



APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA A ANÁLISE DE IMPRECIÇÕES NO GERENCIAMENTO DA MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES VAZIOS: UM ESTUDO DE CASO

André Andrade Longaray

andrelongaray@furg.br
Universidade Federal do Rio
Grande – FURG, Rio Grande, Rio
Grande do Sul, Brasil.

Ana Luiza Gomes

analuiza-rs@bol.com.br
Universidade Federal do Rio
Grande – FURG, Rio Grande, Rio
Grande do Sul, Brasil.

Diogo Garcia Storino

diogo.storino@hotmail.com
Universidade Federal do Rio
Grande – FURG, Rio Grande, Rio
Grande do Sul, Brasil.

Vilmar Gonçalves Tondolo

vtondolo@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas
– UFPEL, Pelotas, Rio Grande do
Sul, Brasil.

Rosana Portella Tondolo

rosanatondolo@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas
– UFPEL, Pelotas, Rio Grande do
Sul, Brasil.

RESUMO

O objetivo do artigo é descrever a utilização do método *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) no gerenciamento do processo de movimentação de contêineres vazios em uma empresa do ramo da logística, que atua, entre outras atividades logísticas, como Terminal de Contêineres Vazios. Desta forma, buscou-se identificar e classificar os modos de falha potenciais que podem ocorrer durante o processo. O estudo de caso consistiu na aplicação de um questionário semiestruturado, o qual foi direcionado à equipe multidisciplinar composta por oito funcionários da empresa em estudo. Com o auxílio de profissionais da área, identificou-se vinte modos de falha potenciais, que adaptados à realidade da empresa estudada, foram classificados quanto à gravidade, ocorrência e detectabilidade. A partir dos cinco modos de falha potenciais com maior Número de Prioridade de Risco (RPN), foram identificados as causas e os efeitos. Assim, elencou-se sugestões de medidas corretivas que podem ser adotadas pela empresa para minimizar os efeitos das falhas, melhorar a produtividade da empresa e diminuir o *lead time* do processo. Sugere-se, para trabalhos futuros, a aplicação das medidas corretivas elencadas nesta pesquisa e a comparação dos cenários para verificação de melhorias no processo, na produtividade e na qualidade do serviço prestado.

Palavras-chave: FMEA; Contêineres; Análise de falhas; Qualidade em serviços; Prevenção de falhas.



1. INTRODUÇÃO

Os portos, terminais portuários e retroportuários integram a infraestrutura logística brasileira necessária ao desenvolvimento econômico do país, através da movimentação nacional e internacional de cargas. De acordo com o anuário estatístico aquaviário da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2017), o ano de 2017 apresentou a movimentação total de carga em portos organizados e terminais privados de 1.086 bilhão de toneladas. Ao comparar com o ano de 2016, houve o aumento na ordem de 8,3% de movimentação total de cargas.

Para realizar o transporte de carga em portos, faz-se o uso de contêineres, os quais são equipamentos de carga multimodais reutilizáveis que necessitam de armazenamento e manutenção adequados. Dessa forma, após serem utilizados, os contêineres devem seguir para seus respectivos Terminais de Contêineres Vazios, que são especializados exclusivamente à movimentação, reparo, armazenagem e liberação das unidades vazias.

O processo de gerenciamento das movimentações e as alocações das unidades vazias no pátio dos Terminais de Contêineres Vazios são realizadas pelo conferente. O conferente é responsável pela coordenação das empilhadeiras e determinação da localização de cada lote de contêineres. Contudo, não há rastreamento interno dos contêineres nos Terminais, os sistemas geralmente utilizados no Brasil permitem apenas determinar o *status* de unidade (aguardando vistoria, avariado, reparado, ou aguardando liberação). Nesse sentido, a localização exata não é possível de ser verificada eletronicamente, apenas visualmente ou através do conferente, tornando o processo complexo e sujeito a falhas.

Diante deste panorama, o objetivo do presente artigo é aplicar a ferramenta de *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) para a análise de falhas na movimentação de contêineres vazios, visando à otimização dos processos de gerenciamento em um Terminal de Contêineres Vazios.

