INTERFACE TECNOLÓGICA

APLICABILIDADE DA FERRAMENTA FMEA NA MITIGAÇÃO DE FALHAS DE PROCESSOS PRODUTIVOS DA AGROINDUSTRIA 4.0

APPLICABILITY OF THE FMEA TOOL IN THE MITIGATION OF AGRICULTURAL PRODUCTIVE PROCESS FAILURES 4.0

Daniele Fernanda Bononi – daniele.bononi@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Henrique Quero Polli – henrique.polli@fatec.edu.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v17i2.888
Data de publicação: 18/12/2020

RESUMO

A tecnologia atual, com novas formas de trabalho e vários setores específicos pôde alcançar o setor da agricultura, pois como se sabe, o agronegócio é um dos pilares da economia do Brasil. Então, com o avanço dessas tecnologias, fez-se com que a mão de obra fosse quase que totalmente eliminada, e hoje o trabalho é feito por máquinas e sistemas automatizados que auxiliam e agilizam muito o processo. O artigo aborda sobre uma ferramenta de qualidade que auxilia a implantação desta tecnologia, o FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), que busca reduzir e analisar as falhas precocemente no processo de produção, analisando sua aplicação na Agroindústria 4.0. concluímos que, o correto planejamento e a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, como FMEA, de forma precoce na concepção de uma cadeia produtiva dentro da Agroindústria 4.0, auxiliam na prevenção de possíveis falhas de projeto e de execução, reduzindo desperdícios, dando agilidade à indústria do agronegócio e aproximando a Agroindústria da excelência de processo buscada a partir da adesão ao sistema 4.0.

Palavras-chave: Agronegócio.Fmea.Qualidade.Tecnologias.

ABSTRACT

Current technology, with new forms of work and several specific sectors, has been able to reach the agriculture sector, as, as is known, agribusiness is one of the pillars of Brazil's economy. The article discusses a quality tool that helps the implementation of this technology, the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), which seeks to reduce and analyze the failures early in the production process, analyzing its application in Agroindustry 4.0. We conclude that, the correct planning and application of quality management tools, such as FMEA, early in the design of a production chain within Agroindustry 4.0, help in preventing possible design and execution

failures, reducing waste, giving agility to the agribusiness industry and bringing Agroindustry closer to the process excellence sought after joining the 4.0 system.

Keywords: Agribusiness.Fmea.Quality.Technologies.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo vive uma quarta revolução industrial, segundo Schwab (2016), a indústria 4.0, favorece as empresas por conta das novas tecnologias, obtendo uma fabricação mais ágil e rápida na sua linha de produção. Então, além da tecnologia, contando com inúmeros métodos e processos, este tipo de indústria causa um impacto muito grande nas empresas pela sua inovação no ambiente dos negócios e processos e a grande maioria das empresas ligadas no meio do Agronegócio já adotaram este novo modelo de indústria.

Agricultura 4.0 vem de Indústria 4.0, a revolução da indústria pela digitalização de processos. Nesse novo conceito pode-se dizer que no futuro próximo, o Agronegócio estará cada vez mais conectado e seus processos acontecendo de forma muito mais precisa eficiente, desta forma, o uso de ferramentas de qualidade a fim de monitorar o processo e antecipar-se a possíveis falhas do processo tornar-se-á muito mais presente dentro do setor.

A forma como o gestor conduzirá a adaptação da empresa para receber a agricultura 4.0 é fundamental para o sucesso do investimento. Então, antes de implementar qualquer mudança, é necessário um planejamento robusto (Santos, et al.,2019).

Inúmeras ferramentas de qualidade podem ser utilizadas para monitorar a qualidade e eficiência do processo de produção agrícola, dentre elas, o FMEA figura entre uma das opções possíveis de ser utilizada.

A sigla FMEA significa “Failure Mode and Effect Analysis”, em português, “Análise de Modos de Falha e seus Efeitos”. O seu método consiste basicamente em analisar as falhas que ocorrem na indústria, o porquê elas ocorrem e quais as consequências dessas falhas para a empresa, podendo-se tomar ações em tempo hábil para correção de eventuais falhas mesmo antes delas virem a ocorrer. O FMEA pode ser aplicado para falhas de produto, e para falhas de processo e tem como objetivo diminuir ou eliminar as falhas, aumentando a produtividade e auxiliando para a economia da empresa.

