

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

RAPHAEL PALHARES CÔRTEZ

**AVALIAÇÃO DE RISCOS DE SEGURANÇA EM UMA CABINE DE
PINTURA AUTOMOTIVA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DO MÉTODO
FMEA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2015

RAPHAEL PALHARES CÔRTEZ

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM UMA CABINE DE PINTURA
AUTOMOTIVA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DO MÉTODO FMEA**

Monografia apresentada para a obtenção do título de Especialista no curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara

CURITIBA

2015

RAPHAEL PALHARES CÔRTEZ

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM UMA CABINE DE PINTURA
AUTOMOTIVA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DO MÉTODO FMEA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

O intuito desta monografia é elaborar uma matriz de levantamento e avaliação de riscos voltados à segurança do trabalho em uma cabine de pintura, com base nos princípios da metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA). A metodologia utilizada foi levantar um arcabouço bibliográfico voltado para a segurança do trabalho, ferramenta FMEA e o funcionamento e riscos existentes de uma cabine de pintura. Após esse levantamento do referencial teórico, foram levantadas no local, informações referentes ao processo de pintura, para que fosse possível identificar e classificar os riscos, em baixo, médio e alto, de acordo com sua pontuação de severidade, frequência e probabilidade. Os resultados encontrados mostram que a cabine de pintura do estudo de caso é uma fonte potencial de geração de riscos e que deve ter uma combinação de controles na prevenção, durante e após seus processos. Conclui-se que o trabalho cumpriu seu objetivo de apresentar o levantamento de riscos com uma ferramenta importante no gerenciamento de riscos, principalmente para propor medidas de controles para os riscos existentes.

Palavras-chave: Segurança do trabalho, FMEA, Gerenciamento de Riscos.

ABSTRACT

The purpose of this monograph is to make a survey of matrix and risk assessment, focused on safety work in a paint cabin, on this basis of methodology of Analysis of Potential Failure Mode and Effects (FMEA). The methodology used was lifting a bibliographic framework focused on safety, FMEA tool and the operation and risks of a paint booth. After this survey the theoretical framework, were raised on site, information regarding the painting process, to make it possible to identify and classify the risks in low, medium and high, according to their score of severity, frequency and probability. The results show that the spray booth of the case study is a potential source of risk generation and it must have a combination of controls in preventing, during and after its processes. We conclude that the work accomplished his goal of presenting a survey of risk with an important tool in risk management, primarily to propose measures to control the risks.

Keywords: Safety Work , FMEA, Risk Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trabalhadores em indústrias montadoras	6
Figura 2: Distribuição de trabalhadores em indústrias montadoras	7
Figura 3: Processo de Pintura.....	23
Figura 4: Levantamento de Riscos.....	30
Figura 5: Classificação dos Riscos Levantados	31
Figura 7: Tambor aprova de explosão.....	33

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Problemática	2
1.2	Delimitação do problema de pesquisa	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo geral.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Justificativa e contribuições	4
1.5	Estrutura do trabalho	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	Indústrias Montadoras	6
2.2	Gestão de Segurança do Trabalho	9
2.2.1	Combinação de Perigo e Risco	10
2.2.2	Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego	11
2.3	Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)	11
2.3.1	Avaliação e Classificação do FMEA	13
2.4	Cabines de Pintura	15
2.4.1	Eletricidade Estática	17
2.4.2	Sistemas entre Dois Corpos e Aterramento.....	18
2.4.3	Higiene Ocupacional Envolvendo Produtos Perigos	19
3	METODOLOGIA	21
3.1	Etapas da Metodologia	21
3.1.1	Etapa Exploratória.....	21
3.1.2	Etapa Descritiva.....	22
3.1.3	Etapa Analítica.....	22
3.2	Apresentação do estudo de caso	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1	Matriz de Riscos de Segurança Baseada na Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial	25
4.2	Identificação e Classificação dos Riscos.....	29
4.3	Gerenciamento dos Riscos Levantados.....	30
5.	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

As indústrias montadoras do ramo automotivo representam uma significativa parcela de oferta de empregos e mão de obra no ramo nacional.

Uma característica forte nas indústrias montadoras é a complexidade de seus processos que podem ser considerados como “pesados”, uma vez que têm etapas de usinagem, solda, montagem com equipamentos mecânicos e pintura, podendo ser dos componentes de um veículo ou até mesmo seu chassi.

O processo de pintura possui além de prover a boa aparência ao equipamento, mas também, propiciar às carrocerias proteção, resistência contra as condições climáticas, erosões mecânicas, intemperes do clima, desgastes entre outros.

