

SISTEMAS DE MANUTENÇÃO E SUA APLICAÇÃO PARA AUMENTO DE PRODUÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Valdecir José de Lara

RESUMO

Este artigo tem por objetivo revisar a bibliografia sobre o assunto os sistemas de manutenção industrial e sua aplicabilidade visando o aumento da produtividade através de processos suportáveis. A metodologia aplicada foi a revisão de artigos acadêmicos da área de manutenção industrial de acordo com a classificação da capes, A e B. A velocidade das mudanças tecnológicas na fase globalizada impulsionou os fabricantes a se adaptarem as mudanças trazidas pela concorrência mundial exigindo destes produtos uma possibilidade de produção customizada, qualidade superior, tempo menor de fabricação e custos competitivos. Para tal, as organizações buscam através de um planejamento estratégico, uma gestão de manutenção planejada mais estável e seguro como as metodologias: Manutenção Produtiva Total (TPM) e Indicadores da Eficiência Geral de Equipamento (OEE). Com o intuito de melhorar a capacidade produtiva e da melhoria da produção sustentada, combina-se indicadores de desempenho como a eficiência global do equipamento com práticas da Produção Enxuta. Conclui-se que o alinhamento destes sistemas de manutenção ao planejamento estratégico é de relevância imprescindível para a empresa permanecer no mercado e aumentar o volume de produção sustentável. A OEE não capta e estimula totalmente melhorias de produtividade. Assim, a medida OEE precisa ser combinada com medidas complementares para se alcançar uma produtividade maior. Os sistemas de manutenção planejados contribuem de forma significativa para o aumento da produtividade, e conseqüentemente o aumento da vida útil dos equipamentos e a possibilidade de redução de falhas ou paradas.

Palavras-Chaves: Gestão da manutenção. Manutenção planejada. Produtividade. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This article aims to review the bibliography on the subject of industrial maintenance systems and their applicability aiming at increasing productivity through bearable processes. The applied methodology was the revision of academic articles of the area of industrial maintenance according to the classification of capes, A and B. The speed of technological change in the globalized phase has prompted manufacturers

to adapt to the changes brought by global competition by requiring these products a customized production possibility, better quality, Shorter manufacturing time and competitive costs. To this end, organizations seek through strategic planning, A more stable and secure planned maintenance management as the methodologies: Total Productive Maintenance (TPM) and General Equipment Efficiency Indicators (OEE). With the aim of improving production capacity and improving sustainable production, Combined indicators of performance as the overall efficiency of the equipment with Lean Production practices. It is concluded that the alignment of these maintenance systems to the strategic planning is of essential importance for the company to remain in the market and increase the volume of sustainable production. OEE does not fully capture and stimulate productivity improvements. Therefore, the OEE measure needs to be combined with complementary measures to achieve greater productivity. It is concluded that the alignment of these maintenance systems to the strategic planning is of essential importance for the company to remain in the market and increase the volume of sustainable production. OEE does not fully capture and stimulate productivity improvements. Thus, the OEE measure needs to be combined with complementary measures to achieve greater productivity. Planned maintenance systems contribute significantly to increased productivity, thereby increasing equipment life and reducing downtime or downtime.

Key-words: Maintenance management. Planned maintenance. Productivity. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Alcançar níveis elevados de competitividade requer a busca pela excelência da manufatura que se fundamenta na redução de desperdício e no aprimoramento contínuo dos processos (BIASOTTO, 2006; CHIAVENATO, 1999, apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, P.1). Para alcançar o aumento da produtividade dos sistemas produtivos, as empresas passam a adotar a manutenção industrial como uma das atividades de apoio à produção para melhoramento dos níveis de competitividade (LUCATELLI, 2002; LAFRAIA 2008, apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, Pág.1).

