

Eficiência global dos equipamentos na indústria de bebidas: uma revisão da literatura

Willian Carneiro de Oliveira¹ e Carla Cristina Amodio Estorilio¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR

Resumo: As rápidas mudanças no cenário econômico apontam para a necessidade das empresas se preocuparem com a melhoria contínua dos seus processos, tornando essa questão um ponto vital dentro de qualquer indústria. Sendo assim, as empresas vêm buscando meios que permitam identificar os pontos de perdas de produtividade e qualidade, reduzindo, desta forma, os custos de produção. A metodologia “*Lean Manufacturing*” cumpre essa função através da análise de vários tipos de desperdícios, os quais são visíveis através dos tempos de setup de máquinas, interrupções da produção, gargalos na linha produtiva, qualidade do produto e outros. Para mensurar o desempenho das máquinas e, conseqüentemente, do processo fabril, tem-se o indicador denominado como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), o qual é resultante da multiplicação de três indicadores: disponibilidade do equipamento, desempenho do processo e qualidade do produto. Esse artigo apresenta uma revisão da literatura visando compreender o estado da arte da avaliação da eficiência do processo fabril das indústrias de bebidas. São analisados os principais autores que discutem o tema, os países que mais publicam e o foco dos estudos que visam melhorar o OEE. Apesar da quantidade de publicações ser pequena no cenário internacional, é possível verificar um aumento de interesse sobre o tema, especialmente nos últimos anos.

Palavras chave: OEE, Indústria de Bebidas, Desempenho, Disponibilidade, Qualidade.

Overall Equipment Effectiveness in the beverage industry: a literature review

Abstract: *Rapid changes in the economic landscape point to the need for companies to worry about continually improving their processes, making this a vital point within any industry. Thus, companies have been looking for ways to identify the points of productivity and quality losses, thus reducing production costs. The Lean Manufacturing methodology fulfills this function by analyzing various types of waste, which are visible through machine setup times, production interruptions, production line bottlenecks, product quality and others. To measure the performance of machines and, consequently, of the manufacturing process, we have an indicator called OEE (Overall Equipment Effectiveness), which results from the multiplication of three indicators: equipment availability, process performance and product quality. This article presents a review of the literature aiming to understand the state of the art of the process efficiency evaluation of the beverage industries. The main authors discussing the theme, the countries that publish the most and the focus of studies aimed at improving the OEE are analyzed. Although the number of publications is small in the international scenario, it is possible to see an increase of interest on the subject, especially in recent years.*

Key-words: OEE, Beverage Industry, Performance, Availability, Quality.

1. Introdução

Para que uma empresa seja competitiva no ritmo acelerado da era industrial, é crucial garantir que os recursos de operações com valor agregado sejam cuidadosamente determinados e que seus resultados sejam observados e avaliados de maneira distinta (GÓLCHER-BARGUIL; NADEEM; GARZA-REYES, 2019). Reduzir o desperdício, melhorar o tempo de atividade do equipamento e otimizar a qualidade do produto são três métricas importantes para as

empresas de manufatura (JIN et al., 2016).

Atualmente, o setor de alimentos e bebidas é caracterizado por sistemas automatizados de fabricação de linhas de fluxo, que são várias máquinas trabalhando em sequência, relacionadas a vários sistemas de transporte (ZENNARO et al., 2018). Em sistemas de produção contínua, a alta produtividade através da distribuição adequada dos recursos e procedimentos operacionais adequados se torna uma prioridade (CASTRO; ARAUJO, 2012).

Desta forma, torna-se necessário utilizar um indicador para realizar a gestão da performance industrial. A eficácia geral do equipamento (OEE) é uma métrica quantitativa que tem sido cada vez mais usada em sistemas de manufatura para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos de produção e também como indicador e condutor de melhorias de processo e desempenho (TSAROUHAS, 2013). Segundo Mohammad e Aggarwal (2016), o OEE é um dos melhores indicadores de desempenho no sistema de produção em linha e, além disso, é simples e claro e demonstra excelente desempenho na análise e avaliação da eficiência do equipamento (HE et al., 2018). Este indicador é a combinação de três indicadores como disponibilidade, desempenho e qualidade (BATTINI et al., 2015), conforme ilustrado na Figura 1.