O presente artigo está dividido em cinco seções. Após o marco introdutório, tem-se a seção 2, a qual apresenta o referencial teórico. A seção 3 discorre sobre a metodologia. Na seção 4 está exposto o estudo de caso, bem como os resultados obtidos. E, por fim, a seção 5 descreve as considerações finais, limitações e recomendações para futuras pesquisas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para realizar a definição da ferramenta de análise de falhas, utilizou-se do estudo bibliométrico realizado por Gomes *et al.* (2016). Esta pesquisa define um portfólio bibliográfico acerca da temática da utilização de métodos de

análise de falhas no gerenciamento da movimentação de contêineres vazios. Dessa forma, identificou-se, dentre os 49 artigos que compuseram o portfólio bibliográfico, que o método FMEA foi o mais utilizado. À vista disso, escolheu-se a ferramenta FMEA combinado com o Número de Prioridade de Risco (RPN), para a realização da análise de falhas potenciais que podem ocorrer durante o processo de movimentação de contêineres vazios.

A FMEA é uma importante técnica que identifica falhas conhecidas ou potenciais para aumentar a confiabilidade e segurança de sistemas complexos e, assim, destina-se a fornecer informações utilizadas na decisão a respeito da gestão de riscos. Liu *et al.* (2013) definem o FMEA como uma ferramenta de avaliação de risco que mitiga potenciais falhas em sistemas, processos, projetos ou serviços.

Assim, o objetivo do FMEA é priorizar os modos de falha do produto ou do sistema, a fim de atribuir recursos limitados aos itens de risco grave. Em geral, a priorização dos modos de falha para ações corretivas é determinada através do RPN, que é obtido através da multiplicação dos valores atribuídos para à gravidade, ocorrência e detectabilidade de uma falha.

O processo FMEA é composto por cinco passos, os quais são: escolher um processo a ser estudado, montar uma equipe multidisciplinar, coletar e organizar as informações sobre o processo estudado, realizar a análise de falhas e, por fim, desenvolver medidas corretivas (Chiozza e Ponzetti, 2009; Cicek e Celik, 2013).

Frente o exposto, a metodologia FMEA é importante, visto que proporciona à empresa uma forma sistemática de catalogar informações sobre as falhas dos produtos/processos; aprimora o conhecimento dos problemas em produtos/processos; gera ações de melhorias no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua); acarreta diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas; e tem-se o benefício de incorporar dentro da organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes (Silva *et al.*, 2008).

A Figura 1 descreve as principais características do método FMEA, proposto por Apkon *et al.* (2004).

3. METODOLOGIA

O enquadramento metodológico da pesquisa é definido a partir do propósito do projeto, do caráter, do delineamento da pesquisa, das técnicas de coleta e da análise de dados a serem utilizados (Roesch, 2005).



Características do Failure mode end effect analysis (FMEA)
Caracterizar os elementos ou passos do processo.
Identificar modos de falhas.
Para cada elemento do processo, marcar entre 1 e 10 na escala de pontos:
- Gravidade (S) de falha que não deveria ser detectado;
- Probabilidade de ocorrência (O) para cada falha com base em experiência, medição, literatura;
- Probabilidade de que as falhas não serão detectadas (D) antes de causarem danos.
Para cada elemento calcular um número de prioridades de risco (RPN) = GxOxD.
Priorizar medidas corretivas para os elementos com maior RPN.

Figura 1. Características do *Failure mode end effect analysis* (FMEA)

Fonte: Elaborado a partir de Apkon *et al.* (2003)

No presente artigo, tem-se como propósito de pesquisa obter informações sobre determinada população (Roesch, 2005). A população é composta pelos funcionários da empresa de estudo que trabalham no processo de movimentação de contêineres vazios, e a amostra são os funcionários que compuseram a equipe multidisciplinar, os quais foram os respondentes do instrumento de coleta de dados.

A pesquisa caracteriza-se quanto ao seu propósito como pesquisa aplicada, contudo, tem-se o objetivo de identificar falhas no processo de uma organização. O estudo apresenta caráter qualitativo e quantitativo, visto que se busca a classificação dos modos de falhas potenciais, quanto à gravidade, ocorrência e detectabilidade, através do cálculo da pontuação estabelecida.

Quanto ao delineamento, utiliza-se o método de estudo de caso, tendo em vista estudar os modos de falhas potenciais no processo de movimentação de contêineres vazios. No que tange as técnicas de coleta de dados, deu-se a partir da aplicação de questionários, entrevistas e observação direta do processo. Por fim, para as técnicas de análise de dados, foram utilizados métodos estatísticos que possibilitaram o cálculo do RPN.