Tais mudanças nos negócios e na estratégia de manufatura não se atentam somente a manter as condições originais dos equipamentos, visam também proporcionar aumento da produtividade por meio da redução de custos, aumento de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos considerados críticos para o processo produtivo (MÁRQUEZ et al., 2009; XENOS, 2004, apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, p.1)

A produtividade é outra medida operacional amplamente utilizada que é importante para a fabricação. No contexto da fabricação, a produtividade mostra uma relação saída-entrada do processo de produção direcionado enquanto o OEE combina desempenho, disponibilidade e níveis de qualidade do processo direcionado. A produtividade vem em uma variedade de definições e muitas vezes estão ligadas à medida do OEE por pesquisadores e por profissionais. (HUANG et al., 2002, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.145), afirmam que as medidas de produtividade, incluindo Eficiência de Saída Global (OTE) e Efetividade do Tempo do Ciclo (CTE) podem ser derivadas com base no OEE.

Conseqüentemente, o sistema de produção precisa ser projetado e operado de forma tão flexível que os objetivos de desempenho determinados são sempre cumpridos. Se não o forem, a diferença entre os requisitos do mercado e o desempenho de produção de qualquer empresa de fabricação resultará em perda de competitividade e, portanto, perderá participação de mercado e lucratividade. Em um nível acima, a estratégia de produção deve incluir considerações a longo prazo de como desenvolver a capacidade do sistema de produção e dos recursos em alinhamento com a estratégia corporativa e empresarial. Com o foco crescente na sustentabilidade econômica, ambiental e social, mais dimensões são adicionadas à complexidade de projetar e operar um sistema de produção de forma eficiente. "*Lean and green manufacturing*" é um termo que alguns pesquisadores e empresas adotaram para descrever os objetivos e os meios relacionados à eficiência de recursos na fabricação (KING et al., 2010, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.145).

Em síntese o objetivo deste artigo é realizar um levantamento bibliográfico dos conceitos da manutenção industrial planejada e suas das aplicações visando o aumento de produtividade na manufatura sustentável. A combinação da Manutenção Produtiva Total com os índices de Eficácia Global de Equipamentos aliados a um processamento equilibrado propiciará um avanço econômico, social e ecológico correto. Os resultados serão de utilidade para os profissionais com o objetivo de melhorar o desempenho em seus sistemas de fabricação sugerindo melhorias.

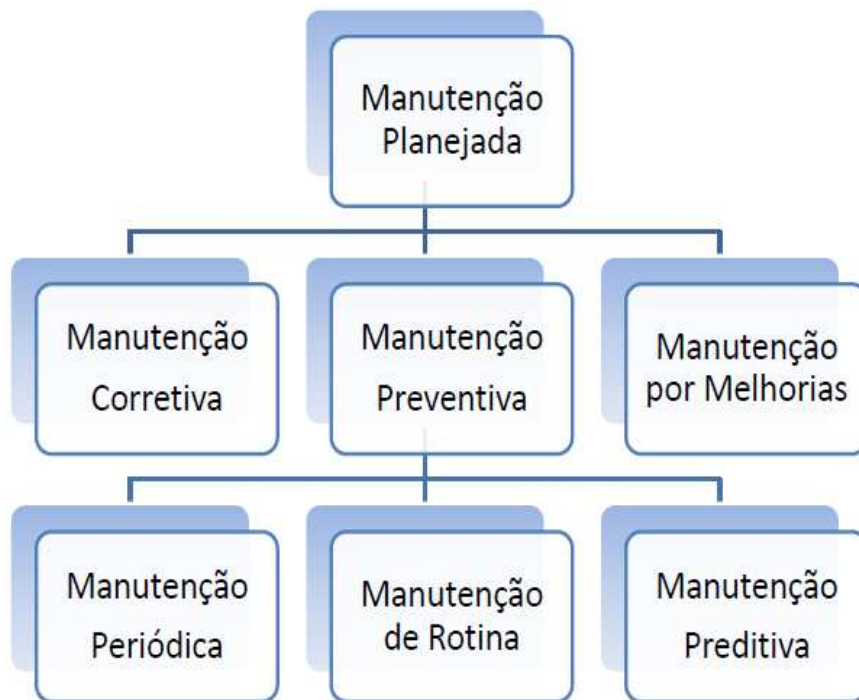
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No período anterior a Primeira Guerra Mundial, conforme (TAVARES, 1999, apud WENDLAND; TAUCHEN, 2010, p.2). A manutenção era vista como atividade secundária nas empresas, onde as raras intervenções, mais complexas, eram provenientes do aumento da produção, a medida que foram adotados sistemas de produção em série. Predominantemente eram estratégias de manutenção corretiva, com conserto realizado após a ocorrência da falha.

