



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

APLICAÇÃO DO INDICADOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE): UM ESTUDO DE CASO NUMA RETÍFICA E OFICINA MECÂNICA

APPLICATION OF THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) INDICATOR: A CASE STUDY IN A RETAIL AND MECHANICAL OFFICE

Pedro Vieira Souza Santos^{1*}

¹ Engenheiro de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Avenida Afonso Gomes de Sá, 180, Bairro Distrito Industrial, CEP 56308-440, Petrolina. pedrovieirass@hotmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 31/07/2018

Aprovado em: 22/08/2018

Disponibilizado em: 10/10/2018

PALAVRAS-CHAVE:

Overall Equipment Effectiveness (OEE); Eficiência; Produtividade;

KEYWORDS:

Overall Equipment Effectiveness (OEE); Efficiency; Productivity;

Copyright © 2018, Pedro Vieira Souza Santos. Esta obra está sob uma Licença Creative Commons Atribuição-Uso.

*Autor Correspondente: Pedro Vieira Souza Santos

RESUMO

A eficiência global do equipamento (OEE) é um método comum utilizado para medir o desempenho de um equipamento com base em três vertentes: disponibilidade, desempenho e qualidade. Sua aplicabilidade fornece a oportunidade de identificar fatores que limitam ou dificultam a melhor forma de operação da máquina. Logo, o presente artigo, caracterizado metodologicamente como estudo de caso, teve como objetivo verificar a eficiência dos equipamentos de uma retífica e oficina mecânica localizada na Bahia, através dos cálculos do indicador OEE. Como resultados, observou-se que a Fresadora apresentou menor valor para o OEE, com 20,58%,

seguida do torno mecânico, com 45,48%. Ambos necessitam de ações pontuais que elevarão este valor a patamares aceitáveis. Em relação a furadeira, com OEE global médio de 73,16%, serão indicadas ações que garantirão, a princípio, a manutenção deste valor com vista, num segundo momento, no seu aumento. Com a utilização deste índice global, a empresa poderá rever seus processos, qualificando as operações através de ações pontuais na melhoria do desempenho.

ABSTRACT

Overall Equipment Effectiveness (OEE) is a common method used to measure the performance of a three-pronged equipment: availability, performance and quality. Its applicability provides the opportunity to identify factors that limit or hinder the best way of operating the machine. Therefore, the present article, methodologically characterized as a case study, had the objective of verifying the efficiency of the equipment of a grinding machine and mechanical workshop located in Bahia, through calculations of the OEE indicator. As results, it was observed that the Milling machine presented lower value for OEE, with 20.58%, followed by the lathe, with 45.48%. Both require timely actions that will bring this value to acceptable levels. In relation to the drill, with average global OEE of 73.16%, actions will be indicated that will guarantee, in principle, the maintenance of this value with a view, in a second moment, in its increase. With the use of this global index, the company will be able to review its processes, qualifying operations through punctual actions to improve performance.

Citação (APA): SANTOS, P. V. S.(2018). Aplicação do indicador overall equipment effectiveness (oe): um estudo de caso numa retífica e oficina mecânica. Brazilian journal of production engineering,4(3): 1-18.

INTRODUÇÃO

De acordo com a intensa competitividade apresentada pelo mercado, as organizações são direcionadas a atuarem de modo a melhorar, de forma contínua, suas operações e processos e assim garantir a manutenção do negócio por meio da vantagem competitiva. De acordo com Fleischer et al. (2006) esta competitividade inerente as empresas depende da disponibilidade e produtividade de suas instalações de produção, o que induz a prática e adoção de medições de desempenho local com vistas a aumentar a capacidade produtiva.

Diante desse cenário, novos conceitos e formas de medições de desempenho foram desenvolvidos. A manutenção produtiva produtiva (TPM), lançado por Seiichi Nakajima em meados de 1980, forneceu, de acordo com Cesarotti et al. (2013), uma métrica quantitativa reconhecida e difundida para o medida da produtividade de qualquer equipamento de produção em uma empresa: o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

A eficiência global do equipamento (OEE) é um método comum utilizado para medir o desempenho de um equipamento com base em três vertentes, que são: disponibilidade, desempenho e qualidade. Sua aplicabilidade fornece a oportunidade de identificar fatores que limitam ou dificultam a melhor forma de operação da máquina (MAIDEEN et al., 2017). Para Tsarouhas (2013) trata-se de uma medida amplamente utilizada e aceita em diversos setores, sendo altamente empregada, principalmente, em ambientes de manufatura.

Assim, apresenta-se como uma alternativa viável na verificação de desempenho dos equipamentos dispostos no processo, melhorando a confiabilidade do equipamento, o desempenho do operador e minimizando todo o tempo ocioso identificado. Em outras palavras, pode-se notar a possibilidade de apoio a tomada de decisão quanto ao processo produtivo, como decisões acerca da capacidade produtiva, alocação de recursos e tempo e ainda na aquisição de novas máquinas (AMAN et al., 2017).