4. ESTUDO DE CASO

A presente seção está dividida em oito subseções que descrevem as etapas do estudo de caso. A primeira apresenta a definição e o período de estudo. A seguinte subseção discorre sobre o cronograma da aplicação da pesquisa e do método FMEA. A terceira subseção demonstra a caracterização operacional da empresa e a análise do processo de movimentação dos contêineres vazios na empresa estudada. Na quarta subseção é descrita a composição da equipe multidisciplinar e as metas. A quinta subseção apresenta os modos de falhas potenciais levantados. A sexta demonstra a aplicação do instrumento de coleta de dados. Na sétima subseção é realizada a análise dos dados. Por fim, a última subseção descreve as causas, efeitos e medidas corretivas levantadas pela equipe multidisciplinar.

Definição e período de estudo

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo da logística, situada no bairro Distrito Industrial da cidade de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, que presta serviços de armazenagem e movimentação de cargas de contêineres cheios e vazios.

A coleta e análise de dados limitaram-se ao processo de movimentação de contêineres vazios. Desta forma, foi selecionada uma equipe multidisciplinar, com funcionários de diferentes setores e que apresentavam conhecimento de todas as etapas do processo.

No que tange o período do estudo, realizou-se entre os dias 13 de setembro a 8 de outubro do ano de 2016, conforme cronograma estabelecido na subseção seguinte.

Cronograma do estudo de caso

Para realizar as análises, fizeram-se sete visitas à empresa para a aplicação do método de análise falhas. A Figura 2 demonstra o cronograma para realizar o estudo.

Caracterização operacional da movimentação de contêineres vazios

Na segunda visita à empresa, entrevistou-se o encarregado geral do processo de movimentação de contêineres a respeito das características operacionais da empresa. Na Figura 3 estão representadas as características observadas a partir da entrevista.

Conjuntamente, foi realizada a descrição do processo e dos setores envolvidos, os quais são: *Gate in*, Vistoria, Pátio, Oficina e *Gate out*. A Figura 4 expõe o processo observado e descrito pelo funcionário.



Visitas	Data	Cronograma/Descrição
1º dia	13/set	a. solicitação da autorização para a aplicação da pesquisa
		b. descrição da pesquisa e da ferramenta a ser aplicada
2º dia	19/set	a. caracterização da empresa
		b. identificação das etapas do processo da movimentação de contêineres
3º dia	20/set	a. formação da equipe multidisciplinar
		b. análise da equipe referente aos modos falhas potenciais identificados
4º dia	21/set	a. entrega do instrumento de coleta da dados a equipe multidisciplinar
5º dia	30/set	a. retorno do instrumento de coleta de dados entregues
6º dia	07/out	a. identificação das causas e efeitos dos modos de falhas potenciais com maior RPN pela equipe multidisciplinar
		b. sugestões de melhorias
7º dia	08/out	a. identificação das causas e efeitos dos modos de falhas potenciais com maior RPN pela equipe multidisciplinar
		b. sugestões de melhorias

Figura 2. Cronograma

Fonte: Os próprios autores

Características operacionais da empresa
Sistema ERP utilizado: Modal Port
Capacidade de armazenamento: 8.000 TEUs
Número de recebimentos e movimentação de unidades: cerca de 150 TEUs/dia
Número de reparos: cerca de 80 TEUs/dia
Número de funcionários: 65 funcionários
Número de máquinas: seis máquinas (três de grande porte e três de médio porte)
Número de oficinas de reparo: três Oficinas
Número de armadores atendidos: sete armadores
Vistoria: terceirizada
Comunicação: via rádio

Figura 3. Características operacionais da empresa

Fonte: Os próprios autores

A entrada (*in*) do contêiner é a primeira fase do processo da movimentação de contêineres em um terminal de contêineres vazios. Nesse sentido, a chegada do contêiner vazio ao terminal pode ocorrer de duas formas: como devolução de importação ou descarga de vazio, forma utilizada pelos armadores para realizar o reposicionamento de contêineres.

