

Artigo

Análise do impacto da implantação da metodologia de Manutenção Produtiva Total em uma indústria de alimentos.

José Eugenio Fernandes Maia ^[1] e Zoroastro Torres Vilar ^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia Mecânica; aluno; josef.maia@alunos.ufersa.edu.br

^[2] Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia Mecânica; Orientador; zoroastro@ufersa.edu.br

Data da defesa: 26/03/2025;

Resumo: Este trabalho busca analisar os impactos da implementação da metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM) em uma fábrica de bebidas não alcoólicas, focando nos indicadores de Disponibilidade, Eficiência e Eficiência Geral dos Equipamentos (OEE). Além disso, mensura o impacto no Tempo de Perdas por Eficiência (TPE) e busca entender os fatores que influenciam o sucesso do TPM. Este estudo examina as três primeiras etapas da manutenção autônoma do TPM, aplicadas de 2020 a 2022, com dados coletados de uma linha de envase de bebidas. Os resultados iniciais mostram melhorias significativas nos índices produtivos no primeiro ano de aplicação, como o aumento do OEE e a queda de 44,78% no TPE em 2021. No entanto, em 2022, houve uma regressão nos ganhos, com redução na Disponibilidade, sugerindo desafios como rotatividade de equipe e adesão à metodologia. A TPM se mostrou eficaz na mitigação de falhas menores e perdas de velocidade, mas ajustes contínuos são essenciais para resultados sustentáveis. O estudo recomenda a análise das próximas etapas do TPM e fatores como mudanças no ambiente produtivo. Este trabalho contribui para a compreensão da TPM na indústria alimentícia e enfatiza a importância do monitoramento e da adaptação contínua para a estabilidade dos resultados.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total (TPM); Indústria Alimentícia; OEE; Disponibilidade; Eficiência;

1. INTRODUÇÃO

No contexto industrial contemporâneo, observa-se uma constante busca por inovação, especialmente nas áreas de automação, controle e monitoramento de processos produtivos dentro das plantas fabris. Esse movimento de renovação tecnológica é impulsionado pela necessidade cada vez mais urgente de melhorar os índices de qualidade e aumentar a rentabilidade do processo produtivo de maneira contínua e sustentável [1]. A evolução dos métodos de produção está diretamente relacionada a avanços tecnológicos que buscam aprimorar a eficiência operacional e a competitividade das indústrias no mercado globalizado.

Em um cenário de intensa competitividade industrial, onde as margens de lucro estão cada vez mais apertadas, a adoção de novas tecnologias se torna um fator crucial para a redução de perdas, otimização de recursos e maximização de resultados financeiros. A automação de processos, a utilização de sensores inteligentes, a integração de sistemas de monitoramento em tempo real e o uso de análises preditivas, por exemplo, permitem que as empresas identifiquem ineficiências e falhas de forma precoce, evitando custos inesperados com manutenções corretivas e melhorando a tomada de decisão. Com essas ferramentas, as indústrias conseguem não apenas melhorar a produtividade, mas também garantir uma operação mais ágil e adaptada às exigências de um mercado cada vez mais dinâmico e competitivo [2].

Uma das características mais marcantes desse cenário atual é a implementação de sistemas sofisticados que integram a instrumentação eletrônica, com a crescente autonomia dos operadores de máquinas, além do uso de alta capacidade computacional para realizar o monitoramento em tempo real e designar intervenções operacionais com o objetivo de otimizar os processos de produção de forma contínua e sem interrupções significativas [3]. Este tipo de inovação tem sido vital para a modernização das fábricas, permitindo que elas se tornem mais ágeis, flexíveis e eficientes. A automação, por exemplo, não apenas substitui a mão-de-obra, mas também potencializa a capacidade humana, permitindo que os operadores tomem decisões baseadas em dados precisos e em tempo real, minimizando erros e aumentando a produtividade.

Dentro desse contexto, uma das áreas com maior impacto na prevenção de perdas na cadeia produtiva das empresas é a manutenção, considerando que o funcionamento adequado e sem falhas de uma máquina é uma condição fundamental para reduzir ao máximo as paradas não planejadas na linha de produção. Essas paradas representam uma perda significativa de tempo e recursos, o que impacta diretamente a eficiência e a rentabilidade das operações. Investir na contenção desse tipo de perda, seja por falhas mecânicas, operacionais ou por desgastes naturais, é uma prática estratégica que deve ser constantemente adotada pelas empresas para garantir a continuidade da produção e o aumento da competitividade no mercado [4]. Portanto, estratégias e inovações tecnológicas no campo da manutenção são fundamentais para alcançar esse objetivo de eficiência operacional.

Nesse contexto de inovação e melhoria contínua, uma das abordagens mais amplamente adotadas pelas indústrias para garantir a eficiência e a produtividade das máquinas e equipamentos é a Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance, ou TPM, em inglês). A TPM é uma estratégia de manutenção altamente eficaz que visa otimizar os indicadores de produção de uma fábrica por meio da redução significativa das paradas de produção, com o foco principal na diminuição das intervenções corretivas, ou seja, as reparações que ocorrem após o surgimento de falhas [5, 6]. Esse modelo de manutenção busca um nível de eficiência onde as falhas e quebras são raras, promovendo, assim, a continuidade da produção e a redução do desperdício de tempo e recursos.

Uma das formas mais eficazes de medir os ganhos proporcionados pela implementação da TPM é por meio da análise da Eficácia Geral do Equipamento (Overall Equipment Effectiveness – OEE, em inglês) [4,5,6]. O OEE é um indicador essencial, pois permite avaliar a disponibilidade, o desempenho e a qualidade dos equipamentos de maneira integrada, oferecendo uma visão clara da eficiência de cada máquina ou linha de produção. Essas métricas são fundamentais para monitorar e melhorar continuamente a performance operacional dentro de uma planta fabril, orientando a tomada de decisões estratégicas de manutenção.

