

A IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA E DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO CONTROLE DE QUALIDADE DOS PROCESSOS DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO

Danilo de Oliveira Santos Costa, daniloo.costa@unifacol.edu.br¹

Emerson José dos Prazeres Souza, emersonj.souza@unifacol.edu.br¹

Filipe Eliakine Patrício dos Santos, filipeeliakine@gmail.com²

Inaldo Amorim da Silva, inaldoamorim@hotmail.com³

Márcio Rolemberg Freire, rollebergfreire@hotmail.com²

Mathews Lima dos Santos, mathews.lima@ufpe.br¹

Moisés Euclides da Silva Junior, juniormoisés7@hotmail.com¹

¹Centro Universitário FACOL, R. Pedro Ribeiro, 85 - Universitário, Vitória de Santo Antão – PE, 55612-285;

²Centro Universitário Estácio do Recife, Av. Gen. San Martin, 1449, Jiquiá, Recife – PE, 50761-650;

³Instituto Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-545.

Resumo. O princípio básico do controle estatístico de processo está na seleção de uma variável a ser monitorada, a qual deve ser uma das características importantes de um produto ou processo. A partir disso, deve-se avaliar o sistema de medição, a fim de verificar se ele é capaz de detectar a variação do processo. A metrologia tem papel fundamental de controlar os processos industriais, pois estabelece a acurácia e a precisão nas medições dos componentes das máquinas ou do produto, garantindo assim dados confiáveis e um processo com poucas variações. No cenário industrial atual, a manutenção está se tornando cada dia mais importante, uma vez que as empresas estão usando-a como ferramenta de competitividade para manter seus produtos com maior qualidade, prolongando a vida útil de seus equipamentos e conseqüentemente um bom Tempo Médio entre Falhas. Este estudo busca demonstrar a importância da aplicação da metrologia e manutenção industrial em uma empresa fabricante de alimentos localizada no estado de Pernambuco, com a missão de rastrear as falhas de medições do processo e aplicar ferramentas estratégicas da manutenção industrial na unidade produtiva, visando de evidenciar o controle dos processos, reduzir as falhas dos equipamentos e garantir a alta qualidade dos produtos.

Palavras-chave: Metrologia, CEP, Manutenção Industrial, Processo, MTBF.

Abstract. The basic principle of statistical process control is the selection of a variable to be monitored, which should be one of the important characteristics of a product or process. From this, the measurement system must be evaluated, in order to verify if it is able to detect the variation of the process. Metrology has a fundamental role in controlling industrial processes, as it establishes the accuracy and precision in the measurements of the machine components or the product, thus ensuring reliable data and a process with few variations. In the current industrial scenario, maintenance is becoming more important every day, since companies are using it as a competitive tool to keep their products with higher quality, extending the useful life of their equipment and consequently a good Mean Time Between Failures. This study seeks to demonstrate the importance of applying metrology and industrial maintenance in a food manufacturing company located in the state of Pernambuco, with the mission of tracking process measurement failures and applying strategic tools of industrial maintenance in the productive unit, aiming to evidence the control of processes, reduce equipment failures and ensure the high quality of the products.

Keywords: Metrology, SPC, Industrial Maintenance, Process, MTBF.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da qualidade e, conseqüentemente do mercado, as organizações passaram a visualizar o quanto importante é investir na satisfação do seu consumidor e passou a assumir diferentes estratégias para melhoria dos seus

serviços. À vista disso, as organizações passaram a explorar tal fato como gerador de vantagem competitiva (Biloshkurska, 2015; Moser *et al.*, 2018).

A crescente concorrência industrial tem direcionado novos desafios em todos os ramos da engenharia. As indústrias de manufatura devem cada vez mais exercer grandes esforços para garantir a sua competitividade e, conseqüentemente, a sua sobrevivência no mercado. Essa competitividade pode ser expressa como função da maior qualidade aliada a custos reduzidos, permitindo um ganho efetivo do mercado globalizado, na qual novos materiais, novos processos de manufatura, novas variações no projeto e outras características tendem a melhorar a posição de uma corporação frente às necessidades dos consumidores (NBR ISO 9000, 2000).