À vista disso, no processo de descarga de contêineres vazios, o terminal é informado pelo armador quanto à quantidade e o número de cada unidade que será embarcada. Entretanto, no processo de devolução de importação, o contêiner é devolvido ao terminal de seu respectivo armador, onde são repassadas as informações para o terminal. Logo que o terminal tem conhecimento da descarga dos contêineres vazios, o setor de *Gate In* realiza o agendamento da retirada dos contêineres. Por fim, são enviados os caminhões para transportar as unidades até o terminal e, assim, inicia-se a entrada das unidades no sistema de gerenciamento de contêineres.

Na segunda parte do processo, quando a unidade é devolvida pelo importador, só entrará efetivamente no termi-

nal após rigorosa vistoria e, se detectadas avarias cometidas pelo importador, o mesmo deve arcar com os custos dos reparos para que o contêiner possa ser recebido pelo terminal. No caso terminal de estudo, a vistoria é realizada por uma empresa terceirizada. Os contêineres são identificados pelos vistoriadores com fitas coloridas, conforme o tipo de avaria, e são movimentados até seus respectivos lotes.

Logo após, como terceira parte do processo, faz-se o envio das vistorias para o setor de Estimativa de Reparo e adicionam-se ao sistema as avarias e seus respectivos reparos. Por fim, os valores são estimados e repassados para o armador para a autorização da realização dos reparos.

No quarto passo do processo, as unidades com reparos autorizados são posicionadas na oficina, acompanhada de sua ordem de serviço emitada pelo setor de estimativa, onde constam todas as informações referentes aos reparos para serem realizados.

Por fim, a saída (*out*) é o quinto passo do processo, as unidades vazias podem ser liberadas, conforme instrução do

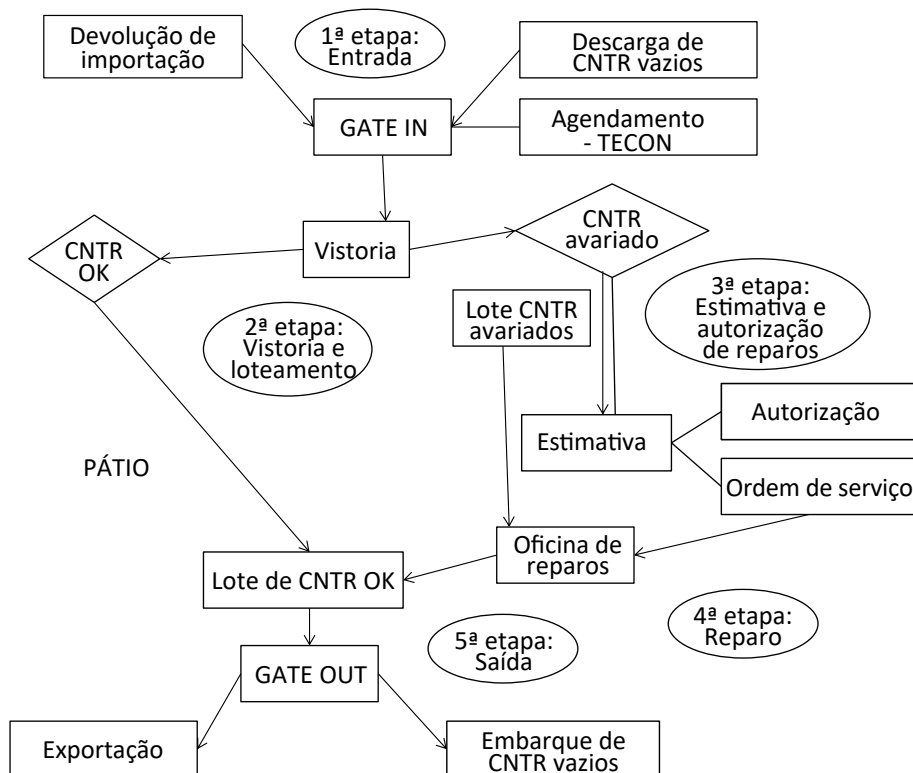


Figura 4. Fluxograma do processo

Fonte: Os próprios autores

armador, como exportação ou embarque de vazios para reposicionamento de contêineres em outro terminal do mesmo armador. Este envia para o terminal o *booking* com todas as informações a respeito das unidades para liberação: quantidade, padrão, capacidade, data do embarque, navio e nome do cliente.

