

# **OVERALL LABOR EFFECTIVENESS (OLE) COMO INDICADOR DE EFICIÊNCIA NA MANUFATURA ELETRÔNICA: UM ESTUDO DE CASO NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS**

**Natália Figueredo da Silva (UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM)**

nataliaf.silva@yahoo.com.br

**CAIO MARQUES DE SOUSA (CENTRO UNIVERSITÁRIO DO  
NORTE - UNINORTE)**

CAIO.SOUSA.ENG@GMAIL.COM

**Tailton de Souza Mesquita (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO  
AMAZONAS - UEA)**

tailton.mesquita@gmail.com



*Atingir a máxima eficiência nos seus processos é uma meta que todas as empresas buscam para se manter no mercado cada vez mais competitivo. É preciso, para isso, diagnosticar, quantificar e analisar os principais agentes que impactam o resultado, verifica*

*Palavras-chave: Overall Labor Effectiveness (OLE); Eficiência de mão de obra; Manufatura*

## 1. Introdução

Dentro da indústria de eletrônicos, o processo de montagem convencional PTH (*Pin Through Hole*) é feito mediante a inserção do componente na placa de circuito impresso (PCI), disponibilizado para o processo de soldagem por onda e por fim passa pela etapa de revisão de solda (AZIZ *et al.*, 2014). Entretanto, o aumento de produtos com alto grau de tecnologia trouxe a necessidade de criar componentes ultraminiaturizados (SMD) para montagem de PCI tornando a tecnologia PTH menos utilizada. Enquanto os componentes PTH são inseridos nas PCI através de seus terminais que podem ser por pessoa ou máquinas, os componentes SMD levaram à criação das chamadas máquinas de inserção automática (GAO *et al.*, 2017).

Frente a esse avanço do uso das máquinas, dentro das organizações surgiu a necessidade de medir a eficiência desses processos. O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é uma maneira de monitorar e melhorar a eficiência dos processos de fabricação, isto é, máquinas e linhas de montagem. Essa ferramenta identifica as principais perdas de produtividade e as classifica em três categorias principais proporcionando indicadores para medir a situação do processo (VORNE INDUSTRIES, 2008).

Devido ao alto nível de automatização, o novo desafio é manter o desempenho da mão de obra operária. Nesse contexto, a indústria de manufatura enfrenta problemas como terceirização maciça, sindicatos, mão-de-obra desatualizada e problemas de saúde e familiares. Embora a maioria tenha automatizado as principais funções exercidas por recursos humanos, muitas estão iniciando investimentos em aplicativos estratégicos para racionalizar o impacto da força de trabalho na produtividade e, por fim, na lucratividade (KRONOS, 2007).

O OEE é uma ferramenta que está se tornando cada vez mais utilizada pelas empresas brasileiras envolvidas em programas de Manutenção Produtiva Total (MARTINS; LAUGENI, 2012). É perceptível, porém, que não se pode usar o mesmo método de cálculo de eficiência aplicada à máquina para mensurar pessoas, porém é compreendido que a ideia é a mesma devido ambas terem o mesmo foco: medir a eficiência de um processo de produção.

Para entender completamente o OLE (*Overall Labor Effectiveness*), ferramenta que mede a eficiência do trabalho de pessoas, é preciso primeiro entender o OEE. É preciso compreender a relação entre os dois e como funcionam juntos para aumentar a produtividade e o desempenho geral da manufatura (KRONOS, 2007).

O objetivo desta pesquisa é apresentar os conceitos, métricas e fórmulas que compõem o OLE, traçando um paralelo entre este e o OEE. Além disso, o estudo propõe aplicá-lo em um processo de produção de produtos eletrônicos, com o intuito de validar a utilização da ferramenta no setor.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Produtividade e eficiência

Para Martins; Laugeni (2012) produtividade, no seu conceito mais tradicional, é a relação entre o valor do produto/serviço e o custo dos insumos para produzi-lo. Essa é muitas vezes chamada de eficiência, uma vez que as duas resultam da relação entre as entradas do sistema (*inputs*) e as saídas do sistema (*outputs*). Segundo os autores devido a pressões de mercado as empresas têm traçado uma verdadeira guerra para aumentar a sua produtividade.

O uso de métricas para medir e analisar a produtividade é primordial para identificar os problemas, a fim de melhorar e aumentar a produtividade. Aumentar a eficácia da produção começa com as entradas para o processo de produção (equipamento, material, operário e métodos) e, identificar e eliminar as perdas associadas a cada uma para maximizar os resultados (NACHIAPPAN; ANANTHARAMAN, 2006).

O aumento da produtividade é o objetivo final de todo gerente e fornece os meios para vários benefícios como: o aumento na satisfação do cliente, redução dos desperdícios, redução dos estoques de matéria-prima, produtos em processo e de produtos acabados, redução nos preços de vendas, redução dos prazos de entrega, melhor utilização dos recursos humanos, aumento nos lucros, segurança do trabalho e maiores salários (MARTINS; LAUGENI, 2012).