Enquanto todo processo exibe variação, alguns deles exibem variação controlada, e outros exibem variação não controlada (Shewhart, 1980). Com base nisso, os padrões consistentes de variação dos padrões imprevisíveis de variação, é inserido o conceito de controle estatístico de processo (CEP).

O princípio básico do controle estatístico de processo está na seleção de uma variável a ser monitorada, a qual deve ser uma das características importantes de um produto ou processo. A partir disso, deve-se avaliar o sistema de medição, a fim de verificar se ele é capaz de detectar a variação do processo.

Qualquer tarefa de controle ou melhoria da qualidade precisa de informação expressada em dados confiáveis. Se os dados estão contaminados por erros excessivos, pode-se provocar prejuízos importantes para a qualidade e a economia da produção. Para conseguir esse ideal, o setor de metrologia, normalmente incipiente nas indústrias, deve ser capaz de flanquear a produção com sistemas de medição condizentes com o processo a ser avaliado, possibilitando que o controle de processo seja aplicado de forma consciente e eficaz e que resulte em dividendos concretos para a empresa (Sharma, 2011).

A Metrologia é a ciência da medição e suas aplicações. Dessa forma, este conceito compreende todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação (Silva & Campos, 2020). Ela pode ser aplicada com fins específicos, como a metrologia industrial, quando as diferentes metodologias e instrumentos de medição são utilizados para garantir confiabilidade de dados, dos processos de produção, de qualidade e de produtividade (Lasermec, 2020).

O objetivo deste estudo é mostrar a importância da metrologia e manutenção industrial dentro de uma indústria de produção de biscoito localizada no estado de Pernambuco. Com o intuito de rastrear e eliminar as falhas de medições do processo e a ineficiência da manutenção preventiva dos equipamentos na organização, a fim de evidenciar o controle da qualidade dos produtos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O artigo foi desenvolvido através de uma análise realizada pela operação na empresa do ramo alimentício, localizada no estado de Pernambuco, por meio de pesquisa quantitativa e qualitativa.

Com um objetivo exploratório foi feita uma abordagem do problema nesta pesquisa de acordo com um propósito de estudo básico, e, em relação às bases lógicas de investigação foi utilizado nesta pesquisa o método dedutivo, pela qual inicia-se de um conhecimento geral para entender algo específico, englobando a metrologia e manutenção ao conhecimento específico, aplicando esses segmentos para controlar a qualidade dos processos industriais.

2.1 Análise de Medição

As análises de medições do processo produtivo, são feitas com o instrumento de medição paquímetro digital com resolução de 0,001 mm, pelos operadores do equipamento beta, onde tem-se contato direto com o produto realizando as coletas para ser feita a análise dimensional do biscoito.

Precedente da análise é possível averiguar que os produtos fabricados devem respeitar faixas de valores dimensionais preestabelecidas, sendo elas: altura entre 11,9 e 12,9 mm; largura entre 15,4 e 16,2 mm; comprimento entre 50,9 e 51,6 mm. Dessa forma, com o paquímetro é possível identificar as possíveis variações no processo e através disso elaborar o mapeamento das possíveis falhas identificadas.

De acordo com procedimento operacional padrão (POP), as análises são feitas com determinada frequência, sendo elas realizadas de 1 (uma) em 1 (uma) hora, durante os 3 turnos (manhã, tarde e noite). As etapas para o processo de medição do produto são:

- Primeiro: é realizada a coleta de 10 biscoitos;
- Segundo: a realização das medições com o instrumento de medição (paquímetro);
- Terceiro: lançar e analisar os dados de medição na Carta de controle (gráficos que mostram a variação da grandeza ou variabilidade do processo em função do tempo para avaliar atributos ou desempenho de métodos ou de instrumentos de medição).