Ainda sobre o processo de saída (*out*), acerca do embarque de vazios, o armador informa ao terminal a quantidade, padrão, *status* e capacidade das unidades que devem ser embarcadas. O setor de *Gate Out* repassa para os conferentes as informações contidas em cada um dos *bookings* recebidos, para que possam realizar o carregamento dos contêineres com as características exigidas. Contudo, ainda no setor *Gate Out*, é realizada a saída dos contêineres no sistema e a entrega de lacre numerado do respectivo armador. Por fim, as unidades para embarque de vazios são liberadas sem lacres.

Composição da equipe

Durante a terceira visita à empresa, determinou-se a equipe multidisciplinar, composta por oito funcionários da

empresa, envolvidos diretamente no processo de movimentação de contêineres vazios. Nesse sentido, selecionou-se um funcionário do setor de *gate in*, um funcionário do setor de *gate out*, dois funcionários do setor de estimativas, um conferente, um encarregado geral e um encarregado de oficina. Definiu-se como líder da equipe o encarregado geral.

Modos de falhas potenciais levantados

No terceiro dia de visita, foram apresentados aos membros da equipe multidisciplinar os vinte modos de falha potenciais, levantados pelos pesquisadores com o auxílio de profissionais da área.

A equipe analisou os modos de falha potenciais apresentados, e, por conseguinte, realizaram suas contribuições. À vista disso, os modos de falhas potenciais foram adaptados à realidade da empresa e elencados como segue:

1. Avarias durante a movimentação das unidades;
2. Unidades armazenadas em lote incorreto;



3. Unidades carregadas para liberação fora do FIFO;
4. Atraso no carregamento ou na descarga de unidades por falta de maquinário;
5. Atraso no carregamento por falta de unidades ok ou padrão específico;
6. Quantidade de unidades agendadas para liberação no TECON, superior a capacidade operacional do terminal;
7. Danos às mercadorias transportadas detectados no destino por avarias na unidade;
8. Movimentações desnecessárias de unidades;
9. Não localização de unidades para liberação;
10. Utilização de equipamento incorreto na movimentação de unidades;
11. Avarias não percebidas durante a vistoria;
12. Unidades posicionadas em oficina sem autorização de reparos e ordem de serviço;
13. Realização de reparos ou *upgrade* que não constam na ordem de serviço;
14. Unidade devolvida pelo cliente por estar fora do padrão ou avariada;
15. Atraso nos reparos por falta de material ou pessoal;
16. Reparos que constavam na ordem de serviço e não foram realizados;
17. Liberação de lacre com numeração ou armador divergente no *out* do contêiner;
18. Unidade liberada de armador diferente do que consta no *booking*;
19. Unidade liberada com capacidade de carga diferente da capacidade exigida no *booking*;
20. Estimativa de reparo divergente da vistoria.

Os vinte modos de falha potenciais listados foram utilizados no instrumento de coleta de dados e, então, os membros da equipe realizaram as classificações.

Aplicação do instrumento de coleta de dados

Na quarta visita, fez-se a entrega do instrumento de coleta de dados, composto de um questionário semiestruturado, para cada membro da equipe multidisciplinar. A aplicação do questionário teve como objetivo classificar os modos de falha potenciais, elencados a partir das pontuações em relação à gravidade (G), ocorrência (O) e detectabilidade (D), no contexto do processo de movimentação de contêineres vazios.

A classificação da gravidade e detectabilidade dos modos de falhas potenciais do processo de movimentação de contêineres vazios foram adaptadas de Jiang *et al.* (2015), bem como a classificação da ocorrência dos modos de falha potenciais foi adaptada de Apkon *et al.* (2003).

À vista disso, a Figura 5 descreve o sistema de pontuação, quanto à gravidade, para os cinco efeitos identificados no processo de movimentação de contêineres vazios.

Na Figura 6 está descrito o sistema de pontuação, quanto à ocorrência, dos modos de falhas no processo de movimentação de contêineres vazios.

Na Figura 7 está representado o sistema de pontuação, quanto à detecção, dos modos de falhas no processo de movimentação de contêineres vazios.

Nesse sentido, os questionários foram recolhidos no quinto dia de visita, no qual todos os instrumentos entregues retornaram respondidos, conforme instrução. Sendo assim, realizou-se a análise dos dados, a partir da classificação dos modos de falhas potenciais, realizada pelos componentes da equipe multidisciplinar.