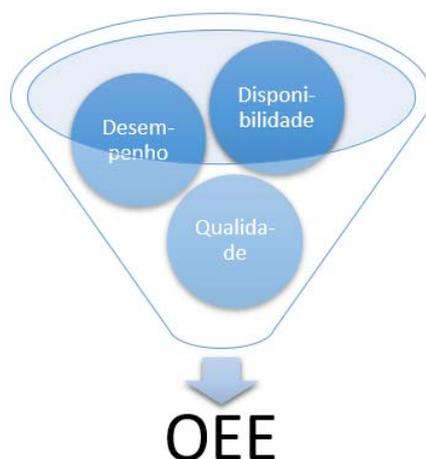


Figura 1 – Indicadores que compõe o OEE

Os indicadores são a representação racional, objetiva e quantitativa do desempenho, utilizada pelos gestores visando o alcance das metas operacionais e estratégicas definidas pelas empresas. São úteis ao permitir enxergar os pontos falhos e a análise das possíveis causas dos problemas responsáveis pelos resultados indesejados, apontando onde e quais as melhorias devem ser realizadas (CAVALCANTE RAPOSO, 2008). De acordo com Cheng (2018), a coleta de dados do local de produção é essencial para o monitoramento em tempo real das condições de produção.

Para a evolução do OEE, o foco pode ser nos parâmetros de disponibilidade e desempenho. Nesse caso, por exemplo, uma estratégia de manutenção bem-sucedida pode ajudar a obter maior produtividade, menos paradas e maior segurança (BATAINEH et al., 2019). É possível também que a melhoria possa ser realizada no parâmetro de qualidade, uma vez que este fator é crítico dentro da indústria de bebidas, já que são produtos destinados ao consumo. Assim, várias tecnologias podem ser aplicadas para minimizar a chance de produção e distribuição de itens inseguros ou de baixa qualidade (CHEN et al., 2018).

Uma vez que a melhoria da performance industrial é um desafio constante no ambiente

industrial, as empresas estão sempre buscando melhorias nos processos, seja através da análise dos seus fluxos ou até mesmo com a compra de novos equipamentos. Zennaro et al. (2018) citam que, atualmente, muitas empresas investem grande parte de seu capital comprando novas máquinas para aumentar a produção ou garantir 100% da produção. Porém, comprar o equipamento mais recente não é a solução, a menos que seja totalmente utilizado, pois o importante é utilizar o máximo possível e com total eficiência o equipamento que a empresa já possui.

Na questão das análises do fluxo de produção, podemos citar o estudo de Cheng (2018), que propôs a criação de um dispositivo para avaliar micro paradas nos equipamentos. Nesta mesma linha de pesquisa, Battini et al. (2015) e Zennaro et al. (2018) também apresentam análises nos tempos de micro paradas para melhorar a performance do processo produtivo.

Entretanto, ainda não há uma análise estruturada sobre de que forma os estudos para a melhoria de performance na indústria de bebidas estão fundamentados, ou seja, quais as principais estratégias adotadas, em qual região do mundo o assunto está sendo mais estudado e se este é um tema que está em foco nas pesquisas científicas. Sendo assim, este estudo apresenta uma revisão da literatura visando compreender o estado da arte da avaliação da eficiência do processo fabril das indústrias de bebidas. Para esta análise, são consultadas duas bases de dados: os periódicos do Portal da CAPES e a base do *Google Scholar*. Inicialmente, será realizada uma busca com a palavra “OEE” no Portal da CAPES, a fim de identificar a quantidade de estudos realizados e, também, avaliar se este é um assunto que apresenta uma tendência crescente de relevância no meio científico. Em seguida, os termos “OEE” e “*Beverage Industry*” serão utilizados como palavras chave nas buscas dos dois portais. Todos os resultados serão analisados, tabulados e os artigos mais relevantes serão lidos na íntegra, identificando os pontos de maior relevância, que terão os resultados apresentados no item 4. Os critérios para os recortes utilizados nas análises dos portais, bem como os resultados obtidos com estes, estarão descritos no decorrer desse trabalho.

2. O OEE – Eficiência Global do Equipamento

Segundo Nakajima (1989), conforme citado por Andersson e Bellgran (2016), “a eficácia geral do equipamento (OEE) é uma parte importante do conceito TPM – *Total Productive Maintenance*”. O objetivo do TPM é obter zero avaria e zero defeitos relacionados ao equipamento (MUCHIRI; PINTELON, 2008).

O OEE é uma métrica geral simples e clara, e os gerentes apreciam essa métrica agregada em vez de muitas métricas detalhadas (DE RON; ROODA, 2006). O índice ideal de OEE deve ser de 85%, e para isto é necessário que os valores de cada índice sejam: Disponibilidade = 90%, Desempenho = 95% e Qualidade = 99% (Levitt, 1996 apud TSAROUHAS, 2013). Uma empresa com um OEE de 85% é considerada com performance de classe mundial (Blanchard 1997, McKone et al. 1999 apud TSAROUHAS, 2013).