Segundo Almeida, et al.,2006, o desempenho das empresas em ambientes concorrenciais encontra-se cada vez mais relacionado com a capacidade das empresas em

analisar e tratar falhas, com o objetivo de evitar a ocorrência de problemas e aumentar a confiabilidade dos sistemas produtivos.

Segundo Doyle, o FMEA, muitas vezes, atua como uma medida preventiva. Sua grande vantagem é a possibilidade de diminuir a frequência de falhas ou até mesmo eliminá-las. Os produtos e processos, consequentemente, tornam-se mais assertivos, com foco sempre na qualidade superior.

Grigio, 2017, ao estudar o mapeamento de processos e a elaboração de um plano de melhorias no pós-vendas de uma Cooperativa Agroindustrial da cidade de Maringá, através da aplicação de um FMEA, concluiu que a aplicação do FMEA foi essencial para confirmar que todos os pontos de falha identificados fossem englobados e, aqueles que tivessem maior impacto, fossem priorizados no Plano de Ação para as possíveis melhorias.

O objetivo deste trabalho demonstrar, a partir de exemplos demonstrados na literatura especializada, a aplicabilidade de método FMEA (Análise de Modos de Falha e seus efeitos), que tem por sua vez a técnica de mitigar essas falhas, para melhoria de processos na agroindústria 4.0. Assim, temos como hipótese deste artigo, que empresas que apresentam maior maturidade em gestão de seu processo produtivo e entrega do produto final por conta da tecnologia 4.0, apresentam potencial para que suas falhas sejam muito reduzidas por conta da implantação do FMEA.

2 AGROINDUSTRIA 4.0.

A revolução que a agroindústria 4.0 causou nos campos, hoje é uma realidade, e, contudo, cresce rapidamente, o mercado agrícola conta com máquinas qualificadas para um trabalho tecnológico, fazendo com que a produção total, desde os insumos iniciais até o produto se deem totalmente automatizados. Com todas as tecnologias disponíveis nas mãos dos produtores, só basta aderi-las e assim poderão rentabilizar o seu negócio. Lima e Pinto, 2019, concluíram que as indústrias que não se prepararem e investirem em infraestrutura aderindo a esse novo paradigma, perderão competitividade em nível global, correndo sérios riscos de deixarem de existir.

Segundo Cavazzini 2018 as principais linhas que são impactadas pela agroindústria 4.0, são a obrigação da produção de alimentos, uma vez que a população mundial só tende a aumentar cada vez mais. Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) de 2017 mostram

que em 2030 a população mundial será de 8,6 bilhões de pessoas, com isso, as indústrias precisam atender cada vez mais rápido essa necessidade de produção.

Outro desafio é a produção de uma forma sustentável, visto que hoje em dia, a sociedade exige um consumo maior, como citado acima, mas também visa um produto de qualidade, pensando na sustentabilidade e na economia.

Com essas duas necessidades populacionais, a agroindústria 4.0 vem para otimizar essa produção com meios que sem a tecnologia não seria tão possível de serem realizados. Como por exemplo uma catástrofe natural ou uma praga e uma doença em uma plantação, hoje existem tecnologias capazes de prever estes acontecimentos e mitigar essas pragas sem prejudicar a qualidade do produto final.

Porém, para que esse avanço com novas tecnologias dê certo no setor agroindustrial é necessário que os produtores aceitem a agroindústria 4.0 e os países apoiem a mesma, para que o resultado seja um impacto bom, perante os resultados futuros.

Segundo a EMBRAPA (2018), existe a necessidade da adoção de tecnologias com a função de prever mudanças agrícolas para que nos cenários futuros não existam falhas. Portanto, segundo a Revista HSM (2018), as novas tecnologias vêm entrando cada vez mais rápido na agroindústria, algo muito importante para a cadeia produtiva. Ainda de acordo com a EMBRAPA (2018) a agroindústria 4.0 gera um aumento da produção e reduz as falhas associadas a mão-de-obra na linha de produção, visto que o trabalho é desenvolvido apenas por máquinas, diminuiu-se a quantidade de falhas e também a quantidade de riscos.