Na segunda geração, contextualizada por (NASCIF; KARDEC, 2006, apud WENDLAND; TAUCHEN, 2010, p.2). Como o período de faixa de tempo posterior a Segunda Guerra Mundial até os anos 60, características como aumento da mecanização em função da crescente demanda, aumento da complexidade dos equipamentos, busca por maior produtividade, aumento dos investimentos em itens físicos, geraram a necessidade de uma prevenção de falhas e adoção de intervenções a intervalos definidos, chamada manutenção preventiva conforme (TAVARES, 1999, apud WENDLAND; TAUCHEN, 2010, p.2). Relata que nessa época, gerentes e supervisores da manutenção começaram a formar equipes especializadas, analisando a ocorrência das falhas e planejando as intervenções de natureza preventiva.

A manutenção não planejada é estritamente corretiva, ou seja, consiste na correção da falha após a sua ocorrência aleatoriamente. Esse tipo de ocorrência gera perdas de produção, perdas de qualidade do produto e elevados custos (LUCATELLI, 2002, apud MENEZES; SANTOS e CHAVES, 2015, p.6). A figura 1 sintetiza o método de manutenção planejada.

FIGURA 1 – MÉTODOS DE MANUTENÇÃO PLANEJADA



FONTE: ZAIONS, 2003, adaptado.

As vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção são sintetizadas na tabela 1.

TABELA 1: VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO

TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MANUTENÇÃO CORRETIVA	Os custos envolvidos em um eventual reparo são inferiores aos custos de manutenção preventiva.	Altos custos de mão-de-obra, peças e serviços.
		Tempo de máquina e instalações inoperantes.
		Causar perda de produção.
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	A continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em	Requer um programa bem-estruturado.
	Maior facilidade para cumprir seus programas de produção.	Necessita de uma equipe de mecânicos eficazes e treinados.
	Previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes.	As peças são trocadas antes de atingirem seus limites de vida. Requer um plano detalhado estrategicamente de manutenção.
	Resolução de falhas pequenas e de baixo custo.	

MANUTENÇÃO POR MELHORIAS	Quando o tempo de reparo é elevado e há possibilidade de propagação da falha.	Resolução de falhas com melhorias que necessitam significativas mudanças no equipamento ou até mesmo no processo de produção.
	Quando o tempo médio entre falhas é grande, proporcionando dificuldades de avaliação e inspeção.	

FONTE: (MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, p.7)

3 ANÁLISE DE WEIBULL

Segundo (SILVEIRA, 2016 apud CHIUCHIL; CAMPOS, 2017), a análise de Weibull, também denominada análise de dados de vida, é uma ferramenta de análise que, a partir de uma amostra representativa, possui a funcionalidade de fazer previsões de um produto dentro de uma população. Isso é feito por “encaixe” em uma distribuição estatística de dados de vida e essa distribuição pode então ser utilizada para estimar características importantes da vida do produto tais como confiabilidade ou probabilidade de falha em um período específico. A fórmula de Weibull (Distribuição de Weibull) pode ser representada conforme a Equação 1:

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\eta)^\beta} \quad (\text{eq. 1})$$

- F (t) é a probabilidade de falha para uma determinada amostra;
- t é o tempo até a falha;
- η é a característica de vida ou parâmetro de escala;
- β é o parâmetro de inclinação ou forma.

A análise de Weibull é um método de modelagem de dados conjuntos contendo valores maiores que zero (como exemplo, podem ser dados de tempo até a falha conhecido como *time-to-fail* (TTF)). Uma característica importante dessa análise é que, se houver a possibilidade de fazer uma coleta de três amostras, já é viável realizar o estudo de confiabilidade. (SILVEIRA, 2016 apud CHIUCHIL; CAMPOS, 2017).

TPM é um método para gerir atividades industriais e foi divulgado principalmente pelos estudos publicados por Seiichi Nakajima, nos anos 1980. Seus objetivos principais são melhorar a eficácia e o tempo de vida útil dos equipamentos,

eliminando desperdícios no processo de produção (KOCH, 2007, apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015).