Isto posto, o presente artigo tem como objetivo verificar a eficiência dos equipamentos de uma retífica e oficina mecânica localizada na Bahia, através dos cálculos do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

ABORDAGEM TEÓRICA

Manutenção produtiva total (TPM)

A TPM traduz-se como importante filosofia que, estrategicamente, é focada na melhoria do processo, onde é capaz de identificar potenciais perdas presentes no processo produtivo e também administrativo, maximizando a utilização do ativo industrial e garantindo assim, a fabricação de produtos de qualidade superior com custos competitivos (SWANSON, 2001). A *Total Productive Maintenance* tem como propósito primordial o aumento da disponibilidade e eficácia dos equipamentos intrínsecos ao processo, por meio da melhoria em termos de manutenção (GUPTA; GARG, 2012).

A Manutenção Produtiva Total conta com oito pilares, que de acordo com Adesta et al. (2018), comportam-se como um sistema para maximizar a eficácia da produção de qualquer organização. Cada um destes pilares é resumido a partir do Quadro 1.

Quadro 1. Os 8 pilares do TPM

Pilar	Descrição
Manutenção autônoma	Operadores de equipamentos responsáveis para executar a manutenção dos equipamentos.
Manutenção planejada	Manutenção programada com base no histórico de taxa de falha do equipamento local.
Manutenção de Qualidade	Qualidade intrínseca no equipamento com vistas à minimizar defeitos.
Melhoria continua	Direcionamento de equipes multifuncionais para atividades de melhoria.
Controle Inicial	Reduzir o tempo de introdução do produto e processo
Educação e Treinamento	Preenchimento da lacuna de habilidades e conhecimento através da formação continuada de todos os trabalhadores
Saúde, Segurança e Meio Ambiente	Ambiente de trabalho sem acidentes e organizado
TPM na administração	Difusão dos princípios para a administração ou funções dentro de uma organização

Fonte - Adaptado de Pandey (2016)

Logo, é notório o fato de que a implementação da filosofia TPM pode ocasionar um maior nível de qualidade em todas as faces das operações de manufatura (CHEN et al., 2015). Chong et al. (2015) afirmam ainda que a prática reúne atividades que, quando aplicadas em processos de produção, otimizam a eficiência do equipamento e seu rendimento. Portanto, traduz-se basicamente como um conjunto de atividades organizadas que são capazes de melhorar gestão da planta industrial, podendo ser realizada individualmente e com a ajuda de equipes (PARIKH; MAHAMUNI, 2015).

Martínez e Marín-García (2013) citam que a contribuição do TPM para a melhoria da produtividade na indústria é uma forma de eliminar seis grandes perdas, especialmente aquelas relacionadas a máquinas com qualquer tipo de manutenção, sendo, de acordo com Michlowicz e Karwat (2010):

1. Perdas relacionadas a disponibilidade:
 - Devido a falhas;
 - Devido a ajustes ou *setups*;
2. Perdas relacionadas a eficiência:
 - Inatividade;
 - Queda de velocidade do processo
3. Perdas relacionadas a qualidade:
 - Por motivo de rejeição e correção;
 - Perdas de rendimento.

Nesse sentido, o método se esforça para manter o equipamento em condições ótimas com o intuito principal de evitar que quebras, perda de ritmo e defeitos de qualidade ocorram nas atividades e operações locais (KUMAR et al., 2012). Há, portanto, três objetivos finais do TPM: zero de defeitos, zero acidente e zero avarias, onde, segundo Nakajima (1989) os equipamentos devem ser operados com 100% de capacidade e 100% do tempo. Por outro lado, considerando que o TPM maximiza a eficácia do equipamento de produção, esta é medida por meio do OEE.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O indicador de Eficiência Global do Equipamento caracteriza-se por demonstrar a relação esperada entre os resultados dos equipamentos na prática e a previsão estimada para os mesmos, sendo uma das abordagens do *Total Productive Maintenance* (ZHU, 2011). É visto como uma medida de desempenho chave em ambientes variados, em termos de realidade e diversidade de produtos produzidos (SHARMA et al., 2012).

O índice baseia-se no produto dos índices referentes a Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Para Nakajima (1989), um OEE de 85% deve ser objeto de meta ideal para os equipamentos da empresa. Para obtenção desse valor é necessário que seus índices sejam de: 90% para disponibilidade, 95% em performance e 99% em qualidade. É calculado seguindo a fórmula 1:

$$OEE = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (1)$$

Sendo, μ_1 = índice de disponibilidade, μ_2 = índice de performance operacional, μ_3 = índice de qualidade.

Bariani e Del'Arco Júnior (2006) em concordância com Antunes et al. (2008), definem os parâmetros como:

Disponibilidade (μ_1): quantidade de tempo em que uma máquina esteve disponível para operação, comparado com a quantidade planejada; É calculado, segundo Corrêa e Corrêa (2004), seguindo a fórmula 2:

$$\mu_1 = (TPP - TPnP)/TPP \quad (2)$$

Onde: μ_1 = Índice de disponibilidade, TPP = Tempo de produção planejado, TPnP = Tempo de paradas não planejadas.

