



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FALHAS PARA IDENTIFICAR OS MOTIVOS DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS DE UMA ENVASADORA AUTOMÁTICA DE FARINHA DE TRIGO

ADRIAN GUSTAVO DOS SANTOS FERNANDES -

adrian.fernandes.24@estudante.unespar.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR – CAMPO MOURÃO-PR

RUBYA VIEIRA DE MELLO CAMPOS – rubya.campos@unespar.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR – CAMPO MOURÃO-PR

ANDRÉA MACHADO GROFF – andrea.groff@ies.unespar.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR – CAMPO MOURÃO-PR

CELIA KIMIÊ MATSUDA – celia.matsuda@unespar.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR – CAMPO MOURÃO-PR

RONY PETERSON DA ROCHA – rony.rocha@unespar.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR – CAMPO MOURÃO-PR

ÁREA: 1. ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO
SUBÁREA: 1.1 - GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

RESUMO: O MAPEAMENTO DE PROCESSOS É ESSENCIAL PARA COMPREENSÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS QUE VISEM A REDUÇÃO DE FALHAS. NESSE CONTEXTO, O MAPEAMENTO DE FALHAS, UTILIZANDO A ANÁLISE DE ÁRVORE DE FALHAS (FTA) EM CONJUNTO COM FERRAMENTAS DA QUALIDADE, EMERGE COMO UMA ESTRATÉGIA EFICAZ PARA IDENTIFICAR PROBLEMAS DE PARADAS E SUAS CAUSAS RAÍZES. O OBJETIVO DESTE ESTUDO FOI REALIZAR O MAPEAMENTO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DA FTA E DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE, VISANDO IDENTIFICAR AS FALHAS NÃO PROGRAMADAS EM UMA LINHA DE ENVASE AUTOMÁTICA DE FARINHA DE TRIGO. OS RESULTADOS MOSTRARAM QUE O ROBÔ INOPERANTE ERA A PRINCIPAL CAUSA DE PARADAS, E AS SOLUÇÕES PROPOSTAS INCLUÍRAM AJUSTES TÉCNICOS NOS PARÂMETROS, SUBSTITUIÇÃO DO FORNO DE ENCOLHIMENTO, TREINAMENTO DOS COLABORADORES E A MANUTENÇÃO DOS SENSORES.

PALAVRAS-CHAVES: FTA; MAPEAMENTO DO PROCESSO; PARADAS NÃO PROGRAMADAS;

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de alimentos enfrentou desafios significativos que impactaram diretamente no mercado desses produtos (PÉREZ, 2022). Com a finalidade de adaptarem-se às mudanças do mercado as organizações estão, cada vez mais, direcionando seu foco para os processos internos, a fim de reduzirem custos e agregarem valor aos seus produtos (SANTANA, 2019), e buscando a redução e a eliminação de falhas, visando assegurar vantagem competitiva e satisfação dos seus clientes (FAGUNDES, 2005).

O mapeamento de processos é, em essência, uma metodologia para entender todas as etapas, operações, informações e recursos envolvidos em um processo específico, seja para obter um conhecimento mais aprofundado, identificar áreas de melhoria ou desenvolver aprimoramentos (SANTANA, 2019).

Para efetuar o gerenciamento adequado de um processo, é imperativo iniciar com a sua visualização (MELLO; SALGADO, 2005). O mapeamento é, portanto, uma prática realizada para representar as diversas tarefas necessárias, bem como a sequência em que ocorrem, visando a realização e entrega de um produto ou serviço (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Esse processo de mapeamento proporciona uma compreensão mais abrangente das etapas envolvidas, permitindo uma gestão mais eficiente e eficaz, identificando oportunidades de melhoria e otimização ao longo do fluxo de trabalho (SANTANA, 2019).

Segundo Slack *et al.* (2020), os profissionais responsáveis pela produção frequentemente desempenham três conjuntos de atividades ligadas a falhas: entender quais falhas estão ocorrendo e por quê; analisar maneiras de diminuir a probabilidade de falhas ou mitigar suas consequências; e desenvolver procedimentos que ajudem na recuperação das falhas quando ocorrem. Entre os mecanismos, mencionados por Slack *et al.* (2020), que podem ser empregados para investigar as causas das falhas está a *Fault Tree Analysis* (FTA), em português, Análise de Árvore de Falhas que é um método amplamente utilizado na detecção e análise de falhas.