Análise dos dados

Para realizar a análise dos dados, estabeleceu-se uma pontuação quanto à gravidade (G), ocorrência (O) e detectabilidade (D) para cada modo de falha potencial, a partir do cálculo da média da pontuação de todos os respondentes para cada item de modo de falha potencial analisado.

Após o levantamento das informações, fez-se o cálculo para cada modo de falha potencial identificando o RPN. Desta forma, utilizou-se a Equação 1 para o cálculo de RPN.

$$(RPN)=G*O*D \quad (1)$$

Após o cálculo do RPN, identificaram-se os modos de falha mais relevantes para o processo, conforme o ranking apresentado na Tabela 1.



Descrição	Pontos
Nenhum efeito	1
Atraso curto no processo, sem danos ao cliente	2 – 4
Atraso curto no processo e conseqüentemente nas liberações	5 – 6
Sobrecarga em setores do terminal	7 – 8
Atraso longo no processo, ocasionando a perda do embarque	9 – 10

Figura 5. Sistema de pontuação para a Gravidade (G) utilizando o FMEA

Fonte: Os próprios autores

Possibilidade	Descrição	Pontos	Probabilidade
Remota	Nenhuma ocorrência conhecida	1	1/10.000
Baixa	Ocorrência possível, mas não há dados	2 – 4	1/5.000
Moderada	Ocorrência pouco frequente	5 – 6	1/200
Alta	Ocorrência frequente	7 – 8	1/100
Muito Alta	Quase certo que ocorra	9 – 10	jan/20

Figura 6. Sistema de pontuação para a probabilidade de Ocorrência (O) utilizando o FMEA

Fonte: Os próprios autores

Descrição	Pontos
Certeza absoluta de detectar a falha	1
Moderadamente alta a possibilidade de detectar a falha	2 – 4
Baixa possibilidade de detectar a falha	5 – 6
Remota possibilidade de detectar a falha	7 – 8
Não é possível detectar e falha	9 – 10

Figura 7. Sistema de pontuação para a Detectabilidade (D) utilizando o FMEA

Fonte: Os próprios autores

Causas, efeitos e medidas corretivas

Nas duas últimas visitas à empresa, apresentou-se à equipe multidisciplinar o *ranking* dos modos de falhas potenciais. Portanto, foi solicitada a ela a análise e a identificação das causas e efeitos dos cinco modos de falhas potenciais mais relevantes. Por fim, requisitaram-se sugestões de medidas corretivas para tais modos de falhas potenciais.

A Figura 8 demonstra os efeitos gerados pelo modo de falha potencial classificado em primeiro lugar no *ranking* das mais relevantes, suas possíveis causas de ocorrência e medidas corretivas sugeridas pela equipe multidisciplinar.

Na Figura 9 constam os efeitos gerados no modo de falha potencial, sendo estes considerados os segundos mais relevantes do *ranking*. À vista disso, estão descritas as possíveis causas de ocorrência e as medidas corretivas sugeridas pela equipe multidisciplinar.

Os efeitos gerados pelo terceiro modo de falha potencial mais relevante estão representados na Figura 10. Nesse sentido, estão descritas as possíveis causas de ocorrência e as medidas corretivas sugeridas pela equipe multidisciplinar.

A Figura 11 demonstra os efeitos gerados pelo modo de

falha potencial, classificado como o quarto mais relevante do *ranking*, suas possíveis causas de ocorrência e medidas corretivas sugeridas pela equipe multidisciplinar.

Por fim, a Figura 12 demonstra os efeitos causados pelo quinto modo de falha potencial mais relevante. Conjuntamente, estão as possíveis causas de ocorrência e as medidas corretivas sugeridas pela equipe multidisciplinar.

Ao final da análise, os membros da equipe sugeriram o registro formal da ocorrência dos modos de falha como forma de controlá-los e corrigi-los no processo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou como objetivo a aplicação do método de análise de falhas FMEA combinado ao método do RPN, no processo de movimentação de contêineres vazios em uma empresa de logística, localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul.