A aplicação dos conceitos de agroindústria 4.0 apresenta grande potencial e vem apresentando um crescimento muito grande dentro das diversas cadeias produtivas que englobam o agronegócio brasileiro. Dentro deste conceito, podem ser usadas diversas formas de tecnologias, como uso de drones, imagens via satélite, diversos tipos de sensores e outras tecnologias nas plantações, e até a criação de aplicativos que podem ser instalados em diversas plataformas móveis como Smartphones, Computadores e Tablets permitindo o monitoramento de uma cultura. As possíveis técnicas a serem implementadas são inúmeras e diversificadas, podendo gerar muitas vantagens, trazendo uma nova visão de futuro para o setor agroindustrial.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo fundamentou-se em uma revisão bibliográfica, apoiada em referências teóricas já estudadas e publicadas em meios eletrônicos, como artigos científicos, livros e revistas envolvendo o tema, com o intuito de analisar a aplicabilidade do FMEA como ferramenta de gestão de falhas na agroindústria 4.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) é considerada uma importante técnica para a análise de falhas de processos produtivos, projetos, estratégias de planejamento, etc.

Basicamente, a aplicação da técnica consiste em dois estágios. Durante o primeiro estágio, possíveis modos de falhas de um produto ou processo e seus efeitos prejudiciais são identificados. Durante o segundo estágio, os times que trabalharam com o FMEA determinam o nível crítico (pontuação de risco) destas falhas e as colocam em ordem. Através de três fatores (ocorrência, detecção e severidade), é realizada uma hierarquização de acordo com o risco potencial, representado no FMEA através do RPN (Risk Priority Number) e, assim, são planejadas ações de modo a mitigar possíveis riscos e assim, reduzir preventivamente a possibilidade de falhas no processo. Na Tabela 1, é apresentado um modelo de planilha de FMEA, onde pode-se identificar colunas em que são descritas as principais fases do processo, suas potenciais falhas, suas consequências, e a classificação visando-se obter o RPN (Risk Priority Number) e assim propor ações a fim de, mitigar essas falhas potenciais.

Para a implementação de ferramentas de qualidade como o FMEA nas agroindústrias, é necessário conhecer como funciona o processo. Segundo CARPINETTI (2016) essa ferramenta visa criar melhorias que podem corrigir ou prevenir as falhas, e observar quais são os efeitos que essas falhas geram e as causas dessas falhas.

Tabela 1 – Exemplo de planilha FMEA

Etapa do processo	Modo de Falha Potencial	Efeito (s) Potencial (is) da Falha	Causa (s) e Mecanismo (s) Potencial (is) da Falha	Severidade (s)	Ocorrência (O)	Detecção (D)	Número de Prioridade de Risco (NPR)	Controles Atuais do Projeto	Ações Recomendadas	Responsável e Prazo	Ações Tomadas	NPR Resultante

Fonte: Elaborado pelo autor

Leal, Pinho e Almeida (2006) observaram que os critérios utilizados para essa ferramenta são a Severidade (S) que causa o efeito de uma falha para o cliente, a Detecção (C) que vê a probabilidade de detectar a causa desta falha, e a Ocorrência (O) que compreende a ocorrência de tal causa, Tendo em vista estes critérios, são calculados os coeficientes de prioridade de risco (RPN), multiplicando esses índices citados e mostrando quais os pontos de análise. Para analisar os riscos com essa ferramenta são utilizados fluxogramas, gráficos, tabelas, mapas mentais, instruções de processo e entre outras ferramentas importantes neste processo.

Segundo Morreti e Bigato, 2004, além da forma citada acima (coeficiente de risco RPN), existe outra forma para analisar os resultados, que seria através da confecção de um gráfico, nele é mostrado a ocorrência de uma modo de falha e suas causas, e no outro eixo, pode ser colocado o que esta falha causa para o consumidor final do produto.

Oro e Morales, 2014, objetivando mostrar que o uso de ferramentas de qualidade no desenvolvimento de um projeto de melhoria contínua no processo de produção de leite de soja em uma indústria de bebidas da região norte do Paraná, visando redução de variabilidade e aumento da eficiência, observaram que, as estratégias focadas em melhorar resultados, devem visualizar a qualidade de seus processos e produtos como uma possibilidade de reduzir custos desnecessários, focando na implantação de soluções eficientes para que não haja o dispêndio de tempo e recursos em projetos que não trarão o retorno esperado.