Neste contexto, a pesquisa foi norteada pelo seguinte problema de pesquisa: Como o método FTA e as ferramentas da qualidade podem auxiliar na identificação dos principais motivos que geram as paradas não programadas na linha de envase automático em um moinho de trigo?

Conforme definido por Corrêa e Corrêa (2012), as ferramentas da qualidade são empregadas para analisar e oferecer soluções a problemas, sendo capazes de intervir no

desenvolvimento efetivo de processos e impulsionar a melhoria contínua na produção. Essas ferramentas desempenham um papel crucial na padronização de processos e na tomada de decisões (KIRCHNER, 2008).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar o mapeamento de falhas para investigação das causas das paradas não programadas da linha de envase automático de um moinho de trigo por meio da utilização da Análise de Árvore de Falhas e de ferramentas da qualidade.

A pesquisa se justifica devido às frequentes paradas não programadas identificadas no setor estudado, que resultam em perdas de tempo de produção para a empresa, impactando negativamente nas metas estabelecidas a serem alcançadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Fault Tree Analysis* - FTA

A FTA consiste em uma representação gráfica padronizada que oferece bases objetivas para analisar modos comuns de falhas. Segundo Helman e Andery (1995), esse método começa com uma falha específica no sistema, também chamada de efeito ou evento de topo, desdobrando-a em uma árvore lógica até chegar às falhas básicas, também conhecidas como causas ou eventos primários.

A FTA, de acordo com Fagundes (2005), é uma representação gráfica que identifica uma falha específica do sistema (efeito), denominada evento de topo, e suas falhas básicas (causas), eventos primários, sendo uma ferramenta de análise *top down*.

Segundo Slack *et al* (2020), as corporações utilizam a perspectiva *top down* para visualizar as decisões de estratégias em cada nível, como estratégia corporativa, empresarial e funcionais, e definindo em cada uma objetivos que devem ser alcançados.

O objetivo da FTA é aprimorar a confiabilidade de produtos e processos por meio de uma análise sistemática de possíveis falhas e suas consequências. Essa abordagem orienta na implementação de medidas corretivas ou preventivas (FAGUNDES, 2005).

No que diz respeito à sua representação gráfica, conforme Oliveira *et al* (2010), os símbolos predominantemente utilizados na construção da FTA são o retângulo, o círculo e os operadores lógicos "ou" e "e".

Alberton (1996) apresenta diversos símbolos utilizados na elaboração de uma FTA, conforme ilustrado na Figura 1:

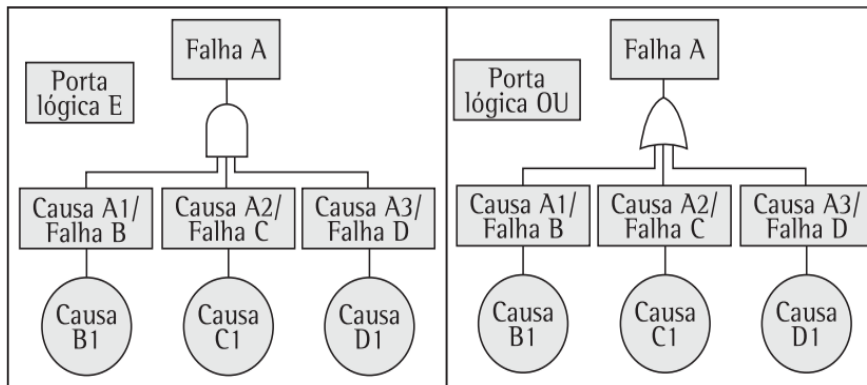
FIGURA 1 – Simbologia utilizada na elaboração de uma FTA.

	Módulo ou comporta "E".
	Módulo ou comporta "OU".
	Módulo ou comporta de inibição. Permite aplicar uma condição ou restrição à sequência.
	Identificação de um evento particular, topo ou contribuinte.
	Falha primária de um ramo ou série. Evento básico.
	Normalmente um evento que sempre ocorre, a menos que ocorra falha.
	Evento não desenvolvido. Falta de informação ou de consequência suficiente.
	Indica ou estipula restrições.
	Símbolo de conexão a outra parte da árvore.