No entanto, a TPM não é uma metodologia que pode ser implementada de maneira imediata e sem planejamento adequado [4,6]. Ela envolve a adoção de sete etapas de aplicação de manutenção autônoma, nas quais os próprios operadores de máquinas são os protagonistas das atividades de manutenção. Essa mudança de paradigma exige um tempo considerável para que os profissionais da linha de frente assimilem as novas práticas, etapas por etapas, e se tornem competentes na execução das atividades de manutenção preventiva e corretiva, sem a necessidade de intervenção constante de técnicos especializados [6]. Essa transição requer treinamento adequado, mudanças na cultura organizacional e, principalmente, o comprometimento de todos os envolvidos para garantir o sucesso do modelo TPM [7].

Os sete passos da manutenção autônoma propostos pela TPM (Manutenção Produtiva Total) são uma série de etapas cuidadosamente planejadas para garantir a eficácia da manutenção dentro das fábricas. Essas etapas envolvem atividades como limpeza, lubrificação e pequenos reparos que os operadores de máquinas podem realizar dentro das suas capacidades e limitações, com o objetivo final de eliminar todas as ocorrências de manutenção corretiva de baixa complexidade, aquelas que podem ser resolvidas sem a necessidade de intervenções mais especializadas ou dispendiosas [6,8]. O sucesso dessa metodologia depende da compreensão e comprometimento de todos os profissionais envolvidos, visto que ela requer uma mudança significativa na forma como os operadores lidam com os processos de manutenção no dia a dia.

A implementação da TPM é um processo gradual e exige a dedicação plena de todos os envolvidos. Para que seja bem-sucedida, a metodologia necessita de um compromisso de todos os níveis da empresa, desde a alta gestão até os operadores da linha de produção. Além disso, é necessário que a empresa esteja disposta a investir em recursos educacionais e estruturais adequados para possibilitar a implementação bem-sucedida da manutenção autônoma. Esses recursos incluem treinamentos, workshops e até a aquisição de ferramentas específicas que vão permitir que os operadores executem com competência as tarefas de manutenção [6,7]. O apoio contínuo e a formação de uma cultura de manutenção autônoma são essenciais para que a TPM se torne uma prática efetiva dentro da organização.

Ao decidir adotar a TPM, uma indústria deve passar por um processo de adaptação que começa no estrato estratégico da empresa, onde as decisões de alto nível são tomadas, e vai se desdobrando até o setor operacional, onde as atividades práticas e diárias ocorrem. A TPM se apresenta como uma ferramenta eficaz no ambiente operacional, pois capacita os operadores de máquinas a gerenciar as falhas e mitigar as pausas na produção de maneira assertiva e proativa [7]. Ao empoderar os operadores para que eles possam tomar decisões rápidas e informadas, a TPM minimiza o impacto de falhas inesperadas e melhora a continuidade do processo produtivo [6,7]. Esse empoderamento é vital para que o sistema funcione de maneira eficaz, pois coloca os operadores no centro do processo de manutenção.

A implementação das etapas da manutenção autônoma precisa ser feita de maneira gradual, com a cadência de cada fase sendo determinada com base no desempenho dos operadores e da equipe de apoio. Cada etapa requer que as atividades anteriores sejam dominadas antes de avançar para as próximas fases, garantindo que a mudança ocorra de forma estruturada e sem sobrecarregar os trabalhadores com tarefas excessivas ou complexas [7]. Além disso, é importante que cada passo seja ajustado de acordo com a evolução do processo, de modo que a manutenção autônoma se torne uma prática cada vez mais eficiente e menos dependente de intervenções externas.

No primeiro passo da manutenção autônoma, o foco dos operadores é a realização de atividades básicas, porém essenciais, como limpeza e lubrificação do equipamento. Além disso, eles devem realizar a verificação de parafusos e outras partes móveis para garantir que tudo esteja funcionando de maneira eficiente e segura. A retirada de objetos desnecessários do ambiente de trabalho também faz parte dessa etapa, uma vez que esses itens podem interferir no bom funcionamento da linha de produção. A realização dessas atividades simples ajuda a prevenir falhas futuras e contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e organizado [7,8,9,10].

O segundo passo tem como objetivo a otimização das atividades do primeiro passo, principalmente no que se refere à limpeza e lubrificação. A ideia aqui é identificar os locais de difícil acesso nos equipamentos e propor soluções que permitam realizar essas tarefas de maneira mais eficiente, reduzindo o tempo gasto nessas atividades e aumentando sua eficácia. Com a melhoria contínua desses processos, espera-se que a manutenção se torne mais ágil, permitindo que a produção flua com menos interrupções [7,8,9,10].

No terceiro passo, os operadores estabelecem padrões para as atividades de limpeza, lubrificação e verificação de parafusos que foram executadas nas etapas anteriores. Nessa fase, são definidos níveis de estoque mínimo de insumos, como lubrificantes e outros materiais necessários para a manutenção. Além disso, é importante estabelecer indicadores visuais, como marcas de nível de óleo nas máquinas, para garantir que os operadores possam identificar facilmente quando é necessário reabastecer. A criação de janelas de inspeção, que são períodos programados para realizar verificações no equipamento, também começa a ser considerada, com o objetivo de melhorar ainda mais a eficácia das rotinas de manutenção. A meta dessa etapa é também medir o tempo gasto nas tarefas e buscar maneiras de otimizar esse tempo, criando processos cada vez mais eficientes [7,8,9,10].

