

Estudo de Riscos de Processos numa Planta Química de *Blending* de Aditivos de Petróleo para Lubrificantes e Combustíveis por FMEA

Tatiana Hirota Peixoto (UFF – Universidade Federal Fluminense) – hirota@eq.uff.br

Helton Luiz Santana Oliveira, MSc. (UFF – Universidade Federal Fluminense) – heltonsantana@id.uff.br

Gilson Brito Alves Lima, DSc. (UFF – Universidade Federal Fluminense) – glima@id.uff.br

Resumo:

O presente trabalho contempla o estudo numa planta de processo de especialidades químicas destinada à formulação, fabricação e comercialização de aditivos de petróleo para lubrificantes e combustíveis. Em que pese a planta ser constituída de setores como armazenagem, *blending*, envase entre outros, optou-se por delimitar o estudo à unidade *blending*, apresentar-se o processo com maior variabilidade em seu processamento contínuo. Como ferramenta de abordagem metodológica foi escolhida a técnica qualitativa FMEA - *Failure Modes and Effects Analysis* - para a análise dos riscos existentes. Através do levantamento de riscos feito de maneira planejada, organizada e concisa foi possível a indicação de pontos de falha no processo que deverão ser implementadas e controladas pela empresa afim de evitar acidentes e incidentes de diversos graus de severidade. Os modos de falhas mais críticos identificados envolveram: Falha no trocador de calor, Falha no PLC, Falha na bomba, Operador não qualificado, Falha nas válvulas.

Palavras chave: Aditivos para lubrificantes, Gestão de Riscos de Processos, FMEA, Segurança do Trabalho, Planta Química.

Study of Process Risks in a Chemical Plant Blending of Oil Additives for Lubricants and Fuels by FMECA.

Abstract:

The present paper contemplates the study in a process plant of chemical specialties destined to the formulation, manufacture and commercialization of petroleum additives for lubricants and fuels. In spite of the fact that the plant consists of sectors such as storage, blending, packaging and others, it was decided to delimit the study to the blending unit, to present the process with greater variability in its continuous processing. As a tool for methodological approach, the qualitative technique FMEA - Failure Modes and Effects Analysis - was chosen for the analysis of existing risks. Through the risk assessment carried out in a planned, organized and concise manner, it was possible to indicate points of failure in the process that should be implemented and controlled by the company in order to avoid accidents and incidents of varying degrees of severity. The most critical failure modes identified involved: Heat Exchanger Failure, PLC Failure, Pump Failure, Unqualified Operator, Valve Failure.

Key words: Lubricant Additive, Process Risk Management, FMECA, Work Safety, Chemical Plant.

1. Introdução

O negócio da cadeia produtiva de especialidades químicas é descrito por IHS (2015) como uma indústria em transição, em que variados fatores como a liberalização do comércio, a disseminação de tecnologias de processo e a mudança da economia, estão mudando o foco geográfico do setor. Simultaneamente, a concorrência tem aumentado e os produtos considerados maduros estão se tornando comoditizados, fazendo com que os fabricantes de produtos químicos especiais dependam da inovação como uma das poucas fontes de vantagem competitiva. Em meio a essa indústria de especialidades químicas tem-se aquela que é devotada à formulação, fabricação e comercialização de aditivos de petróleo para lubrificantes e combustíveis, que a seu tempo não está imune aos efeitos deste cenário.

Aditivos são compostos químicos que melhoram ou atribuem propriedades aos óleos básicos usados na fabricação de lubrificantes e combustíveis e fluidos funcionais. Cada aditivo é selecionado segundo a sua capacidade de desempenhar uma ou mais funções específicas em combinação com outros aditivos. Os aditivos selecionados são formulados em embalagens para uso com um estoque de base de lubrificante específico e para uma aplicação específica de uso final. O maior uso final é nos lubrificantes do cárter de motores automotivos. Outras aplicações automotivas incluem fluidos hidráulicos e óleos para engrenagens. Além disso, muitos lubrificantes industriais e óleos para usinagem também contêm aditivos.

Os principais tipos de aditivos funcionais são: dispersantes, detergentes, inibidores de oxidação, agentes antidesgaste, aditivos de extrema pressão, melhoradores do índice de viscosidade, antiespumantes, desemulsificadores, emulsificadores, adesivantes, agentes anti névoa, biocidas e corantes.