Fonte: Alberton (1996)

A Figura 2 apresenta um exemplo de FTA com os operadores lógicos mais comuns. O portão E indica que um evento de falha na saída ocorre somente se todos os eventos de falha na entrada se manifestarem, já o portão OU é quando um (ou mais de um) dos eventos ocorrem (SANTANA, 2019). O círculo simboliza um evento de falha básica ou a deterioração de um componente elementar, e por fim o retângulo representa um evento de falha resultante de uma combinação lógica de eventos de falha, realizada por meio das operações lógicas dos portões E e OU (FAGUNDES 2005).

FIGURA 2 - Exemplo de FTA com operadores lógicos comuns



Fonte: Oliveira *et al* (2010).

2.2 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos de natureza simples e têm como objetivo definir, mensurar, analisar e propor soluções para problemas (TOLEDO *et al.*, 2013). A utilização dessas ferramentas é particularmente adequada para o tratamento de dados não numéricos, desempenhando um papel significativo na elaboração de projetos e fornecendo suporte aos processos decisórios (WERKEMA, 2013).

Segundo Ballesteiro-Alvarez (2012) as ferramentas da qualidade são divididas em Ferramentas Estatísticas e Ferramentas Organizacionais, conforme apresentadas a seguir.

2.2.1 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

O uso rotineiro das Ferramentas Estatísticas é essencial para resolver disfunções no controle estatístico de processos, proporcionando a identificação de sugestões de melhorias e a redução de desperdícios nas organizações (BALLESTEIRO-ALVES, 2012). O Quadro 1 descreve detalhadamente algumas das ferramentas estatísticas.

QUADRO 1 – Ferramentas estatísticas da qualidade.

FERRAMENTAS	OBJETIVOS
Diagrama de Causa e Efeito	A identificação de fatores ou causas, representados por variáveis de verificação, que geram ou sustentam uma degradação na qualidade ou um problema específico, correspondendo à variável de controle ou efeito de um processo ou produto (TOLEDO <i>et al.</i> , 2013).
Diagrama de Dispersão	Um gráfico que demonstra o tipo e relacionamento entre duas variáveis, permitindo identificar a existência de variação conjunta entre elas (WERKEMA, 2021).
Diagrama de Pareto	O Diagrama de Pareto é uma representação gráfica de barras que organiza as frequências das ocorrências de forma decrescente, possibilitando a priorização dos problemas com base em sua relevância (BALLESTEIRO-ALVAREZ, 2010).
Folha de Verificação	A finalidade da folha de verificação, ou folha de coleta de dados, é criar um conjunto claro de informações que facilite a análise e o subsequente tratamento dos dados (BALLESTEIRO-ALVAREZ, 2010).
Gráfico de controle	Indicação do comportamento temporal de variáveis relacionadas à dinâmica de um dado processo (TOLEDO <i>et al.</i> , 2013).
Histograma	A representação gráfica do número de ocorrências de uma determinada característica ou fenômeno em um processo estudado é conhecida como distribuição de frequência (TOLEDO <i>et al.</i> , 2013).

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2.2 FERRAMENTAS ORGANIZACIONAIS

As ferramentas organizacionais da qualidade, conforme descritas no Quadro 2, são abordadas por Ballesteiro-Alvarez (2012), e são instrumentos que têm como foco a organização do pensamento e das ideias de um grupo de pessoas, contribuindo para o planejamento da qualidade.

QUADRO 2 – Ferramentas organizacionais da qualidade.