De acordo com a terceira etapa do processo de medição é possível identificar as variações contidas no processo de produção do biscoito. O fluxograma do processo de medição do produto, pode ser analisado pela Fig. 1.

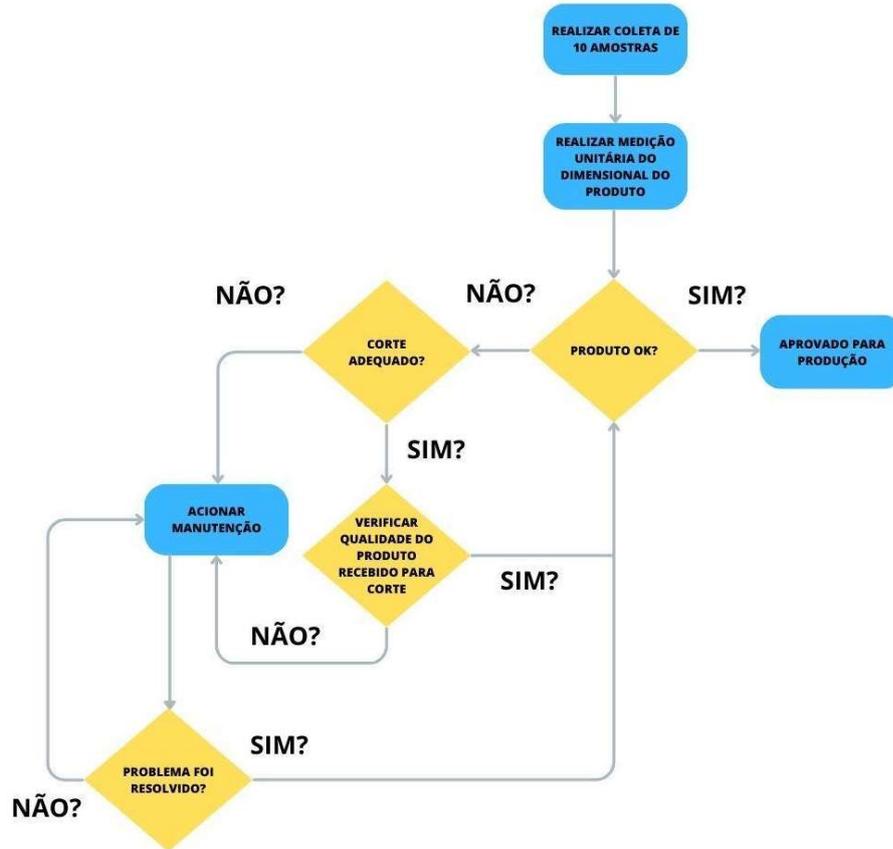


Figura 1. Fluxograma do processo de medição do biscoito

O demonstrativo do processo de medição do dimensional do biscoito é apresentado na Fig. 2.

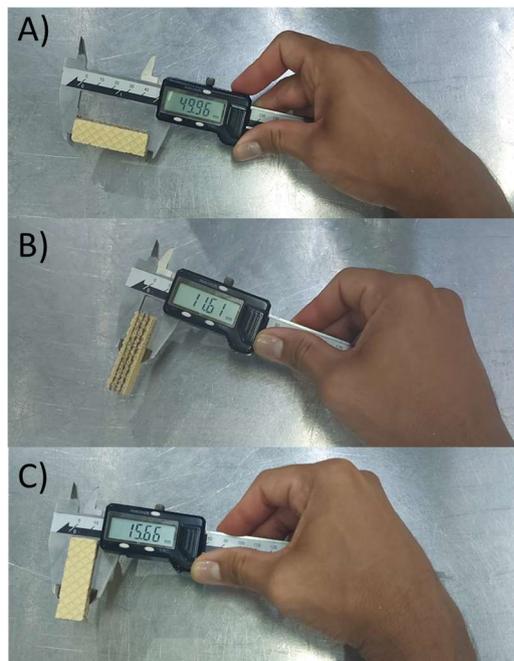


Figura 2. Demonstrativo do processo de medição do dimensional do produto – Imagem A) Comprimento, B) Altura, C) Largura

Foram identificados 40% das análises fora das especificações de largura previamente estabelecidas. Em virtude disso, acionou-se o time técnico da manutenção para ir até o equipamento analisar o possível defeito de qualidade do processo, e com isso proporcionar a sua resolução.