Desempenho (μ_2): relacionado a quantidade na qual o equipamento opera em relação ao tempo de ciclo ideal para produção de uma peça; considera perdas de ritmo ocorridas por problemas diversos. Matematicamente, segundo Corrêa e Corrêa (2004), é obtido através da equação 3:

$$\mu_2 = (TCU - QPP)/TP \quad (3)$$

Onde: μ_2 = Índice de desempenho, TCU = Tempo de ciclo por unidade, QPP = Quantidade de produtos processados, TP = Tempo em produção.

Qualidade (μ_3): designa o quantitativo total de itens produzidos em conformidade, em comparação com o número total de peças fabricadas; Pode ser definido pela fórmula matemática 4, segundo Corrêa e Corrêa (2004):

$$\mu_3 = (QPP - QPR) / QPP \quad (4)$$

Onde: μ_3 = Índice de qualidade, QPP = Quantidade de produtos processados, QPR = Quantidade de produtos de refugo.

Segundo Hansen (2006) o resultado global da eficiência pode ser classificado seguindo os parâmetros:

- Abaixo de 65%: considera-se um índice inaceitável e devem ser tomadas ações imediatamente;
- Entre 65% e 75%: considerado bom ou adequado, com necessidade de melhoria;
- De 75% a 85%: muito bom, o que demonstra capacidade de atingir o nível mundial.

Logo, pode-se notar a importância de verificar o desempenho local por meio dos parâmetros acima citados. Essas métricas ajudam a avaliar a eficiência e a eficácia da empresa e estimam a produtividade com base nas perdas que ocorrem dentro do processo. O principal objetivo, portanto, por trás de um programa OEE é minimizar ou reduzir as causas de ineficiência no ambiente de fabricação ou operação (AMAN et al., 2017).

Na ótica de Kumar et al. (2012), ao calculá-lo, o indicador é capaz de fornecer uma imagem completa de onde o tempo produtivo e os recursos estão sendo perdidos, podendo também descobrir a verdadeira capacidade oculta do sistema. Torna-se então, uma importante ferramenta de apoio à decisão para melhoria contínua de processos.

METODOLOGIA

Caracterização da pesquisa

O presente trabalho, em relação ao procedimento metodológico, enquadra-se como um estudo de caso. Para Yin (2001, p. 32), “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno

contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definido”. Sendo, por meio desta pesquisa, recomendada para desenvolver a teoria de forma indutiva, analisando o caso, aqui relatado, como uma experiência distinta.

A pesquisa foi realizada numa empresa oficina mecânica e retífica, localizada na Região Norte da Bahia. Trata-se de uma empresa que atua há 11 anos no setor e é especializada em manutenção de veículos a diesel com serviço de assistência técnica autorizada. Nesta unidade localidade, foram aplicados os conceitos de OEE e suas equações matemáticas para medição do desempenho global dos equipamentos locais.

Nesse contexto, a pesquisa identifica-se ainda como do tipo explicativa, na tentativa de identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2007). O estudo explica o porquê das coisas através dos resultados encontrados. Para Gil (2007, p. 43), “uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.”

Etapas da pesquisa

Para cumprimento dos objetivos do estudo, a sequência de atividades foram seguidas:

- a. Apresentação da proposta: neste primeiro momento foi discutido, junto a gerência da oficina, os benefícios que poderiam ser obtidos por meio da aplicação do indicador OEE no local;
- b. Escolha dos equipamentos: nesta etapa, com apoio da supervisão local, pôde-se entender melhor quais equipamentos representavam maior impacto do ponto de
- c. vista da produtividade e no grau de utilização nas operações locais. Foram determinados 3 equipamentos para interferência por este estudo. As máquinas definidas para o estudo foram: a furadeira, o torno mecânico e a fresadora. Os dados foram coletados em 4 semanas, relativas ao mês de março de 2018;
- d. Levantamento de dados: por meio de coleta, in loco, os dados para os cálculos dos índices foram registrados em planilha.
- e. Cálculo do OEE: Por fim, com base nos dados fundamentais para aplicação da equação matemática, os indicadores referentes a disponibilidade ($\mu 1$), desempenho ($\mu 2$) e qualidade

(μ 3) foram determinados, por equipamento. Ao final, o OEE global foi determinado;

f. Plano de ação: como etapa conclusiva do estudo, um plano de ação foi elaborado com o propósito de definir atividades que guiarão a gestão da oficina a aumentar a eficiência dos maquinários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos equipamentos escolhidos

Tendo em vista o alto número de equipamentos utilizados na oficina e retífica mecânica, foram determinados para submissão ao estudo, a furadeira (equipamento 01), a fresadora (equipamento 02) e o torno mecânico (equipamento 03). Os equipamentos são expostos nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente:

Figura 1. Furadeira



Fonte - Empresa (2018)

Figura 2. Fresadora



Fonte - Empresa (2018)