### 2.2 Overall Labor Effectiveness (OLE)

Após a revolução industrial nos séculos XVIII e XIX, a qual tem como particularidade a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e produção em escala industrial, o uso das máquinas deixou a herança da evolução tecnológica que perpetua até os presentes dias. Embora se tenha um vasto uso de máquinas na produção ainda sim existem processos nos quais se deve usar mão de obra humana para operar ou montar produtos (SILVA *et al.*, 2014). Devido à nova era tecnológica muitas empresas passaram a controlar a produtividade e utilização dos equipamentos e descobriram que é possível obter a variável de produção assim como seus *downtimes*, mas as máquinas não se atrasam, não ficam doentes, não necessitam de

treinamento ou perdem produtividade diferentemente de um operador (SILVA *et al.*, 2014). Mediante aos fatos surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que mensurasse a capacidade de cada operador, logo surge o OLE, uma métrica que auxilia obter as respostas para as variáveis sugeridas e sua eficiência global.

Desta forma a otimização da mão de obra para atingir o máximo de aproveitamento requer que estabeleçam métodos de quantificação, diagnóstico e previsão da eficiência da mão de obra, uma vez que ela apresenta alta variação dentro do processo produtivo. O OLE permite que as empresas analisem o efeito cumulativo de três fatores que sofrem impactos da mão de obra: disponibilidade, performance e qualidade, com objetivo de reduzir custos e identificar oportunidades para aumentar a produtividade geral e a lucratividade (KRONOS, 2007).

A disponibilidade refere-se à proporção do tempo total que a mão de obra operária está efetivamente produzindo. A performance refere-se ao número de pedidos entregues aos clientes dentro do prazo estabelecido e a qualidade refere-se à proporção de produtos bons e vendáveis (KEYSER; SAWHNEY, 2013). O resultado do OLE é obtido através da multiplicação dessas três variáveis: Disponibilidade (D), Performance (P) e Qualidade (Q).

### **2.2.1 Disponibilidade**

Para o OEE, a disponibilidade é o indicador que mede o tempo total que o sistema não está operando devido a interrupções. Indica a relação entre o tempo real de operação e o tempo planejado. O tempo de produção planejado (ou tempo de carregamento) é separado do tempo de produção teórico (tempo total disponível em um turno de trabalho, por exemplo) e mede o tempo de inatividade não planejado no equipamento, ou seja, por esta definição, tempos de paradas programadas, como manutenção preventiva, não entram no cálculo de tempo planejado (JONSSON; LESSHAMMAR, 1999).

Para o cálculo da disponibilidade da mão de obra no OLE, o conceito de tempo disponível de operação do equipamento é substituído pelo tempo disponível de operação da mão de obra. Para Kronos (2007), disponibilidade é o critério que mensura a porcentagem de tempo que a mão de obra operária utiliza efetivamente para a produção. Dessa forma, fatores como absenteísmo e utilização da mão de obra para outros fins alheios a produção (treinamentos, reuniões), afetam diretamente a disponibilidade. Além disso, outros tipos de interrupção do processo como paradas devido à falta de material, quebra de equipamentos,

desbalanceamento, troca de turnos também afetam a disponibilidade. Keyser; Sawhney (2013) complementam afirmando que a disponibilidade é afetada pela utilização de operadores com o nível de habilidade certo no momento certo, e outros atrasos relacionados à mão de obra, como qualquer um dos sete desperdícios da qualidade.

É necessário, dentro do cálculo das variáveis do OLE, diferenciar as paradas planejadas (*downtimes* planejados) das paradas não planejadas (*downtimes* não planejados). Paradas planejadas, segundo Nakagima (1988), são definidas como o tempo de inatividade planejado oficialmente no plano de produção, que inclui atividades como manutenção preventiva e atividades administrativas (como reuniões matinais). Do contrário, as paradas não planejadas são definidas como o tempo de inatividade não previsto devido à quebra de máquinas, problemas em equipamentos, atrasos dos operadores, problemas de qualidade, falta de material, entre outros.

### 2.2.2 Performance

A performance é a relação entre a produção real de operação do equipamento (ou seja, a produção ideal menos as perdas de velocidade, paradas menores e marcha lenta) e a produção ideal (com base na capacidade do equipamento, conforme projetado inicialmente, ou informado pelo fabricante) (MUÑOZ-VILLAMIZAR *et al.*, 2018). Assim como no OEE, para o OLE o indicador de performance diz respeito ao total de produtos produzidos. Ele é o registro das saídas do processo, ou seja, verifica se os produtos ou serviços foram entregues no tempo devido, de acordo com os padrões de tempo da empresa (tempo-padrão). Paradas devido à falta de documentação, treinamento, ferramentas, escassez de material, limitarão a produção afetando diretamente a performance (KRONOS, 2007).