Segundo Nakajima (1989 apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, p.8), os principais objetivos da TPM são: o aumento da confiabilidade dos equipamentos, a eliminação das quebras e melhorias do índice de disponibilidade das máquinas. Por meio do gerenciamento homem e máquina para a melhoria estrutural da empresa, os funcionários são capacitados tecnicamente e conscientizados sobre a importância do desempenho do equipamento. Porém, os treinamentos são investimentos de longo prazo que geram como benefícios a multifuncionalidade dos operadores, senso de responsabilidade, redução no tempo de reparo e integração entre operadores e mecânicos. A implantação TPM é consolidada em oito pilares básicos, sendo que eles variam conforme a estrutura e filosofia que cada escritor usa. Os 8 pilares do TPM. Na base do TPM encontram-se as pessoas, desde operadores até a mais alta presidência, pois o sucesso do programa depende da participação e conscientização de todos, bem como de treinamento e educação dessas pessoas. Em seguida temos a filosofia 5S, que apesar melhoria de estar incluso na descrição do primeiro pilar, é fundamental para qualquer iniciativa que envolve a contínua (NAKAJIMA 1989 apud MENEZES; SANTOS; CHAVES, 2015, p.9):

- a) Manutenção Autônoma: É a manutenção dos equipamentos feita pelos operadores, para garantir alto nível de produtividade. As atividades de Manutenção Autônoma começam nos equipamentos e se estendem a toda produção. O objetivo deste pilar é conscientizar o operador de sua responsabilidade com seu equipamento de trabalho através das atividades da manutenção autônoma;
- b) Manutenção Planejada: É o pilar responsável por todo o planejamento da manutenção em seu nível macro. A responsabilidade pela gestão desse pilar é do setor de manutenção da empresa e seus executores são os mantenedores, os quais têm formação técnica que permite maior conhecimento dos equipamentos. O objetivo é aumentar a eficiência global dos equipamentos (IROG), com aumento da disponibilidade operacional;
- Melhoria Específica: Responsável pelo gerenciamento das informações de funcionamento dos equipamentos. O objetivo é desenvolver melhoria contínua ao processo de manutenção de equipamentos;
- c) Educação e Treinamento: Gestão responsável pelo controle do

conhecimento dos operadores, mantenedores e lideranças inseridas na Manutenção;

d) Controle Inicial: A execução de manutenção de equipamentos pode ter deficiência por falta de informações referentes ao histórico de funcionamento.

É imprescindível, assim, uma gestão unificada de manutenção de novos equipamentos:

a) manutenção da Qualidade: Através do eficiente reparo das máquinas de produção a TPM tem como meta “zero defeito” de produtos. O setor responsável por controle de qualidade e gerenciamento do sistema de gestão de qualidade deve atuar em conjunto com a gestão da manutenção, para atingir os objetos comuns;

b) administração: É o uso da metodologia da Manutenção Produtiva Total, em todos os setores de uma empresa. O objetivo é reduzir perdas administrativas;

c) segurança, Saúde e Meio ambiente: Frente de gestão que objetiva o nível zero de acidentes ambientais e do trabalho. Desta forma, o pressuposto para boa gestão dessa frente é manter o ambiente de trabalho em boas condições, limpo e seguro. Estes pilares são sintetizados no Tabela 2 abaixo:

TABELA 2: 8 PILARES DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Pilar	Definição	Características
Manutenção Autônoma	Atribui responsabilidade a manutenção de rotina tal como limpeza de posto, arrumação, entre outros (Colaborador)	<ul style="list-style-type: none"> • Atribui lado crítico ao colaborador; • Aumenta conhecimento do colaborador acerca do equipamento que usa; • Garante manutenção
Manutenção Planejada	Agenda tarefas de manutenção baseada em informações de falhos (taxas de falha)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do tempo de paragem; • Possibilita manutenção em momentos de paragem produtiva;
Manutenção de Qualidade	Aplicação de Análise de Causas para eliminar defeitos recorrentes	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de projetos de melhoria devido a incidentes de qualidade • Redução do número de defeitos • Diminui exponencialmente custos dos defeitos pois são detetados mais cedo (evitam-se gastos de inspeção e retrabalho)