Figura 3. Torno mecânico



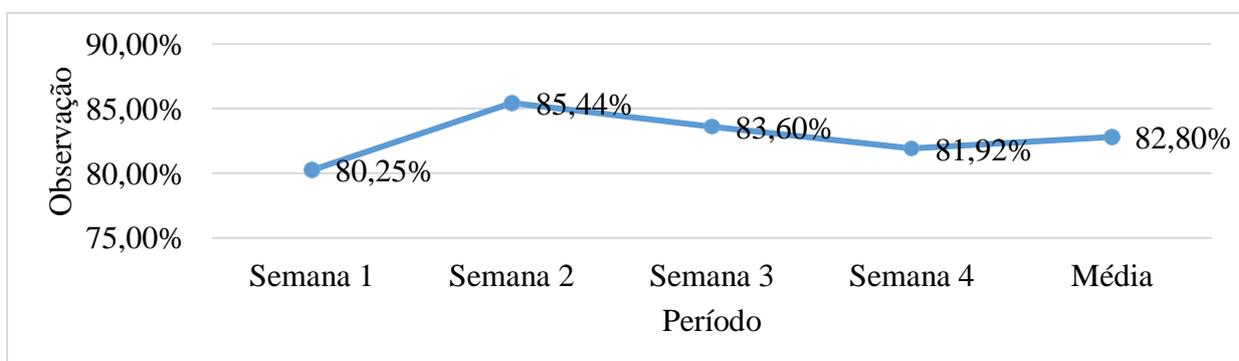
Fonte - Empresa (2018)

O horário de funcionamento da empresa é de 08h00min por dia, sendo 04h00min realizadas no primeiro período, com intervalo de 02h00min para almoço, seguido das 04h00min restantes no período da tarde. Ressalta-se que, os dados coletados não foram citados nas próximas sessões, sendo, somente o valor necessário (em forma de média), introduzido por meio das equações. Os valores são relativos ao período de quatro semanas de março de 2018.

Dos cálculos

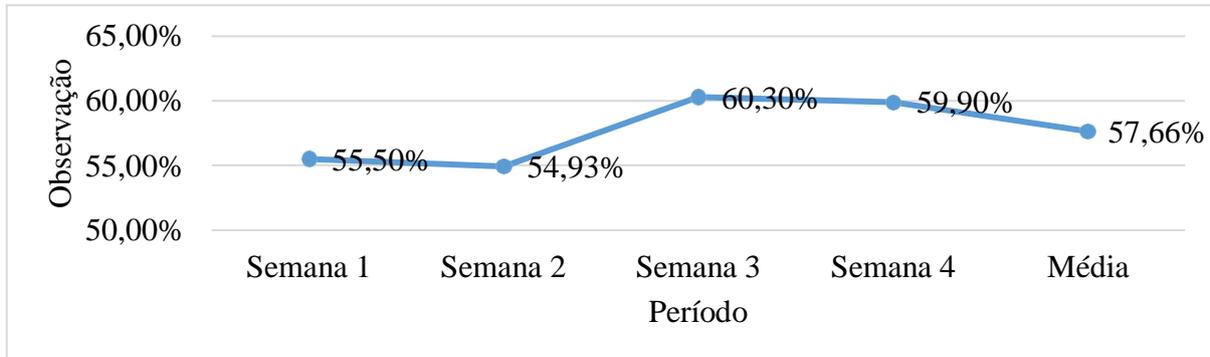
O indicador inicialmente calculado, foi o relacionado a disponibilidade ($\mu 1$), sendo este o que retrata o tempo que o equipamento esteve em disposição para executar a operação em relação a quantidade programada. Para a unidade de tempo definida por minuto, tem-se:

No caso da furadeira, obteve-se os seguintes valores, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1. $\mu 1$ para furadeira

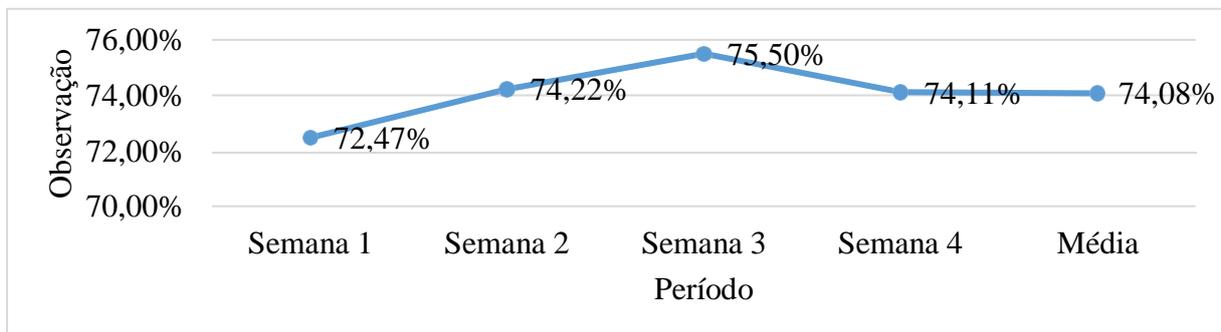
Fonte - Dados da pesquisa (2018)

Observa-se que o índice possui uma média de 82,80%, que segundo a classificação proposta por Hansen (2006), define-se como bom ou adequado, com necessidade de melhoria. No caso do equipamento 2, a fresadora, tem-se os seguintes valores, descritos no Gráfico 2.