O OEE é calculado através da multiplicação dos seus três parâmetros, conforme apresentado na Figura 1. Assim, a equação é: $OEE = \text{disponibilidade} \times \text{desempenho} \times \text{qualidade}$.

Conforme Nakajima (1989), citado por Andersson e Bellgran (2016), os fatores que compõe o OEE podem ser representados de forma gráfica, conforme Figura 2. Assim, é possível verificar que interrupções e perdas de qualidade impactam, de forma direta, o cálculo do OEE.

		TEMPO TOTAL			
OEE = disponibilidade x desempenho x qualidade	Disponibilidade = $Tz / T1$	T1	TEMPO PROGRAMADO		Tempo sem produção planejada
		T2	TEMPO PRODUZINDO	PERDA DE DISPONIBILIDADE quebra de máquina, setup, etc.	
	Desempenho = $P2 / P1$	P1	PRODUÇÃO TEÓRICA		
		P2	PRODUÇÃO REAL	PERDA DE DESEMPENHO micro paradas, redução de velocidade da linha, etc.	
	Qualidade = $Q2 / Q1$	Q1	PEÇAS BOAS + RUINS		
		Q2	PEÇAS BOAS	PERDA DE QUALIDADE produtos não conforme, perdas de partida de linha, etc.	

Figura 2 – Definição e cálculo do OEE

O OEE pode apontar para capacidade oculta em um processo de fabricação e levar a um fluxo equilibrado (MUCHIRI; PINTELON, 2008). Isto significa que a correta análise de todos os fatores que impactam o OEE irá categorizá-los e gerar, assim, uma base de dados robusta para definir a prioridade das tarefas e, além disso, conduzir para a identificação da causa raiz dos problemas. Andersson e Bellgran (2016) reforçam este ponto e falam que o OEE é tradicionalmente usado como uma medida operacional, mas também pode ser usado como um indicador das atividades de melhoria de processo dentro de um contexto de produção.

Além disso, o OEE é um indicador que pode possuir variação cada vez que for medido, em função das variações nos processos industriais. Um verdadeiro desafio dentro da indústria é alcançar um nível de desempenho estável e robusto, indicado por um OEE estável (ANDERSSON; BELLGRAN, 2016).

3. Metodologia

Conforme apresentado na introdução, este artigo trata de uma revisão da literatura com o intuito de levantar o “estado da arte” das pesquisas relacionadas ao controle e melhoria de desempenho da indústria de bebidas, mais especificamente em estudos que utilizam a eficiência global dos equipamentos (OEE) como base para a medição do desempenho industrial e direcionamento para suas melhorias.

Foi realizada uma busca de artigos com a palavra-chave “OEE” no portal da CAPES, com o intuito de identificar a quantidade de estudos publicados sobre o tema, bem como avaliar as publicações ano a ano, a fim de descobrir se há um aumento de interesse sobre o tema. Este foi o primeiro passo da metodologia utilizada. Todos os passos utilizados na metodologia podem ser consultados no Quadro 1:

Passos	O que fazer	Descrição
1	Buscar relevância do tema na área científica	Buscar o termo "OEE" no portal da CAPES
2	Realizar busca sobre OEE na indústria de bebidas	Buscar o termo "OEE" e "beverage industry" no portal da CAPES e <i>Google Scholar</i>
3	Realizar os recortes necessários	Utilizar os recortes disponíveis nas ferramentas para identificar material relevante sobre o tema
4	Realizar uma análise sistêmica sobre os dados encontrados	Correlacionar todos os dados identificados, buscando por tendências de estudo, local geográfico, pesquisadores, etc.

Fonte: O autor

Quadro 1- Metodologia utilizada para a revisão da literatura

O Portal de Periódicos da CAPES foi utilizado como principal ferramenta de busca dos estudos. Segundo o próprio site, em consulta realizada em agosto de 2019, o portal "é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional. Ele conta com um acervo de mais de 45 mil títulos com texto completo, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual" (CAPES, 2019). Como exemplos das bases referenciais temos: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Express* e diversas outras de grande relevância no meio científico.

Com o objetivo de aumentar a quantidade de resultados nas pesquisas, também foi utilizada a plataforma acadêmica do Google. Segundo Mugnaini e Strehl (2008), o Google Acadêmico (GA) já tem sido utilizado por diversos pesquisadores para recuperação de publicações científicas. Segundo estes autores, o GA é "um dos motores de busca mais utilizados mundialmente...".