O tempo-padrão é o tempo que um operador qualificado leva para concluir uma tarefa específica ao trabalhar a uma velocidade definida (ritmo de trabalho). Entretanto, as tarefas desenvolvidas no chão de fábrica exigem uma variedade de habilidades, desde a força física à concentração mental, a acuidade visual até o conhecimento especializado, sendo que nem todos os trabalhadores serão adequados para um estudo de tempo. Pode levar certo tempo para adquirir as habilidades necessárias para executar uma tarefa (MITAL *et al.*, 2017). É importante, porém, que o operador atinja o tempo-padrão para a operação, do contrário, impactará negativamente a performance.

### 2.2.3 Qualidade

Segundo Kronos (2007) a qualidade representa a porcentagem de produtos perfeitos ou que podem ser vendidos. Fatores como habilidades dos funcionários afetam diretamente a qualidade, pois operadores experientes compreendem como os processos são realizados, e como a variabilidade afeta a qualidade. Além disso, eles sabem quais ajustes devem ser feitos para manter os processos dentro da especificação enquanto eles são executados e quando parar a produção para ações corretivas.

Jonsson; Lesshammar (1999) afirmam que o indicador de qualidade leva em consideração apenas as perdas de qualidade (número de itens rejeitados devido a defeitos de qualidade) que ocorrem perto do equipamento, e não as perdas de qualidade que aparecem pós-produção. O autor defende que uma definição mais ampla de qualidade seria interessante, mas complicaria os cálculos e interpretações. Para Nakagima (1988) e Fam *et al.*(2018) o cálculo da qualidade deve ser realizado segundo o conceito de total de peças produzidas menos o total de defeitos dividido pelo total de peças produzidas.

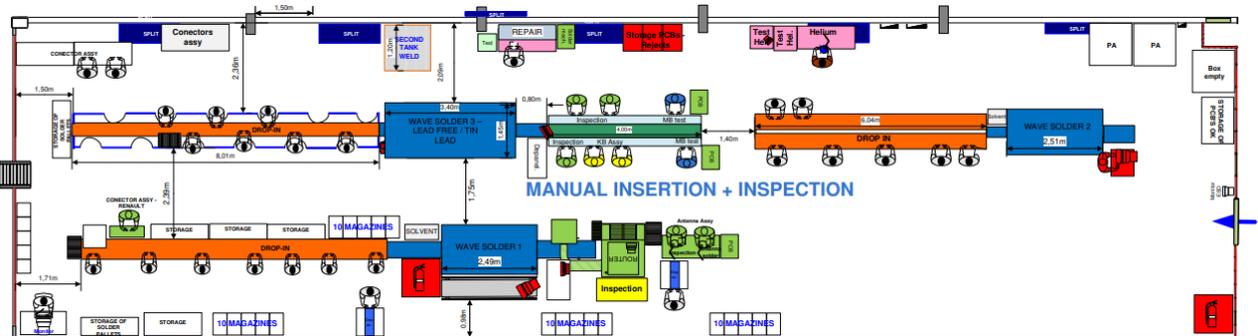
## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Descrição do levantamento de dados

A pesquisa foi realizada no chão de fábrica de uma indústria multinacional de eletrônicos situada no Polo Industrial de Manaus (PIM) entre os meses de agosto a novembro de 2018. Os dados foram coletados de cinco linhas de montagem final de PCI, resultando na avaliação de múltiplos casos para validação do modelo. Os processos são constituídos de produção de placas de circuitos para auto rádios e tem como características a inserção de componentes PTH nas PCI através de seus terminais por meio de processo manual. A Figura 1 mostra o layout da área de produção da indústria selecionada para o estudo de caso.