FERRAMENTAS	OBJETIVOS
Diagrama de afinidade	O objetivo é a organização de um extenso conjunto de ideias, opiniões e informações em grupos, levando em consideração a afinidade existente entre elas (BALLESTEIRO-ALVAREZ, 2010).
Diagrama em árvore	O diagrama em árvore é empregado tanto para representar a estrutura funcional de uma organização, por meio de um organograma, quanto para ilustrar a estrutura de componentes de um produto, conhecido como árvore de produto (WERKEMA, 2021).
Fluxograma	Essa ferramenta utiliza símbolos para representar as diferentes etapas sequenciais, auxiliando na identificação do percurso ideal de um produto ou serviço no processo (KIRCHNER, 2008).
5W1H	Um plano que direciona as ações a serem realizadas e implementadas, atuando como um guia para o acompanhamento de um projeto e servindo como referência na tomada de decisões (WERKEMA, 2021).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A pesquisa prosseguiu com o objetivo de verificar a existência de uma ferramenta mais apropriada para a fase de diagramação. Apesar da FTA possibilitar o mapeamento, ela demandaria uma base de dados de um período para uma aplicação mais precisa e para a realização de uma análise quantitativa, dessa forma, foram empregadas as ferramentas folha de verificação, histograma e 5W2H.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Classificação de Pesquisa

O estudo é uma pesquisa aplicada, focada na análise de desafios em organizações, grupos ou atores sociais (THIOLLENT, 2022). Classificado como descritivo e explicativo, pois segundo Triviños (1987), visa obter informações detalhadas sobre um tema, enquanto o explicativo busca identificar elementos que influenciam fenômenos (GIL, 2019). Utilizou abordagens bibliográficas e de estudo de caso: a bibliográfica envolve análise de referências teóricas publicadas, segundo Marconi e Lakatos (2022) e o estudo de caso pode ser interpretativo, buscando a compreensão do ponto de vista dos participantes (GIL, 2019).

Quanto aos métodos de abordagem foram empregados o quantitativo e o qualitativo. Marconi e Lakatos (2022) definem que o método quantitativo é aplicado para efetuar cálculos que permitam realizar previsões futuras, por sua vez, o método qualitativo é empregado para interpretar e analisar os dados após o tratamento.

3.2 Universo de Pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma cooperativa agroindustrial situada no Centro Oeste do Paraná, com cerca de 31 mil cooperados e 9 mil funcionários. O estudo foi conduzido no moinho de trigo, que opera seis dias por semana em três turnos, e possui cerca de 100 funcionários, produzindo 500 toneladas diárias, ou 15 mil toneladas mensais. Os dados foram coletados na fase de envase da farinha usando um equipamento automatizado para pacotes de até 1kg, ao longo de sete dias durante o segundo e parte do terceiro turno.

3.3 Etapas de Desenvolvimento de Pesquisa

As etapas de desenvolvimento da pesquisa estão apresentadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa

ETAPAS	DESCRIÇÃO
Acompanhamento do equipamento	Ao longo da linha de produção, foi conduzida uma observação detalhada e registro de todas as interrupções ocorridas no equipamento de envase da farinha de 1 kg, identificando as razões para cada parada. Esses dados foram coletados durante um período de 7 dias, totalizando 70 horas de observação.
Estratificar os dados	Posteriormente, os dados foram estratificados e apresentados em um histograma para classificar quais motivos de parada foram mais frequentes e quais resultaram em maior tempo de interrupção. Em uma etapa subsequente, ambos os conjuntos de dados foram combinados em um histograma para estabelecer relações entre as razões para parada e o tempo de inatividade associado, e obter o principal motivo.
Investigação das causas	A fim de investigar as causas das paradas, empregou-se a Análise de Árvore de Falhas (FTA) para identificar a causa raiz do principal motivo que levou às interrupções.
Plano de ação	A ferramenta 5W2H foi empregada na formulação do plano de ação, utilizando as observações realizadas e informações quantitativas obtidas por meio da coleta de dados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção detalha as etapas da pesquisa e seus resultados, começando pelo funcionamento do equipamento e a coleta de dados. Os dados foram tabulados e analisados, culminando na identificação da causa raiz por meio da Análise de Árvore de Falhas. Finalmente, é apresentado um plano de ação para abordar efetivamente as causas identificadas e melhorar o desempenho do equipamento. Essa abordagem proporciona uma compreensão completa do processo de pesquisa e intervenção.

4.1 Acompanhamento do equipamento

A etapa de envase da farinha ocorre apenas quando programada pelo departamento de Programação e Controle da Produção e é realizada por pedido. O processo de envase da farinha de trigo em pacotes de 1 kg em um equipamento automático tem cinco etapas principais: armazenamento e dosagem, dobra e selagem, pesagem, organização e selagem de fardos e por fim, a etapa de transporte e coleta.