Esta visão é compartilhada por Matos e Milan, 2009, que considerando baixo nível tecnológico, mão de obra pouco especializada e dificuldade de estabelecer itens de controle que possibilitem o gerenciamento eficaz do processo produtivo em empresas de pequeno porte, utilizaram a ferramenta FMEA com o objetivo de identificar fatores críticos do processo de

produção em uma empresa de pequeno porte do ramo florestal e assim, identificando falhas potenciais, e a partir delas propondo indicadores de desempenho e ações de forma a otimizar o processo produtivo desta empresa.

Resultado semelhante, foi encontrado por COSTA et al. 2011, ao estudarem a aplicação do método FMEA e suas implicações no planejamento de uma microempresa rural, em que concluíram que o método FMEA contribuiu, entre outros pontos, para a resolução dos chamados problemas estruturados, pois, por meio da implementação do método passou-se a conhecer melhor os possíveis erros e falhas que poderiam vir a ocasionar esses problemas, dando ao gestor segurança no tratamento dessas questões.

Souza, 2018, encontrou resultado semelhante ao estudar a aplicação da ferramenta Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) em uma empresa de pequeno porte do segmento de processamento e industrialização de derivados de milho, visando levantar e compreender as falhas do processo, identificando as mais críticas para que se pudesse priorizar sua correção e assim concluiu que a análise dos dados permitiu que fossem elaboradas propostas e ações com o intuito de eliminar os modos de falha, aumentar a confiabilidade do processo e, consequentemente, melhorar a produtividade da fábrica e aumentar a satisfação dos clientes.

Voltarelli, et al., 2018, objetivando identificar indicadores críticos de qualidade e, desenvolvimento de um plano de melhoria contínua para a colheita de tarugos de cana-de-açúcar, utilizaram o FMEA para identificar os possíveis modos de falhas de processo e assim desenvolverem estes indicadores baseados em 8 indicadores críticos de qualidade identificados no processo de colheita de tarugos e propuseram um plano de melhoria visando reduzir a variabilidade devida aos tarugos das culturas, possibilitando assim a operação dentro dos padrões de qualidade exigidos.

Wenceslau e Rocha, 2012, ao avaliarem a eficiência da utilização do FMEA para implantação de um sistema de identificação de falhas e consequentemente a implantação de um sistema de Gestão Ambiental em uma agroindústria de Arroz, concluíram que a ferramenta foi muito eficiente na identificação de aspectos e impactos ambientais da produção auxiliando, assim, a elaboração de ações a fim de, mitigar os riscos eminentes do processo. Resultado semelhante foi encontrado por Rabelo et al., 2014 ao avaliar a aplicação do FMEA em um frigorífico de médio porte da região de Poços de Caldas (MG), o qual realiza abates de bovinos e suínos, objetivando diagnosticar os potenciais riscos ambientais gerados pelo frigorífico, em que concluíram que a utilização do método FMEA na avaliação dos riscos provenientes da

atividade de abate suíno e bovino foi uma ferramenta eficaz no diagnóstico dos possíveis impactos e nos impactos efetivamente gerados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que a Agroindústria 4.0, veio para ficar, buscando uma evolução tecnológica inédita dentro do complexo agroindustrial nacional. Com isso, a necessidade de assertividade ainda na fase de planejamento do negócio é fundamental para o sucesso das cadeias produtivas envolvidas neste complexo produtivo, assim, concluímos que, baseado em inúmeros casos descritos na literatura especializada, o correto planejamento e a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, como FMEA, de forma precoce na concepção de uma cadeia produtiva dentro da Agroindústria 4.0, auxiliam na prevenção de possíveis falhas de projeto e de execução, reduzindo desperdícios, dando agilidade à indústria do agronegócio e aproximando a Agroindústria da excelência de processo buscada a partir da adesão ao sistema 4.0.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. A. D. *et al*. Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. **PRODUÇÃO**, UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJOBÁ, v. 16, n. 1, p. 171-188, abr./2006. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/prod/v16n1/a14v16n1.pdf. Acesso em: 10 mai. 2020.