Ainda segundo IHS (2015) o negócio de aditivos para lubrificantes e combustíveis é globalmente dominado por umas poucas empresas multinacionais que estão ou estiveram ligadas às principais companhias de petróleo. São elas, a Chevron Oronite Company LLC (de propriedade da Chevron Corp.), a Afton Chemical Corporation, a Lubrizol Corporation e a Infineum (uma joint venture entre a ExxonMobil e a Shell). Eles representam mais de 85% a 90% dos negócios em todo o mundo.

A divisão do consumo mundial de aditivos para lubrificantes e combustíveis em 2015 foi:

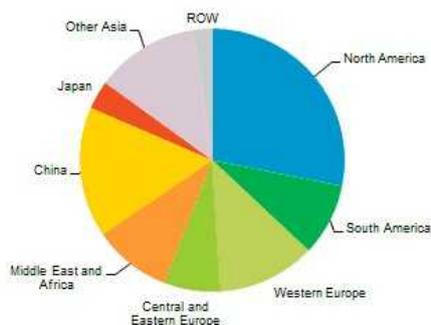


Figura 1 – Consumo mundial de aditivos
Fonte: IHS, 2015

A divisão entre a demanda por lubrificantes (o mercado de uso final de aditivos para lubrificantes e combustíveis) nos setores automotivo e industrial varia muito em todo o mundo. O óleo lubrificante para aplicações automotivas depende da produção automotiva e da posse de automóveis.

O processo de gerenciamento de risco deve ser uma parte integrante da gestão da empresa, incorporado em sua cultura e práticas, e adaptado aos processos de negócios da organização. A norma internacional ISO 31000:2009 (ABNT-ISO, 2009) define o risco como “efeito da incerteza sobre os objetivos” e por sua vez o gerenciamento de riscos é definido como “atividades coordenadas para direcionar e controlar uma organização em relação ao risco”.

Na descrição de Oliveira (2017) o gerenciamento de riscos, para qualquer ramo de negócio é uma ferramenta imprescindível para a identificação de fatores que ameaçam, a proteção à vida humana, a preservação ambiental, o controle de perdas e a continuidade de negócios. Acidentes geram custos ou perdas diretas ou indiretas para as organizações e para a sociedade. A otimização racional de custos é um fator de extrema importância para sobrevivência de empresas no mercado competitivo. Neste sentido, a redução do número de acidentes de trabalho é um fator que favorece benefícios financeiros e sociais para a organização.

A ferramenta de análise selecionada para o levantamento e análise dos riscos existentes foi o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), com a adoção do critério de criticidade pela abordagem RPN – *Risk Priority Number*, para o apontamento dos riscos mais críticos do processo estudado.

Este trabalho se propõe a apresentar ações preventivas e/ou mitigadoras para os riscos detectados na unidade *blending* de uma planta industrial de especialidades químicas para produção de aditivos de petróleo para lubrificantes e combustíveis.

2. Metodologia

Empregou-se para a condução deste estudo o paradigma positivista com finalidades exploratórias e explanatórias (GRAY, 2009), tendo-se selecionada por estratégia metodológica o estudo de caso e como técnica de abordagem a FMEA – *Failure Modes and Effects Analysis*.

Nos relatos de Yin (2001) o estudo de caso é posto como tendo por essência a tentativa de esclarecer decisões, isoladamente ou em conjunto, destacando-se aspectos de sua implementação e os resultados advindos deste processo.

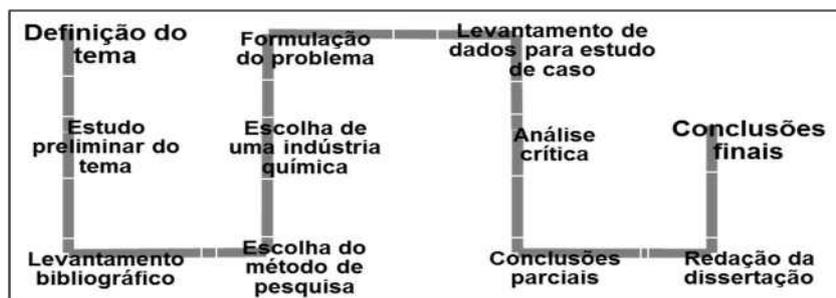


Figura 2 – Etapas do Estudo de Caso

Fonte: Os autores

Para a instrumentalizar da coleta de dados deste trabalho foram efetuadas visitas presenciais às instalações do objeto de estudo, visando levantar e verificar e informações quanto à estrutura administrativa da empresa, o reconhecimento de campo das instalações do processo produtivo, bem como obtenção de dados técnicos, de organização do trabalho e requisitos de gestão requeridos para a materialização da pesquisa.