Melhoria	Criação de equipas (Task Force) para agirem de modo ativo em melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas recorrentes são identificados e tratados por equipas multidisciplinares;
Gestão de novos equipamentos	Através do <i>know how</i> possibilita a melhoria ganha através do TPM no design e conceção de novos equipamentos produtivos	<ul style="list-style-type: none"> • A segunda máquina sairá melhor do que a primeira; • Melhorias contínuas;
Educação	Conhecimentos dos gestores, pessoal de manutenção e colaboradores do processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> • Rotina da manutenção diária por parte do colaborador; • Pessoal do departamento de manutenção desenvolve técnicas de manutenção mais assertivas;
Segurança, Saúde e Ambiente	Manter um ambiente limpo e seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina problemas de segurança e higiene; • Local sem acidentes
Administração	Aplicação de ferramenta TPM ao nível administrativo	<ul style="list-style-type: none"> • Estender os benefícios do TPM para além do chão de fábrica; • Estender e suportar o departamento de produção de forma mais consistente

Fonte: (BORLIDO, 2017)

O uso de OEE (Overall Equipment Effectiveness) ou Eficiência Geral de Equipamento para fins de mensuração de desempenho é comum na fabricação global, e a comunidade científica tem prestado atenção tanto ao lean (do qual o OEE é considerado uma parte) como ao OEE (ACHANGA et al. apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.145).

Conforme (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.145), em relação à produtividade, o desafio é identificar uma definição adequada para a implementação no nível da fábrica. Muitas das definições de produtividade são projetadas para uso em um nível agregado, como no nível da área ou da divisão, levando a dificuldades na obtenção de uma definição clara e mutuamente compreendida aplicável para fins de melhoria. Tanto o OEE quanto as medidas de produtividade podem ser utilizadas com o objetivo de monitorar, acompanhar e controlar o desempenho na produção. Mais desafios podem ser encontrados ao usar as medidas como motores de melhoria. Muitos dos desafios envolvem o gerenciamento de mudanças, como a abordagem de uso, como estruturar o procedimento de trabalho, como criar

conscientização e capacitar colaboradores e criar envolvimento não só de gerenciamento, mas também de líderes de equipe e operadores.

Segundo (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.145), o objetivo de mostrar como a combinação de OEE e as medidas de produtividade podem ser usadas para fins de melhoria da produção e quais os problemas envolvidos com essa abordagem são refletidos em emana das três questões como por exemplo:

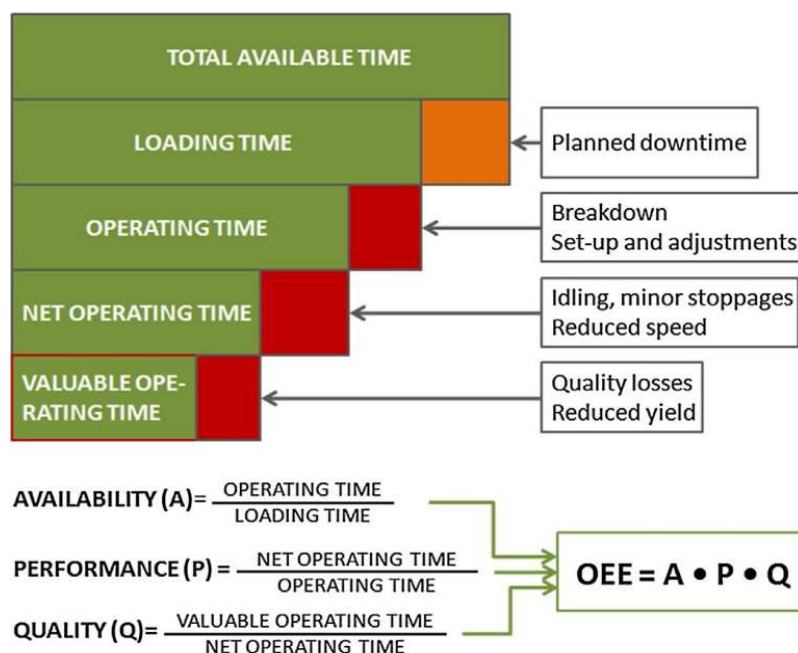
a) como a medida OEE pode ser utilizada pelos profissionais para o gerenciamento eficiente e a melhoria do desempenho da produção?