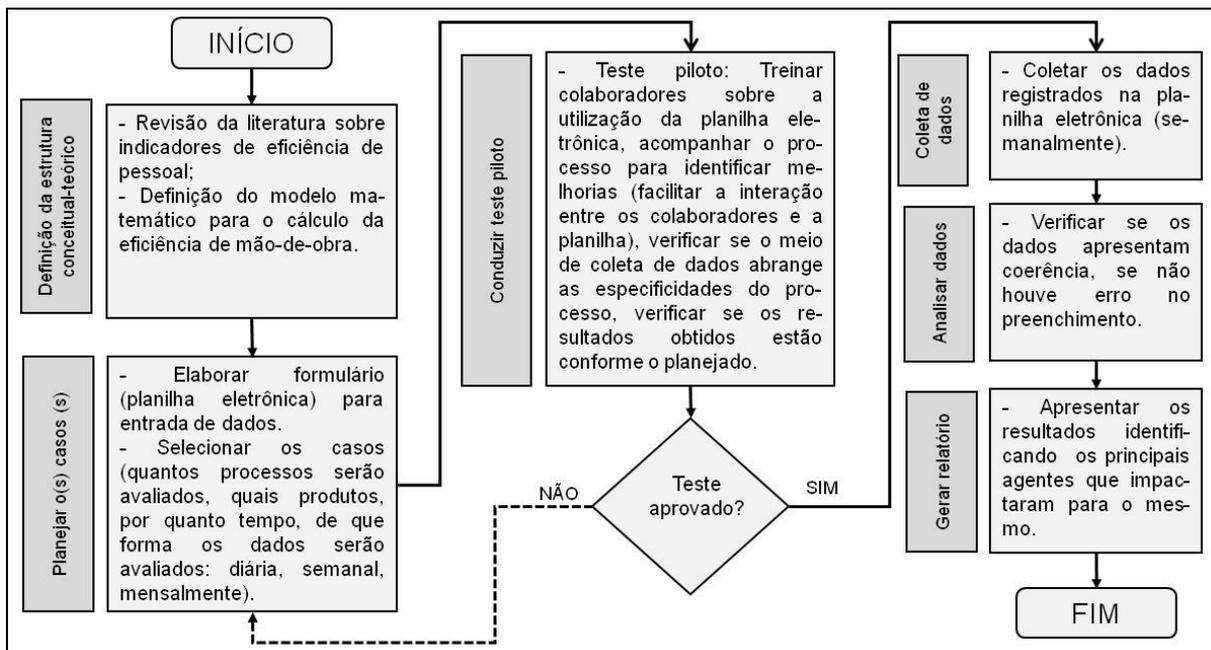
Para levantamento dos dados qualitativos foram utilizados instrumentos como entrevista e observação direta, já para a coleta dos dados quantitativos foi utilizado um formulário em formato eletrônico como implementação dos controles de processos. A Figura 2 apresenta as etapas para o desenvolvimento deste estudo, conforme proposto por Cauchick Miguel; Souza (2012).

Figura 1–Layout da produção



Fonte: Os autores

Figura 2– Etapas do estudo de caso



Fonte: Os autores

### 3.2 Fatores de impacto para o OLE

Nakagima (1998) afirma que, no cálculo do OEE, para representar as condições reais de operação do equipamento com precisão, devem ser consideradas todas seis grandes perdas para equipamentos (*six big equipment losses*). Nesse caso devem ser consideradas as paradas de processo (que afetam a disponibilidade) como também as perdas por performance e qualidade. As perdas que afetam a disponibilidade são: quebra do equipamento e troca de modelo (*setup*) ou ajustes na máquina. As perdas que impactam a performance são: pequenas

paradas e redução da velocidade. Por fim, as perdas por qualidade são: problemas de qualidade e queda no rendimento.

Para Kronos (2007) as mesmas variáveis para o cálculo do OEE, são os elementos básicos usados para medir a eficiência da mão de obra. Mas, ao medir as contribuições que os operários fazem, é útil olhar mais fundo e considerar fatores adicionais, por exemplo, para disponibilidade considerar perdas por utilização e absenteísmo, planejamento de atividades indiretas. Para performance, são analisadas as perdas por disponibilidade de processos, instruções, ferramentas e materiais, treinamento e habilidades dos operadores e pessoal de apoio indireto. Para qualidade, além das perdas por defeito, também devem ser consideradas fatores como conhecimento dos funcionários e uso adequado de instruções e ferramentas.

### **3.3 Cálculo de disponibilidade, performance e qualidade**

Para o OLE o cálculo da disponibilidade pode seguir o mesmo conceito apresentado por Nakagima (1988) para o OEE, onde a disponibilidade é o resultado da divisão do tempo trabalhado pelo tempo planejado. O tempo trabalhado é o resultado do tempo calendário (TC), que é o tempo total disponível para produção (um turno de trabalho, por exemplo) menos a soma das paradas não planejadas (PNP) mais paradas planejadas (PP). O tempo planejado é o resultado entre a subtração do TC menos o tempo de PP.

Para o cálculo de performance, Nakagima (1988) propõe para o OEE, a multiplicação do tempo de ciclo teórico (TCT) pelo total de peças produzidas boas/vendáveis (PBV) mais peças defeituosas (PD), ou seja, o total de peças processadas. O resultado dessa multiplicação deve ser dividido pelo tempo de operação (TO). Para o OLE, também é preciso conhecer a quantidade de peças boas/vendáveis e a quantidade de peças não produzidas devido a defeito. A novidade são os dados da quantidade de mão de obra direta (DL) envolvida na manufatura do produto e das peças padrão hora homem (PPHH). Segundo Ribeiro (2015), a mão de obra direta é o pessoal que trabalha diretamente na fabricação dos produtos. Pode ser facilmente identificada em relação aos produtos, pois trabalham diretamente na transformação das matérias-primas.