Gráfico 2. $\mu 1$ para fresadora

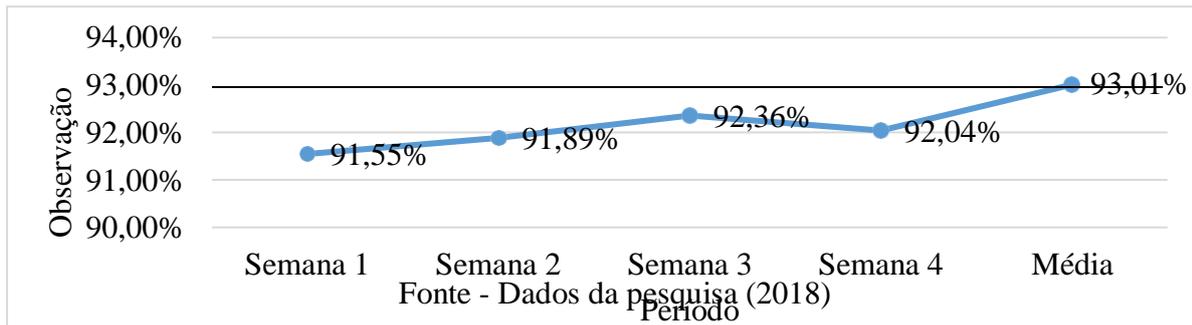
Fonte - Dados da pesquisa (2018)

Com uma média de 57,66 %, o desempenho da fresadora apresenta-se como crítico, sugerindo intervenção imediata. Para o torno mecânico, tem-se, de acordo com o Gráfico 3, o comportamento do indicador.

Gráfico 3. $\mu 1$ para torno

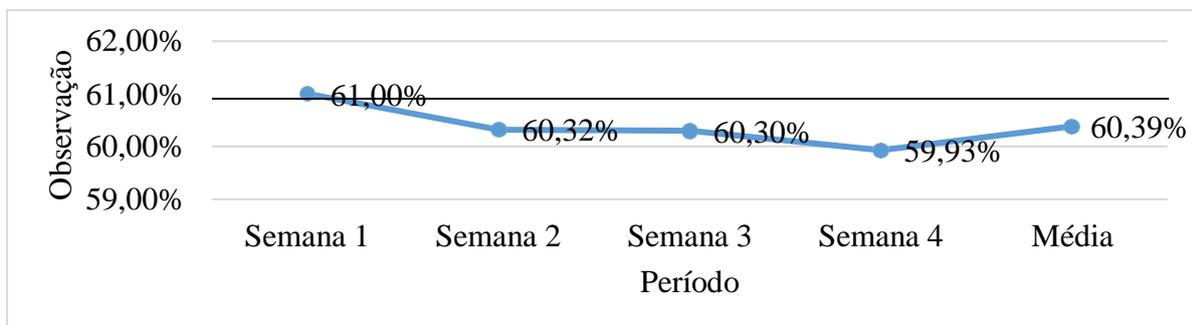
Fonte - Dados da pesquisa (2018)

Logo, o índice de desempenho ($\mu 2$), que associa o tempo de ciclo por item e o quantitativo de itens produzidos, foi estimado, obtendo-se os valores conforme Gráfico 4, para a furadeira:

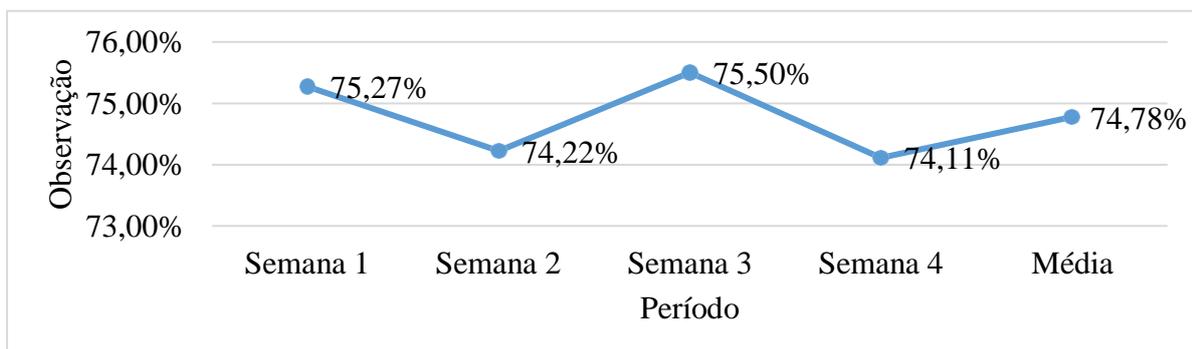
Gráfico 4. μ_2 para furadeira

A média apresentada para o caso da furadeira é satisfatória, observando o valor de 93,01%.