Na figura 2 tem-se a representação da sequência de etapas observadas na elaboração deste trabalho.

A norma ABNT-ISO-31010 (ABNT-ISO, 2010), define um conjunto de 31 diferentes técnicas de análise de riscos para emprego no estudo de riscos de sistemas industriais, dentre as quais a FMEA/FMECA. FMEA - Análise de Modos de Falhas e Efeitos (do inglês, *Failure Modes and Effects Analysis*) é uma técnica estruturada do tipo qualitativa utilizada para identificar as formas segundo as quais os componentes, sistemas ou processos podem falhar quanto ao atendimento de seu propósito de projeto.

A FMEA constitui-se nas mais amplamente utilizadas dentre as técnicas de confiabilidade e risco empregadas nos estágios iniciais de desenvolvimento de um produto ou sistema.

3. Visão Geral Sobre Gerenciamento de Riscos

Mediante a análise de riscos pode-se desenvolver uma compreensão dos riscos envolvidos numa atividade. É possível avaliar quais riscos precisam ser tratados, bem como definir a melhor estratégia e método de tratamento apropriados (ABNT-ISO, 2009). Essa análise determina as consequências e as probabilidades dos riscos, levando em consideração a presença (ou não) e a eficácia de quaisquer controles. Os registros desse processo fornecem a base para melhorias nos métodos e ferramentas, bem como no processo geral. Por isso, as atividades devem ser rastreáveis.

Existem diversos tipos de técnicas utilizadas nos estudos de riscos, que podem ser empregadas nas etapas de identificação, análise e/ou avaliação de riscos. Estes podem ser qualitativos, semi-quantitativos ou quantitativos, e cada um deles possui sua estratégia própria de aplicação. Neste trabalho foi utilizada a técnica FMEA com o critério de priorização RPN.

3.1 Abordagem de Criticidade por RPN

Esse critério possibilita um ranqueamento dos riscos de acordo com o seu grau de relevância. Esse ranqueamento é baseado na multiplicação dos três indicadores apontados no formulário FMEA, a saber: Nível de Severidade, Probabilidade de Ocorrência e Grau de Detecção. Esse resultado agregado leva à conclusão é que quanto maior o valor RPN, maior será o grau de prioridade que um determinado risco apresenta.

A norma ISO 60812:2006 (BRITISH STANDARD, 2006) que a partir dos modos de falha ranqueados segundo sua ordem de importância, seja dado início a um plano de controle, levando essa ordem em consideração.

3.2 Tipologias de FMEA

Nas citações de Palady (2007) e AIAG (2008) nota-se a existência de dois tipos de FMEA: o de projeto (ou FMEA de produto) e o de processo. Por outro lado, a ABNT-ISO 31010:2009 (ABNT-ISO, 2009) propõe cinco tipos de FMEA: Design (ou produto, DFMEA), Sistema, Processo (PFMEA), Serviço (SFMEA) e Software.

As diferenças entre esses tipos estão na forma com que os riscos são classificados, como pode ser observado no quadro 1.

Tipo de FMEA	Modo de operação	Área de atuação
Sistema	Busca os modos de falha potenciais entre as funções de um sistema.	Analisa sistemas e subsistemas, desde o conceito inicial até o estágio de projeto.
Projeto	Busca os modos de falha causados por deficiências de projeto, analisando as especificações do produto e focando em componentes e subsistemas.	Analisa produtos antes de serem liberados para a fabricação.
Processo	Busca os modos de falha causados nas etapas de planejamento e execução.	Analisa processos de fabricação e montagem.
Serviço	Busca os modos de falha (tarefas, erros e equívocos) causados por deficiências no sistema ou processo.	Analisa serviços antes que eles atinjam os clientes.
Software	Busca os modos de falha causados pelo uso de softwares aplicados em sistemas.	Analisa softwares de um sistema com alto nível de detalhamento.