O conceito de PPHH é divisão em horas da quantidade de peças produzidas no posto gargalo dividido pela quantidade de operadores no processo (total de DL), para o cálculo de eficiência deve-se considerar a produção real do operador sem descontos de fadiga. Segundo Ribeiro *et al.*, (2015) gargalos são todos os pontos de um sistema de produção que limitam a capacidade

de produção final, ou seja, limitam a quantidade total de produtos acabados disponíveis no final de um determinado intervalo de tempo. A precisão nos dados de tempo de ciclo é fundamental para o cálculo da performance. Conforme apontado por Mital *et al.*(2017) o estudo do tempo-padrão auxilia no controle do desempenho das operações e permitem extrair o melhor que cada operador tem a oferecer. Isso, por sua vez, ajuda a melhorar a produtividade e o ambiente de trabalho.

Em seu estudo Nakagima (1988) enuncia o cálculo da qualidade como a subtração do total de PD, do total de peças produzidas (TPP), dividido pelo TPP. Utilizando outra nomenclatura, mas mantendo o conceito, para o OLE a qualidade é o resultado da subtração entre a quantidade de PBV produzidas e a quantidade de PD, dividido pela quantidade de PBV. A Tabela 1 apresenta as fórmulas apresentadas por Nakagima (1988) para o cálculo das variáveis do OEE em comparação com as fórmulas propostas neste estudo para o cálculo do OLE.

Tabela 1 – Variáveis para o OEE versus variáveis para o OLE

	<b>NAKAGIMA (1988)</b>	<b>Cálculos utilizados no estudo</b>
Disponibilidade (D)	$D = \frac{TC - (PNP + PP)}{TC - PP} \times 100$	$D = \frac{TC - (PNP + PP)}{TC - PP} \times 100$
Performance (P)	$P = \frac{TCT \times (PBV + PD)}{TO}$	$P = \frac{(PBV + PD) \times (PPHH \times DL)}{TC - (PNP + PP)} \times 100$
Qualidade (Q)	$Q = \frac{TPP - PD}{TPP} \times 100$	$Q = \frac{PBV - PD}{PBV} \times 100$
Eficiência	$OEE = D \times P \times Q$	$OLE = D \times P \times Q$

Fonte: Os autores

#### 4. Resultados

Com base nos conceitos apresentados nas seções anteriores desta pesquisa, e seguindo as etapas explicadas na metodologia, foram coletados dados para o cálculo das três variáveis que compõem o OLE. Estes dados convertidos em horas, são apresentados de forma detalhada na

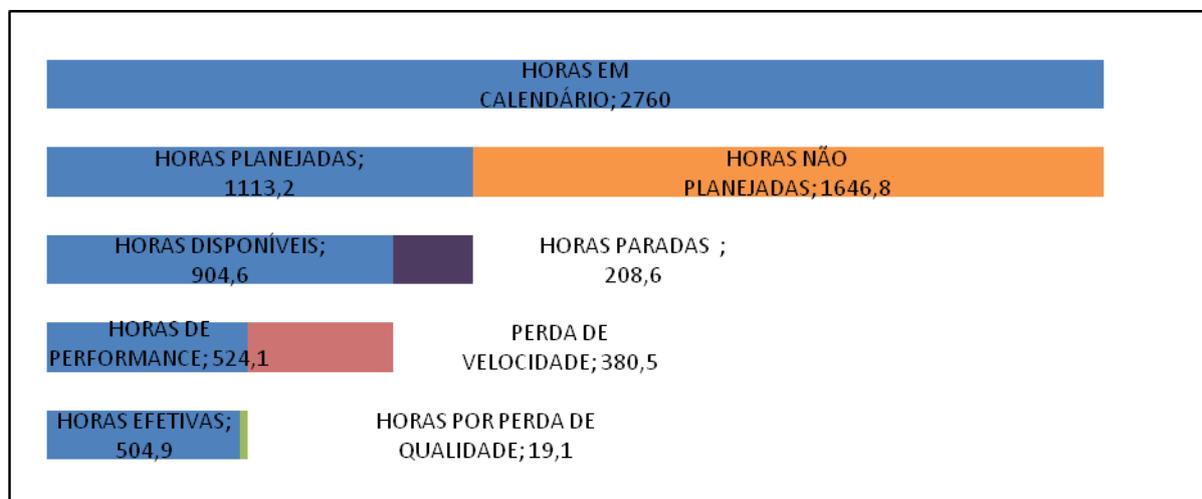
Tabela 2, que mostra tempo calendário (a multiplicação das 24 horas diárias pela quantidade de dias do mês), tempo planejado, tempo não planejado (das 24 horas do dia, é a soma das horas não trabalhadas mais as paradas programadas para almoço e intervalos), tempo de paradas não programadas, tempo de perda por velocidade e qualidade separados de acordo com cada mês correspondente. Em seguida, para o mês de agosto/2018 o resultado da distribuição do tempo em horas é apresentado na Figura 3.

