

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICOS: UM ESTUDO DE CASO.

Marina Nunes Gonçalves Lira
marinaa.lira@gmail.com

Maria de Lourdes Barreto Gomes
marilu@ct.ufpb.br

Elisângela Silva Porto
porto.elisangela@ig.com.br

Nichelle Caroliny de Oliveira Nascimento
nichelle.costa@gmail.com

Talita Chaves
talitafreirechaves@gmail.com



“Para obter a qualidade de um produto de acordo com a demanda dos clientes e

Palavras-chave: Eficiência Produtiva, falhas, OEE

1. Introdução

As mudanças que vêm ocorrendo atualmente no mundo dos negócios, forçam as organizações a se preocuparem com seus contínuos desenvolvimentos, tornando-se imprescindível que as mesmas procurem avaliar a eficiência de seus processos produtivos de modo a caracterizar e eliminar as perdas, segundo a percepção de Raposo (2011). Esse fato, deve-se ao alto grau de exigência do mercado em obter os produtos dentro de prazos estabelecidos e acordados, e ao servi-lo as organizações se tornam mais competitivas.

Souza *et al.* (2015) afirmam que em processos contínuos, a eficiência operacional representa um fator-chave de sucesso do negócio. Dessa forma problemas relacionados à manutenção podem causar eventos indesejados e representar a perda de produção. Seguindo o pensamento do autor, paradas não programadas, diminuições de velocidade e produção fora de especificação podem impactar fortemente na produção, elevar os custos operacionais e, por consequência, diminuir o resultado econômico.

A partir disso, se faz necessário compreender como está a eficiência do processo produtivo que se deseja otimizar, para que esforços sejam colocados em prática naqueles pontos que mais precisam e assim determinar a eficiência global do processo, que caminha pela contabilização integrada das diferentes perdas. A implantação de um indicador integrador se mostra de importância singular. Este artigo analisa as falhas encontradas no processo ao mesmo tempo em que avalia a eficiência e eficácia das máquinas utilizadas na produção dos cabides, em uma empresa de termoplásticos.

Para constatar a real imagem do sistema técnico, por meio da eficiência das máquinas que estão operando, optou-se por utilizar o cálculo do OEE - Índice de Eficiência Global (*Overall Equipment Effectiveness*), que, segundo Branco Filho (2002), consegue mensurar o quanto determinado maquinário produziu e o quanto ele poderia gerar caso operasse sem intervalos, com matéria prima acessível, sem falhas e sem fabricar peças defeituosas.

2. Referência teórico

Para reduzir perdas e melhorar a produtividade operacional, o desempenho da manutenção, juntamente com a sua medição, adentra nesta campo com grande importância (PARIDA;

CHATTOPADHYAY, 2007). Neste contexto, a Manutenção Preventiva Total (TPM) surge de uma maneira que, segundo Wyrebski (1997), deve ser entendida como uma filosofia gerencial que objetiva a total disponibilidade dos maquinários produtivos. Na percepção de tal Bhadury (2000) a TPM procura potencializar a eficácia dos equipamentos, dizimar possíveis avarias e proporcionar a manutenção pelos operadores no dia-a-dia.

Desta forma, as medidas do OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Índice de Eficiência Global) se apresenta como uma das ferramentas existentes na TPM em que um conjunto de indicadores que proporcionam o acompanhamento da produtividade fabril, pois discorre simultaneamente sobre a utilização das máquinas, a sua produtividade e a qualidade final da produção (ZATTAR; RUDEK; TURQUINO, 2010). Esta metodologia, segundo Ahuja e Khamba (2008), compreende métricas dos equipamentos em um sistema que auxilia no melhor desempenho das máquinas, reduzindo o *equipment cost of ownership* (COO) custo de propriedade do equipamento.

2.1 OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

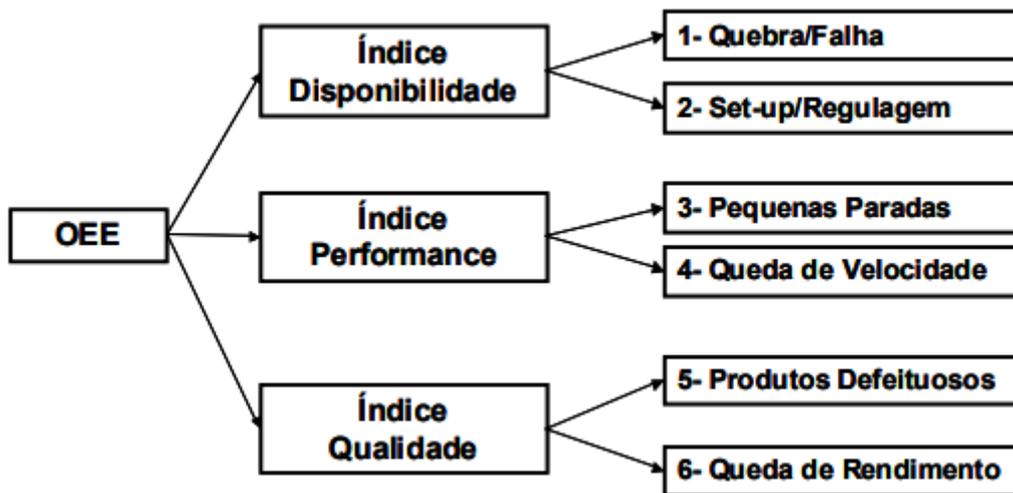
Raposo (2011) afirma que o resultado do indicador OEE se dá através de três índices que procuram refletir a realidade do processo produtivo: a disponibilidade, a *performance*, e a qualidade. Ainda segundo o autor, através desses resultados será permitido obter uma visão sobre os pontos falhos da produção, o que permite que os gestores possam conduzir melhorias.