O quarto passo envolve o aprendizado do conceito de Inspeção Geral. Aqui, a equipe especializada de manutenção treina os operadores para que possam identificar falhas menores e defeitos nos equipamentos, corrigindo-os antes que se tornem problemas maiores. Também é nessa fase que se aprende a modificar os locais de difícil acesso, visando otimizar as atividades de limpeza, lubrificação e aperto de parafusos. Essa etapa é crucial, pois permite que os operadores adquiram as habilidades necessárias para tomar decisões rápidas e eficazes em relação à manutenção, sem precisar de apoio constante de técnicos especializados [7,8,9,10].

No quinto passo, é criada uma lista de inspeção autônoma, que serve como um planejamento de atividades de manutenção. Essa lista é elaborada pelos próprios operadores, mas deve ser analisada pela equipe especializada de manutenção para garantir que não haja erros ou excessos. A inspeção autônoma, quando realizada corretamente, permite que os operadores possam executar as tarefas de manutenção de maneira mais eficiente, identificando áreas que podem ser melhoradas e corrigindo falhas antes que se tornem problemas maiores [7,8,9,10].

No sexto passo, a TPM se volta para o próprio operador e o ambiente de trabalho. É nessa etapa que se introduz o conceito de moldes, gabaritos e ferramentas específicas para reduzir os erros cometidos pelos operadores. Essas ferramentas ajudam a garantir que as atividades de manutenção sejam feitas corretamente e com o mínimo de erros possíveis. Além disso, a coleta de dados de produção e qualidade passa a ser uma prática comum, permitindo que os operadores identifiquem áreas para melhorias e façam ajustes conforme necessário [7,8,9,10].

O sétimo e último passo da TPM é uma revisão de todos os passos anteriores, com um foco no aprofundamento das técnicas e aprendizados adquiridos até então. Nessa fase, é importante que todos os

operadores e equipes de manutenção revisem o que foi implementado e identifiquem pontos de melhoria, buscando sempre a excelência nas atividades de manutenção [7,8,9,10].

Os impactos positivos da TPM não são apenas percebidos na última etapa, mas já começam a aparecer nos primeiros ajustes realizados durante as três primeiras etapas, quando se observa uma redução significativa nas falhas e melhorias na eficiência operacional. Esses avanços iniciais podem ser um indicativo claro de que o modelo está funcionando e gerando resultados positivos, como a diminuição de paradas não planejadas e aumento da vida útil dos equipamentos [7, 8,9,10].

No entanto, é importante destacar que a simples aplicação de métodos avaliativos prontos e importados de outros países pode resultar em falhas. Qualquer parâmetro de avaliação ou sistema de gestão que seja cegamente aplicado pode não ser eficaz, especialmente ao desconsiderar as especificidades culturais, sociais e econômicas de cada país [8, 9, 10].

O Brasil, por exemplo, enfrenta desafios únicos, como desigualdades regionais, uma grande diversidade socioeconômica e barreiras educacionais, que são bem diferentes dos desafios encontrados em países como o Japão, onde sistemas como o TPM (Total Productive Maintenance) e o 5S, programa do qual o TPM se inspira [8, 9, 10], foram idealizados. Por isso, as empresas brasileiras devem desenvolver suas próprias estratégias de gestão e educação, adaptadas à realidade local, para garantir que os métodos adotados sejam eficazes e proporcionem resultados concretos e sustentáveis [6,8].

Uma das características mais importantes da TPM é a participação ativa dos operadores, que, mesmo sem um conhecimento técnico aprofundado em manutenção, desempenham um papel essencial na execução das atividades propostas. Para aqueles que não têm essa formação técnica, é fundamental que a empresa ofereça a educação necessária para capacitá-los, tornando-os aptos a realizar a manutenção de maneira eficiente e eficaz [11].

Além da preocupação com a capacitação dos colaboradores, o sucesso da TPM depende também da avaliação dos indicadores, como disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE (Eficácia Geral do Equipamento), que devem ser monitorados de forma contínua para medir o impacto das mudanças implementadas e garantir a melhoria contínua [9,10].

Portanto, uma vez que há tantas variáveis que distinguem a indústria brasileira de outras realidades [9,10], é justificável que se faça uma análise real de uma fábrica com características produtivas brasileiras, desde a cultura de trabalho à maneira pela qual se tem acesso a recursos e insumos produtivos, em um ramo industrial típico do país: o segmento alimentício. Ainda, é importante frisar que esse artigo foi produzido com base em uma linha de produção operada por cerca de 30 trabalhadores, divididos em quatro turnos. Essa linha de produção esteve em funcionamento em regime ininterrupto durante os meses estudados.

Nessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo geral mensurar, quantitativamente, o impacto da aplicação do TPM numa fábrica de bebidas não alcoólicas, por meio da análise dos indicadores de Eficiência, Disponibilidade e OEE e medir o impacto no Tempo de Perdas por Eficiência. Como objetivos específicos, essa análise visa entender quais os fatores que podem influenciar o sucesso da aplicação do TPM.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As informações contidas neste trabalho foram coletadas em uma fábrica de bebidas não alcoólicas localizada no interior da região Nordeste, mais especificamente em uma de suas linhas de produção, responsável pelo envase dos produtos. O processo de coleta de dados abrangeu um período específico de operação da linha, permitindo uma análise detalhada das ocorrências nos meses de novembro e dezembro dos anos de 2020, 2021 e 2022.

Diante do exposto, foi importante entender que a linha de produção utilizada como parâmetro nesta pesquisa contava com equipes de operação e manutenção compostas por funcionários diretos da fábrica. Ou seja, não houve, no período analisado, a utilização de mão de obra terceirizada, seja para a operação das máquinas, seja para sua manutenção.

