças Produzidas (pcs)}}{\text{Tempo Standard} \left(\frac{\text{pcs}}{\text{h}}\right) \times \text{Tempo Disponível (h)}} \times 100 \quad (4)$$

3.2.3 Qualidade

A qualidade pode ser calculada através da expressão 5.

$$\text{Qualidade}(\%) = \frac{\text{Peças Produzidas} - \text{Peças Refugadas} - \text{Peças Retrabalhadas}}{\text{Peças Produzidas}} \times 100 \quad (5)$$

3.2.4 OEE

Após os cálculos dos índices é possível então calcular o indicador OEE multiplicando-se seus resultados como segue a Expressão 6.

$$OEE(\%) = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (6)$$

A Figura 2 abaixo representa uma sistemática do cálculo do indicador OEE

Figura 2: Sistemática de cálculo do indicador OEE



Fonte: SANTOS e SANTOS (2007)

Após a descrição das expressões para se calcular os índices do OEE, a Figura 3 representa um exemplo esquemático com valores ilustrativos e a Figura 4 demonstra o resultado em gráfico.

Figura 3: Exemplo do cálculo do OEE

Tempo Total	480	min	Tempo de paradas programadas	30 min
Tempo planejado de Produ	450	min		
Tempo de operação	390	min		
Tempo de operação Neto	356	min		
Tempo produtivo total	346,5	min		
Efetividade Global (OEE)	346,5	min		

Disponibilidade	87%	Paradas	30
		Tempo de troca	30

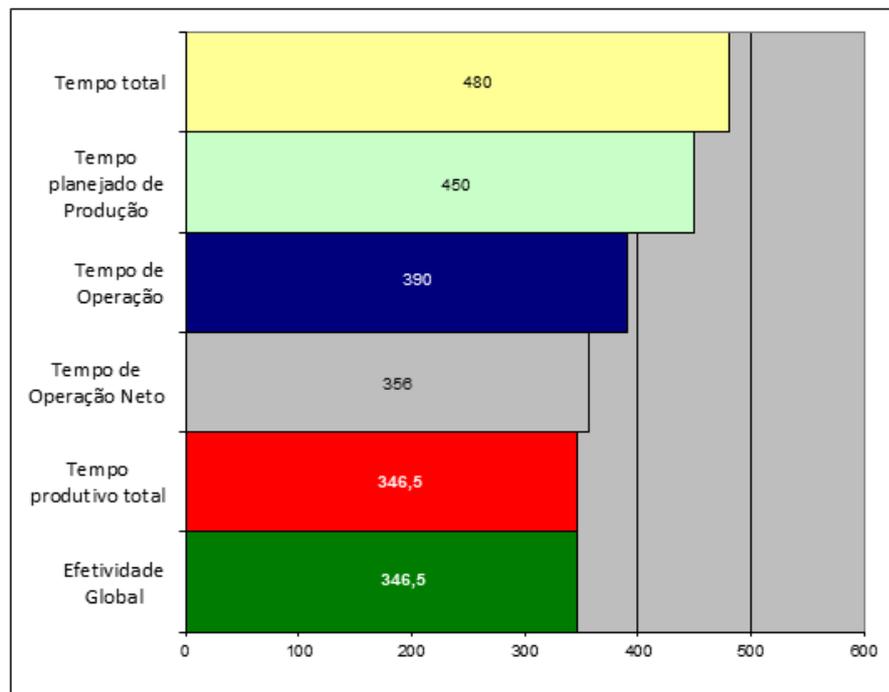
Desempenho (Eficiência)	91%	Capacidade	2 peças/min
		Produção real	712 peças

Qualidade	97%	Defeitos	7
		Retrabalho	12

OEE	77,00%	Efetividade Global	346,5
		Tempo produtivo total	346,5
		Tempo de Operação Neto	356
		Tempo de Operação	390
		Tempo planejado de Produção	450
		Tempo total	480

Fonte: Próprio autor

Figura 4: Gráfico do exemplo anterior



Fonte: Próprio autor

3.3 MTBF e MTTR

Assim como foi citado anteriormente além do cálculo do indicador OEE, o MTBF e o MTTR são dois indicadores de disponibilidade indispensáveis para as empresas de todos os segmentos, principalmente aquelas que trabalham com alta disponibilidade em seu ambiente e que falhas podem ocasionar em altos prejuízos, como vendas não realizadas ou na perda de confiança na entrega dos seus serviços.

3.3.1 Cálculo do MTBF e MTTR

Os indicadores de disponibilidade podem ser calculados através das expressões 7 e 8.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total correto de funcionamento em um período}}{\text{Número de falhas}} \quad (7)$$

Por exemplo: o sistema deveria operar corretamente por 9 horas e nesse período foram detectados 4 falhas. Somando-se essas falhas temos 60 minutos resultando em 1 hora.

$$MTBF = \frac{9 - 1}{4} = 2 \text{ horas}$$

O cálculo mostra que a cada 2 horas haverá uma falha no sistema, deixando-o indisponível e ocasionando em prejuízos para a empresa. Assim podem-se criar estratégias para reduzir esse tempo.