b) e em caso de deficiências - quais as medidas de captura de produtividade, que precisam ser adicionadas para alcançar o controle total das mudanças de produtividade de um processo de produção, já que as mesmas são mutáveis?

c) como as medidas de OEE e produtividade podem ser definidas e usadas como operadores para melhorias e quais os critérios para implementação industrial bem-sucedida?

A definição original da OEE desenvolvida por (NAKAJIMA, 1989, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146) compreende as seis grandes perdas (Tempo total disponível, Tempo de Carregamento, Tempo Operacional, Valor do Tempo de operação, OEE). Tempo de Funcionamento divididas nas três categorias, como disponibilidade, desempenho e qualidade conforme a figura 2.

FIGURA 2: AS SEIS GRANDES PERDAS DA OEE



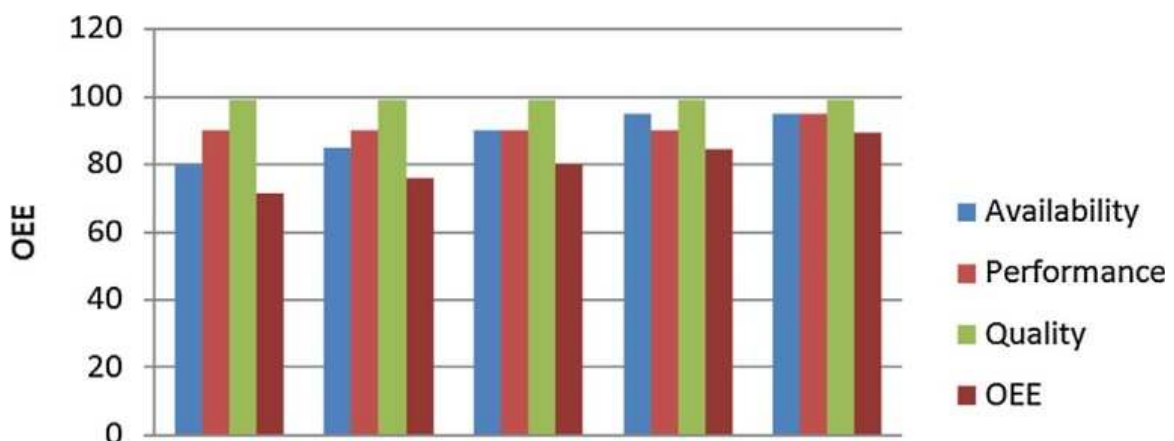
Fonte: (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146)

Abreviatura de Eficiência Geral do Equipamento (DAL B., 2000, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146) em vez da Eficácia Geral do equipamento. Geralmente, a eficácia descreve a eficiência externa, isto é, fazer as coisas certas, enquanto a eficiência se refere à eficiência interna ou a fazer as coisas corretamente. Assim, a verdadeira intenção da medida OEE é medir a eficiência interna em vez da eficácia externa, portanto, uma deficiente definição seria a Eficácia Geral de Equipamentos.

A definição original do OEE da Nakajima exclui o tempo de inatividade planejado, como a manutenção programada e as rupturas do tempo disponível total, enquanto (JEONG; PHILLIPS, 2011, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146), por exemplo, incluem essas perdas de equipamentos que são especialmente importantes na indústria intensiva de capital. Eles ainda estendem a lista de perdas para incluir o tempo de uso de pesquisa e desenvolvimento e engenharia, aumentando o tempo total disponível no cálculo do OEE e, assim, reduzindo o risco de superestimar OEE.

A medida OEE é comumente usada para o monitoramento do desempenho da produção como parte do sistema de medição de desempenho de uma empresa. A medida de OEE poderia ser usada tanto para melhorias de quantificação de benchmark internas feitas, para comparação interna de desempenho e para identificar a máquina de pior desempenho para o foco de TPM (DAL B., 2000, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146) A área de aplicação principal do OEE é processos automáticos e semiautomáticos principalmente devido ao parâmetro do tempo de ciclo (JEONG E PHILLIPS, 2011, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.146).