Quadro 1 - Tipos de FMEA

Fonte: Os autores

Independentemente do tipo de FMEA a ser aplicado, as etapas para o seu desenvolvimento são padronizadas. Prossegue-se com o preenchimento de um formulário FMECA listando as respectivas funções, modos de falha, efeitos de falha, causas, controles seguidos da classificação numérica de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), e posteriormente das ações recomendadas. Para análise de criticidade foram adicionadas duas colunas neste trabalho de SxO (risco) e RPN (método de qualidade).

4. Estudo de caso

Este estudo de caso foi realizado numa empresa do ramo de formulação, fabricação e comercialização de aditivos de petróleo para lubrificantes e combustíveis, que pede sigilo em sua identidade. A planta química foi inaugurada em 1968, sendo a primeira fábrica no Brasil para aditivos de lubrificantes e combustíveis, misturando dispersantes, modificadores de viscosidade e antioxidantes, para atender ao mercado latino-americano. A fábrica se desenvolveu e cresceu ao longo dos últimos cinquenta anos e atualmente emprega mais de 60 trabalhadores e é detentora de um histórico de segurança notável, tendo completado este ano 25 anos ininterruptos sem ter registros de ocorrência de acidentes com perda de tempo.

As variáveis de processo controladas são: temperatura, nível do tanque e a massa de matéria-prima adicionada. Cada produto final produzido possui seus critérios de qualidade correspondentes a determinados valores específicos de viscosidade, densidade e pH dos aditivos, que são rigorosamente controlados.

A figura 2 apresenta um fluxo das etapas do processo da unidade *blending*.

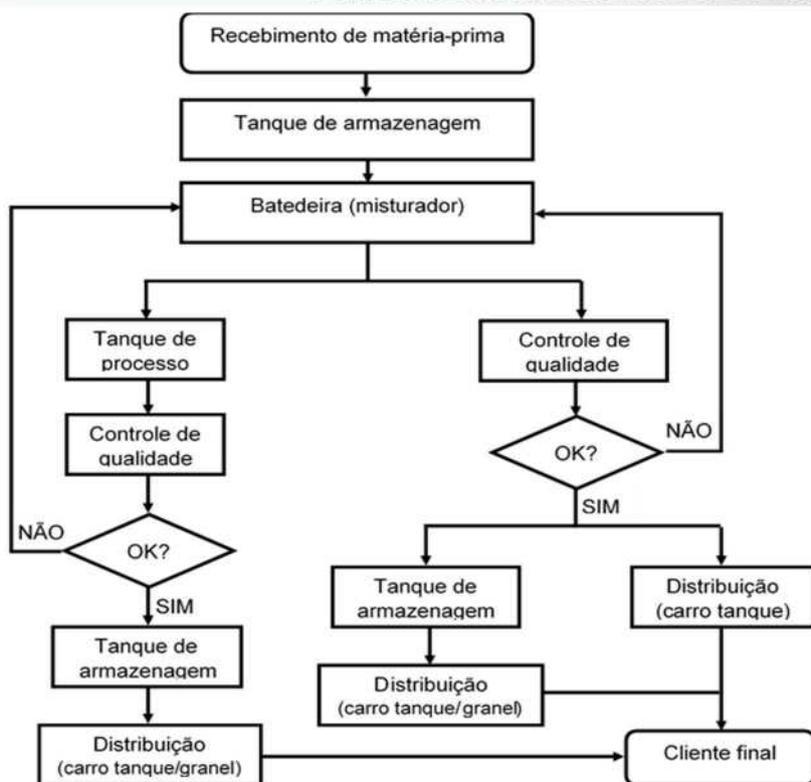


Figura 3 – Fluxo de etapas do processo da unidade *blending*

Fonte: Os autores

4.1 Aplicação da FMEA ao processo estudado

Baseado no processo e no estudo de suas características, seguindo o protocolo padrão de condução da técnica FMEA foi realizado o preenchimento do formulário FMEA apresentado nos quadros 2, 3 e 4.

FMEA - Análise de Efeitos e Modos de Falha

Descrição do processo: Processo produtivo de aditivos na unidade *blending*.
 Aprovações: Tatiana Hirata Peroto, Eng. Segurança do Trabalho; Helton Luiz Santana Oliveira, Eng. Segurança do Trabalho.