Foi realizada uma análise ano a ano da quantidade de publicações no período entre 2010 e 2019, tanto no Portal da CAPES quanto no GA, com o objetivo de identificar alguma tendência no volume de estudos sobre o tema. É importante ressaltar que o resultado do ano de 2019 é acumulado até o mês de agosto e, assim, é um resultado parcial.

Para as pesquisas realizadas nos periódicos do Portal da CAPES, é possível realizar um filtro para mostrar apenas artigos, descartando os demais resultados. Para o GA, o mesmo filtro não está disponível e, neste caso, a análise das publicações foi realizada ordenando-as por ordem de relevância, com a análise dos cem primeiros resultados apresentados. Além disso, todas as buscas foram realizadas com os termos em inglês, uma vez que este é o idioma oficial utilizado pelas principais revistas.

Após identificar os principais artigos relacionados ao tema de pesquisa, o primeiro recorte será através da leitura dos títulos destes. Em seguida, com esta base de artigos atualizada, os resumos serão lidos, com o objetivo de avaliar se o estudo apresentado está aderente à área de pesquisa desejada. E, por fim, após esta nova relação de artigos, todos serão lidos na íntegra, levantando os principais pontos para compor a tabela de análise, permitindo identificar tendências nos estudos realizados.

Os pontos que deverão ser identificados em cada artigo são:

- Quem são os autores;
- Em qual país foi publicado o estudo;

- Em qual periódico foi publicado;
- Quais as palavras chave foram utilizadas;
- Qual o método para coleta dos dados;
- Qual ferramenta de análise foi utilizada;
- Quais bases teóricas foram utilizadas para fundamentar o OEE;
- Qual foi o foco do estudo, considerando os indicadores do OEE.

4. Análise da literatura sobre OEE na indústria de bebidas

De acordo com os procedimentos metodológicos adotados para a realização do “estado da arte” da aplicação da medição da eficiência global dos equipamentos nas indústrias de bebidas, foi possível identificar que este é um tema atual e que está com uma tendência crescente no ramo de pesquisas científicas. Assim, os resultados serão apresentados de acordo com os passos descritos no Quadro 1.

4.1 Relevância do tema na área científica

Para identificar a relevância do indicador OEE nas pesquisas científicas, este termo foi utilizado como busca no portal de periódicos da CAPES. Inicialmente, esta busca retornou 17.575 resultados, porém, foi realizado um recorte por resultados que sejam somente artigos. Desta forma, o número de publicações sobre o tema foi para 10.073, distribuídos conforme apresentado na Figura 3. Como pode-se perceber, o interesse pelo assunto é crescente, sendo que em 2018 foi o recorde de publicações sobre o tema.

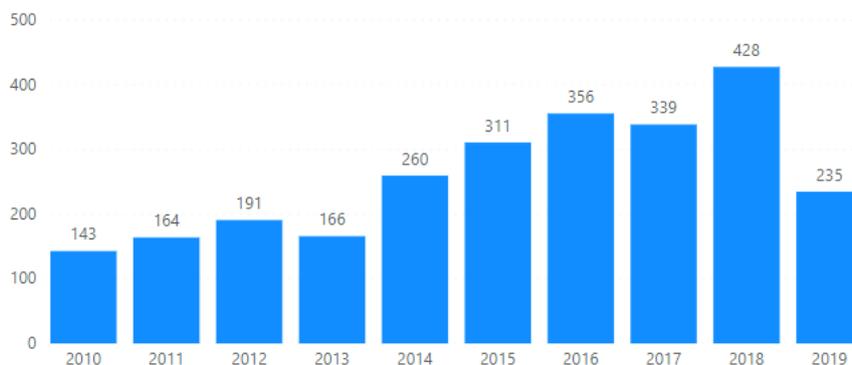


Figura 3 – Publicações sobre OEE no Portal da CAPES

4.2 A medição da eficiência global dos equipamentos na indústria de bebidas

O próximo passo do estudo é avaliar como o OEE está sendo estudado na indústria de bebidas. Assim, os termos “OEE” e “*beverage industry*” foram utilizados como buscadores no portal de periódicos da CAPES.

Com estes termos de busca, foram apresentados 214 estudos sobre o tema sendo que, ao utilizar o recorte de apresentar somente artigos, este número reduziu consideravelmente, indo para 51 publicações. Ainda assim, como pode ser visto na Figura 4, há uma tendência de crescimento sobre o número de publicações, o que indica que o tema está se tornando mais relevante na indústria de bebidas. Importante destacar que a quantidade de publicações nos últimos três anos já representa mais de 43% de todos os estudos desde 2010.