Foram utilizados três pontos de coleta de informações sobre as paradas nessa mesma linha de produção, com o objetivo de identificar com maior precisão a origem das falhas quando estas ocorriam.

No que se refere às ferramentas, os dados analisados neste trabalho foram adquiridos por meio do sistema de controle industrial Prodwon®.

A comparação entre os períodos estudados foi realizada por meio da análise quantitativa dos indicadores de produção Disponibilidade e Eficiência. De maneira complementar, também foi analisado o indicador OEE.

No entanto, como o objetivo deste trabalho não foi a avaliação da qualidade dos produtos, a variável de qualidade foi considerada com valor igual a 1 para fins de cálculo, sendo um elemento neutro na operação de multiplicação. As Equações 1a e 1b apresentam o cálculo do OEE [12, 13, 14] padrão e seu desenvolvimento para o cálculo do OEE utilizado neste trabalho.

$$OEE = Disponibilidade (D) * Eficiência (E) * Qualidade \quad (1a)$$

$$OEE = D * E \quad (1b)$$

O cálculo da Disponibilidade [12, 13, 14] está descrito na Equação 2, enquanto o cálculo da Performance [12, 13, 14] está na Equação 3.

$$D = \frac{\text{Tempo Programado para Produzir (TPP)}}{\text{Tempo de Produção (TP)}} \quad (2)$$

$$E = \frac{\text{Tempo Real de Produção (TRP)}}{\text{Tempo de Produção (TP)}} \quad (3)$$

O Tempo Programado para Produzir (TPP) foi considerado como o período estipulado pelo setor de Planejamento e Controle da Produção para que, em um cenário sem perdas de tempo, ocorresse a produção. O Tempo de Produção (TP) foi calculado conforme descrito na Equação 4, e o Tempo Real de Produção (TRP), conforme descrito na Equação 5.

$$TP = TPP - \text{Tempo de Perdas de Disponibilidade (TPD)} \quad (4)$$

$$TRP = TP - \text{Tempo de Perdas de Eficiência (TPE)} \quad (5)$$

No contexto desta pesquisa, o Tempo de Perdas de Disponibilidade (TPD) foi definido como o total de tempo gasto com ajustes de produção, falhas e manutenções (preventivas, preditivas ou corretivas). Já o Tempo de Perdas de Eficiência (TPE) foi definido como a redução de performance da máquina devido à diminuição da velocidade de produção ou a pequenas paradas não relacionadas a falhas mecânicas ou elétricas [12, 13, 14].

Para fins de comparação, considerando que o fluxo de produção da indústria alimentícia está fortemente ligado à sazonalidade dos produtos, foram selecionados os bimestres novembro-dezembro de três períodos distintos da empresa:

- Ano de 2020, antes da aplicação da manutenção autônoma.
- Ano de 2021, durante a aplicação da terceira etapa.
- Ano de 2022, com a aplicação da terceira etapa já consolidada.

A cadeia de processos entre a obtenção dos dados e a análise dos resultados obtidos pode ser vista na Figura 1.

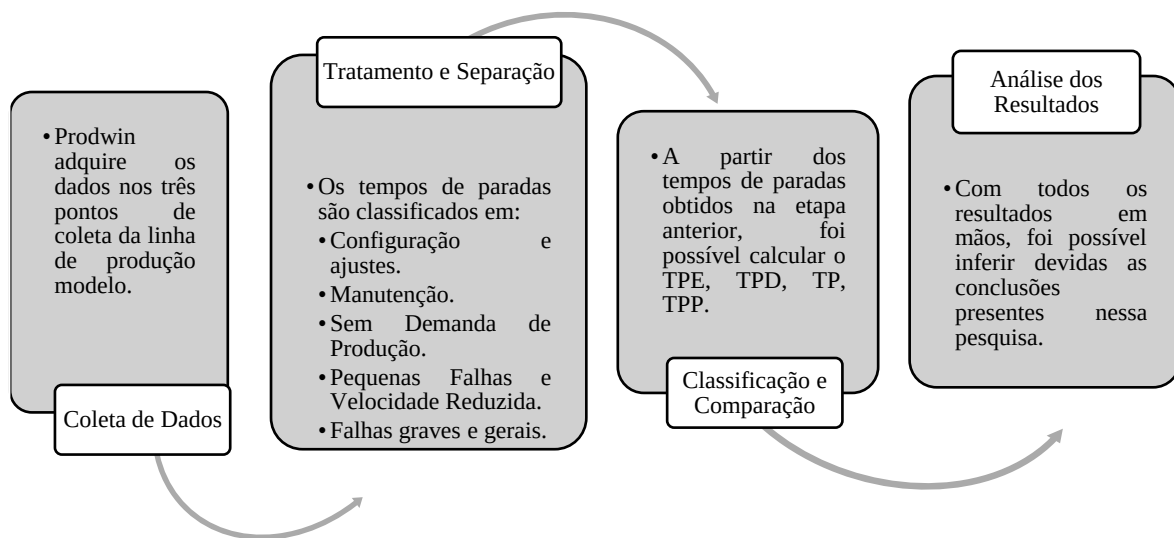


FIGURA 1. Fluxograma contendo as quatro etapas do processo de aquisição e análise dos dados da pesquisa. Fonte: Autoria Própria.

3. RESULTADOS

A princípio, é importante tomar nota dos níveis de Disponibilidade e Performance da máquina-piloto objeto de estudo desse trabalho antes da aplicação da metodologia. Esses dados podem ser vistos na Figura 2.