Página 1 de 3
 Original: 15/06/2018
 Data: 15/06/2018

Funções	Modos de Falha	Efeitos de Falha	S	Causas	O	Controles	D	Ações recomendadas	SxO	RPN
Tanque de armazenagem	Contaminação do tanque	Produto final fora de especificação	7	Desatenção do operador na estocagem da matéria-prima	3	Treinamentos realizados com frequência de 2 anos.	6	Supervisão atuando constantemente, redução na frequência de treinamento para 1 ano	21	126
	Falha no controlador de nível	Transbordamento do tanque	8	Problema mecânico/eletrônico, falta de manutenção	4	Manutenção programada com frequência de 12 meses	1	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	36	36
Transferência de matéria-prima e de produtos acabados	Falha na bomba	Paralisação instantânea do processo	9	Problema mecânico, falta de manutenção, queda de energia	7	Manutenção programada com frequência de 12 meses	6	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	63	63
	Falha na caldeira de vapor	Impossibilidade de aquecimento da linha	8	Problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	2	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	40	80
	Falha no aquecimento da tubulação	Vazamento de vapor, queimaduras	9	Furos/avarias no sistema de aquecimento das linhas	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses, uso de EPI adequado	4	Redução na frequência de manutenção para 10 meses, supervisão atuando constantemente	45	180
	Falha nas válvulas	Bloqueio da passagem do produto, vazamento na linha	9	Problema mecânico, falta de manutenção, manuseio incorreto do equipamento	6	Manutenção programada com frequência de 12 meses e treinamentos realizados a cada 3 meses	2	Redução na frequência de manutenção para 10 meses, supervisão atuando constantemente	54	108
	Falha no controlador de temperatura	Produto sem a viscosidade adequada para escoamento	8	Problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	40	200

Quadro 2 – planilha de FMEA para unidade de *blending* (folha 1 de 3)

Fonte: Os autores

FMEA - Análise de Efeitos e Modos de Falha

Descrição do processo: Processo produtivo de aditivos na unidade blending.
 Cliente: Empresa de aditivos para lubrificantes.

Página 2 de 3
Original: 15/06/2018
Data: 15/06/2018

Aprovações:
Tatiana Hirota Peixoto, Eng. Segurança do Trabalho
Helton Luiz Santana Oliveira, Eng. Segurança do Trabalho

Funções	Modos de Falha	Efeitos de Falha	S	Causas	O	Controles	D	Ações recomendadas	SxO	RPN
Misturador (batedeira)	Falha mecânica	Pás grátórias / motor não funcionam	9	Problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	45	225
	Falha elétrica	Paralisação no processo, perda de produtos, equipamento não funciona/queima/curto-circuito	8	Queda de energia, danos no cabo	6	Possui subestação de energia com duas redes distintas de energia elétrica	1	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	40	48
	Falha na balança digital	Problemas na transmissão da informação da massa para o PLC	9	Problema mecânico/elétrico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	45	225
	Falha no PLC (controlador de massa)	Problemas no envio de sinal para sistema de ar comprimido	9	Geração de alarme falso, problema na balança, problema mecânico, falta de manutenção	8	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	36	360
	Falha no sistema de ar comprimido	Problemas no pistão que manda sinal para a válvula de entrada de produto abarfechar	9	Problema no PLC, problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	45	225
	Falha no controlador de nível	Transbordamento do tanque	9	Problema mecânico/elétrico, falta de manutenção	4	Manutenção programada com frequência de 12 meses	1	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	36	36
	Falha na caldeira de vapor	Impossibilidade de aquecimento da serpentina que gera calor no misturador	8	Problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	40	200

Quadro 3 – planilha de FMEA para unidade de *blending* (folha 2 de 3)

Fonte: Os autores

FMEA - Análise de Efeitos e Modos de Falha

Descrição do processo: Processo produtivo de aditivos na unidade blending.
 Cliente: Empresa de aditivos para lubrificantes.