Além da busca no portal da CAPES, os mesmos termos foram utilizados para busca no Google Acadêmico. Neste último, a quantidade total de estudos sobre o tema foi de aproximadamente 1.090. Da mesma forma que na última busca, foi realizada uma análise por ano e, novamente, a tendência de crescimento de estudos sobre o tema se comprova com, outra vez, 2018 sendo o ano com o maior número de publicações sobre OEE na indústria de bebidas. Estes resultados são mostrados na Figura 5.

Assim, até o momento, temos o resultado de buscas em dois locais, o Portal da CAPES e o Google Acadêmico que apresentaram, respectivamente, 51 e 1.090 publicações. Dos estudos apresentados pelo portal da CAPES, o título de todos artigos foi lido e, assim, dos 51 inicialmente selecionados, restaram 25 com o título aderente à análise desejada. O mesmo foi feito com os documentos do GA, ordenando os resultados encontrados por relevância e, após a leitura dos cem primeiros títulos, foram selecionados 16 artigos.

Na sequência, o resumo dos 25 artigos do portal da CAPES e as 16 publicações do GA foi lido para, novamente, identificar se o estudo estava aderente ao que se desejava buscar, ou seja, à aplicação do indicador OEE na indústria de bebidas. Após esta leitura, ao total, foram selecionados 15 artigos, sendo 11 do portal da CAPES e 4 do GA.

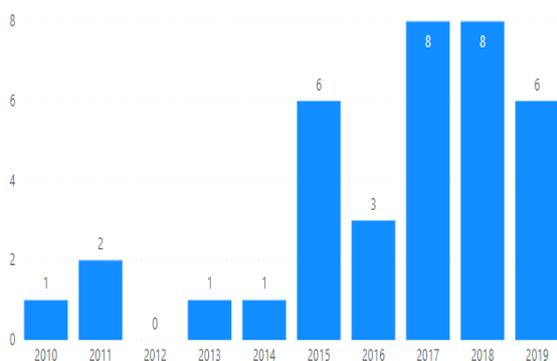


Figura 4 – Publicações sobre OEE na indústria de bebidas no Portal da CAPES

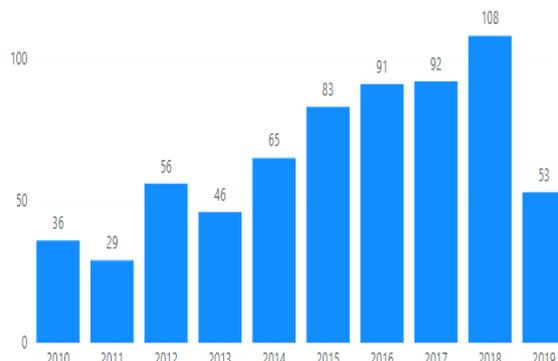


Figura 5 – Publicações sobre OEE na indústria de bebidas no Google Acadêmico

4.3 Tendências identificadas nos estudos de OEE na indústria de bebidas

Após a leitura de todos os artigos, foi possível criar uma tabela para preencher todos os pontos necessários para a análise. Uma primeira conclusão importante desta análise é que não há uma concentração de variáveis nestes estudos, ou seja, cada estudo é praticamente único. Se tomarmos como exemplo quem são os autores dos artigos, percebe-se que nenhum autor se repete nos artigos analisados; e o mesmo vale para o periódico onde foi publicado o estudo. A apresentação destas informações pode ser vista no Quadro 2.

Título	Autor	Periódico
<i>A new fuzzy logic-based metric to measure lean warehousing performance</i>	Nicolás Buonamico	<i>Supply Chain Forum</i>
<i>A novel approach of information visualization for machine operation states in industrial 4.0</i>	Chen-Yang Cheng	<i>Computers & Industrial Engineering</i>
<i>A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study</i>	Omar Bataineh	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>