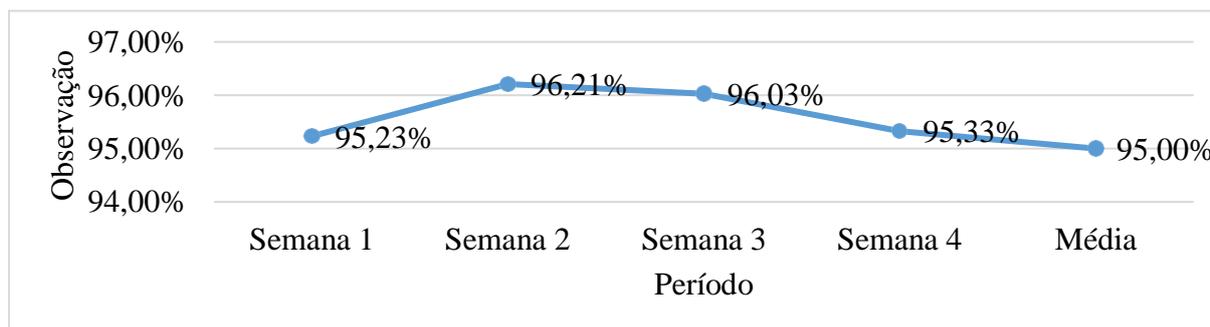
No caso da fresadora, tem-se, de acordo com o Gráfico 5, o índice observado:

Gráfico 5. μ_2 para fresadora

Por outro lado, como observado, o equipamento fresadora, apresentou índice considerado baixo, com um registro de 60,39%. O último caso calculado de μ_2 , foi para o torno mecânico, expresso no Gráfico 6.

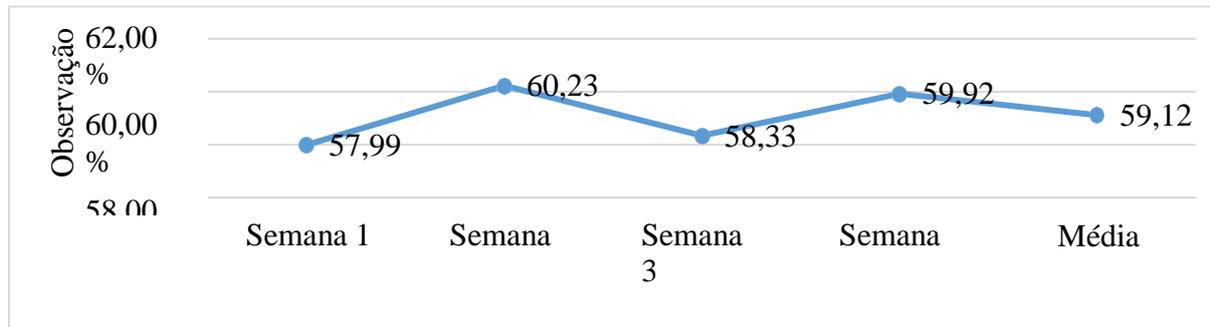
Gráfico 6. μ_2 para o torno mecânico

Para o torno, o valor do indicador de desempenho, apresentou cálculo médio de 74,78%, mostrando-se necessário implementar ações que elevem este número. Por fim, obteve-se os valores do índice de qualidade, para o equipamento furadeira, foi registrado, de acordo com Gráfico 7.

Gráfico 7. $\mu 3$ para furadeira

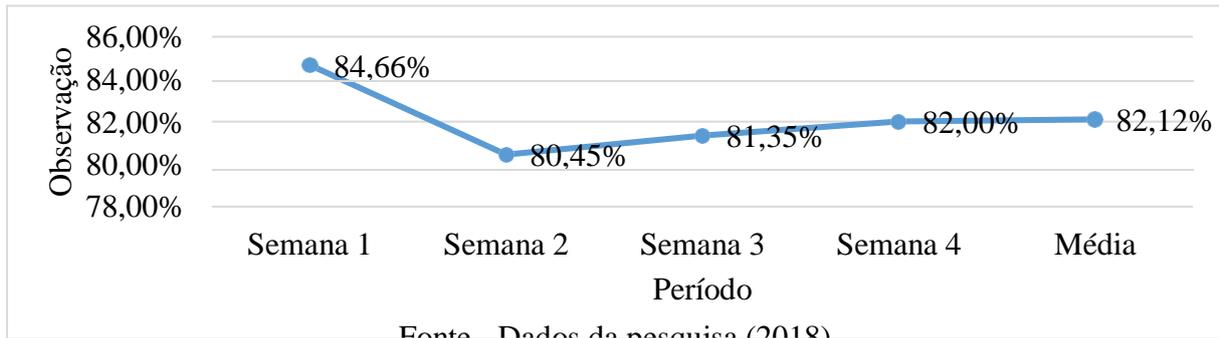
Fonte - Dados da pesquisa (2018)

A média para o índice $\mu 3$ da furadeira comportou-se como ótimo resultado, com 95%. Isso indica que o equipamento está dentro dos padrões de qualidade globais definidos, necessitando apenas de atenção quanto a manutenção deste valor nos próximos meses. O mesmo indicador para a fresadora, foi obtido, segundo Gráfico 8.

Gráfico 8. $\mu 3$ para fresadora

Fonte - Dados da pesquisa (2018)

Ao contrário da furadeira, a fresadora apresentou baixo valor de índice de qualidade, com 59,12%. Sendo um dos focos no plano de ação para melhoria contínua deste valor. Na sequência, o valor de $\mu 3$ para o torno mecânico foi observado, visto no Gráfico 9.