Modo de Falha Potencial	Efeitos	G	Causas	O	Medidas Corretivas	D	RPN
1º - Movimentações desnecessárias de unidades	Interrupção dos processos; Atrasos no processo; Avarias nas unidades; Perda do FIFO	6,375	Unidades armazenadas em lote incorreto; Formação dos lotes de forma incorreta; Falta de atenção	5,25	Loteamento correto das unidades; Maior interação entre conferente e operador; Identificação dos lotes; Rádio em cada máquina	2,5	83,7

Figura 8. Movimentações desnecessárias de unidades

Fonte: Os próprios autores

Modo de Falha Potencial	Efeitos	G	Causas	O	Medidas Corretivas	D	RPN
2º - Estimativa de reparo divergente da vistoria	Avarias sem reparos; Reparos por conta da oficina; Atrasos no processo	6	Falta de atenção; Vistorias ilegíveis; Falta de treinamento	3,375	Interação entre vistoria e estimativa; Rádio no setor de vistoria	3,13	63,3

Figura 9. Estimativa de reparo divergente da vistoria

Fonte: Os próprios autores

Modo de Falha Potencial	Efeitos	G	Causas	O	Medidas Corretivas	D	RPN
3º - Unidade liberada com capacidade de carga diferente da capacidade exigida no booking	Devolução da unidade; Atraso no processo; Retrabalho	6,5	Falta de atenção do conferente e Gate Out; Informação incorreta; Falta de informação	3,25	Acesso do conferente ao booking; Melhora da informação	2,88	60,7

Figura 10. Unidade liberada com capacidade de carga diferente da capacidade exigida no *booking*.

Fonte: Os próprios autores

Modo de Falha Potencial	Efeitos	G	Causas	O	Medidas Corretivas	D	RPN
4º - Unidade liberada de armador diferente do que consta no booking	Devolução da unidade; Troca de lacre; Atraso na liberação; Retrabalho	7,625	Falta de atenção do conferente; Informação incorreta; Falta de informação	3,125	Acesso do conferente ao booking; Melhora da informação	2,13	50,6

Figura 11. Unidade liberada de armador diferente do que consta no *booking*

Fonte: Os próprios autores

Modo de Falha Potencial	Efeitos	G	Causas	O	Medidas Corretivas	D	RPN
5º - Avarias não percebidas durante a vistoria	Avarias sem reparos; Unidades liberadas avariadas; Devolução da unidade; Atraso no processo; Retrabalho	4,5	Falta de atenção do vistoriador; Escassez de vistoriadores; Diversas unidades para vistoria; Unidades muito avariadas; Avarias difíceis de detectar	3,875	Treinamento dos vistoriadores; Maior número de vistoriadores; Vistorias realizadas por mais de um vistoriador; 2ª vistoria em unidades muito avariadas; Vistoria própria	2,75	48

Figura 12. Avarias não percebidas durante a vistoria

Fonte: Os próprios autores



Tabela 1. Ranking dos Modos de Falha Potenciais

Ranking dos Modos de Falha Potenciais		G	O	D	RPN
1°	Movimentações desnecessárias de unidades	6,375	5,25	2,5	83,7
2°	Estimativa de reparo divergente da vistoria	6	3,375	3,125	63,3
3°	Unidade liberada com capacidade de carga diferente da capacidade exigida no booking	6,5	3,25	2,875	60,7
4°	Unidade liberada de armador diferente do que consta no booking	7,625	3,125	2,125	50,6
5°	Avarias não percebidas durante a vistoria	4,5	3,875	2,75	48
6°	Danos às mercadorias transportadas detectados no destino por avarias na unidade	5,875	2,75	2,625	42,41
7°	Unidades armazenadas em lote incorreto	5,88	5,25	1,38	42,41
8°	Reparos que constavam na ordem de serviço e não foram realizados	5,5	4,125	1,75	39,7
9°	Atraso nos carregamentos por falta de unidades ok ou padrão específico	4,875	4,125	1,75	35,2
10°	Unidades carregadas para liberação fora do FIFO	5,25	3,75	1,625	32
11°	Unidades posicionadas em oficina sem autorização de reparos e ordem de serviço	4,625	4,75	1,375	30,2
12°	Liberação de lacre com numeração ou armador divergente do que foi informado no out do contêiner	5,5	3,375	1,5	27,8
13°	Realização de reparos ou upgrade que não constam na ordem de serviço	2,25	3	3,5	23,6
14°	Unidade devolvida pelo cliente por estar fora do padrão ou avariada	4	3,375	1,75	23,6
15°	Não localização de unidades para liberação	4,5	2,5	2	22,5
16°	Atraso nos reparos por falta de material ou pessoal	4,625	3,125	1,5	21,7
17°	Utilização de equipamento incorreto na movimentação de unidades	3,5	2,25	2,375	18,7
18°	Atraso nos carregamentos ou nas descargas de unidades por falta de equipamentos	4	3,875	1,125	17,4
19°	Quantidade de unidades agendadas para liberação no TECON, superior a capacidade operacional do terminal	4,125	2,75	1,5	17
20°	Avarias durante a movimentação das unidades	2,63	3,25	1,38	11,7