FIGURA 3: EXEMPLOS DO EFEITO MULTIPLICATIVO DOS 3 PARÂMETROS
CONSTITUINTES DA DEFINIÇÃO DE OEE.



FONTE: (Andersson; Bellgran, 2015, p.147)

Embora o OEE seja uma medida de desempenho muito boa devido à sua combinação de fatores triplos - provavelmente uma das melhores medidas a serem usadas pelo gerenciamento de produção - tem algumas deficiências. Uma das lacunas é que a combinação trifásica complica tanto a definição como a compreensão da medida. Além disso, não existe uma relação clara de causa e efeito entre as mudanças em qualquer fator (A, P ou Q) e o OEE. Além disso, a definição do OEE antecipa que, para cada máquina, há um tempo de ciclo ideal fixo (pelo menos a curto prazo) que controla a taxa de processamento máxima (ou seja, a capacidade) e não considera o número de pessoas que trabalham em o processo. Do ponto de vista da produtividade, isso significa que a possibilidade de melhorar a produtividade ao reduzir o tempo de ciclo ou os recursos (entrada) não está totalmente coberta pela medida OEE. (PETERSSON, 2000, apud ANDERSSON; BELLGRAN, 2015, p.147).

Segundo (BORLIDO, 2017 pag.21) Um dos cálculos realizados para saber da efetividade da aplicação do TPM é o OEE. O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) Eficiência Geral de Equipamento; e é um indicador desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance*, é um índice que traduz a percentagem da produção em relação ao tempo de ciclo. Foi especialmente concebido para verificar a correta implantação do TPM. O OEE tem em atenção, no seu cálculo, a perda por disponibilidade, perda por performance e perda advindas da má qualidade dos produtos. Conforme a equação (2.0):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} = \frac{\text{Peças Produzidas (ok)} \times \text{Tempo de Ciclo}}{\text{Tempo Total Atribuído a essa produção}} \quad (2.0)$$

Segundo (BORLIDO, 2017 p. 21), existem 3 perdas no cálculo do OEE que são: Disponibilidade (Equação 3.0); Performance (Equação 4.0); Perda por Qualidade (Equação 4.0):

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Produção Planejada} - \text{Tempo Perdido}}{\text{Tempo de Produção Planejada}} \quad (3.0)$$

$$\text{Perda por Qualidade} = \frac{\text{Peças Produzidas (ok)}}{\text{Peças Produzidas}} \quad (4.0)$$

Segundo (BORLIDO, 2017 p. 22) existem seis grandes perdas associadas ao cálculo do OEE e as mesmas estão representadas na tabela 2 abaixo:

TABELA 3: 6 GRANDES PERDAS ASSOCIADAS AO CÁLCULO DO OEE

Perdas	Perdas no OEE	Exemplo	Observações
Interrupções abruptas na produção	<i>Down Time Loss*</i>	Úteis de fabricação falham Manutenção inesperada	Perda por avaria ou falha
Setup e ajustes	<i>Down Time Loss</i>	Trocas de referências Aquecimento da máquina (p/exemplo)	Devem reduzir-se os tempos de <i>setup</i> (SMED). Tempos de <i>changeover</i> demasiado elevados.
Pequenas paragens	<i>Speed Loss</i>	Encravamento ou re arranque	Paragens devido a falhas inesperadas (encravamento, por exemplo)
Velocidades reduzidas	<i>Speed Loss</i>	Por problemas de qualidade	Eliminar ou reduzir o impacto do que impede o processo de fluir a velocidade ideal (<i>Ideal Cycle Time</i>).
Sucata	<i>Quality Loss</i>	<i>Scrap</i> Retrabalho	Reduzir rejeições na fase de <i>setup</i> .
Rejeições de produção	<i>Quality Loss</i>	Rejeições produtivas	Defeitos de produção durante ciclo produtivo. Rejeição associada também ao arranque.