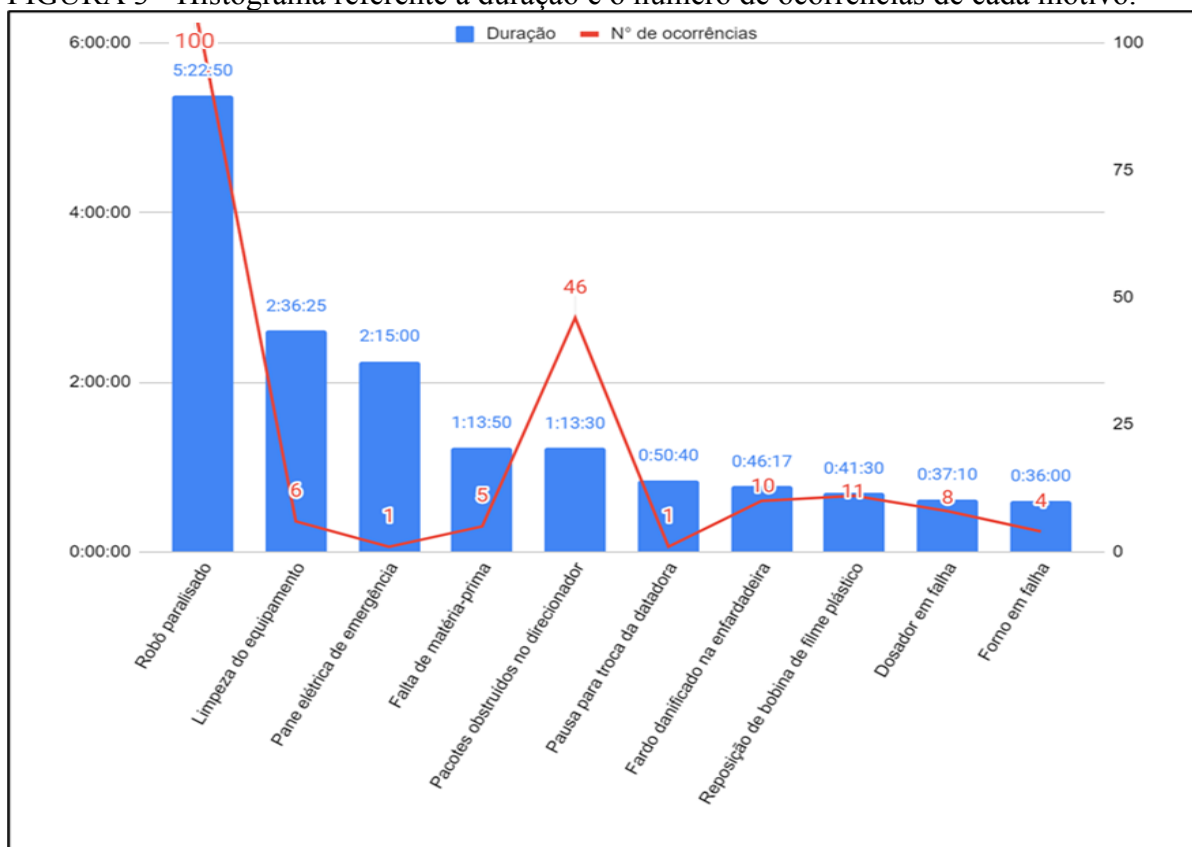
4.2 Análise dos motivos das paradas não programadas

A folha de verificação utilizada para a coleta de dados apresenta campos específicos para registrar informações como horário de início, horário de término, duração (em horas) e motivo da paralisação. Esses campos são projetados para capturar dados relevantes durante o processo de coleta.

A partir da análise dos dados coletados pela folha de verificação, todos os motivos observados, juntamente com o número de ocorrências e a duração de cada parada, foram tabulados.

Observou-se que no decorrer do período de 70 horas sob observação, o equipamento ficou inativo por um total de 19 horas, 2 minutos e 23 segundos, representando aproximadamente 27,14% do tempo total de paralisação durante as observações. Com a finalidade de identificar e enfatizar os motivos predominantes que contribuíram para a maior duração de inatividade, considerando suas frequências de ocorrência, foi elaborado um histograma, o qual está ilustrado na Figura 3.