Para Andrade e Scherer (2009) os índices representam o seguinte:

- Disponibilidade: relação em que o maquinário deveria estar disponível para a utilização na produção, total do tempo em que de fato esta máquina ou processo está produzindo;
- *Performance*: julga as pequenas paradas e a velocidade na qual o equipamento ou processo produtivo está ativo, expõe se os equipamentos estão agindo na velocidade especificada;
- Qualidade: considera o número de peças que estão fora dos requisitos específicos em relação ao número de peças produzidas.

A partir disso, Chiaradia (2004), Nakajima (1989) estabeleceu seis grandes perdas que afetam diretamente a disponibilidade, a *performance* e a qualidade da produção, através dos seus equipamentos. Tais falhas estão melhor caracterizadas na Figura 1.

Figura 1 – Relação entre o OEE e suas perdas associadas aos índices



Fonte: Chiaradia (2004, p. 44)

Observando-se a Figura 1 compreende-se que as perdas se referem aos índices utilizados para calcular a eficiência global, uma vez que o índice de disponibilidade compreende as perdas 1 e 2, as falhas 3 e 4 atuam na *performance* do equipamento, enquanto que as perdas 4 e 5 influenciam o índice qualidade (CHIARADIA, 2004).

Dessa forma, de acordo com Zattar, Rudek, Turquino (2010), o OEE é calculado através do produto da disponibilidade, *performance* e qualidade - previamente estabelecidos, resultando na Equação 1.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Para chegar a este valor final, é preciso estabelecer os valor de cada índice que compõe o OEE como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Fórmulas para obtenção dos índices que compõe o OEE

	<u>Fórmulas</u>	<u>Descrição</u>	<u>Fórmula final</u>
Disponibilidade	$TTD = n^{\circ} \text{ de dias} \times 24 \text{ horas}$	TTD = Tempo teórico disponível: tempo o qual a fábrica está disponível para produção em horas no mês.	$D = \frac{TP - PNP}{TP} \times 100$
	$TP = TTD - PP$	TP = Tempo planejado (tempo de carga). PP = Paradas programadas: manutenção preventiva ou programada, treinamentos, reuniões, refeições, etc.	
	$TRD = TP - PNP$	TRD = Tempo real disponível = tempo que de fato houve produção. PNP = Paradas não programadas: falta de energia, manutenção, etc.	$D = \frac{TRD}{TP} \times 100$
Performance		PProd = Peças produzidas = Quantidade de peças que a fábrica consegue produzir em um determinado período em um dado equipamento. TS = Tempo <i>standard</i> = Peças por hora: quantidade de peças que um dado equipamento produz em uma hora ou em um minuto.	$P = \frac{PProd}{TS \times TRD} \times 100$
Qualidade		PRef = Peças fegudadas: produtos falhos sem recuperação. Ocorre devido a falha de um operador, material ou equipamento.	$Q = \frac{PProd - PRef - PRet}{PProd} \times 100$
		PRet = Peças retrabalhadas: peças defeituosas passíveis de recuperação.	

Fonte: Adaptado de Valdomiro e Paulista (2017)

Para analisar os dados encontrados, Hansen (2006) classifica o OEE de acordo com os percentuais descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do resultado do OEE

Percentual	Classificação	Observação
$X < 65\%$	Inaceitável	O processo deverá sofrer mudanças urgentes
$65\% < X < 75\%$	Bom	
$75\% < X < 85\%$	Muito bom	Com potencial de ação mundial
$X > 85\%$	Excelente	Considera-se o processo equivalente ao de uma empresa de nível mundial.

Fonte: Adaptado de Hansen (2006)

De acordo com Nakajima (1993), um OEE com o percentual de 85% deve ser almejado pelas empresas, uma vez que é considerado como meta ideal para seus equipamentos. Ainda segundo o autor, para tal meta ser atingida é preciso que o índice de disponibilidade seja maior que 90%, a *performance* seja maior que 95% e o índice de qualidade seja maior que 99%.

3. Metodologia

Tomando como foco o objetivo proposto por este artigo, o procedimento metodológico adotado para atingir a proposta segue a teoria descrita por Santos (2007), o qual afirma que a metodologia científica é formada por um conjunto de técnicas para resolver problemas por métodos sistemáticos. Para tanto, esta pesquisa trata de um estudo de caso que, segundo Yin (2015), se constitui em um método apropriado para aplicar quando o pesquisador não tem controle sobre o comportamento dos eventos, ou ainda quando se estuda um fenômeno contemporâneo.

A coleta de informações se processou por meio de observações *in loco*, entrevista não formalizada com os funcionários de todos os turnos de trabalho para se conhecer o processo produtivo e sua real situação. Em um segundo momento, deu-se início a coleta de dados para avaliar a eficiência produtiva de cada máquina utilizando-se o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) Índice de Eficiência Global.