Tabela 2 – Dados dos índices para OLE (agosto a novembro/2018)

MES	HORAS EM CALENDÁRIO	HORAS NAO PLANEJADAS	HORAS PLANEJADAS	HORAS PARADAS	HORAS DISPONIVEIS	PERDA DE VELOCIDADE	HORAS DE PERFORMANCE	HORAS POR PERDA DE QUALIDADE	HORAS EFETIVAS
AGO	2760	1646,8	1113,2	208,6	904,6	380,5	524,1	19,1	504,9
SET	2160	1288,8	871,2	152,9	718,3	285,7	432,6	4,6	428,0
OUT	2520	1503,6	1016,4	172,9	843,5	260,7	582,9	2,9	580,0
NOV	2280	1360,4	919,6	83,6	836,0	154,7	681,3	10,3	670,9

Fonte: Os autores

Figura 3 – Distribuição do tempo em agosto/2018

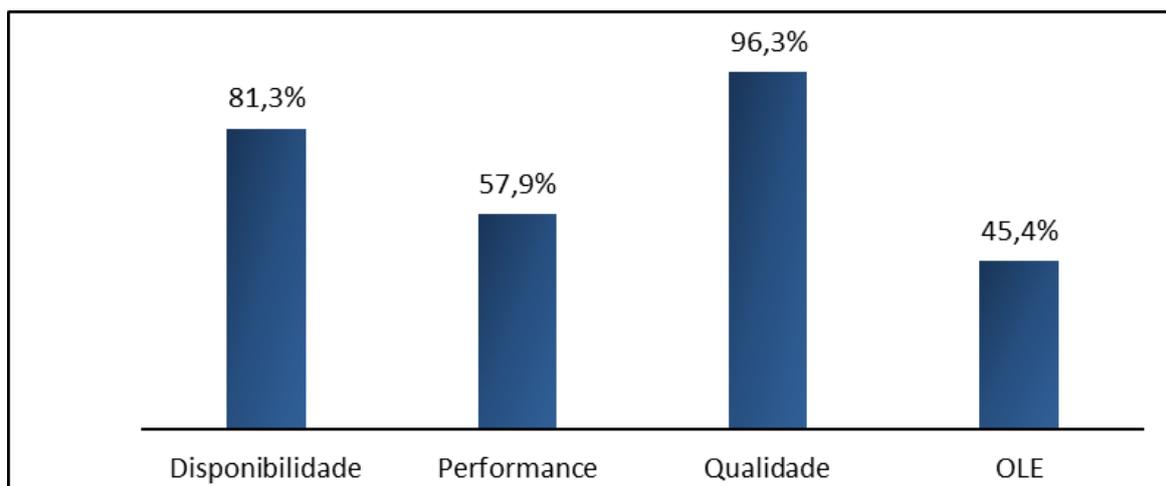


Fonte: Os autores

Observa-se que os dados referentes ao mês de agosto/2018 apresentam tempo total planejado 1113,2h sendo interrupções (*downtimes*) de 208,6h gerados pelas paradas não planejadas sendo elas: problemas de falta de matéria prima, tempo de *setup* elevados e ajuste de processo referente a dispositivos de teste ou aplicação de novos métodos de produção e, também, por paradas planejadas mas que não foram inclusas no plano de produção como: paradas de linhas planejadas, manutenções, treinamentos e reuniões necessários de última hora. A performance

em relação ao tempo produtivo das linhas representou uma perda por velocidade de 380,5h devido as modificações no processo, variações da mão de obra (fadiga) e não definição corretas das operações. A não qualidade do processo gerou uma perda de 19,1h. Portanto, o processo somente foi eficiente durante 504,9h das 1113,2h planejadas para produção. A Figura 4, a seguir, mostra o percentual de cada variável do OLE no mês de agosto/2018.