2.2 Metrologia, Manutenção e Operação

Trazendo as oportunidades identificadas através da análise do gráfico de controle, é necessário fazer uma análise crítica do equipamento beta, com o propósito de eliminar todos os pontos fora das especificações que estão afetando o controle de qualidade do processo. Para isso, através de inspeções gerais técnicas feita pelo time de manutenção foi identificado no equipamento beta, que as suas serras de cortes estavam com alto nível de desgastes, visto que o tempo de vida útil do componente da máquina estava ultrapassado, ocasionando falha na execução do corte e conseqüentemente biscoitos fora do padrão de especificação. Por meio da observação da Fig. 3, é possível verificar o defeito causado no produto.

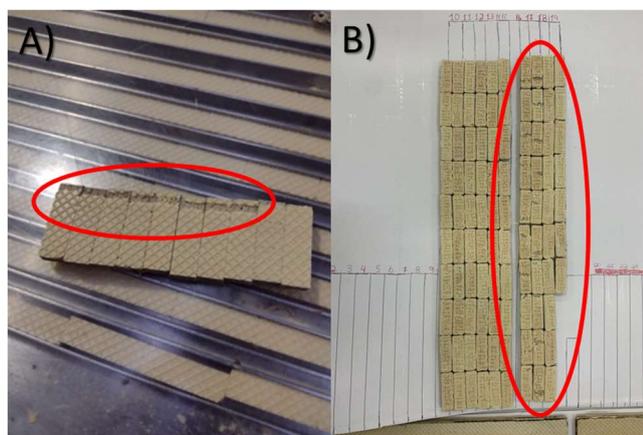


Figura 3. Imagem A e B - Produtos defeituosos

Para a resolução do problema foi planejada uma manutenção corretiva, no qual foi executada a troca das serras desgastadas eliminando a falha do processo. Através desse problema foram feitas propostas de melhorias no qual foram mencionadas no tópico 2.3, a fim de garantir o controle do processo e produtos de qualidade.

Também foi possível identificar além do problema mecânico do equipamento, algumas falhas de medição dentro de análises e reanálises feitas pela operação, onde foi identificado o instrumento de medição – paquímetro descalibrado, visto que não existia um plano de calibração para o mesmo, desta forma inviabilizando os dados confiáveis do processo produtivo.

2.3 Propostas de melhorias

Com base nas análises foi proposto como opção de melhoria para manter o controle do processo, à princípio a elaboração de um plano de manutenção preventiva para os equipamentos, onde o time técnico de manutenção irá realizar a inspeção de todos os componentes das máquinas e em paralelo analisar o tempo de vida útil dos mesmos, estabelecendo prazos para trocas de peças se necessário, através do planejamento preventivo.

Em seguida, para eliminar o problema de calibração, foi implementado um plano de calibração para o instrumento de medição, também foi elaborado um POP no qual todos os colaboradores da área foram treinados, a fim de mostrar o procedimento correto de medição, como identificar quando o instrumento de medição está descalibrado e os cuidados necessário que se deve ter com o paquímetro.