Para que o processo de pintura seja realizado de forma econômica, produtiva, eficiente e segura, tanto de maneira ocupacional como ambiental, foi desenvolvido o sistema de cabine de pintura, que dependendo da região, também pode ser conhecida como estufa ou câmara de pintura.

A cabine de pintura é um processo enclausurado que evita o contato da peça com poeiras, garantindo uma qualidade superior comparada a um processo convencional de pintura, além de ter um tempo de cura da tinta significativamente mais curto e também, sistemas de filtragem das emissões de partículas e mecanismos de redução da névoa de tinta no local, reduzindo a exposição dos funcionários a riscos ocupacionais.

Apesar dos benefícios do sistema de uma cabine de pintura, ela continua sendo uma etapa do processo produtivo com uma elevada quantidade e gravidade de riscos em que os funcionários estão expostos sejam eles ocupacionais devido ao contato e manuseio com produtos químicos ou acidentes do trabalho (quedas, prensamentos, descargas elétricas, entre outros).

Sistemas de gestão e segurança e saúde ocupacional são ferramentas muito importantes para prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. Os sistemas de gestão de segurança do trabalho estão baseados na identificação e controle dos riscos ocupacionais e de segurança, proveniente de processos industriais.

Neste trabalho, será utilizada a metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) para identificar os principais riscos oferecidos aos funcionários de uma cabine de pintura em uma indústria montadora de máquinas de grande porte.

O FMEA é uma ferramenta muito utilizada na área da Qualidade, onde se faz uma leitura do processo, avaliando riscos, interpretando-os como formas de causa, modo de falha e efeito, podendo ser tanto trabalhado na prevenção quanto correção, sendo uma parte integrante da gestão de risco e do suporte á melhoria contínua, contribuindo para garantia de que falhas potenciais sejam avaliadas e que medidas sejam adotadas para reduzir o seu risco (IQA, 2008).

Além de uma cultura sólida de segurança, engajamento da liderança, a gestão de riscos é um dos principais fatores para uma gestão efetiva de segurança no trabalho, que deve estar alinhada com os processos e produtos da indústria, desde a concepção, processo e manutenção destes.

1.1 Problemática

A problemática estudada neste trabalho consiste em analisar o posto de trabalho de funcionários em uma cabine pintura, com o foco nos principais riscos a segurança dos mesmos.

As atividades exercidas por esses funcionários são basicamente de pintura de chassis, no entanto, existem procedimentos e outras funções atribuídas aos pintores desta cabine, com o objetivo de garantir a segurança e a qualidade dos processos.

Todos os equipamentos que compõem o posto de trabalho devem estar adequados às características do trabalhador e a natureza do trabalho a ser executado. A antecipação e o reconhecimento do risco é o ponto chave para preservar a saúde do trabalhador. A utilização de uma matriz de risco elaborada com base nos conceitos de FMEA fará o levantamento destes riscos.

1.2 Delimitação do problema de pesquisa

A delimitação do problema está focada nas interações entre as atividades exercidas pelos trabalhadores e o posto de trabalho em uma cabine de pintura, sendo avaliados os riscos a que estes trabalhadores estão expostos, sejam eles de

prensamento, quedas, periculosidade com eletroestática e explosividade ou ainda, o tempo de exposição aos produtos químicos e compostos orgânicos voláteis (VOC) presentes na cabine.

Neste estudo, a Engenharia de Segurança do Trabalho, bem como seus conceitos e definições, serão aplicados com os princípios da ferramenta FMEA, que por seguinte, será elaborado uma matriz de risco seguindo as premissas da ferramenta FMEA, a qual irá classificar os riscos identificados e classificar em severidade, frequência e probabilidade.

O principal foco deste trabalho será o levantamento de riscos pela ferramenta FMEA relacionado às condições de trabalho, os equipamentos de proteção coletiva (EPC) e equipamentos de proteção individual (EPI) como medidas de controle de segurança para os trabalhadores, tendo como pano de fundo o atendimento legal aplicável das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Não estará no escopo deste trabalho a avaliação de condições psicológicas, bem estar e ergonômicas dos trabalhadores na cabine de pintura.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta monografia foi apresentar o levantamento de riscos com a ferramenta FMEA para avaliar as condições de segurança do trabalho para os trabalhadores de uma cabine de pintura em uma indústria montadora de máquinas de construção civil, pela matriz de risco elaborado com base na metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA).