Os dados para tal análise foram recolhidos das planilhas e formulários de acompanhamento utilizados pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) da organização, registrados nos três turnos de trabalho em seguida inseridos no sistema para a geração de gráficos de desempenho e do cálculo ponderado do OEE para a produção de cabides. Para analisar as falhas utilizou-se o formulário de monitoramento de causas especiais das máquinas disponibilizadas também pelo PCP. Tais dados correspondem aos registros do último trimestre do ano de 2014.

4. Análise da eficiência produtiva

A empresa objeto de estudo é de médio porte, segundo a classificação do SEBRAE, possui 253 funcionários funciona 24 horas por dia, sendo que cada turno possui 1 hora para descanso, totalizando 21 horas por dia de produção. Sua produção corresponde a produtos termoplásticos, sendo que 75% destes são cabides e o restante está dividido entre forquilhas e chaveiros. O foco desse trabalho é o cabide devido a sua representatividade. A fábrica conta com um alto nível de automação, e possui máquinas injetoras verticais, horizontais e rotativas totalmente equipadas.

Tomando como referência os cálculos descritos na teoria estudada, e considerando a configuração atual da fábrica, a análise da eficiência da produção, bem como de suas falhas, foram realizadas mês a mês – respeitando o período total de análise, de três meses. Dessa forma, os primeiros dados obtidos correspondem ao mês de outubro do ano de 2014.

4.1. Eficiência de produção no mês de outubro

Uma vez que o OEE é calculado com foco na disponibilidade, *performance* e qualidade de maquinário/produto, foram coletadas as informações dispostas para tal índice, as quais estão dispostas na Tabela 3, o que culmina no OEE por máquina do referido mês.

Tabela 3 - Avaliação do OEE para máquinas que produzem cabides (outubro)

Máquinas Utilizadas	6	8	9	11	13	15	16	18	19	LOG 1	LOG 2	LOG 3	LOG 4
Tempo Teórico Disponível (h/mês)	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9
Paradas Programadas(h/mês)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo de Carga(h/mês)	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9
Paradas Não Planejadas(h/mês)	13,68	11,17	9,33	10,50	1,33	5,40	5,02	13,07	11,00	19,60	3,97	9,37	4,80
Tempo Real Disponível (h/mês)	198,2	200,7	202,5	201,4	210,5	206,5	206,8	198,8	200,9	192,30	207,93	202,53	207,10
Disponibilidade (%)	93%	94%	95%	95%	99%	97%	98%	93%	95%	90%	98%	95%	98%
Quantidade Produzida (peças)	503.3 54,52	506.1 99,03	62.34 8,96	58.48 3,54	217.0 79,12	353.1 89,79	456.4 52,03	172.7 49,67	450.3 09,02	1.155.8 42,02	935.737 ,64	1.269.1 63,82	701.376 ,41
Peças por hora (pç/h)	2.869, 91	2.735, 70	2.576, 36	2.258, 82	2.740, 70	2.965, 58	2.628, 69	2.781, 46	2.874, 74	8.005,7 0	4.286,3 2	8.493,9 0	3.930,1 3
Tempo Real Disponível (h)	198,2	200,7	202,5	201,4	210,5	206,5	206,8	198,8	200,9	192,30	207,93	202,53	207,10
Performance (%)	88%	92%	12%	13%	38%	58%	84%	31%	78%	75%	105%	74%	86%
Quantidade Produzida (peças)	503.3 54,52	506.1 99,03	62.34 8,96	58.48 3,54	217.0 79,12	353.1 89,79	456.4 52,03	172.7 49,67	450.3 09,02	1.155.8 42,02	935.737 ,64	1.269.1 63,82	701.376 ,41
Quantidade defeituosa (peças)	-	-	-	-	-	-	6.974, 09	10.71 8,89	-	16.320, 77	14.807, 41	9.877,9 9	33,99
Qualidade (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	94%	100%	99%	98%	99%	100%
ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL (OEE)	82%	87%	11%	12%	37%	56%	81%	27%	74%	66%	101%	70%	84%