3. RESULTADOS

Antes do presente estudo, o processo apresentava problemas corriqueiros no equipamento beta, e conseqüentemente a organização tinha um percentual alto de perdas por variação no processo de 40%, tendo em vista a meta de perdas estabelecida menor ou igual a 10%. Não havia um plano preventivo de inspeção mecânica para os equipamentos, e também, não era estabelecido o tempo de troca dos componentes das máquinas, visto que não era considerado o tempo de vida útil dos mesmos. Os colaboradores não tinham um procedimento operacional padrão para o manuseio do paquímetro de forma correta, sendo um dos problemas das variações acontecidas, como mostra na Fig. 4, a ausência do plano de calibração do instrumento de medição. A partir da análise da Fig. 4 é possível verificar a situação

anterior através do gráfico de controle estatístico do processo da largura do produto, visto que a variação maior do processo era nesse dimensional mensurado, onde foi realizada a análise de 10 amostras, identificando 40% fora das especificações. Medições realizadas antes da intervenção por meio das práticas de manutenção preventiva.

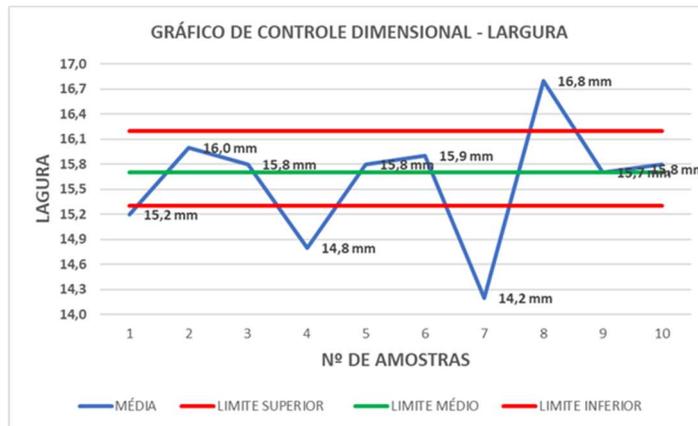


Figura 4. Gráfico de controle estatístico de processo do dimensional do produto - largura

O acompanhamento geral de perdas do primeiro semestre de 2022, é apresentado graficamente na Fig 5 e corresponde à análise feita do cenário anterior da organização.

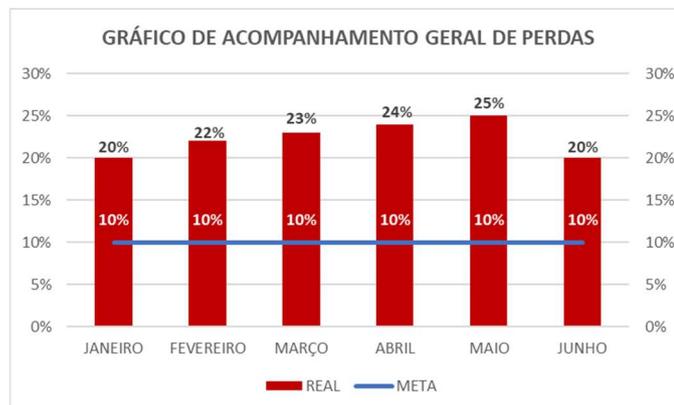


Figura 5. Gráfico de acompanhamento geral do cenário de perdas – Antes

A eficiência dos resultados de entrega geral da produção dos equipamentos do primeiro semestre de 2022 é apresentado na Fig 6.

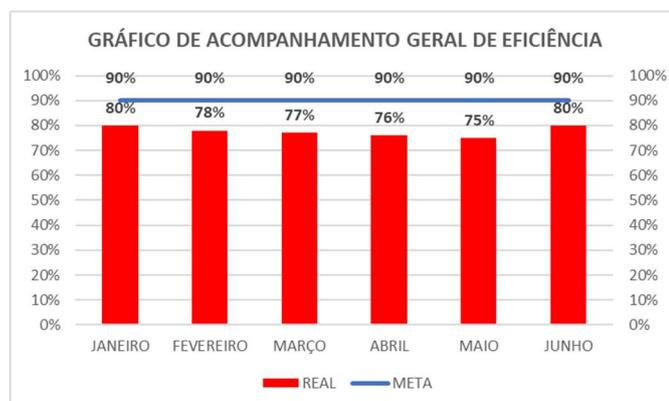


Figura 6. Gráfico de acompanhamento geral da eficiência dos equipamentos - Antes

O MTBF (*Mean Time Between Failures*, ou, em português, Tempo Médio Entre Falhas) dos equipamentos no primeiro semestre de 2022 é apresentado na Fig. 7, tendo em vista que, é um indicador de medição de performance dos ativos muito importante para o processo produtivo. Neste gráfico é possível verificar o impacto causado no desempenho dos maquinários através do indicador MTBF.