Gráfico 9. μ_3 para torno mecânico

Fonte - Dados da pesquisa (2018)

A média para o torno, calculada em 82,12% apresenta valor bom, porém, com ações pontuais será possível melhorar o mesmo.

OEE global

Assim, com os índices calculados por cada equipamento, o valor da eficiência global (OEE) é obtido por meio do resultado do produto entre os três parâmetros (disponibilidade, desempenho e qualidade), sendo este a partir da fórmula:

$\mu_{\text{global}} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3$ Os valores do OEE, por equipamento, são reunidos na Tabela 1.

Tabela 1. OEE global por equipamento

Equipamento	OEE global				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Média
Furadeira	69,96%	75,54%	74,15%	71,88%	73,16%
Fresadora	19,63%	19,96%	21,21%	21,51%	20,58%
Torno Mecânico	46,18%	44,32%	46,37%	45,04%	45,48%

Fonte - Dados da pesquisa (2018)

Pode-se perceber que a Fresadora apresentou menor valor para o OEE, com 20,58%, seguida do torno mecânico, com 45,48%. Ambos necessitam de ações pontuais que elevarão este valor a patamares aceitáveis. Em relação a furadeira, com OEE global médio de 73,16%, serão indicadas ações que garantirão, a princípio, a manutenção deste valor com vista, num segundo momento, no seu aumento. Para isto, o plano de ação foi elaborado.

Uma das causas que contribui para prejuízo ao OEE é o número de paradas registradas nos equipamentos. De acordo com os dados coletados, observou-se os principais motivos de paradas registrados no período do estudo, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Principais motivos de paradas nos equipamentos

Motivo	Impacto
Troca de ferramenta	21,55 %
Manutenção corretiva	18,76 %
Limpeza	16,42 %
Troca/introdução de Fluido refrigerante	15,00 %
Falta de material para usinagem	12,30 %
Manutenção preventiva	9,59 %
Outros	6,38 %

Fonte - Dados da pesquisa (2018)

O levantamento das principais causas de paradas é de extrema importância na definição de ações que poderão reduzir o impacto destas no OEE global, através da minimização das paradas nos equipamentos da oficina.

Plano de ação

O Plano de Ação – 5W1H, descrito no Quadro 2, é um roteiro que será aplicado para fazer o planejamento de trabalho necessário ao atingimento do resultado positivo desejado em termos de rendimento e eficiência dos equipamentos da oficina.

Quadro 2. Plano de ação

O quê	Por quê	Onde	Quem	Quando	Como
Analisar formas de aproveitar melhor a fresadora	Otimizar a produtividade	Operação	Setor local	Em até 20 dias	Estudo de engenharia de métodos
Estratificar e monitorar tempo gasto por equipamento em paradas não planejadas	Otimizar o índice de disponibilidade ($\mu 1$)	Operação	Setor local	Em até 10 dias	Observação registrada em planilhas, por operador

Implementar gestão da manutenção na oficina	Aumentar o índice de disponibilidade ($\mu 1$) e evitar paradas para correção	Operação	Setor local	Em até 20 dias	Treinamento de equipe
Detectar perdas por falta de qualificação de colaboradores	Elevar o índice de desempenho ($\mu 2$)	Operação	Setor local	Em até 30 dias	Estratificação por funcionário contra quantitativo de perdas médio no período
Adotar campanha sobre o mau uso de equipamentos	Melhorar o índice de desempenho ($\mu 2$)	Operação	Setor local	Em até 30 dias	Reciclagem sobre boa operação de máquinas
Análise do impacto do refugo no OEE	Aumentar o índice de qualidade ($\mu 3$)	Operação	Setor local	Em 40 dias	Observar a quantidade de refugo por de equipamento e por operador
Estipular custo com retrabalho	Melhorar o índice de qualidade ($\mu 3$)	Operação	Setor local	Em 40 dias	Estudo financeiro detalhado
Elaborar plano de manutenção corretiva	Corrigir falhas ao nas máquinas que geram perdas	Operação	Setor local	Em no máximo 35 dias	Reparo nos equipamentos
Construção e implantação do programa 5S	Promover ambiente limpo e seguro	Toda a empresa	Direção	Em no máximo 50 dias	Garantir um ambiente organizado, limpo e seguro

Fonte - Autoria própria (2018)

Tais ações, descritas acima, são inicialmente traçadas com o intuito de assegurar melhor produtividade nos equipamentos analisados. Como os demais equipamentos contidos na oficina não foram investigados, do ponto de vista da eficiência, sugere-se que em momentos futuros, estes sejam submetidos ao estudo de OEE. O comprometimento da organização será imprescindível para que a sustentabilidade do desempenho das máquinas seja possível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo pôde-se notar a importância de empregar o OEE. A flexibilidade do indicador, permite sua aplicação em diversos ambientes, como no caso da oficina e retífica mecânica analisada neste trabalho. Observando as métricas relacionadas a Disponibilidade, Desempenho e Qualidade, é capaz de, podem ajudar a melhorar a eficiência e eficácia da oficina, por meio da maior produtividade dos equipamentos utilizados no local, além de apontar necessidades de intervenção do ponto de vista da eliminação de perdas presentes que limitam a capacidade de operação do maquinário.