FIGURA 3 - Histograma referente a duração e o número de ocorrências de cada motivo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O histograma destaca os motivos principais que contribuíram para os tempos mais longos de paralisação. Na pesquisa, foram considerados apenas os motivos que apresentaram mais de uma ocorrência, pois aqueles com apenas uma parada durante a observação foram tratados como casos isolados, dada a baixa frequência de ocorrência. Essa abordagem visa concentrar a análise nos motivos que impactaram o equipamento de maneira mais recorrente e significativa.

4.3 Investigação das causas

Um dos motivos críticos identificados foi a paralisação do robô. A causa da parada foi analisada detalhadamente usando a Análise de Árvore de Falhas para investigar as causas raízes e entender melhor as atividades durante a inatividade. O robô, responsável pela montagem dos paletes, pode paralisar devido a dois motivos: danificação de um fardo ou divisão de tarefas com outro equipamento. Quando o robô danifica um fardo, ele paralisa. Outra questão é que o robô não consegue acompanhar o ritmo de produção de duas máquinas de envase, causando acúmulo de fardos na esteira durante sua inatividade. Operadores são orientados para evitar esse acúmulo. As causas dessas ocorrências foram discutidas com operadores e responsáveis pela manutenção. A FTA, elaborada com base nessas discussões e observações, está apresentada na Figura 4.

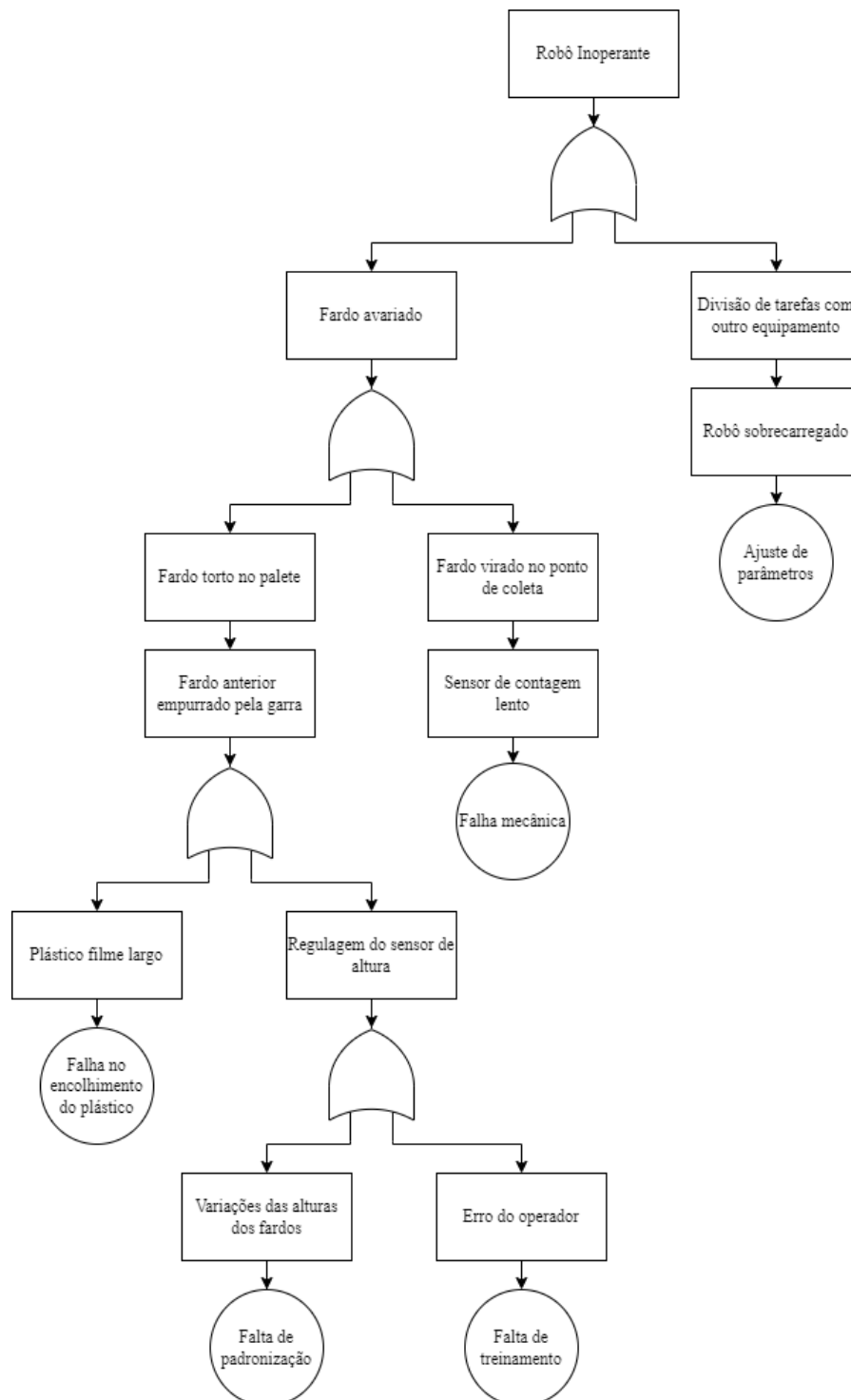
O primeiro problema está associado aos fardos que sofrem danos durante a montagem do palete, envolvendo duas situações distintas. Na primeira situação, o fardo fica desalinhado no palete devido à garra empurrar um fardo já posicionado, e quando o robô tenta adicionar os próximos fardos, ocorre a danificação. Essa ocorrência pode ser atribuída à possibilidade de o forno não atingir uma temperatura suficiente para aquecer adequadamente o plástico que envolve os pacotes de farinha, comprometendo o ajuste adequado quando passam pelo forno.