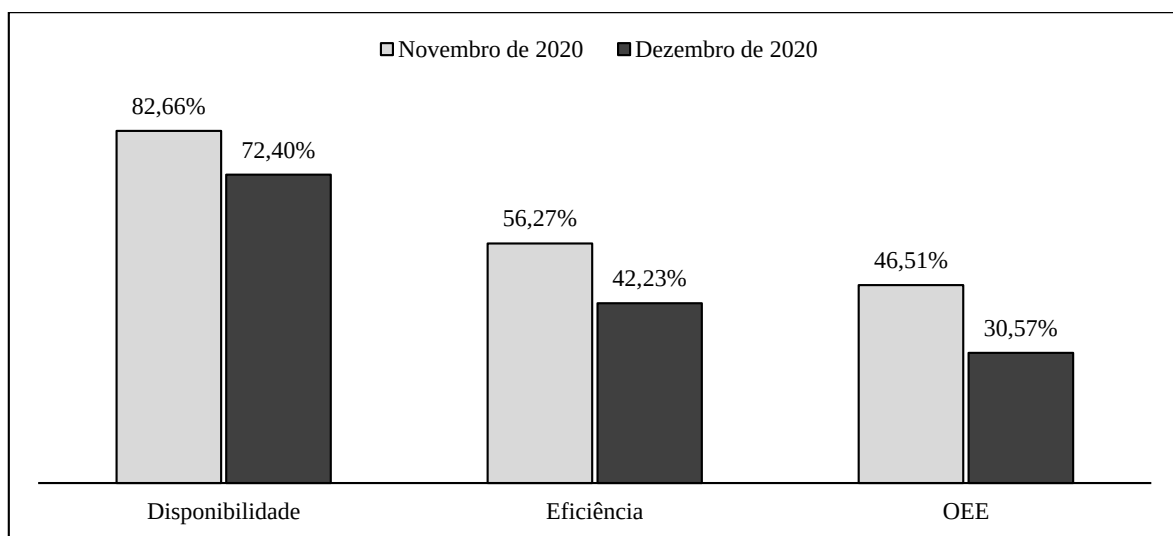


FIGURA 2. Disponibilidade, Eficiência e OEE para os meses de Novembro e Dezembro de 2020. Fonte: Autoria Própria.

Diante desse cenário, não é difícil perceber, para essa indústria, no intuito de aumentar o OEE e, consequentemente, melhorar os índices de produção, era necessário tomar ações no que se refere às taxas de disponibilidade e de eficiência. Nesse sentido, a Figura 3 ajuda a entender como o Tempo Planejado para Produzir (TPP) estava sendo diminuído devido ao substancial Tempo de Perdas de Disponibilidade (TPD), que é a soma das perdas de tempo por conta de Configurações e ajustes, Manutenção e Falhas Graves.

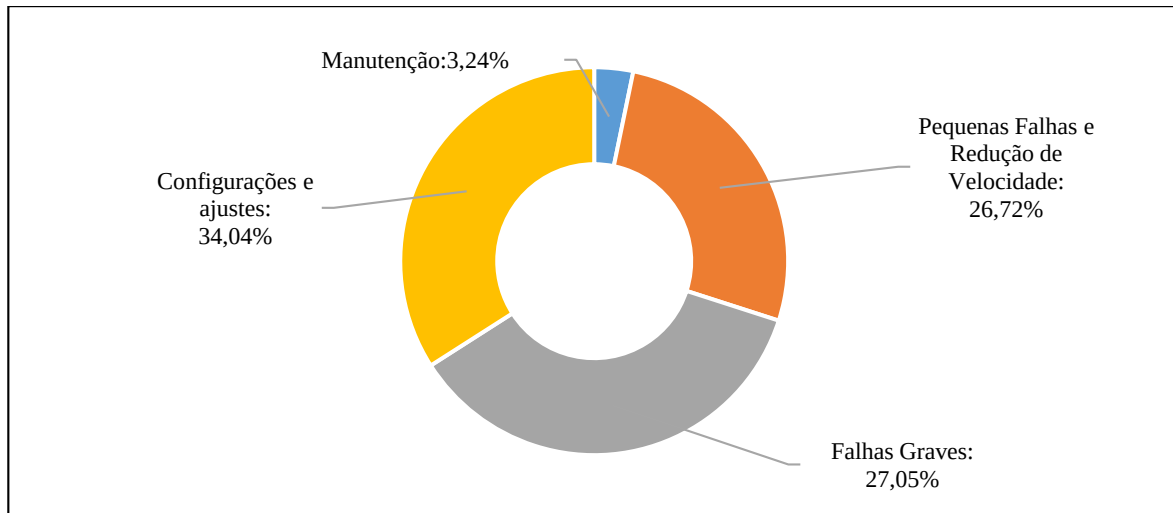


FIGURA 3. Distribuição de Tipos de Perdas de Disponibilidade e de Eficiência nos meses de novembro e dezembro de 2020. Fonte: Autoria Própria.

É possível perceber que do total de tempos de perda, 26,72% está atrelado a pequenas falhas e redução na velocidade de produção, isto é, paradas relacionadas a sujidade, lubrificação ou pequenos ajustes mecânicos. É interessante ressaltar que é nesse tipo de perda que a TPM visa atuar [8].

Os três primeiros passos da manutenção autônoma foram aplicados na indústria estudada ao longo do biênio 2020-2021 e, já com a terceira etapa implementada e em fase de execução, foi possível analisar, no mesmo período do ano de 2020, que o ano de 2021 trouxe mudanças na forma como o TPE e o TPD foram impactados com a aplicação dessa metodologia de manutenção. Parte dessa análise pode ser observada na Figura 4.