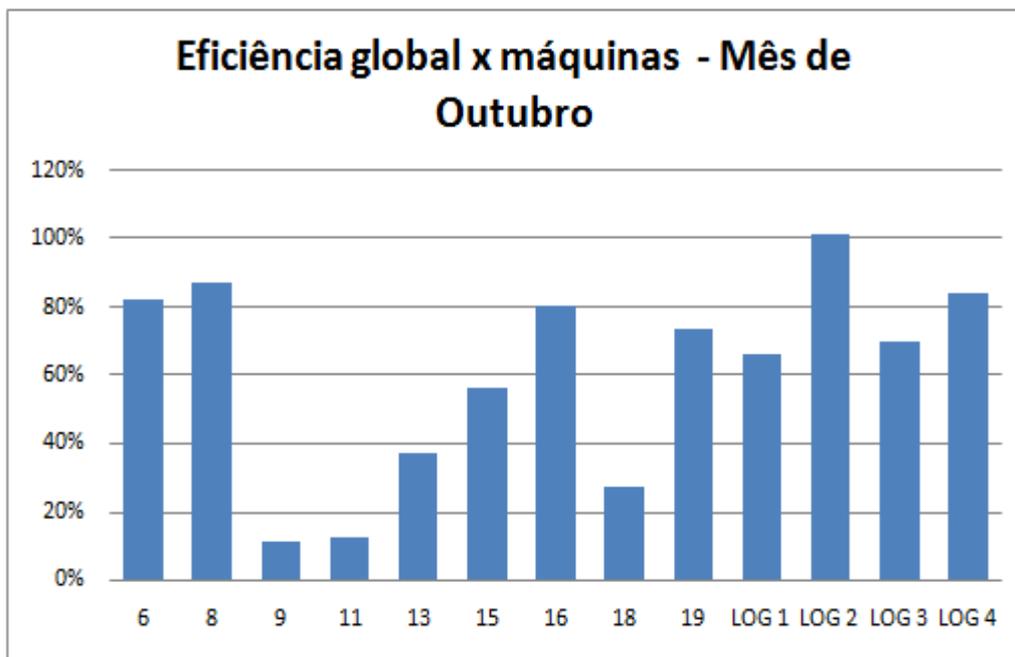
Fonte: Elaboração própria (2018)

A tabela mostra que durante 26 dias úteis do mês de outubro, com jornada de trabalho de 8,15 horas por dia, totalizando 211,9 horas teóricas trabalhadas. Não houve paradas planejadas e as não planejadas que ocorreram obtiveram valor médio de 9,1 horas, o que traduz em uma disponibilidade média acima de 95%. Quanto a *performance*, algumas máquinas apresentaram baixa quantidade de peças produzidas, reduzindo a quantidade de peças fabricadas por hora trabalhada. No entanto, a maioria não apresentou defeito, o que acarretou em um alto índice de qualidade.

Em média, o mês de outubro obteve um OEE de 61% para fabricação de cabides, ou seja, a eficiência em que as máquinas estão operando está abaixo de 65%, o que é considerado inaceitável e o processo deve ser modificado com urgência, como mostra Hansen (2006).

Quando comparada por maquinário, é possível compreender que a eficiência produtiva sofre variação, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Eficiência global x Máquinas utilizadas para produção de cabides (outubro)



Fonte: Elaboração própria (2018)

A variante encontrada na eficiência global por maquinário pode estar associada a diversos empecilhos encontrados no decorrer do processo produtivo. Para encontrar a solução mais eficaz, foi realizada uma análise das falhas que provocaram as paradas não planejadas. Vale salientar que, tais dados foram obtidos através do departamento de PCP da empresa

O detalhamento das falhas encontradas no mês de outubro na fabricação de cabides estão apresentados na tabela 4. Observa-se que tais falhas foram categorizadas considerando aquelas relacionadas na Figura 1, porém, adaptadas ao processo específico estudado.

Tabela 4 – Causas das falhas (outubro)

OUTUBRO					
Causas das falhas	Ocorrências	Frequência	Tempo (min)	%	Horas
1 - Máquina com problema de injeção	136	40,00	1828,00	13,33	30h28min
2 - Setup de molde	9	2,65	95,00	0,69	1h35min
3 - Quebra de máquina (mecânica)/(elétrica)	29	8,53	845,00	6,16	14h05min
4 - Máquina parada por falta de material	29	8,53	4902,00	35,74	81h42min
5 - Parada para manutenção	26	7,65	1708,00	12,45	28h28min
6 - Máquina parada por falta de operador	56	16,47	846,00	6,17	14h06min
7 - Lubrificação	5	1,47	15,00	0,11	15min
8 - Problema de refrigeração	20	5,88	714,00	5,21	11h54min
9 - Problema na torre	0	0,00	0,00	0,00	0
10 - Parada para revezamento	8	2,35	1283,00	9,35	21h23min
11 - Problema no moinho	0	0,00	0,00	0,00	0
12 - Problema no compressor	0	0,00	0,00	0,00	0
13 - Perda de tempo em troca de cor	11	3,24	513,00	3,74	8h33min
14 - Perda de tempo por regulagem de máquina	11	3,24	968,00	7,06	16h08min
15 - Inspeção da cadeira	0	0,00	0,00	0,00	0
TOTAL	340	100,00	13717,00	100,00	228h37min

Fonte: Elaboração própria (2018)

As causas das falhas mencionadas foram retiradas da folha de controle de falhas disponível na empresa. Nestas, há o número de ocorrências relatadas pelos funcionários do posto de trabalho, de acordo com as circunstâncias, bem como o tempo, em minutos, gastos para resolução do problema. Para uma análise mais segura dos dados, foi realizada a frequência proporcional por causa, sua porcentagem por tempo, e o tempo em horas despendido com cada anomalia no processo.

Apesar da maior quantidade de paradas ter ocorrido a partir de problemas de injeção (136 vezes), houve maior gasto de tempo com maquinário parado, no primeiro turno, a partir da falta de material, atingindo pouco mais de 35% do total de horas perdidas no período analisado, o que pode ser entendido que a falta de material próximo ao operador é a maior causa de paradas. Além disso, observa-se que foi perdido cerca de 228 horas em 1 turno, no mês observado, devido a problemas de ordem de manutenção ou de planejamento.