Título	Autor	Periódico
<i>Basis for the model-driven engineering of manufacturing execution systems: Modeling elements in the domain of beer brewing</i>	Xinyu Chen	<i>Computers in Industry</i>
<i>Downtime Analysis as a tool to improve efficiency in automated production lines: A bottle plant case study</i>	Battini D.	<i>Industrial Systems Engineering Downtime</i>
<i>Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study</i>	Panagiotis H. Tsarouhas	<i>International Journal of Production Research</i>
<i>Implementing Information Technologies and Operational Excellence: Planning, emergence and randomness in the survival of adaptive manufacturing systems</i>	Antonio Sartal	<i>Journal of Manufacturing Systems</i>
<i>Measuring operational excellence: an operational excellence profitability (OEP) approach</i>	Luis Alejandro Gólcher-Barguil	<i>Production Planning & Control</i>
<i>Micro downtime: Data collection, analysis and impact on OEE in bottling lines the San Benedetto case study</i>	Ilenia Zennaro	<i>International Journal of Quality and Reliability Management</i>
<i>Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines</i>	Fei He	<i>Advances in Mechanical Engineering</i>
<i>OEE Evaluation of Long Life Food Product Line</i>	Zafar Mohammad	<i>International Journal of Emerging Technology & Research</i>
<i>Overall Equipment Effectiveness : Application in a Company in the Drinks Manaus Industrial Sector</i>	Cristiane de Fátima Cavalcante Raposo	<i>Revista Produção Online</i>
<i>Present Status and Future Growth of Advanced Maintenance Technology and Strategy in US Manufacturing</i>	Xiaoning Jin	<i>International Journal of Prognostics and Health management</i>
<i>Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant</i>	Fabiana Pereira Castro	<i>Brazilian Journal of Operations & Production Management</i>
<i>Proposing a Holistic Physical Asset Management Strategy to Implement in Food and Beverage Industries in South Africa</i>	M.A. van Heerden	<i>Food Science and Quality Management</i>

Fonte: O autor

Quadro 2 – Títulos dos artigos, autores e periódicos que foram publicados

Ao olhar para os países de publicação, existem dois artigos no Brasil e dois na Itália e, após, cada país possui apenas uma publicação. Conforme ilustrado na Figura 6, é possível perceber que não há uma região de concentração da publicação, ou, em outras palavras, vários países, de forma isolada, estão estudando o tema.



Figura 6 – Países que publicaram sobre o OEE na indústria de bebidas

Em relação às palavras chaves utilizadas nos estudos, nos 15 artigos analisados, foram utilizadas 70 palavras chave. A palavra que apareceu com maior frequência foi “*Overall equipment effectiveness*”, com 6 ocorrências. Ao buscarmos algo que mostre uma tendência nos estudos, é possível perceber que os termos “*downtime analisys*” (tempo de parada), “*micro downtime*” (micro paradas) e “*operational excellence*” (excelência operacional) se repetiram duas vezes, o que indica uma maior preocupação com as interrupções das máquinas, mesmo sendo paradas de curta duração, e também com a qualidade operacional, o que também indica uma preocupação com a qualidade.

Os métodos de coleta de dados nos artigos analisados variaram entre quatro tipos: dados reais, observação, simulação de cenário e questionários. A grande maioria dos artigos (57%), utilizaram dados reais em seus estudos, o que demonstra que as indústrias de bebidas já utilizam ou tem plena capacidade de começar a utilizar o OEE como indicador de eficiência dos seus processos. Em relação ao método de análise, nove artigos apresentaram um modelo de ações sequenciais quando abordaram o OEE e, desta forma, mostram que o processo para medição ou até mesmo evolução deste indicador pode ser atingida através de um plano de ação estruturado.

Quanto às ferramentas de análise, é possível verificar que são aplicadas diversas estratégias, porém, uma se destaca em relação às outras. Utilizada por mais de 25% dos artigos analisados, a análise de MTBF (*mean time between failures*) e MTTR (*mean time to repair*) se mostra como a maior ferramenta de análise quando se estuda o OEE dentro da indústria de bebidas. Mohammad e Aggarwal (2016) apresenta um conceito para este dois indicadores, onde o MTBF é o tempo médio entre falhas e é definido como o tempo médio em que a máquina/linha funciona sem grandes avarias. Já o MTTR é o tempo médio para reparo e é definido como o tempo médio necessário para iniciar uma máquina em avaria. A repetição destes termos dentro das ferramentas de análise indica uma preocupação com a manutenção dos equipamentos.

Quando é tratado o OEE na indústria de bebidas, nos 15 artigos analisados, os autores se utilizaram das mais variadas referências para tratar este tema, onde os que foram citados mais

de duas vezes estão apresentados na Figura 7. Foram, ao todo, 89 artigos citados para fundamentar esse tema. Neste cenário, se destacam De Ron e Rooda (2006) e Muchiri e Pintelon (2008) onde, cada um, foi citado quatro vezes. Quando olhamos pelo prisma cronológico, é possível verificar, através da Figura 8, que grande parte das citações foram feitas com estudos desenvolvidos na última década, o que mostra que o OEE é um tema atual.