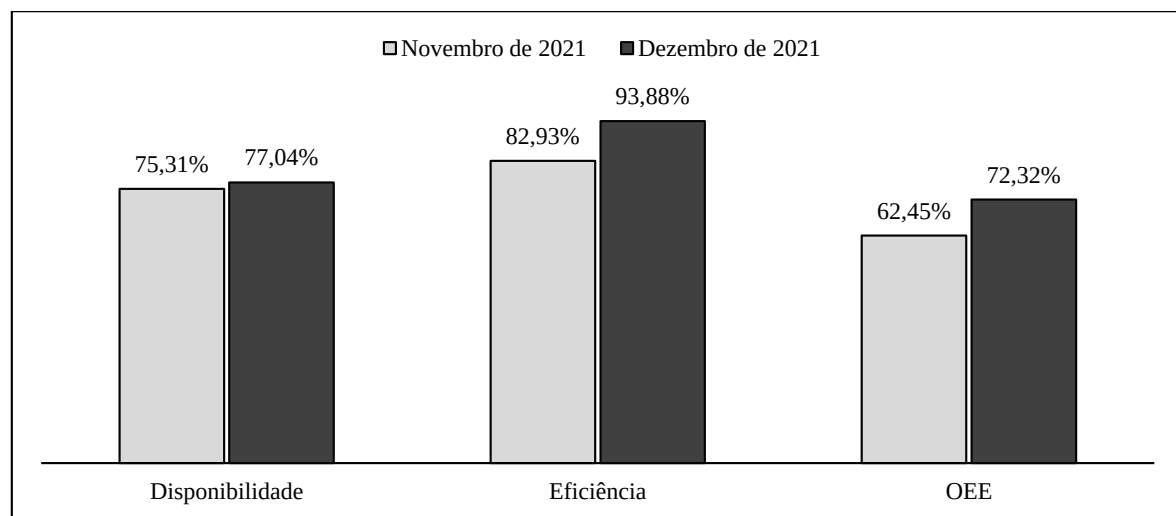


FIGURA 4. Disponibilidade, Eficiência e OEE para os meses de Novembro e Dezembro de 2021. Fonte: Autoria Própria.

Com um ano de implementação do método de Manutenção Produtiva Total, é notório o desenvolvimento e melhoria quantitativa dos indicadores de Disponibilidade e Eficiência, bem como o OEE. Este último índice conta com um aumento de 15,85% no mês de novembro e 41,72% no mês de dezembro, quando comparados os respectivos meses no ano de 2020 e 2021.

Outro dado pertinente ao trabalho é que o TPE, isto é, o tempo gasto com pequenas perdas ou perdas na velocidade de produção – desperdícios cujo TPM tem a mitigação como um dos principais objetivos – caiu 44,78% na comparação entre os mesmos períodos dos anos estudados.

Já a distribuição do TPD (que mostra as perdas por falhas, ajustes e manutenções) de novembro e dezembro 2021 não sofreu alterações consideráveis em relação ao mesmo bimestre de 2020. O que indica uma recepção positiva em relação à terceira etapa da implementação da Manutenção Produtiva Total, já que é a

etapa que cuida dos pequenos ajustes, de limpeza, lubrificação e verificação de aperto de juntas, além do mapeamento de locais de difícil acesso.

Ao analisar os resultados do bimestre final de 2022, dispostos na Figura 5, com aproximadamente dois anos desde a implementação da terceira etapa da manutenção autônoma, é possível verificar uma queda no OEE aos níveis de 2020. Contudo, ao verificar os dados de Disponibilidade e Eficiência, pode-se inferir que houve uma variação positiva nos níveis de eficiência (o que indica queda no TPE) e uma variação negativa na disponibilidade (o que indica elevação do TPD), essas variações podem, entre outras causas, ter relação com a rotatividade dos operadores que trabalham na linha de produção estudada.

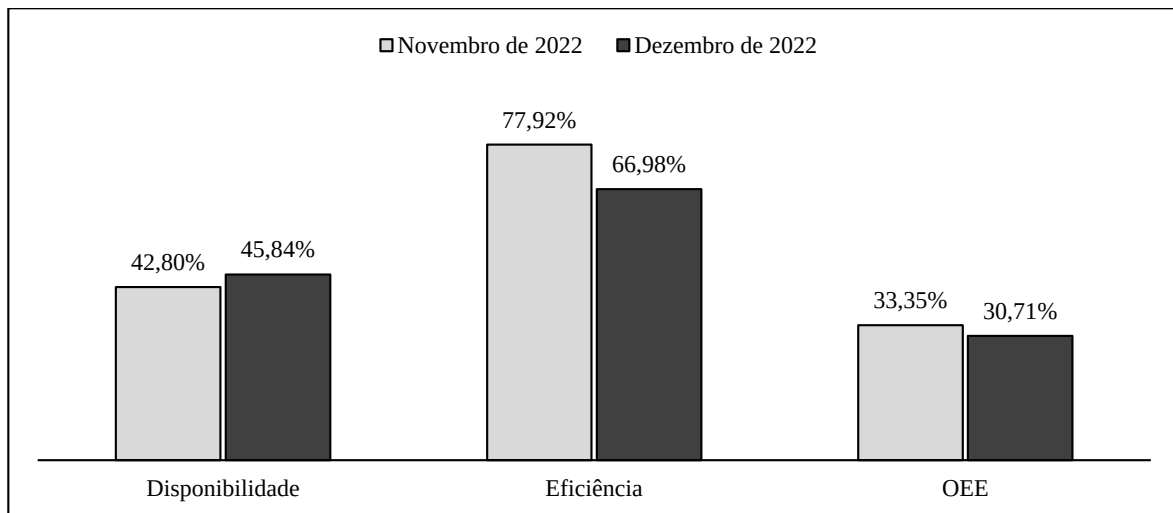


FIGURA 5. Disponibilidade, Eficiência e OEE para os meses de Novembro e Dezembro de 2022. Fonte: Autoria Própria.