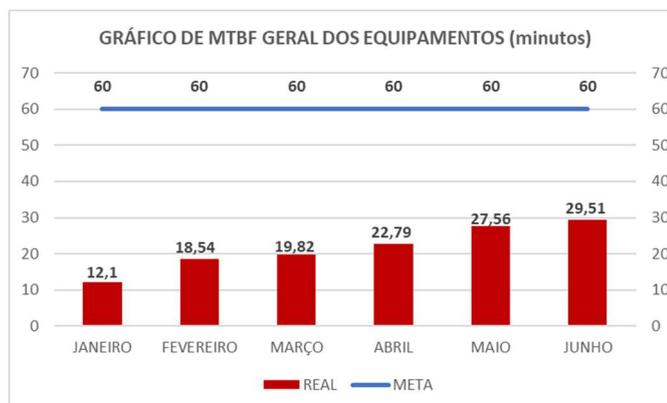


Figura 7. MTBF dos equipamentos – Antes do período de intervenções

Com a implementação das propostas de melhorias no processo com o foco em controlá-lo e produzir produtos com qualidade, foi alcançado um grande avanço no cenário produtivo. Sendo eles:

- Houve maior disponibilidade dos ativos, visto que foi diminuída a quantidade de paradas inesperadas no cálculo do MTBF;
- Os equipamentos com maiores disponibilidade e confiabilidade para o processo;
- Foi reduzida as perdas por variação do processo, antes tinha perdas de 40% e isso foi reduzido para 6%, começando a trabalhar dentro da meta de 10% estabelecida pela organização;
- Aumento de eficiência dos equipamentos;
- Garantia da alta qualidade do produto, diminuindo as variações e consequentemente aumentando o nível de satisfação dos consumidores;
- Foi implementado um plano de inspeção preventivo, para intervir de forma assertiva e planejada garantindo a disponibilidade dos ativos, e controlar o tempo certo de troca das peças dos equipamentos, levando em consideração a o tempo de vida útil.
- Foi implementado um Procedimento Operacional Padrão (POP) explicando o passo a passo para realizar as medições corretamente e os cuidados que deve ter com o paquímetro, e foi estabelecido o plano de calibração do instrumento de medição;
- Redução de custos de 20% no período, valor considerado com base nas perdas reduzidas do processo.

3.2 Análise do cenário - Depois das intervenções

Através do gráfico de controle da largura do produto (Fig. 8) infere-se que é possível analisar o cenário após aplicação das melhorias propostas no processo produtivo. Foi realizada a análise de 10 amostras para verificar a largura do produto, visto que a variação maior do processo era nesse dimensional mensurado. As Medições foram realizadas após intervenções por meio de práticas de manutenção preventiva e da execução das melhorias propostas.

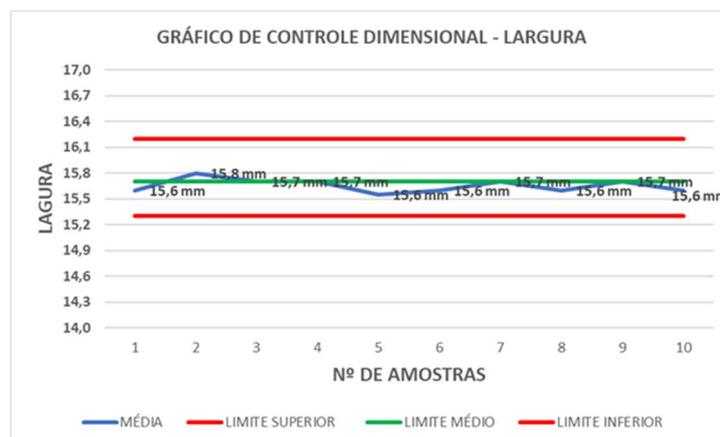


Figura 8. Gráfico de controle estatístico de processo do dimensional - largura do produto