Outro motivo do problema de fardos avariados no palete, está relacionado à configuração incorreta do sensor responsável por indicar a distância entre o robô e os fardos. Essa situação pode ser influenciada pela variação nos produtos fabricados, que altera as alturas dos fardos ou o operador pode estar tendo dificuldades em ajustar esse parâmetro adequadamente, possivelmente devido à falta de treinamento.

Outra razão para os fardos avariados está relacionada aos sensores de leitura direcionados ao ponto de coleta. A distância entre esses sensores é inadequada, e o tempo de leitura de um para outro não é suficiente para que o fardo passe completamente. Durante esse percurso, o separador levanta e tomba os fardos.

A interrupção provocada pela divisão de tarefas do robô está vinculada à montagem de dois fardos. Ele alterna a montagem de dois paletes, e enfrenta sobrecarga devido às diferenças nos fardos e ao alto volume de produção. Isso resulta em falhas elétricas e, em alguns casos, danos aos pacotes. Dessa forma, o robô não consegue manter um ritmo de operação consistente, já que sua função é dividida entre duas produções.

FIGURA 4 - FTA do robô inoperante.



4.4 Plano de ação

Identificadas as causas raízes de cada parada, empregou-se a técnica 5W1H para desenvolver os planos de ação corretiva. Ao eliminar ou reduzir as causas raízes, busca-se

aumentar o tempo disponível para operação, resultando em ganhos de produtividade significativos. Assim, a proposta se encontra no Quadro 5.

QUADRO 5 – Proposta para resolução das falhas.

WHAT	WHY	WHO	WHEN	WHERE	HOW
Ajuste de parâmetros técnicos	Robô sobrecarregado	Empresa desenvolvedora	Durante 1 mês	Departamento de produção	Solicitação de manutenção externa
Troca do forno de encolhimento	Falha no encolhimento do plástico	Departamento de Compras	Durante 6 meses	Departamento de produção	Solicitação de um forno
Falta de treinamento	Operador com dificuldade	Equipe de melhoria contínua	A cada 4 meses	Departamento de produção	Programação de treinamento
Falha mecânica	Sensor em falha	Equipe de manutenção	Durante 1 dia	Departamento de produção	Solicitação de manutenção no local

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira sugestão consiste em acionar uma manutenção no robô, de preferência pela empresa desenvolvedora, visando a avaliação detalhada de seus componentes mecânicos e elétricos, bem como uma análise minuciosa de sua programação.