4.2. Eficiência de produção no mês de novembro

No mês de novembro utilizou-se o mesmo procedimento de coleta de dados, os valores referentes aos indicadores para o OEE estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Avaliação do OEE para máquinas que produzem cabides (novembro)

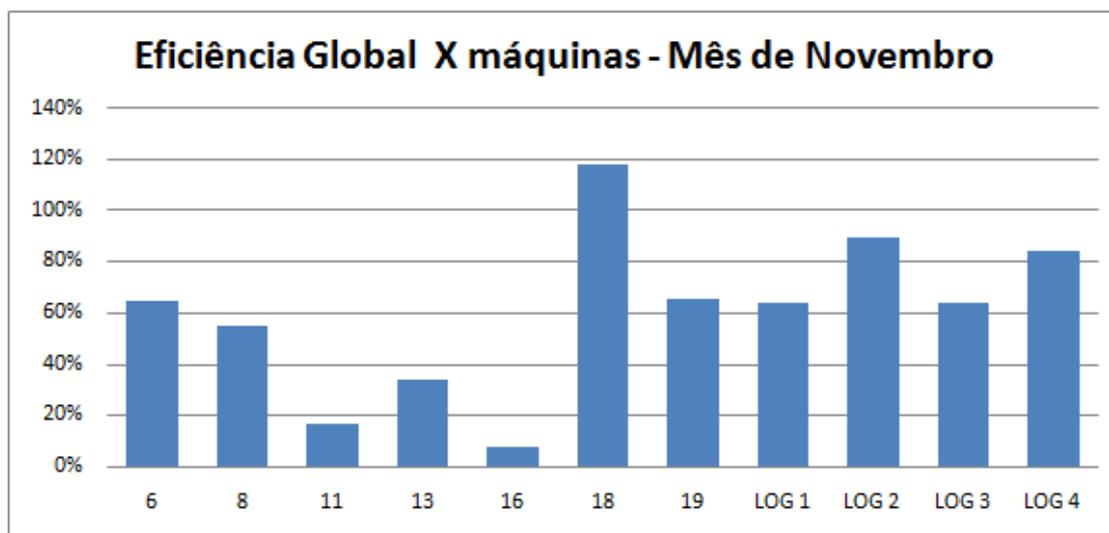
Máquinas Utilizadas	6	8	11	13	16	18	19	LOG 1	LOG 2	LOG 3	LOG 4
Tempo Teórico Disponível (h/mês)	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,45	187,45	187,45	187,45
Paradas Programadas(h/mês)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo de Carga(h/mês)	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,4 5	187,45	187,45	187,45	187,45
Paradas Não Planejadas(h/mês)	2,92	9,00	18,17	10,50	2,62	23,83	2,12	23,85	13,78	15,25	15,55
Tempo Real Disponível (h/mês)	184,5 3	178,4 5	169,2 8	176,9 5	184,8 3	163,6 2	185,3 3	163,60	173,67	172,20	171,90
Disponibilidade (%)	98%	95%	89%	94%	99%	85%	99%	85%	92%	91%	91%
Quantidade Produzida (peças)	338.6 07,20	288.9 10,19	76.22 0,87	175.5 22,44	53.37 2,09	548.7 48,65	334.8 49,62	968.22 2,94	738.99 0,11	1.051.9 35,15	629.74 4,12
Peças por hora (pç/h)	2.805 ,19	2.795 ,10	2.482 ,76	2.757 ,87	2.935 ,92	2.439 ,69	2.750 ,34	7.871,5 8	4.357,3 5	8.744,9 4	3.986,4 4
Tempo Real Disponível (h)	184,5 3	178,4 5	169,2 8	176,9 5	184,8 3	163,6 2	185,3 3	163,60	173,67	172,20	171,90
Performance (%)	65%	58%	18%	36%	10%	137%	66%	75%	98%	70%	92%
Quantidade Produzida (peças)	338.6 07,20	288.9 10,19	76.22 0,87	175.5 22,44	53.37 2,09	548.7 48,65	334.8 49,62	968.22 2,94	738.99 0,11	1.051.9 35,15	629.74 4,12
Quantidade defeituosa (peças)	205,2 1	-	-	192,3 1	12,47 8,41	-	-	12.228, 55	7.866,1 6	4.935,1 5	-
Qualidade (%)	100%	100%	100%	100%	77%	100%	100%	99%	99%	100%	100%
ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL (OEE)	64%	55%	16%	34%	7%	117%	65%	63%	89%	63%	84%

Fonte: Elaboração própria (2018)

Percebe-se que o OEE médio do mês de novembro foi de 60%. A tabela de valores para o Índice mostra que foram trabalhados 23 dias úteis, com jornada de trabalho de 8,15 horas por dia, totalizando 187,45 horas teóricas trabalhadas. Não ocorreram paradas planejadas e as não planejadas obtiveram valor médio em torno de 12,50 horas, o que traduz em uma disponibilidade média acima de 90%.