Página 3 de 3
Original: 15/06/2018
Data: 15/06/2018

Aprovações:
Tatiana Hirota Peixoto, Eng. Segurança do Trabalho
Helton Luiz Santana Oliveira, Eng. Segurança do Trabalho

Funções	Modos de Falha	Efeitos de Falha	S	Causas	O	Controles	D	Ações recomendadas	SxO	RPN
Misturador (batedeira)	Falha no trocador de calor	Vazamento de vapor, queimadura, danos mecânicos ao misturador, impossibilidade de mistura homogênea, produto final fora de especificação	9	Problema mecânico, falta de manutenção, problema na caldeira de vapor	8	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	36	360
	Falha no controlador de temperatura	Produtos não misturados adequadamente, produto final fora de especificação	9	Problema mecânico, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	5	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	45	225
	Falha no painel de controle	Paralisação instantânea do processo	8	Queda de energia, falta de manutenção	5	Manutenção programada com frequência de 12 meses	2	Redução na frequência de manutenção para 10 meses	40	80
	Falha humana	Transbordamento do tanque, produto final fora de especificação, paralisação do processo	9	Operador desatento ao painel de alarme	4	Adição de sirene externa, treinamentos realizados com frequência de 2 anos	1	Redução na frequência de treinamentos para 1 ano	36	36
Controle de qualidade	Contaminação da amostra	Produto final fora de especificação	7	Operador do laboratório desatento aos procedimentos padrão	3	Elaboração de procedimentos operacionais	1	Supervisão atuando constantemente	21	21
	Falha humana	Análise incorreta dos resultados da amostra	7		3		1	Supervisão atuando constantemente	21	21
Distribuição	Operador terceirizado não qualificado	Acidentes de trabalho: explosão, danos físicos à saúde, danos materiais	10	Empresa terceirizada com déficit de comprometimento	5	Revisão de contratos, treinamentos realizados com frequência de 2 anos	5	Supervisão atuando constantemente, redução na frequência de treinamentos para 1 ano, acompanhamento de maturidade de funcionários	30	300

Quadro 4 – planilha de FMEA para unidade de *blending* (folha 3 de 3)

Fonte: Os autores

Nos quadros 2, 3, e 4 foram empregadas as seguintes legendas:

- S (severidade), O (ocorrência), D (detecção): Baseando-se nas tabelas de Palady (2007);
- SxO: Multiplicação do nível de severidade e probabilidade de ocorrência, conforme a equação fundamental de risco.
- RPN: Multiplicação de nível de severidade, probabilidade de ocorrência e grau de detecção.

Da análise dos quadros 2, 3 e 4 verifica-se que cada modo de falha gera um impacto diferente, entretanto, todas elas convergem para um ponto final em comum: prejuízo financeiro à empresa, seja por danos à saúde de seu funcionário, seja danos materiais. Demonstra-se assim o motivo pelo qual as empresas estão cada vez mais preocupadas com este tema.

O quadro 5 mostra a divisão das faixas de classificação dos riscos adotadas pelos autores com base numa divisão linear da amplitude de SxO e RPN identificados no corrente estudo.

	Leve (cor verde)	Moderado (cor amarela)	Crítico (cor vermelha)
Coluna SxO	1 à 24	25 à 48	49 à 72
Coluna RPN	1 à 120	121 à 240	241 à 360

Quadro 5 – Faixas de classificação atribuídas aos riscos

Fonte: Os autores

4.2 Resultados obtidos do estudo da FMEA

Em que pese os atuais baixíssimos índices de falhas verificados, como consequência de um trabalho intenso de muito tempo de planejamento e implementação de medidas preventivas e mitigadoras que vem sendo praticado nas instalações em estudo, tem-se a percepção de que se um cenário de grande severidade ocorrer pode ter o comprometimento da continuidade de negócios da empresa.

O quadro 6 apresenta uma síntese com os modos de falhas críticas levantados no presente estudo, e exibido em ordem de prioridade de tratamento, de acordo com os resultados de do critério RPN e do produto SxO obtidos.