A segunda recomendação é substituir o forno de encolhimento, uma vez que o atual não foi projetado para lidar com a produção de fardos de 10 kg. Isso ocorre devido ao tamanho interno da área por onde passam os fardos, que é consideravelmente grande em relação ao tamanho dos próprios fardos. Ao utilizar um forno de encolhimento projetado para atender a essas especificações, espera-se que o plástico que envolve os fardos fique mais ajustado.

A terceira proposta consiste no desenvolvimento de um treinamento regular para os operadores encarregados do robô. Esse treinamento seria realizado a cada quatro meses, permitindo que os operadores se atualizem sobre os parâmetros e procedimentos de operação.

Por fim, sugere-se solicitar à equipe de manutenção o ajuste do sensor responsável por ler os fardos que chegam ao ponto de coleta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da FTA e de ferramentas da qualidade possibilitou identificar as falhas que ocasionaram as paradas não programadas em uma linha automática de envase de farinha de trigo.

O mapeamento de falhas desempenhou um papel crucial na identificação e resolução de problemas relacionados à paradas não programadas, além de que, associado ao uso das ferramentas da qualidade, possibilitou identificar as principais falhas, compreender suas causas raízes e desenvolver planos de ação eficazes para abordar e solucionar esses problemas. Essa abordagem sistemática não apenas facilita a resolução imediata de questões operacionais, mas também contribui para a prevenção de recorrências, promovendo assim a eficiência e a confiabilidade contínuas no processo de envase de farinha.

O mapeamento das falhas representa apenas o início de um processo contínuo de melhorias. Ao identificar os obstáculos que prejudicam a produção contínua e propor maneiras de eliminá-los ou reduzir seu impacto, os processos se desenvolvem de maneira diferente, revelando novos desafios e oportunidades de aprimoramento. Esse ciclo de avaliação e aperfeiçoamento contínuo é crucial para garantir a eficiência e a evolução constante das operações.

Como perspectiva para trabalhos futuros, sugere-se a efetiva implementação das melhorias propostas, acompanhada por sistemas de controle para monitorar os tempos. Além disso, considera-se a extensão dos estudos para as demais linhas de envase na empresa, buscando identificar os principais motivos de paradas não programadas em outras áreas.

REFERÊNCIAS

ALBERTON, A. **Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996. p. 82. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76462>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

BALLESTEIRO-ALVAREZ, M. E. **Gestão de qualidade, produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 5. ed. Barueri: Atlas, 2022.

FAGUNDES, L. D. **Mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico: gestão do conhecimento auxiliando a gestão da manutenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/3761>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KIRCHNER, A. *et al.* **Gestão da qualidade: Segurança do trabalho e gestão ambiental**.

Tradução de Ingeborg Sell. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

LUIZ, G. S. **Aplicação do método de Análise de Árvore de Falhas em item crítico dos motores de tração de locomotivas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville, Joinville, 2018. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187969>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

MELLO, C. H. P.; SALGADO, E. G. Mapeamento dos processos em serviços: estudo de caso em duas pequenas empresas da área de saúde. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), XXV, 2005, Porto Alegre/RS. **Anais...** Porto Alegre/RS: 2005.

Disponível em:

<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/508_enegep2005_enegep0207_0556.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos da metodologia científica. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

OLIVEIRA, U. R.; PAIVA, E. J.; ALMEIDA, D. A. Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas. **Production**, v. 20, n. 1, p.77–91, 2010. p. 81.

Disponível em: <<https://www.prod.org.br/article/10.1590/S0103-65132010005000004/pdf/1574685864-20-1-77.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

PÉREZ, D. Prenúncio de futuros conflitos alimentares no século XXI: a invasão da Ucrânia pela Rússia. In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ENABED), XII, Niterói/RJ. **Anais...** Niterói/RJ: 2022. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1151491/1/Prenuncio-de-futuros-conflitos-alimentares-no-seculo-XXI-2022.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2023.

SANTANA, L. M. **Mapeamento de falhas de paradas não programadas em uma indústria de conservas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26366>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2020.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 1.ed. São Paulo: Cortez, 2022.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TOLEDO, J. C. *et al.* **Qualidade: Gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021.