Quanto a *performance*, assim como no mês anterior, algumas máquinas apresentaram baixa quantidade de peças produzidas, reduzindo a quantidade de peças produzidas por hora trabalhada, porém, ainda com um alto índice de qualidade. Os dados da eficiência global por máquina no mês analisados estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Eficiência global x Máquinas utilizadas para produção de cabides (novembro)



Fonte: Elaboração própria (2018)

É possível perceber que, mesmo com uma quantidade menor de máquinas destinadas a produção de cabides, no mês de novembro, o OEE se manteve praticamente estável, uma vez que foi de 60%. A Tabela 6 informa a relação de falhas notadas.

Tabela 6 – Causas das falhas (novembro)

NOVEMBRO					
Causas das falhas	Ocorrências	Frequência	Tempo (min)	%	Horas
1 - Máquina com problema de injeção	126	37,95	1346,00	10,72	22h26min
2 - Setup de molde	2	0,60	90,00	0,72	1h30min
3 - Quebra de máquina (mecânica)/(elétrica)	3	0,90	280,00	2,23	4h40min
4 - Máquina parada por falta de material	22	6,63	3010,00	23,98	50h10min
5 - Parada para manutenção	13	3,92	392,00	3,12	6h32min
6 - Máquina parada por falta de operador	111	33,43	1526,00	12,16	25h26min
7 - Lubrificação	1	0,30	30,00	0,24	30min
8 - Problema de refrigeração	17	5,12	964,00	7,68	16h04min
9 - Problema na torre	9	2,71	1345,00	10,71	22h25min
10 - Parada para revezamento	21	6,33	3240,00	25,81	54h
11 - Problema no moinho	0	0,00	0,00	0,00	0
12 - Problema no compressor	1	0,30	120,00	0,96	2h
13 - Perda de tempo em troca de cor	5	1,51	190,00	1,51	3h10min
14 - Perda de tempo por regulagem de máquina	1	0,30	20,00	0,16	20min
15 - Inspeção da cadeira	0	0,00	0,00	0,00	0
TOTAL	332	100,00	12553,00	100,00	209h13min

Fonte: Elaboração própria (2018)

Para o mês de novembro, as paradas para revezamento atingiram o maior índice de perda de tempo, juntamente com as paradas por falta de material. Juntas, tais falhas atingiram,

aproximadamente, a metade da quantidade de ocorrência de problemas durante todo o mês (49,79% do total). Isso reitera a necessidade de um monitoramento das políticas de suprimento de material e de escala de operadores no ambiente fabril.

Não houve mudança no processo produtivo que possibilitasse aumento do índice OEE, já que o desempenho permaneceu o mesmo. Convém ressaltar que a fábrica, nesse patamar de eficiência, necessita de modificações no planejamento da produção e nas atividades operacionais para ampliar sua capacidade.

4.3. Eficiência de produção no mês de dezembro

Para o último mês de análise, os dados referentes ao cálculo do Índice de Eficiência Global estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Avaliação do OEE para máquinas que produzem cabides (dezembro)

Máquinas Utilizadas	6	8	9	11	13	16	18	19	LOG 1	LOG 2	LOG 3	LOG 4
Tempo Teórico Disponível (h/mês)	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6
Paradas Programadas (h/mês)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo de Carga (h/mês)	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6	195,6
Paradas Não Planejadas (h/mês)	15,75	12,02	17,05	18,67	15,07	0,58	6,58	12,10	10,83	15,62	23,22	5,62
Tempo Real Disponível (h/mês)	179,85	183,58	178,55	176,93	180,53	195,02	189,02	183,50	184,77	179,98	172,38	189,98
Disponibilidade (%)	91%	93%	90%	89%	92%	100%	97%	93%	94%	91%	87%	97%
Quantidade Produzida (peças)	111,925,73	408,766,99	147,320,31	235,920,85	195,339,74	158,349,67	503,971,62	382,969,17	1.144,532,48	567,422,05	1.143,478,67	761,038,24
Peças por hora (pç/h)	2.807,80	2.834,92	2.496,00	2.513,99	2.776,01	2.703,07	2.360,66	2.710,31	8.095,40	4.473,37	8.531,42	4.226,03
Tempo Real Disponível (h)	179,85	183,58	178,55	176,93	180,53	195,02	189,02	183,50	184,77	179,98	172,38	189,98
Performance (%)	22%	79%	33%	53%	39%	30%	113%	77%	77%	70%	78%	95%
Quantidade Produzida (peças)	111,925,73	408,766,99	147,320,31	235,920,85	195,339,74	158,349,67	503,971,62	382,969,17	1.144,532,48	567,422,05	1.143,478,67	761,038,24
Quantidade defeituosa (peças)	-	-	-	-	-	2.048,17	-	-	5.704,09	5.206,08	3.662,97	-
Qualidade (%)	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	100%	100%
ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL (OEE)	20%	73%	30%	47%	36%	30%	109%	72%	72%	64%	67%	92%