Figura 4 – Análise gráfica do OLE: agosto/2018

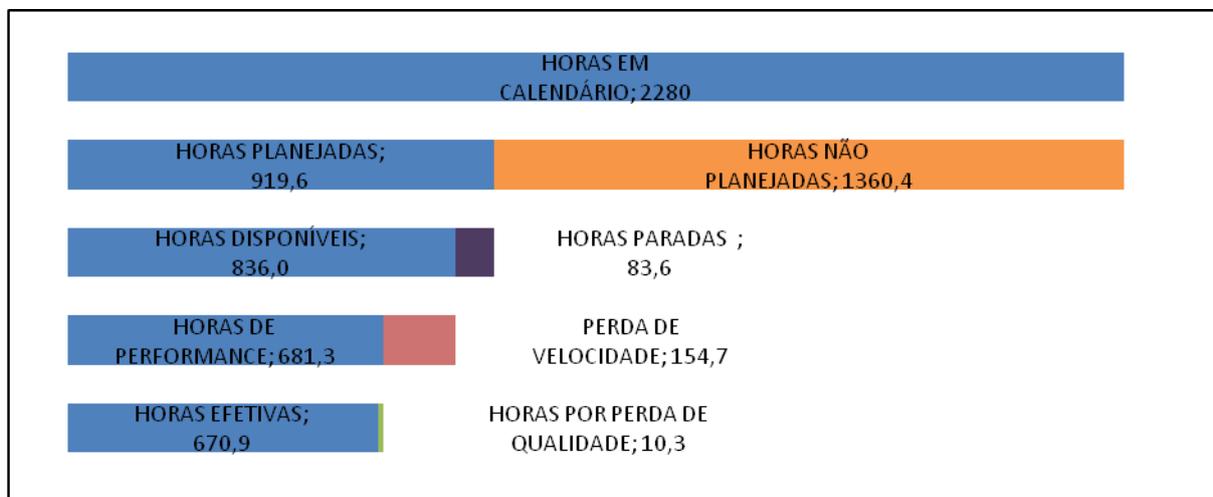


Fonte: Os autores

Na Figura 4 está estratificado em percentual da eficiência da mão de obra geral (OLE) que teve um resultado de 45,4%. Esse valor é o resultado da multiplicação dos índices de disponibilidade, performance e qualidade que foram 81,3%, 57,9% e 96,3%, respectivamente. A performance sobre o tempo planejado teve grande influência no resultado geral, isso mostra que o OLE de forma simples direciona os esforço para a solução do problema, entretanto para um melhor resultado se faz necessário a aplicação de outras ferramentas para análise da causa raiz.

Durante os meses de setembro a novembro, a partir dos resultados obtidos em agosto, foram aplicadas por uma equipe multifuncional da empresa (Engenharia, Logística, Qualidade e Produção) da empresa, ferramentas da qualidade como diagrama de Pareto (80/20), espinha de peixe e 5W2H que resultaram em ações efetivas sobre o processo. A Figura 5 representa o cenário, em horas, para o mês de novembro/2018 da distribuição do tempo, após a implementação das ações de melhoria do processo.

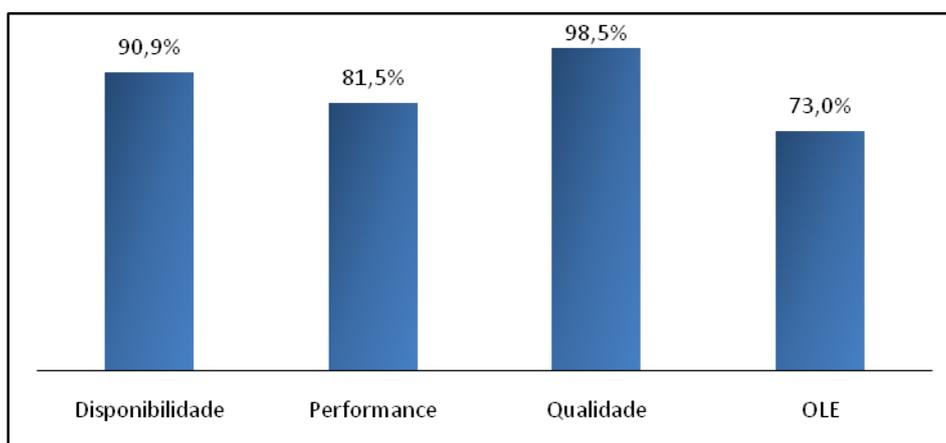
Figura 5 – Distribuição do tempo em novembro/2018



Fonte: Os autores

A figura mostra que das 919,6h de produção planejadas, o processo perdeu 83,6h por *downtimes*, 154,7h por perda de velocidade e 10,3h por problemas de qualidade. Isso resultou em 670,9h de eficiência produtiva no mês de novembro. Esse resultado representa uma melhora em relação ao primeiro mês do estudo, e como consequência os índices das variáveis: disponibilidade, performance e qualidade também aumentaram, resultando do OLE de 73%, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 - Análise gráfica do OLE: novembro/2018