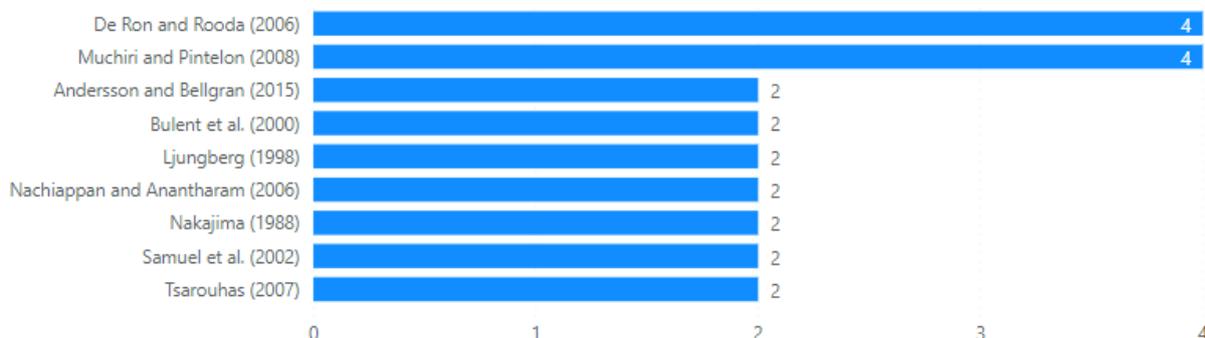


Figura 7 – Autores mais citados para fundamentar o OEE nos artigos avaliados

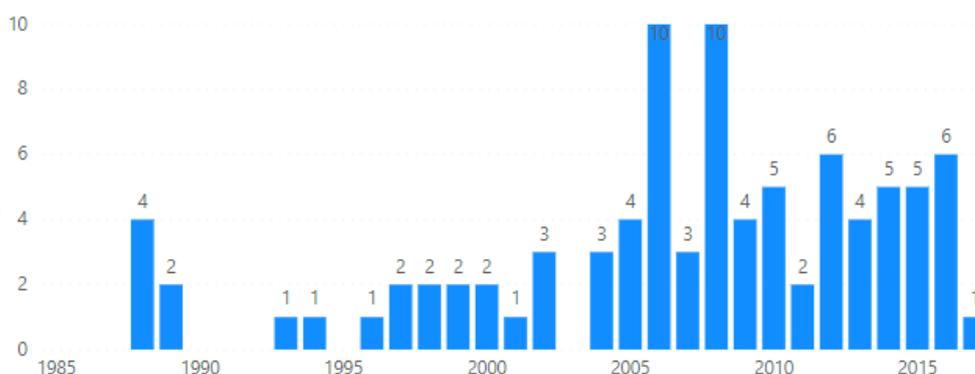


Figura 8 – Ano de publicação dos artigos dos autores citados

Por fim, foi identificado qual o pilar do indicador de eficiência global dos equipamentos é mais utilizado. Com a leitura dos artigos selecionados, foi identificado que 33% destes foram realizados com o foco nos três indicadores (disponibilidade, desempenho e qualidade), ou seja, de que forma cada um influencia no processo produtivo. Em segundo lugar, estão os estudos que focam em desempenho, que representam 27% do total de artigos. Um dado interessante oriundo dessa pesquisa é que dois artigos foram feitos com o foco financeiro, o que quer dizer que o OEE, além de permitir a mensuração da eficiência global dos equipamentos, também serve como um importante dado de entrada para mensurar o impacto financeiro no processo.

5. Conclusão

Embora muitas indústrias de alimentos e bebidas se esforcem para melhorar continuamente as operações, fatores externos estão pressionando a indústria para maximizar a capacidade de produção, melhorar a qualidade do produto e alinhar ativos à dinâmica do mercado (VAN HEERDEN; VLOK, 2015). Neste sentido, este artigo contribuiu para mostrar como o principal indicador de eficiência, o OEE, está sendo utilizado e discutido no cenário mundial, em especial, nas indústrias de bebidas.

A revisão da literatura mostrou que o interesse sobre o tema de eficácia geral dos equipamentos está crescendo nos últimos anos e este mesmo comportamento está inserido dentro da indústria de bebidas, tanto que 2018 foi o ano com maior número de publicações desde 2010.

Diversos estudos já foram realizados sobre o tema, nas mais diversas regiões do planeta. Quando se avalia o número de publicações por país, vemos que o Brasil e a Itália já possuem dois estudos cada sendo que, nos demais, há apenas um artigo sobre o assunto. Quando se avalia os autores que estudaram o assunto, não é possível identificar uma tendência, visto que cada autor publicou apenas um artigo sobre o tema. No entanto, ao se verificar as fontes utilizadas para falar sobre OEE nos artigos avaliados, há uma concentração sobre De Ron e Rooda (2006) e Muchiri e Pintelon (2008), com quatro citações cada.