Modo de Falha	RPN	SxO	Prioridade
Falha no trocador de calor	360	72	1º
Falha no PLC	360	72	1º
Falha na bomba	315	63	2º
Operador não qualificado	250	50	3º
Falha nas válvulas	108	54	4º

Quadro 6 – Falhas críticas do processo estudado

Fonte: Os autores

A falha no trocador de calor, além de problemas de manutenção, ainda pode ser ocasionada por problemas na caldeira de vapor. A caldeira envia vapor para o trocador de calor aquecer o produto na bateadeira, e se este enviar vapor demais ou de menos haverá problemas em seu funcionamento. Em caso de menos vapor, não haverá calor suficiente para reduzir a viscosidade do óleo, o que impedirá a correta homogeneização da mistura, obtenção de um produto final fora da especificação e problemas mecânicos no misturador (pás giratórias e motor). Em caso de excesso de vapor, pode-se ter vazamento do mesmo causando acidentes com queimaduras, e perda de vapor.

A bomba pode parar de funcionar devido à problemas mecânicos, falta de manutenção adequada ou até mesmo queimar devido à queda de energia repentina. Qualquer um desses problemas ocasionam a paralisação total/parcial do processo produtivo já que sem a transferência de produtos não é possível a sua produção (bomba na linha de entrada de matéria-prima) ou armazenamento (bomba na linha de saída da bateadeira). Essa paralisação no processo gera muitas perdas financeiras à empresa.

Quando ocorre uma falha PLC, o envio de sinal para o sistema de ar comprimido é cortado, e isso gera um descontrole na massa de matéria-prima adicionada à bateadeira. Adicionando mais massa do que o planejado, pode-se ter consequências severas como transbordamento de tanque, explosão, incêndio, queimaduras e danos à saúde de trabalhadores ou menos severas como perda de matéria-prima/produto, perda financeira, perda de tempo com retrabalhos para corrigir a especificação do produto final. As razões que possibilitam uma falha no PLC são problemas mecânicos, falta de manutenção adequada, problemas na balança e geração de alarmes falsos. Se a balança não estiver com a calibração correta ou em perfeito funcionamento, haverá distorção na leitura no PLC.

O risco com a consequência mais grave levantado no processo encontra-se na falha apontada no setor da distribuição (operador terceirizado não qualificado). Este modo de falha é caracterizado como crítico pois, devido à viscosidade, o produto final precisa estar aquecido para que seja bombeado do tanque para o caminhão, e, dessa forma, mediante combustível (produto final inflamável), comburente (oxigênio do ar) e faísca (proveniente de qualquer

fonte de atrito ou outros) pode-se ocasionar uma explosão, seguida ou não de incêndio à depender da situação, bem como danos físicos à saúde de pessoas no entorno e danos materiais.

Sendo assim, deve-se ter um operador qualificado e treinado executando esta atividade para minimizar esse risco de explosão e incêndio. Essa operação não é realizada pela empresa já que seu serviço é terceirizado. Porém, esse fato não exime a empresa de suas responsabilidades, obviamente. Esta deverá tomar as medidas preventivas cabíveis na elaboração do contrato com a prestadora de serviço para que não haja riscos para a sua operação.

Uma falha na válvula pode gerar um bloqueio ou vazamento na linha de transferência de matérias-primas/produtos e pode ser ocasionada por um problema mecânico, falta de manutenção adequada ou manuseio incorreto do equipamento. Uma das consequências desta falha é a perda financeira, seja de forma direta através da perda de matéria-prima ou produto acabado ou ainda indireta através da parada no processo produtivo. Além desta, tem-se ainda o dano físico à saúde do trabalhador, que pode ser, por exemplo, uma queimadura pelo contato direto com um produto aquecido.

4.3 Plano de ação de implementação das recomendações

A implementação das recomendações oriundas do estudo de FMEA devem ser aplicadas conforme a prioridade estabelecida na planilha de priorização, mas para um efetivo monitoramento das recomendações utiliza-se como ferramenta a técnica 5W3H. Essa técnica é aplicada para estruturar o plano de ação e basicamente consiste em responder às seguintes perguntas: What? (O que fazer?), Why? (Por que fazer?), Where? (Onde fazer?), When? (Quando Fazer?), Who? (Quem fará?), How? (Como fazer?), How much? (Quanto custa?), How measure? (Como medir?), conforme pode ser visualizado no quadro 7.