Como mencionado no tópico melhorias propostas, foi implementado um plano de calibração dos instrumentos de medição, onde será feita a inspeção e calibração do paquímetro mensalmente pelos operadores treinados. O plano de inspeção e calibração dos instrumentos de medição é apresentado na Fig. 9.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO E CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO - MENSAL					
INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO	CÓDIGO	DATA DE CALIBRAÇÃO	COLABORADOR	PROXIMA CALIBRAÇÃO	STATUS
PAQUÍMETRO	PQ-001MD	02/04/2022	RICARDO	02/05/2022	REALIZADO
PAQUÍMETRO	PQ-001MD	02/05/2022	RICARDO	02/06/2022	REALIZADO

Figura 9. Relatório de inspeção e calibração dos instrumentos de medição

A evolução das perdas após aplicação das melhorias propostas no processo produtivo é apresentada na Fig 10. A partir da análise da mesma, percebe-se que foi alcançada a redução de 20% destas perdas.

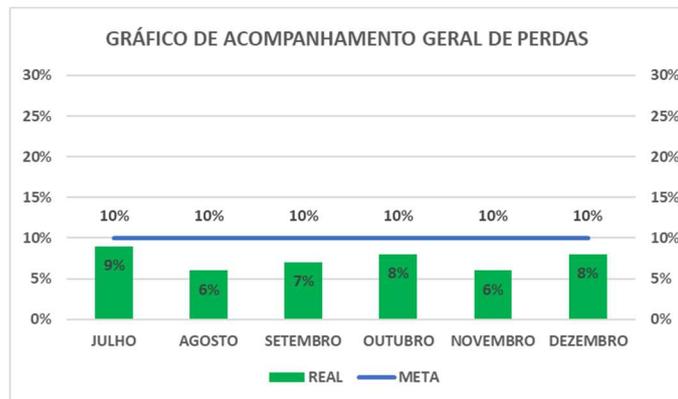


Figura 10. Gráfico de acompanhamento geral do cenário de perdas - Depois

A evolução da eficiência dos resultados de entrega da produção após aplicação das melhorias propostas no processo produtivo está apresentada na Fig. 11, a qual evidencia o aumento de 28% da eficiência.

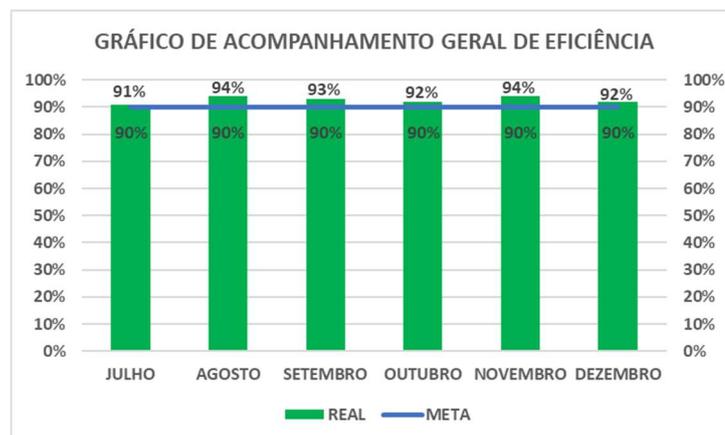


Figura 11. Gráfico de acompanhamento de geral da eficiência dos resultados – Depois

Por outro lado, a Fig. 12 mostra a evolução do MTBF dos equipamentos após aplicação das melhorias propostas no processo produtivo, onde obteve-se um aumento de 70%.