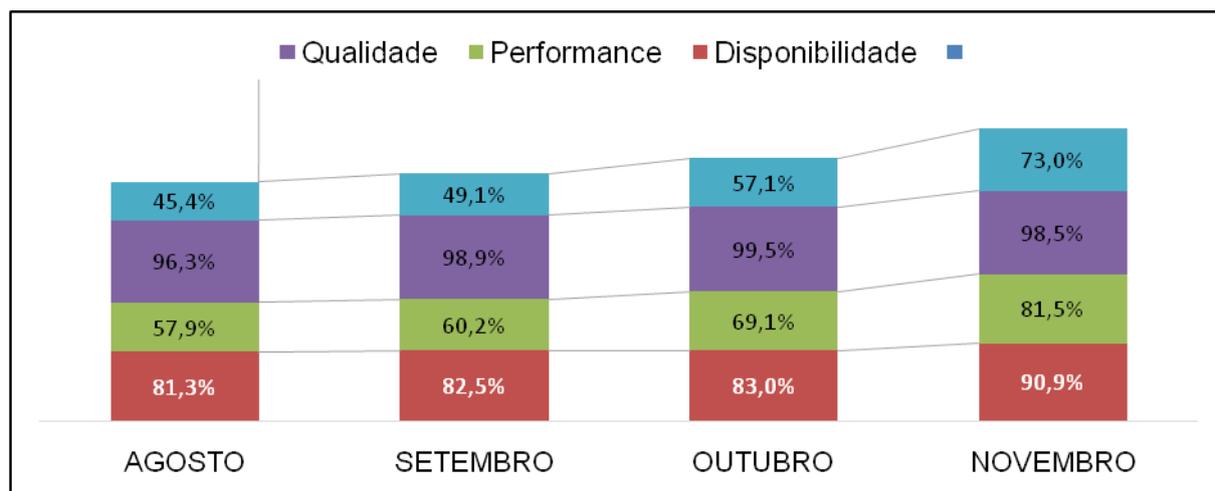


Fonte: Os autores

De forma geral as três variáveis para o cálculo do OLE tiveram melhora nos seus resultados ao longo dos meses de coleta de dados do estudo. A Figura 7 mostra a evolução dos índices

onde, a disponibilidade no início do estudo apresentou resultado de 81,3% e evoluiu ao final para 90,9%. A performance em agosto apresentava resultado de 57,9% e subiu em novembro para 81,5%, enquanto que a qualidade aumentou de 96,3% para 98,5%. Tudo isso, culminou para o aumento do OLE que passou de 45,5% em agosto para 73,0% em novembro.

Figura 7 – Análise Gráfica Geral do OLE em 2018



Fonte: Os autores

## 5. Conclusão

O OLE é uma ferramenta, que de maneira completa, mostra o cenário do chão de fábrica, suportando ações de melhoria nos processos. Por exemplo, índice de disponibilidade baixo indica que há muitas paradas que não foram previstas, isso exige ações para evitar quebra de equipamentos, falta de material, *setup* mal executados, entre outros. Ou ainda, se o índice de performance estiver baixo indica a necessidade de rever o balanceado e os métodos de montagem. Também se o índice de qualidade estiver não estiver atingindo os níveis pretendidos, deve-se atuar na causa raiz dos defeitos no processo (qualidade do material do fornecedor, método de montagem, parâmetros dos equipamentos, entre outros). Os três índices se complementam para que todas as características do processo sejam avaliadas.

Neste estudo foi possível visualizar essas vantagens trazidas pelo OLE. A partir das informações encontradas na literatura sobre o OEE, foi traçado um paralelo entre as duas métricas e foram propostas as fórmulas para o cálculo da disponibilidade, performance e qualidade. Os modelos matemáticos foram aplicados em um cenário real, no processo de manufatura de PCI e foram coletados os resultados, que auxiliaram a empresa a rever seus

processos e executar um plano de melhoria, comprovando a eficácia da ferramenta, uma vez que, ao longo do tempo o OLE manteve uma tendência crescente.

Entretanto, também pôde ser percebido que para que o OLE reflita realmente a realidade do chão de fábrica é necessário o comprometimento de todas as áreas durante a coleta de dados. A tentativa de “mascará-los” para encobrir os problemas torna os resultados duvidosos e isso não ajudará, em longo prazo, a sanar os principais impactantes para a ineficiência do processo. Por isso, toda a organização, a começar pela alta direção deve estar engajada e comprometida com a ferramenta.

Sem dúvida, é necessário para a manutenção da competitividade das empresas o conhecimento do nível de eficiência de seus processos, a fim de identificar os principais agentes responsáveis pelos resultados, sejam positivos ou negativos. Esse trabalho se torna mais complexo quando se adiciona a variável mão de obra humana, pois nesse tipo de manufatura o principal recurso tem vontade própria e necessita de motivação pessoal para manter os níveis de excelência.

## REFERÊNCIAS

AZIZ, M. A.; ABDULLAH, M. Z.; KHOR, C. Y.; JALAR, A.; BAKAR, M. A.; YUSOFF, W. Y. W.; CHEOK, C. Implications of Adjustable Fountain Wave in Pin Through Hole Soldering Process. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 39, n. 12, p. 9101-9111. 2014

CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto; SOUZA, Rui. O método do estudo de caso na engenharia de produção. In: CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto (Org.). **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações** – Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, p. 131-148.2012.

FAM, S. F.; ISMAIL, N.; YANTO, H.; PRASTYO, D. D.; LAU, B. P. Lean manufacturing and overall equipment efficiency (OEE) in paper manufacturing and paper products industry. **Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 12, n. 1 Ed. Especial 2, p.461-474. 2018.

GAO, Huijun; JIN, Wanxin; YANG, Xianqiang, KAYNAK, Okyay. A line-based-clustering approach for ballgrid array component inspection in surface-mount technology. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 64, n. 4, p. 3030-3038. 2017.

JONSSON, Patrik; LESSHAMMAR, Magnus. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55-78. 1999.