PLANO DE AÇÃO

O que fazer	Como fazer?	Por que fazer?	Quem fará?	Quando fazer?	Onde fazer?	Quanto custa?	Como medir?
Minimizar as falhas mecânicas na bomba, PLC, trocador de calor e válvulas	Reduzindo a frequência de manutenção programada de 12 para 10 meses	Pois estes equipamentos apresentam elevados riscos de danos materiais e à saúde do trabalhador	Setor manutenção	set/18	Na unidade blending	25% a mais do custo atual	Através de relatórios com as estatísticas de acidentes do trabalho
Supervisionar operadores com atividades manuais	Redobrando atenção aos operadores	Para evitar a ocorrência de acidentes com grandes proporções	Gerente de operação e gerente de SSMA	Durante o turno de trabalho	Na unidade blending	zero	
Acompanhar os operadores terceirizados do setor de distribuição	Redobrando atenção aos operadores, acompanhando o ciclo de treinamentos e rotatividade de funcionários da empresa contratada	Para evitar a ocorrência de acidentes com grandes proporções	Gerente de operação e gerente de SSMA	Durante o turno de trabalho	Na unidade blending	zero	

Quadro 7 – Síntese do plano de ação de implementação de recomendações.

Fonte: Os autores

5. Conclusão

Mesmo num segmento industrial altamente tecnológico e com um processo químico maduro, com um histórico muito reduzido de ocorrências de falhas, onde nos últimos 25 anos não se verificou nenhum acidente com afastamento, sempre haverá pontos de melhoria a aplicar buscando minimizar os riscos. A pesquisa proposta inicialmente neste trabalho foi concluída com sucesso. Observando-se os resultados obtidos pode-se confirmar que há pontos falhos que

precisam de melhorias, como já era esperado e que estes foram pontuados, discutidos e indicados planos de ação para minimizar a ocorrência dessas falhas, minimizando assim os riscos inerentes a cada uma.

A análise SxO possibilitou o apontamento de risco crítico que foi sinalizado como moderado pela abordagem RPN. Ou seja, a análise comparativa entre SxO e RPN se mostrou eficaz. Em que pese as considerações apresentadas por Palady (2007) apontarem para a existência de situações em que na prática esse ranqueamento pode apresentar falhas, revelando resultados falsos que nem sempre condizem com a realidade vivenciada no projeto, não foi o que se verificou no presente estudo.

A manutenção dos equipamentos é o ponto chave para se evitar muitas falhas no processo em estudo. As falhas mais críticas apontadas no estudo do processo envolveram equipamentos trocador de calor, PLC (controlador de massa), bomba e válvulas, além da possibilidade de ter-se eventualmente algum operador não adequadamente qualificado na área da distribuição do produto. Alguns equipamentos possuem alto valor agregado e necessitam de mão de obra técnica especializada para realizar o reparo de seus problemas mecânicos e, por isso, requerem atenção redobrada.

6. Agradecimentos

Os autores desejam registrar seus agradecimentos aos revisores do artigo por seus valiosos comentários e recomendações para melhoria do texto.

7. Conflitos de interesse

Os autores declaram que não têm conflitos de interesses com relação à pesquisa, autoria e/ou publicação deste artigo.

Referências

ABNT-ISO. NBR ISO 31000: Gestão de Riscos –Princípios e Diretrizes. Rio de Janeiro-RJ, 2009

ABNT-ISO. NBR ISO 31010: Gestão de Riscos – Técnicas de avaliação de riscos. Rio de Janeiro-RJ, 2009

AIAG - Automotive Industry Action - Group - AIAG Reference guide - Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), 4th Edition STANDARD published by AIAG, 2008.

BRITISH STANDARD. BS EN 60812:2006. Analysis techniques for system reliability — Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA), 2006.

GRAY, D. E. Doing Research in the Real World, 2nd ed, Sage, London, 2009.

IHS - Ihsmarket.com. (2015). Lubricating Oil Additives - Specialty Chemicals Update Program (SCUP) | IHS Markit. [online] disponível em: <https://ihsmarkit.com/products/chemical-lubricating-oil-scup.html> [Acessado em 30 de agosto de 2018].

OLIVEIRA, H.L.S. Notas de aula da disciplina Gerenciamento de Riscos da pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho na Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2017.

PALADY, P. FMEA: análise dos modos de falha e efeitos: prevenindo e prevenindo problemas antes que ocorram. 4ª edição. São Paulo: Instituto IMAM, 2007.

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 2ª edição, Porto Alegre - RS: Bookman, 2001.