Por outro lado, com a utilização deste índice global, a empresa poderá rever seus processos, qualificando as operações através de ações pontuais na melhoria do desempenho. Cita-se ainda, a possibilidade de aumentar a excelência, uniformidade, eficiência e produtividade medidos *in loco*. Em outras palavras, o OEE é uma forma de monitorar o comportamento operacional das máquinas, podendo ser usada também para realizar diagnósticos e comparar unidades diferentes.

O equipamento 2, a Fresadora, apresentou menor valor para o OEE, com média de 20,58%, seguida do equipamento 3, o torno mecânico, com valor médio de 45,48%. Ambos necessitam de ações urgentes e pontuais que visem elevar este valor a patamares aceitáveis. Em relação a furadeira, o equipamento 1, com o OEE global médio de 73,16%, ações são indicadas para garantir, a princípio, a manutenção deste valor.

Como sugestão de estudos futuros, indica-se a aplicação do OEE nos demais equipamentos contidos na oficina que não foram investigados, do ponto de vista da eficiência. Ademais, ressalta-se que o comprometimento da organização será imprescindível para que a sustentabilidade do desempenho das máquinas seja possível.

REFERÊNCIAS

- ADESTA, E. Y. T.; PRABOWO, H. A.; AGUSMAN, D. **Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance**. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018.
- AMAN, Z.; EZZINE, L.; FATTAH, J.; LACHHAB, A.; MOUSSAMI, H. E. Improving efficiency of a production line by Using Overall Equipment Effectiveness: A case study. **Proceedings...** of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Rabat, Morocco, 2017.
- ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- 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**, v.12, n.1, p. 67-79, 2006.
- CESAROTTI, V.; GIUIUSA, A.; INTRONA, V. **Using Overall Equipment Effectiveness for Manufacturing System Design, Operations Management** Massimiliano Schiraldi, IntechOpen. 2013.
- CHEN, C.; LU, I.; WANG, K.; JANG, J.; DAHLGAARD, J. Development of quality management in Taiwan the past, present and future. **Total Quality Management Business & Business Excellence**. Routledge, London WIT, UK. v. 26, n. 1-2, p. 3-13, 2015.
- CHONG, M.; CHIN, J.; HAMZAH, H. Transfer of total productive maintenance to supply chain. **Total Quality Management Business & Business Excellence**. Routledge, London WIT, UK. v. 23, n. 3-4, p. 467-488. 2012.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produções e Operações**. São Paulo: Atlas, 2004.
- , J.; WEISMANN, U.; NIGGESCHMIDT, S. **Calculation and optimization model for costs and effects of availability relevant service elements**, in Proceedings of LCE. 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GUPTA, A. K.; GARG, R. K. OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. **International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)**, v. 1, n. 1, 2012.

- HANSEN, R. C. **Eficiência Global dos Equipamentos**: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- KUMAR, P.; VARAMBALLY, K. V. M.; RODRIGUES, L. L. R. A Methodology for Implementing Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries—A Case Study. **International Journal of Engineering Research and Development**, v. 5, n. 2, p. 32-39 32. 2012.
- MAIDEEN, N. C.; BUDIN, S.; SAHUDIN, S.; SAMAT, H. A. Synthesizing the Machine's Availability in Overall Equipment Effectiveness (OEE). **Journal of Mechanical Engineering**, v. 4, n. 3, p. 89-99, 2017.
- MARTÍNEZ, R. M.; MARÍN-GARCÍA, J.A. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. **Intangible Capital**, v. 9, p. 823–853. 2013.
- MICHLOWICZ, E.; KARWAT, B. Implementation of Total Productive Maintenance – TPM in an enterprise. **Scientific Journals**, v. 24, n. 96, p. 41–47. 2010.
- NAKAJIMA, S. **TPM Development Program**: Implementing Total Productive Maintenance, 1989, pp.44 Cambridge MA: Productivity Press.
- PANDEY, R. N. D. S. Implementing TPM by doing RCA. **International journal of advanced research in science, engineering and technology**, v. 3, n. 2, 2016.
- PARIKH, Y.; MAHAMUNI, P. Total Productive Maintenance: Need & Framework. **International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)**, v. 2, n. 2, 2015.
- SHARMA, A. K.; SHUDHANSHU; DHARDWAJ, A. Manufacturing performance and evolution of TPM. **International Journal of Engineering Science and Technology**, v. 4, n. 3, 2012.
- SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance”, **International Journal of Production Economics**, v. 70, n. 3, p. 237–244. 2001.
- TSAROUHAS, P. H. Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: a case study, **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 2, p. 515-523. 2013.
- YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.
- ZHU, X. Analysis and Improvement of enterprise's Equipment Effectiveness Based on OEE. In: International Conference on Electronics, Communications and Control, 2011. **Anais do ICECC**, 2011.