A maioria dos estudos indicam que o maior foco de análise ainda são os três parâmetros que compõe o OEE: disponibilidade, desempenho e qualidade. Identificou-se que este indicador é bastante versátil e que existem, inclusive, estudos realizados com base neste indicador para realizar a análise do impacto financeiro.

De forma geral, é possível concluir que os estudos sobre OEE na indústria de bebidas está com foco na melhoria do desempenho resultante da manutenção dos equipamentos, uma vez que mais de 25% dos artigos analisados utilizam os indicadores MTBF e MTTR quando se faz a análise da eficiência global em um ambiente fabril. Além disso, com a análise das palavras chave utilizadas, as que mais se repetem se referem às interrupções nos equipamentos. Nesse sentido, um passo importante para a indústria é passar de um paradigma de falha e correção para um paradigma preditivo e proativo (JIN et al., 2016).

Sugere-se pesquisas futuras no tema eficiência global na indústria de bebidas com a correlação das práticas adotadas por indústria em geral, verificando o que está sendo aplicado e, assim, indicar um horizonte para o aumento da disponibilidade, desempenho e qualidade nos processos produtivos de bebidas, não se limitando apenas ao indicador OEE, mas sim, visualizando os caminhos principais que conduzem ao aumento de desempenho da unidade fabril.

Referências

ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. Combining Overall Equipment Efficiency (OEE) and Productivity Measures as Drivers for Production Improvements Combining Overall equipment Efficiency (OEE) and productivity measures as drivers for production improvements. **Swedish Production Symposium 2011**, p. 20–29, 2016.

BATAINEH, O. et al. A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 25, n. 1, p. 144–161, 2019.

BATTINI, D. et al. Downtime Analysis as a tool to improve efficiency in automated production lines: A bottle plant case study. **XX Summer School “Francesco Turco” - Industrial Systems Engineering Downtime**, p. 162–170, 2015.

CAPES, Portal de Periódicos. **Missão e Objetivos**. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109> Acesso em: 25 ago. 2019.

- CASTRO, F. P.; ARAUJO, F. O. DE. Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 9, n. 1, p. 71–84, 2012.
- CAVALCANTE RAPOSO, C. Overall Equipment Effectiveness : Application in a Company in the Drinks Manaus Industrial Sector. **Revista Produção Online**, p. 648–667, 2008.
- CHEN, X. et al. Basis for the model-driven engineering of manufacturing execution systems: Modeling elements in the domain of beer brewing. **Computers in Industry**, v. 101, n. July, p. 127–137, 2018.
- CHENG, C.-Y. A novel approach of information visualization for machine operation states in industrial 4.0. **Computers & Industrial Engineering**, v. 125, n. May, p. 563–573, nov. 2018.
- DE RON, A. J.; ROODA, J. E. OEE and equipment effectiveness: An evaluation. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 23, p. 4987–5003, 2006.
- GÓLCHER-BARGUIL, L. A.; NADEEM, S. P.; GARZA-REYES, J. A. Measuring operational excellence: an operational excellence profitability (OEP) approach. **Production Planning and Control**, v. 30, n. 8, p. 682–698, 2019.
- HE, F. et al. Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines. **Advances in Mechanical Engineering**, v. 10, n. 8, p. 1–20, 2018.
- JIN, X. et al. Present Status and Future Growth of Advanced Maintenance Technology and Strategy in US Manufacturing. **International journal of prognostics and health management**, v. 7, n. Spec Iss on Smart Manufacturing PHM, p. 012, 2016.
- MOHAMMAD, Z.; AGGARWAL, G. OEE Evaluation of Long Life Food Product Line. **International Journal Of Emerging Technology & Research**, v. 4, n. 8, p. 61–66, 2016.
- MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 13, p. 3517–3535, 2008.
- MUGNAINI, R.; STREHL, L. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google Acadêmico e a Web of Science. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, p. 92–105, 2008.
- 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.
- VAN HEERDEN, M. A.; VLOK, P. J. Proposing a Holistic Physical Asset Management Strategy to Implement in Food and Beverage Industries in South Africa. **Food Science and Quality Management**, v. 35, p. 83–99, 2015.
- ZENNARO, I. et al. Micro downtime: Data collection, analysis and impact on OEE in bottling lines the San Benedetto case study. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 35, n. 4, p. 965–995, 2018.