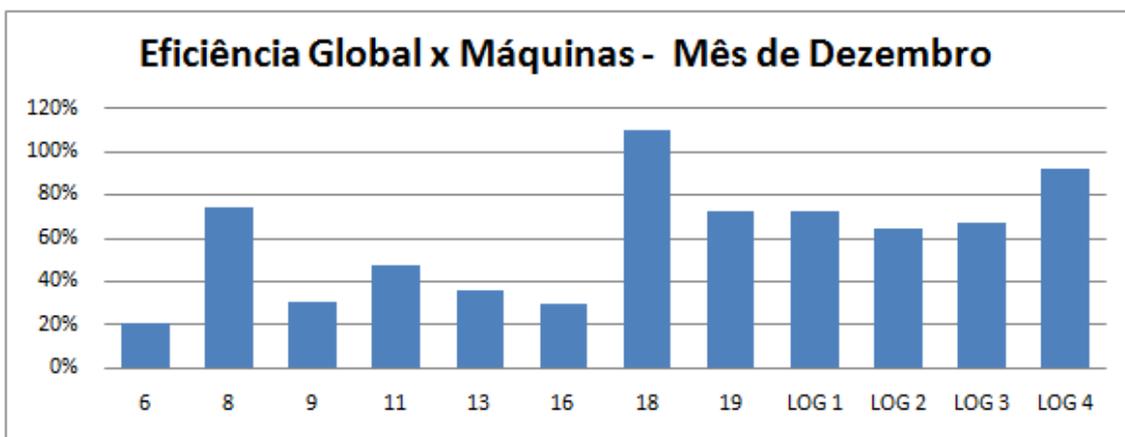
Fonte: Elaboração própria (2018)

A tabela de valores para o Índice mostra que foram trabalhados 24 dias úteis, com jornada de trabalho de 8,15 horas por dia, totalizando 195,6 horas teóricas trabalhadas. Não ocorreram paradas planejadas e as não planejadas obtiveram valor médio semelhante ao de novembro, em torno de 12,7 horas, o que traduz uma disponibilidade média acima de 90%.

Assim como nos demais meses, quanto a *performance*, algumas máquinas apresentaram baixa quantidade de peças produzidas, reduzindo a quantidade de peças produzidas por hora trabalhada, entretanto, a maioria das peças produzidas não apresentou defeito, ocasionando um alto índice de qualidade.

O OEE do mês de novembro foi, em média, 59%, novamente o valor estimado para o OEE situou-se na faixa de valores menor que 65%. Durante os três meses avaliados, não foram realizadas mudanças significativas que pudessem interferir, positivamente, na melhoria do índice de eficiência. A Figura 4 representa a eficiência por máquina no mês de dezembro.

Figura 41 - Eficiência global x Máquinas utilizadas para produção de cabides (dezembro)



Fonte: Elaboração própria (2018)

É importante frisar que há uma diferença significativa entre o rendimento das máquinas injetoras convencionais *Jasot* (representadas pelos numerais) das *Log Machine* (LOG's), sugerindo que grande parte da eficiência da fábrica na produção de cabides é atribuída ao

funcionamento das do tipo *Log Machine* e que a substituição ou compra de novas máquinas deste gênero poderia ampliar os indicadores OEE consideravelmente.

Observou-se também que o potencial de eficiência da fábrica só é obtido devido à utilização das máquinas *Log Machine* no contexto produtivo. A inserção de novas máquinas do gênero poderia provocar uma melhoria do OEE. A Tabela 8 quantifica as falhas encontradas no mês de dezembro.

Tabela 8 – Causas das falhas (dezembro)

DEZEMBRO					
Causas das falhas	Ocorrências	Frequência	Tempo (min)	%	Horas
1 - Máquina com problema de injeção	117	44,66	1537,00	23,29	25h37min
2 - <i>Setup</i> de molde	0	0,00	0,00	0,00	0
3 - Quebra de máquina (mecânica)/(elétrica)	8	3,05	273,00	4,14	4h33min
4 - Máquina parada por falta de material	31	11,83	909,00	13,77	15h09min
5 - Parada para manutenção	6	2,29	0,00	0,00	0
6 - Máquina parada por falta de operador	54	20,61	380,00	5,76	6h20min
7 - Lubrificação	0	0,00	0,00	0,00	0
8 - Problema de refrigeração	20	7,63	931,00	14,11	15h31min
9 - Problema na torre	0	0,00	0,00	0,00	0
10 - Parada para revezamento	15	5,73	2078,00	31,48	34h38min
11 - Problema no moinho	0	0,00	0,00	0,00	0
12 - Problema no compressor	3	1,15	275,00	4,17	4h35min
13 - Perda de tempo em troca de cor	6	2,29	115,00	1,74	1h55min
14 - Perda de tempo por regulagem de máquina	2	0,76	102,00	1,55	1h42min
15 - Inspeção da cadeira	0	0,00	0,00	0,00	0
TOTAL	262	100,00	6600,00	100,00	110h

Fonte: Elaboração Própria (2018)

Novamente, as paradas para revezamento atingiram o maior valor se comparado as demais causas de falhas (31,48%). Nota-se que problemas com a máquina de injeção atingiram o segundo maior valor, da ordem de 23,29%. Ações relativas a manutenção de máquinas e equipamentos são necessárias para a plena execução das atividades.

Portanto, durante todo o trimestre, a média do Índice de Eficiência Global foi de 60%. Logo, o OEE atingido para a produção de cabides sugere que mudanças importantes no processo precisam ser iniciadas através de análise das falhas existentes durante a produção dos produtos.

Observou-se que a média trimestral da eficiência foi proporcional para todos os meses analisados, ou seja, sem grande disparidade entre o período estudado. No entanto, uma eficiência global da ordem de 60% requer não apenas a reestruturação do ambiente operacional em sua íntegra, mas melhorias em toda conjuntura organizacional da fábrica.