Aplicando o mesmo exemplo, temos o MTTR através da seguinte fórmula.

$$MTTR = \frac{\text{Total de horas do sistema parado ocasionado por falhas}}{\text{Número de falhas}} \quad (8)$$

$$MTTR = \frac{60 \text{ min}}{4} = 15 \text{ minutos}$$

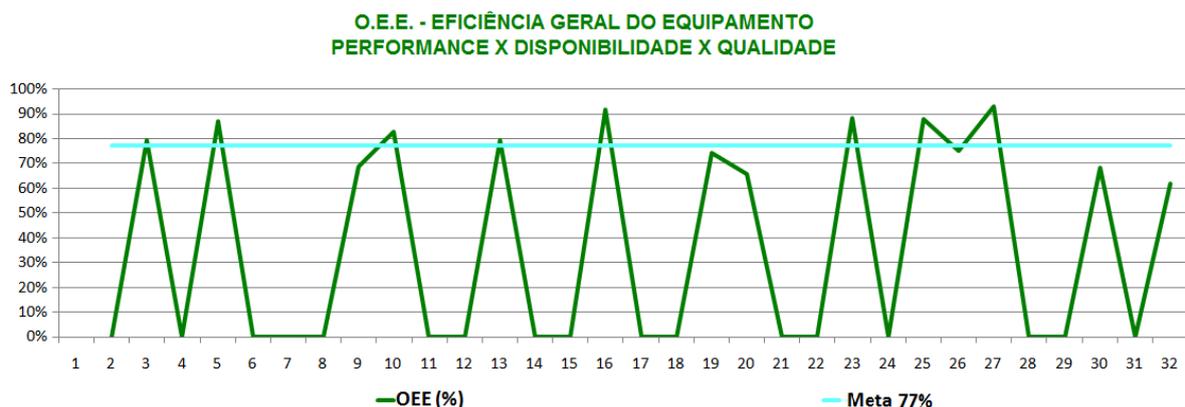
Sabemos então que a cada 2 horas o sistema ficará indisponível por 15 minutos, sendo o tempo médio de cada parada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa realizada constatou a importância da aplicação dos indicadores de eficiência, disponibilidade e produtividade no ambiente fabril para resultados satisfatórios, pois os indicadores possibilitam o desenvolvimento de propostas para promover processos de melhoria contínua nos procedimentos existentes e a adoção de novos procedimentos em busca de uma melhor qualidade no gerenciamento dos serviços oferecidos.

A Figura 5 demonstra um exemplo de um gráfico do controle diário do OEE, onde a empresa citada utiliza como procedimento para a análise do indicador.

Figura 05: Gráfico de monitoramento diário do OEE



Fonte: Próprio autor

O gráfico demonstra o acompanhamento diário do OEE na fábrica de refrigeração já citada, onde os picos que a linha do OEE se encontra a cima da meta são resultados satisfatórios. Já os dias onde a linha do OEE permanece em 0% são dias em que não houve produção e ou imprevistos com manutenção, falta de matéria prima, entre outros, sendo estes pontos falhos necessitando de uma melhor análise em seus processos produtivos, pois este revela oportunidades de capacidade não utilizadas durante o tempo programado para produzir.

5 CONCLUSÃO

Após o estudo realizado através de pesquisas, constatou a importância da aplicação dos indicadores de eficiência global dos equipamentos o OEE e de disponibilidade que envolve MTBF e MTTR, onde estes devem ser aplicados para aprimorar o conhecimento da empresa sobre seus processos, diminuindo perdas de produtividade ou qualidade nos produtos oferecidos, visando sempre a melhoria contínua.

Tendo em vista que as empresas que adotam essas ferramentas de análise dispõem de condições para avaliar os pontos que necessitam de melhorias em seus processos. Isso porque, ao executar o monitoramento diário, é capaz de identificar quais etapas estão insuficientes e assim buscar as causas dessas falhas, proporcionando informações concretas para que a gerência tenha uma base sólida e válida para pautar suas decisões, uma vez que consegue compreender quando é a hora de criar e adotar novas estratégias.

REFERÊNCIAS

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas.**São Paulo: Atlas, 2010.

BRANCO FILHO, G. **Indicadores e índices de manutenção.** Rio de Janeiro: Editoria Ciência Moderna Ltda, 2006.

DAPPER, S. N. *et al.* **Melhorias no processo produtivo utilizando o método DMAIC Um estudo de caso desenvolvido em uma fábrica de rações.** IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2014.

FERREIRA, R. S. **Indicadores de Eficiência e Eficácia dos Processos,** 2007.

KUMAR, M.; ANTONY, J. **Comparing the quality management practices in UK SMEs.** Industrial Management E Data Systems, 2008.

LEONE, G.S.G. **Custos: planejamento, implementação e controle.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MONACO, F. F; GUIMARÃES, V. N. **Gestão da Qualidade Total e Qualidade de Vida no Trabalho.** Revista de Administração Contemporânea 2000.

RIBEIRO, C. A. C; CAMARGO, M. L. G. **Programas de produtividade no setor publico: uma discussão acerca de alguns elementos básicos.** Revista Indicadores de Qualidade e Produtividade, 1993.

ROUT, S. I. **Implementation of Six Sigma Using DMAIC Methodology in Small Scale Industries for Performance Improvement.** Journal Of Modern Engineering Research, 2014.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso.** Paraná, Enegep, 2007.

SLACK, N. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o Estudo da Produtividade da mão de mão no serviço de formas para Estruturas de Concreto Armado,** São Paulo, 1996.

SUMANTH, D. J. **Productivity Engineering and Management.** McGraw Hill, 1994.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. **Indicadores da qualidade e do desempenho.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

TORELL, W; AVELAR, V. **Tempo Médio Entre Avarias (MTBF – Mean Time Between Failures):** Explicações e Normalizações, 2004.

WALTON E. R. **Tecnologia de Informação: O uso de TI pelas empresas que obtêm vantagem competitiva.** 1ª Ed. São Paulo, Atlas, 1993.

ZEN, M. **Indicadores de manutenção.** *Informagzen*, São Paulo: nov. 2003.