Ao observar a distribuição de tipos de perdas de disponibilidade e eficiência nos meses de novembro e dezembro de 2022, disposto na Figura 6, é possível perceber que, ao comparar com os resultados da Figura 3, não é possível verificar alterações nesse tipo de distribuição.

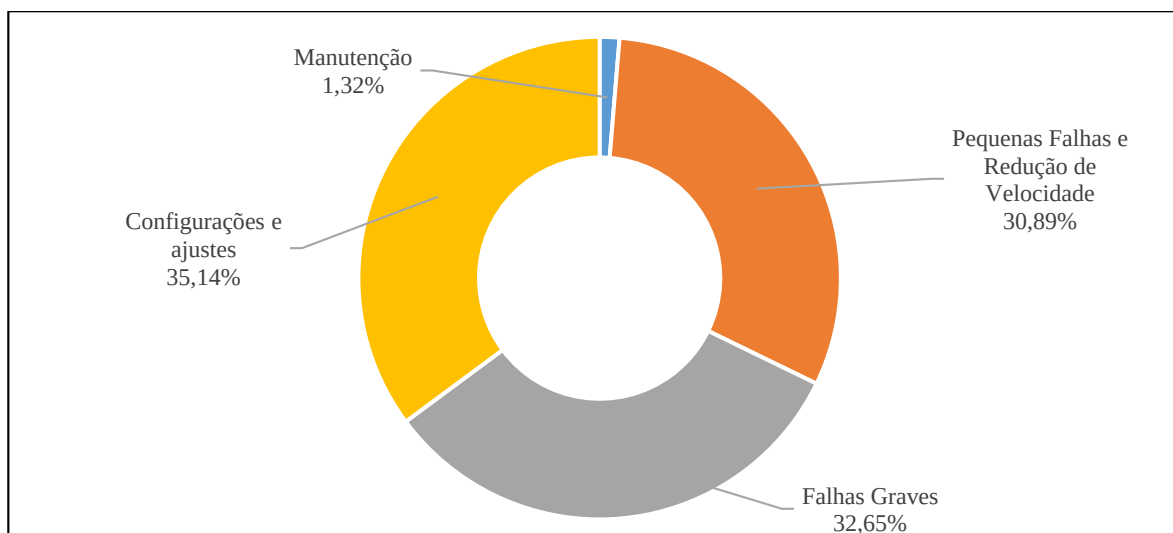


FIGURA 6. Distribuição de Tipos de Perdas de Disponibilidade e de Eficiência nos meses de novembro e dezembro de 2022. Fonte: Autoria Própria.

Contudo, uma análise pertinente ao que esse estudo propõe é a comparação entre resultados de TPE líquido entre os anos de 2020, 2021 e 2022, como mostra a Figura 6. Para nível de comparação, foi utilizado o ano de 2020 como termo de parametrização, isto é, o Tempo de Perdas de Eficiência líquido de novembro e dezembro de 2020 foi considerado como 100% e os resultados análogos dos anos de 2021 e 2022 foram comparados com esse total. Essa comparação está destacada na Figura 7.

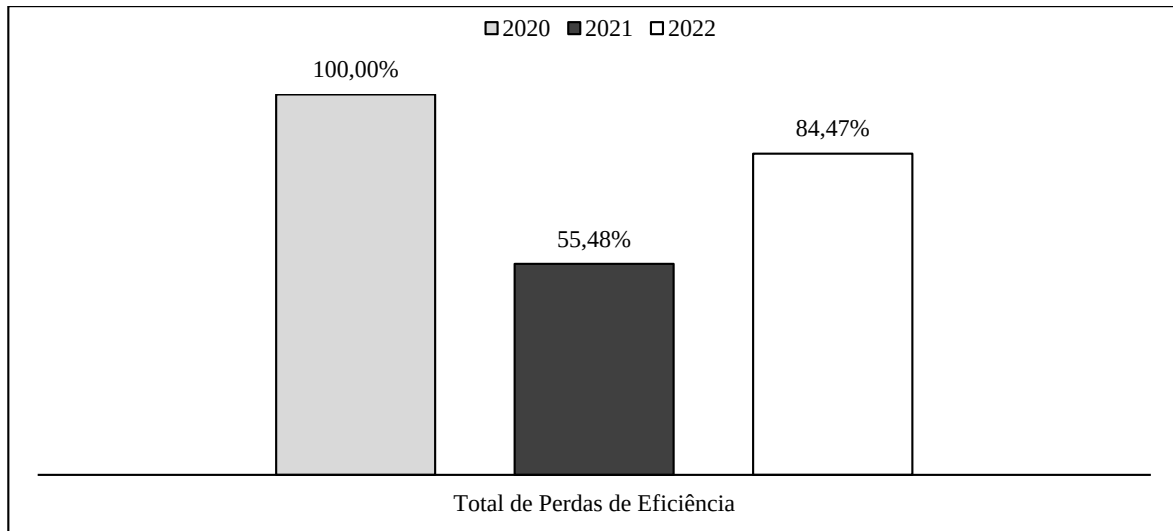


FIGURA 7. Comparação entre os Totais de Perdas de Eficiência dos meses de novembro e dezembro de 2020, 2021 e 2022. Fonte: Autoria Própria.