FONTE: (BORLIDO, 2017, p. 22)

NOTA: **Down time Loss* representa o tempo perdido de produção por interrupções inesperadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção planejada é um pré-requisito indispensável para se atender não somente a demanda produtiva com eficiência significativa, mas um mercado consumidor altamente competitivo e incerto. A Manutenção Produtiva Total auxilia a manufatura enxuta neste sentido. Os indicadores como da Eficiência Geral de Equipamento (OEE) são aliados importantes neste procedimento. Uma vez implantados e monitorados, estes indicadores visam redução de custos, produtos com qualidade excelente e com a mínima utilização de recursos naturais.

A tríade produção enxuta, a manutenção estratégica e a sustentabilidade devem estar alinhadas com o objetivo de proporcionar um funcionamento e rendimentos satisfatórios não somente de máquinas, mas de todo o sistema produtivo.

Portanto, conclui-se que o alinhamento destes sistemas de manutenção ao planejamento estratégico é de relevância imprescindível para a empresa permanecer no mercado e aumentar o volume de produção sustentável. A OEE não capta e estimula totalmente melhorias de produtividade. Assim, a medida OEE precisa ser combinada com medidas complementares para se alcançar uma produtividade maior. Após a revisão da literatura, que os sistemas de manutenção planejados contribuem de forma significativa para o aumento da produtividade, e conseqüentemente o aumento da vida útil dos equipamentos e a possibilidade de redução de falhas ou paradas. Para tal há necessidade de um planejamento da organização em disponibilizar recursos com o objetivo de implementar uma gestão de manufatura Lean e Green com flexibilidade visando uma gestão de sistemas de manutenção que assegure a redução e a estabilidade entre os recursos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 35 (2015)** p.144–154, ISSN: 0278-6125

BIEHL, N. C.; SELLITTO M. A. Tpm e manutenção autônoma: estudo de caso de uma empresa da indústria metal- mecânica. **Revista produção online**, Florianópolis, SC, v.15, n.4, p. 1123-1147, out. /dez. 2015, ISSN 1676-1901.

BORLIDO, D.J.A. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção**. 77f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto (FEUP), 2017.

PATTON, J. D. **Preventive Maintenance**. New York: Instrument Society of America, 1995.

MENEZES G. S. de; SANTOS M. M.; CHAVES G. L. D. O pilar manutenção planejada da manutenção produtiva total (TPM): aplicação da manutenção centrada em confiabilidade (RCM). **Revista Gestão Industrial**. Universidade Tecnológica do Paraná-UTFPR-Campus Ponta Grossa- PR, Brasil. ISSN 1808- 0448/ v.11, n.04: p. 01-35, 2015.

WENDLAND L. S.; TAUCHEN, J. **Gestão Estratégica da Manutenção**, 1ºSAEP – Semana Acadêmica da Engenharia de Produção - FAHOR, Faculdade Horizontina. Rio Grande do Sul-RS., 2010, p.2, ISSN 2526-2769.

OLIVEIRA, M. R. e LIMA, C. R. C. **Integração da Manutenção na Produção: Uma Estratégia Competitiva ou Utopia?** Trabalho apresentado no XXII Encontro de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

Trojan, Flavio, and Danielle Costa Morais. "**Maintenance management decision model for reduction of losses in water distribution networks.**" *Water Resources Management* 29.10 (2015): 3459-3479.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009

NASCIMENTO, Izabela Rios do: **RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS PELA INDÚSTRIA, ATRAVÉS DE UM PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO**; VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO - Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável Niterói, RJ, agosto de 2010.

ZAIONS, D. R. **Manutenção Industrial com Enfoque na Manutenção Centrada em Confiabilidade**. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CHIUCHIL, M. F.; CAMPOS, R. R. Estudo da Aplicação do Ponto Ótimo de Manutenção Baseado em Custos e Confiabilidade. Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo, FATEC, Sertãozinho, SP, 2016. **Revista Academus**. ISSN: 2357-9285

WENDLAND L. S.; TAUCHEN, J. **Gestão Estratégica da Manutenção**, 1ºSAEP – Semana Acadêmica da Engenharia de Produção - FAHOR, Faculdade Horizontina. Rio Grande do Sul-RS., 2010, p.2, ISSN 2526-2769.