Fonte: Os próprios autores

No decorrer do estudo, com o auxílio de uma equipe multidisciplinar, foi possível identificar 20 modos de falha potenciais no processo de movimentação de contêineres vazios da empresa analisada. A partir da identificação, fez-se a classificação dos modos quanto à gravidade, ocorrência e detectabilidade. Dessa forma, observou-se os cinco modos de falha mais relevantes para o processo e, então, a equipe multidisciplinar realizou a identificação de suas causas e ocorrências dos modos de falhas e os efeitos que geravam no processo.

A identificação dos cinco modos de falha potenciais mais relevantes possibilitou que os membros da equipe multidisciplinar sugerissem medidas corretivas que podem ser aplicadas no processo. Contudo, as medidas observadas apresentaram o objetivo de minimizar ou até mesmo eliminar os modos de falha potenciais, assim como aumentar a produtividade da empresa, diminuir o *lead time* do processo, melhorar a qualidade do serviço prestado, melhorar a qualidade da informação e aumentar a interação entre os setores.

A principal limitação encontrada durante o estudo consistiu na falta de registro formal da empresa referente às falhas no processo de movimentação de contêineres vazios. Nesse sentido, sugere-se para trabalhos futuros a aplicação das medidas corretivas, com o objetivo de verificar se houve melhoria do processo, da produtividade e da qualidade do serviço/processo.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ (2017), "Anuário 2017", disponível em: http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/20180112_Anu%C3%A1rio_2017_v4-4-vers%C3%A3o-final.pdf (acesso em 22 mai. 2019).
- Apkon, M.; Leonard, J.R.; Probst, L.F.D.; et al. (2004), "Design of a safer approach to intravenous drug infusions: Failure mode effects analysis", *Quality and Safety in Health Care*, Vol. 13, No. 4, pp. 265-271.
- Chiozza, M.L.; Ponzetti, C. (2009), "FMEA: A model for reducing medical errors", *Clinica Chimica Acta*, Vol. 404, No. 1, pp. 75-78.
- Cicek, K.; Celik, M. (2013), "Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship", *Safety Science*, Vol. 51, No. 1, pp. 6-10.
- Gomes, A.L.M.; Longaray, A.A.; Munhoz, P.R.S. (2016), "Análise de Falhas no Gerenciamento da movimentação de containers: um estudo bibliométrico", *Relatório de Estágio Supervisionado em Administração – Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, 2016.*



Jiang, Y.; Jiang, H.; Ding, S. et al. (2015), "Application of failure mode and effects analysis in a clinical chemistry laboratory", *Clinica Chimica Acta*, Vol. 448, pp. 80-85.

Liu, H.-C.; Liu, L.; Liu, N. (2013), "Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review", *Expert Systems with Applications*, Vol. 40, No. 2, pp. 828-838.

Roesch, S.M.A. (2005), *Projetos de estágio e de pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso*. 3rd ed., Atlas, São Paulo.

Silva, R.L.A.; Soares, P.R.F.T.; Silva, A.K.B. (2008), "Análise de risco utilizando a ferramenta FMEA em um gerador de vapor", artigo apresentado no XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, RJ, 13-16 de out. 2008.

Recebido: 05 jul. 2019

Aprovado: 05 set. 2019

DOI: 10.20985/1980-5160.2019.v14n3.1553

Como citar: Longaray, A. A.; Gomes, A. L.; Storino, D. G., et al. (2019), "Aplicação do método FMEA para a análise de imprecisões no gerenciamento da movimentação de contêineres vazios: um estudo de caso", *Sistemas & Gestão*, Vol. 14, No. 3, pp. 269-278, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1553> (acesso dia mês abreviado. ano).