A partir dessa comparação, é necessário destacar que a variação positiva em relação ao ano de 2022 é algo que deve ser objeto de estudo, uma vez que diminuir o TPE é um dos focos do TPM e essa metodologia de manutenção visa a melhoria dos resultados ao decorrer do tempo, fato este que não se verifica na realidade exposta, de acordo com a Figura 7. Um dos fatores primordiais que podem atuar nessa flutuação é a rotatividade de operadores de produção nesse período, uma vez que mudanças no quadro de funcionários têm ação direta no nível de capacitação da equipe, fator este primordial para melhoria e manutenção dos resultados da TPM [7].

4. CONCLUSÃO

Este trabalho analisou os impactos da implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) em uma linha de produção de bebidas não alcoólicas, com ênfase na influência das primeiras três etapas da manutenção autônoma sobre os indicadores de Disponibilidade, Eficiência e OEE. Os resultados demonstraram que a aplicação inicial da metodologia resultou em uma melhoria significativa nos indicadores produtivos, evidenciada pela redução do Tempo de Perdas de Eficiência (TPE) e pelo aumento do OEE nos anos de 2020 e 2021. No entanto, observa-se uma tendência de regressão nos resultados no ano de 2022, indicando desafios na sustentação dos benefícios da TPM ao longo do tempo.

A análise comparativa entre os períodos indicou que a redução do TPE foi um dos principais fatores para a melhora da Eficiência e, conseqüentemente, do OEE, demonstrando a relevância da TPM na prevenção de pequenas falhas e perdas de velocidade. Entretanto, a queda da Disponibilidade em 2022 sugere a necessidade de revisão e reforço das práticas de manutenção para evitar o aumento do Tempo de Perdas de Disponibilidade (TPD).

Os resultados apontam para a importância do acompanhamento contínuo e da adequação das práticas da TPM à realidade operacional da fábrica. Recomenda-se que futuros estudos aprofundem a investigação sobre os fatores que podem ter influenciado a regressão dos indicadores em 2022, considerando aspectos como rotatividade de equipe, adesão ao programa de manutenção e possíveis mudanças no ambiente produtivo. Ademais, sugere-se a análise da implementação das próximas etapas da TPM para verificar seu impacto na estabilidade dos ganhos obtidos.

Dessa forma, este estudo contribui para a compreensão dos efeitos da TPM na indústria alimentícia e ressalta a necessidade de continuidade nas estratégias de gestão da manutenção para garantir melhorias sustentáveis na eficiência produtiva.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Zervoud, Evanthia K. Fourth Industrial Revolution: Opportunities, Challenges, and Proposed Policies. Em *Industrial Robotics – New Paradigms*, 1ª ed. Antoni Grau, Zhuping Wang, Eds.; Editora: IntechOpen Catalunha, Espanha, 2020; Volume Único.

- [2] Oliveira, Katriny W.; Guimarães, Irce F. G.; Miranda, José F.;. O Índice de Controle de Eficiência e Manutenção Produtiva Total para o Controle da Capacidade Produtiva de uma Indústria de Commodities. Em Anais do XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20 a 23 de outubro de 2020;
- [3] Vestin, Alexander; Safsten, Kristina, Lofving, Malin. Revealing the ontent of Industry 4.0: A Review of Literature. *Advances in Transdisciplinary Engineering*. K. Sasften, F. Elgh. Eds; Alemanha, 2020; Volume 13, pag 563-574.
- [4] Penedo, LS; et al. Utilização das ferramentas da qualidade nos processos de manutenção, visando o desperdício de tempo e a produtividade. *Revista Teccen*. 2020 Jan./Jun.; 13 (1): 16-24.
- [5] Biehl, Norberto Carvalho; Sellitto, Miguel Afonso. TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 1123-1147, 2015.
- [6] Teles, F.; Pereira, V. N. C.; Pereira, G. S.; Teles, H. H. M.; Almeida, M. N.; Neto, H. C. A.; Caselli, F. T. R. Obstáculos e benefícios da implantação da Manutenção Produtiva Total (MPT): uma revisão de literatura. *Revista Gestão e Secretariado*, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 6386-6399, 2023.
- [7] El Balshi, M. A. S. M. M. Empowering the teacher with the requirements of the Fourth Industrial Revolution and activating it in the educational process, v. 5, n. 2, 2022.
- [8] Wolska, M.; Gorewoda, T.; Roszak, M.; Gajda, L. Implementation and Improvement of the Total Productive Maintenance Concept in an Organization. *Encyclopedia 2023*. Barretta, R.; Lo Faro, M. (Eds.). v. 3, p. 1537–1564, 2023.
- [9] Carrijo, J. R. S. Adaptações do Modelo de Referência do Total Productive Maintenance para Empresas Brasileiras. 2008. 179 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, 2008.
- [10] Cysneiros, J. M. G.; Almeida Filho, A. T. Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção numa empresa metroviária. 2004. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- [11] Ribeiro, H. *TPM Guia de implantação: a metodologia para o sucesso do TPM*. 1. ed. Volume 1. São Paulo: PDCA Editora, 2017.
- [12] Churi, N.; Adams, L. L.; Witt, P. W. Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Micro-Surgical Device Manufacturing. *The Journal of Business Leadership*, v. 31, n. 1, Spring 2024.
- [13] Putera, A. R. S. Roving Machine Maintenance Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method at PT. Mertex Indonesia. *Procedia of Engineering and Life Science*, v. 7, Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 7th), 2024.
- [14] Almashqbeh, Sahar; Hernandez, Eduardo Munive. Evaluation and improvement of a plastic production system using integrated OEE methodology: a case study. *Sciend*, v. 32, n. 3, p. 450-463, 2024.