5. Conclusão

A Manutenção Preventiva Total adentra ao meu fabril com o foco de extinguir, ou no mínimo diminuir, possíveis perdas ocasionadas pela manutenção, aumentando assim tanto a eficiência quanto o tempo de vida dos equipamentos (SANTOS; SANTOS, 2010). Neste contexto, o OEE surge, segundo Hansen (2006), a fim de apontar a eficácia de fato na qual o processo está operando, considerando o tempo de programação do equipamento.

Ao analisar os dados coletados pode-se verificar mudanças urgentes no processo produtivo para que se possa aumentar a eficiência no que diz respeito à produção de cabides. Estando a eficiência em uma média de 60% é possível saber que a fábrica funciona abaixo do seu potencial, o que denota que ela poderia, também, aumentar seu número de clientes.

Foi observado um número considerável de paradas devido a problemas nas máquinas, o que pode acarretar o baixo nível de treinamento da mão-de-obra e a falta de uma política de manutenção eficiente. Além disso, falhas, anteriormente citadas, ocasionam perdas de tempo. Troca de materiais e maior tempo de ciclo para injeção ocasionando um maior *lead time*.

Outro ponto observado foi o grande número de ajustes diários realizados no planejamento da produção devido a problemas em máquinas ou ausência de operadores. O balanceamento da produção é realizado baseado na necessidade e disponibilidade de maquinário, o que dificulta o alcance nas metas, visto que ocorrem frequentes imprevistos e o planejamento não considera estas ações casuais. Dessa maneira, é necessário que haja o aprimoramento de políticas da avaliação de gestão de pessoas e da manutenção de maquinários.

A taxa de ocupação dos trabalhadores está padronizada de acordo com a atividade a ser exercida, porém, falhas em segurança e proteção individual ocorrem e podem prejudicar legalmente a empresa, visto que alguns operários não estão de acordo com as normas do LTCAT, o que mostra a falta de vigilância sobre o assunto. Para tanto, se faz necessário maior

conscientização dos funcionários, assim como treinamentos para que saibam a que risco que estão se submetendo em não usar os EPI's.

Recomenda-se que a empresa invista em treinamento de mão-de-obra, elabore uma política de manutenção mais eficiente, construa um planejamento de produção mais flexível para poder aumentar o leque de clientes.

REFERÊNCIAS

AHUJA, I.; KHAMBA, J. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709 – 756, 2008.

ANDRADE, J.; SCHERER, C. Estudo de caso da aplicação de indicador de eficiência global de equipamento (OEE) para diagnóstico e melhoria de produtividade em uma linha de produção automotiva. In: ENEGEP, 29, 2009, Salvador, BA, Brasil, **Anais...**, Salvador: Abepro, 2009.

BHADURY, B. Management of productivity through TPM. **Productivity**. v. 41, n. 2, p. 240-51, 2000.
BRANCO FILHO G. Indicadores e índices de manutenção, in **VII Congresso de Manutenção – SEMAPI**, Campinas, São Paulo, Outubro, 2002. Biodiesel no Brasil. 2010. Disponível em: Acesso em: 30 de abril de 2018.

CHIRARADIA, A. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: Um estudo de caso na indústria automobilística**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia. Porto Alegre, RS. 2004.

HANSEN, R. C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de manutenção/produção para aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**, Productivity Press. Cambridge: MA, 1993.

NAKAJIMA, S. **TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance**, Productivity Press. Portland: OR, 1989.

PARIDA, A.; CHATTOPADHYAY, G. Development of a Multi criteria Hierarchical Maintenance Performance Measurement (MPM) model. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 13, n. 3, p. 241-258, 2007.

SANTOS, A.; SANTOS, M. Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.

SANTOS, A. R. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 7 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SOUZA, M. L.; H. LIMA, D. D.; EIDELWEIN, F.; FLORES, G. S.; PIOVESAN, L. D. Aplicação de indicador de eficiência global em um processo de produção de poliestireno. In: ENEGEP, 35, 2015, Fortaleza, CE, Brasil, **Anais...**, Fortaleza: Abepro, 2015.

RAPOSO, C. Overall Equipment Effectiveness: aplicação em uma empresa do setor de bebidas do polo industrial de Manaus. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v.11, n. 3, p. 648-667, 2011.

VALDOMIRO, J.; PAULISTA, P. Aplicação da metodologia TPM/OEE em processo de estampagem: um estudo de caso para melhoria da eficiência em uma prensa mecânica. In: ENEGEP, 37, 2017, Joinville, SC, Brasil, **Anais...**, Joinville: Abepro, 2017.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total – um modelo adaptado**. 1997. Dissertação (M.sc) - UFSC, Florianópolis, 1997. Disponível em <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/>. Acesso em: 30 de abril de 2018.

YIN, R. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 5Ed. Porto Alegre: Bookman. 2015.

ZATTAR, I.; RUDEK, C.; TURQUINO, G. O uso do indicador OEE como ferramenta na tomada de decisões em uma indústria gráfica – um caso prático. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**. Florianópolis, SC, Vol. 2, n. 2, p. 113 - 132, Dez. 2010