CARPINETTI, L. C. R. Gestão e qualidade: Conceitos e técnicas. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2016. 256 p.

CAVAZZINI, Letícia Santos; CAVALCANTI, L. D. L; MACHADO, Alexandre Ricardo. APLICABILIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA PRODUTIVA AGROINDUSTRIAL: SONHO OU REALIDADE? VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ponta Grossa, PR, v. 8, n. 1, p. 1-10, dez./2018. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4va3FkoO3TwJ:aprepro.org.br/conbrepro/2018/down.php%3Fid%3D5132%26q%3D1+&cd=4&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 1 mai. 2020.

COSTA, C. C. de Medeiros et al. A aplicação do método FMEA e suas implicações no planejamento de uma microempresa rural: estudo de caso da Granja Oliveira. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 757-778, set. 2011. ISSN 16761901. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/765>. Acesso em: 23 abr. 2020.

DOYLE, D. O que é FMEA. Disponível em: https://www.siteware.com.br/qualidade/o-que-e-fmea/. Acesso em: 10 mai. 2020.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em 10 mai.2020.

GRIGIO, C. H. B. MAPEAMENTO DE PROCESSO E PROPOSTA DE MELHORIA EM UM PÓS VENDA: ESTUDO DE CASO EM UMA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL. Engenharia de Produção UEM, Universidade Estadual de Maringá - UEM Campus Sede - Paraná - Brasil, v. 1, n. 1, p. 1-38, jan./2017.

LIMA, A. G. D; PINTO, G. S. INDÚSTRIA 4.0: um novo paradigma para a indústria. **INTERFACE TECNOLÓGICA**, Taquaritinga, SP, v. 16, n. 2, p. 299-311, dez./2019.
MAPA. Visão 2030 – O Futuro da Agricultura Brasileira. EMPRESA BRASILEIRA DEPESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília – DF. 2018.

MATOS, R. B. de; MILAN, M. Aplicação sistêmica do modo de análise de falhas e efeitos (FMEA) para o desenvolvimento de indicadores de desempenho de empresas de pequeno porte. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, Outubro de 2009.

ORO, A. C. P., & MORALES, D. Aplicação da metodologia lean seis sigma em um processo industrial de leite de soja. ***Revista Produção Industrial & Serviços***, *1*(1), 45-59. 2014.
ONU, Organização das Nações Unidas. Disponível em: https://nacoesunidas.org/. Acesso em 10 mai. 2020.

RABELO M. H. S. Análise de Modos e Efeitos de Falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal. **Eng Sanit Ambient** v.19 n.1 79-86 2014.

Revista HSM, 2018. O Uso da Tecnologia na Solução Sustentável de Problemas Agrícolas. Disponível em: <https://www.hsm.com.br/agrotech-o-uso-da-tecnologia-na-solucao-sustentavel-de-problemas-agricolas/>. Acesso em: 14 out. 2018.

SANTOS, A. S. D; SANTOS, C. A. D; SILVA, G. C. D., PINHO, L.O., INDUSTRIA 4.0: O SETOR DA AGRICULTURA EM CRESCIMENTO TECNOLÓGICO. LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO FATEC GUARULHOS, GUARULHOS-SP, v. 1, n. 10, p. 1, jun./2019. Disponível em: <http://fateclog.com.br/anais/2019/INDUSTRIA%204.0%20O%20SETOR%20DA%20AGRICULTURA%20EM%20CRESCIMENTO%20TECNOL%C3%93GICO.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2020.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial.São Paulo:Edipro, 2016. 159 p.
SOUZA, P. H. **Aplicação do FMEA em uma empresa de derivados de milho de pequeno porte**. 2018. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Engenharia da Qualidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

VOLTARELLI, Murilo A. et al. Failure mode and effect analysis (FMEA) in mechanized harvest of sugarcane billets.**Eng. Agríc**., Jaboticabal ,v. 38,n. 1,p. 88-96,Jan. 2018.

WENCESLAU, Franclin Ferreira; ROCHA, Jefferson Marçal da. A ferramenta de análise FMEA comosuporte para a identificação dos aspectos e impactos ambientais em uma agroindústria de Arroz. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 1, p. 56-66, jul. 2012. ISSN 1982-6753. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2810/2095>. Acesso em: 23 abr. 2020.