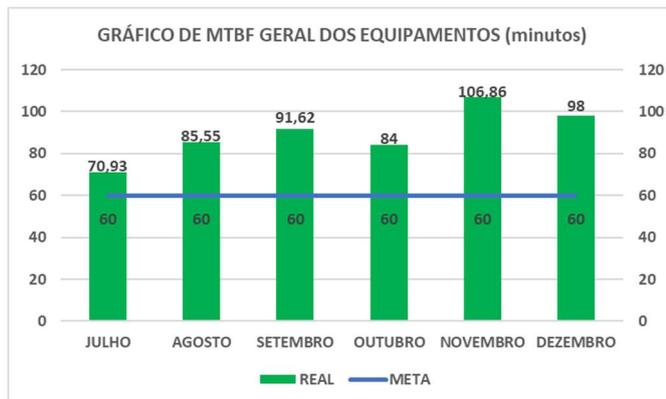


Figura 12. Gráfico do MTBF (Tempo Médio entre Falhas) dos equipamentos - Depois

4. CONCLUSÃO

No presente estudo foi avaliado o estado do processo da empresa alfa, onde foi encontrado erros grosseiros operacionais e variações no dimensional do produto, sendo identificado através da Carta de Controle Estatístico de processo (CEP), detectando o processo fora de controle e consequentemente impactando a qualidade do produto. E também, os equipamentos foram notados com índice elevado de paradas, pelo qual impactou o indicador de MTBF organização. Foi possível observar a grande evolução positiva do sistema estudado, visto que foi alcançada através de melhorias voltadas para a aplicação da metrologia e manutenção industrial de forma efetiva, com a missão de garantir um processo controlado e com produtos de maior qualidade.

No cenário anterior a organização havia um percentual de 40% de perdas por variação no processo, tendo em vista a meta de perdas estabelecida menor ou igual a 10%, com a aplicação do plano preventivo para os equipamentos foi reduzido para 6% às perdas, além disso, todos os colaboradores foram treinados com o procedimento correto e os cuidados na hora de realizar a medição dos produtos, dessa forma, garantindo os dados confiáveis.

Em seguida, também foi obtido bons resultados no tempo de parada dos equipamentos, onde o indicador de MTBF da empresa teve um aumento de 70%. É importante ressaltar que o objetivo da metrologia e da manutenção não é apenas garantir a qualidade dos produtos, mas também atua na prevenção de quebras e danos dos equipamentos, além disso, ajuda a atingir as metas de produção, onde tem-se papel fundamental na redução dos custos da empresa, pelo qual foi visto nos resultados após a aplicação e execução das melhorias propostas. Dessa forma, conclui-se o projeto com um processo mais controlado e com bons resultados para a organização.

5. REFERÊNCIAS

- Biloshkurska, N. V., 2015. "Marketing research of pricing factors in a competitive market. Marketing i Menedžment Innovacij". v. 6 p. 24-31.
- Lasermec., 2020. "Metrologia Industrial: Conheça os benefícios e como implementar".
- Moser, S.; Schumann, J. H.; Wangenheim, F. V.; Urich, F.; Frank, F., 2018. "The Effect of a Service Provider's Competitive Market Position on Churn Among Flat-Rate Customers". Journal of Service Research, v. 21, Issue 3, p. 319 – 335.
- NBR ISO 9000., 2000. "Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário".
- Silva, E. A. da, & Campos, R. de., 2020. "A importância da metrologia na gestão empresarial e na competitividade do país". Salvador: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Sharma, A. et al., 2011. "A literature review and future perspectives on maintenance optimization". Journal of Quality in Maintenance Engineering.
- Shewhart, W., 1980. "Economic Control of Quality of Manufactured Product". Republished by American Society for Quality Control, Milwaukee, Wisconsin.