1.3.2 Objetivos específicos

As ações que auxiliaram o alcance ao objetivo geral, foram:

- Compreender e descrever o método FMEA para permitir sua aplicabilidade no campo de segurança do trabalho neste estudo;
- Analisar os processos de pintura, de modo que permita a identificação dos riscos expostos aos trabalhadores;

- Elaborar uma matriz de avaliação de risco seguindo de maneira macro, as premissas da metodologia FMEA.

1.4 Justificativa e contribuições

O notório avanço do comprometimento tomando pelas grandes corporações, referentes à gestão de saúde e segurança do trabalho, pode ser observado nos últimos anos. Este fato é decorrente de vários fatores como o desenvolvimento de uma cultura de segurança, normas de certificações mais rígidas no que tangem a melhoria contínua de sistemas de segurança entre outros.

Para que uma indústria possua uma gestão eficiente e ativa de segurança, um dos fatores fundamentais para tal é o conhecimento que a empresa detém a respeito dos riscos de saúde e segurança do trabalho provenientes de suas atividades, produtos e processos.

Este conhecimento dos riscos beneficia a empresa quando tratado como forma de prevenção e prioritária, já que além da preservação das condições de saúde humana, a tratativa de riscos no momento de prevenção pode proporcionar redução de custos, evitando retrabalhos, paradas e perdas no processo industrial.

Desta forma, o papel da engenharia de segurança dentre outros é se comprometer a garantir condições seguras para que o trabalhador execute suas atividades na indústria, de maneira que não prejudique sua saúde e a própria segurança.

Em uma cabine de pintura automotiva, diversos riscos a saúde e segurança do trabalhador pode ser encontrados, fazendo-se necessário uma aplicação efetiva e técnica para identificação, classificação e gestão destes riscos.

Neste trabalho, a metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA), será utilizada como base para elaboração de uma matriz de análise de risco. O FMEA é uma conhecida metodologia de ampla aplicabilidade e referenciada nas indústrias dentro de seus sistemas de gestão da qualidade nos processos e confiabilidade nos produtos.

Unindo conceitos da ferramenta FMEA e diretrizes para gerenciamento de riscos que envolvem a saúde e segurança do trabalho, espera-se neste trabalho, elaborar e aplicar uma ferramenta efetiva na prevenção de danos e perdas referentes à saúde humana, meio ambiente e ao patrimônio.

1.5 Estrutura do trabalho

No capítulo 2 são apresentados conceitos de gestão de segurança do trabalho, relacionados com as indústrias montadoras e especificadamente, cabines de pintura.

No capítulo 3 é apresentado o método de pesquisa, os critérios para elaboração de uma matriz de levantamento de riscos baseada na metodologia do FMEA, da empresa bem como os equipamentos avaliados nessa monografia.

No capítulo 4 são apresentadas os resultados obtidos com a aplicação da matriz de levantamento de riscos, bem como, as medidas de controle para os mesmos.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões acerca dos objetivos propostos nessa monografia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Indústrias Montadoras

O ramo de atividade exercido pelas indústrias montadoras no Brasil é muito significativo no cenário econômico na movimentação de capital, volume de exportações e principalmente na geração de empregos diretos e indiretos. Até novembro de 2014, o Brasil empregava um total de 147 mil trabalhadores (IBGE, 2014).

Para o IBGE em 2012, os trabalhadores em indústrias montadoras, totalizavam 126.492. Analisando o crescimento de emprego neste setor, do ano 2000 à 2012, foi de 52,8%.

Ano	Trabalhadores	Crescimento do emprego (%)	
		Anual	Acumulado
2012	126.492	1,0	1,0
2011	125.299	6,2	7,2
2010	118.023	11,9	20,0
2009	105.425	-4,2	15,0
2008	109.999	6,1	22,0
2007	103.706	11,8	36,3
2006	92.792	2,8	40,2
2005	90.235	3,2	44,6
2004	87.466	12,6	62,9
2003	77.654	-1,0	61,3
2002	78.439	-5,8	51,9
2001	83.299	-0,3	51,5
2000	83.510	0,9	52,8
1999	82.799	-5,2	44,9
1998	87.311	-	-

Figura 1: Trabalhadores em indústrias montadoras
Fonte: IBGE, 2012.

Para o mesmo autor, os trabalhadores do setor automotivo estão distribuídos em vários Estados do país, cooperando para uma importante representação no conjunto da indústria metalúrgica, de forma que os trabalhadores do mercado de montadoras representem 19,3% do total de metalúrgicos e contribuindo com 28% do total de rendimentos gerados no setor.

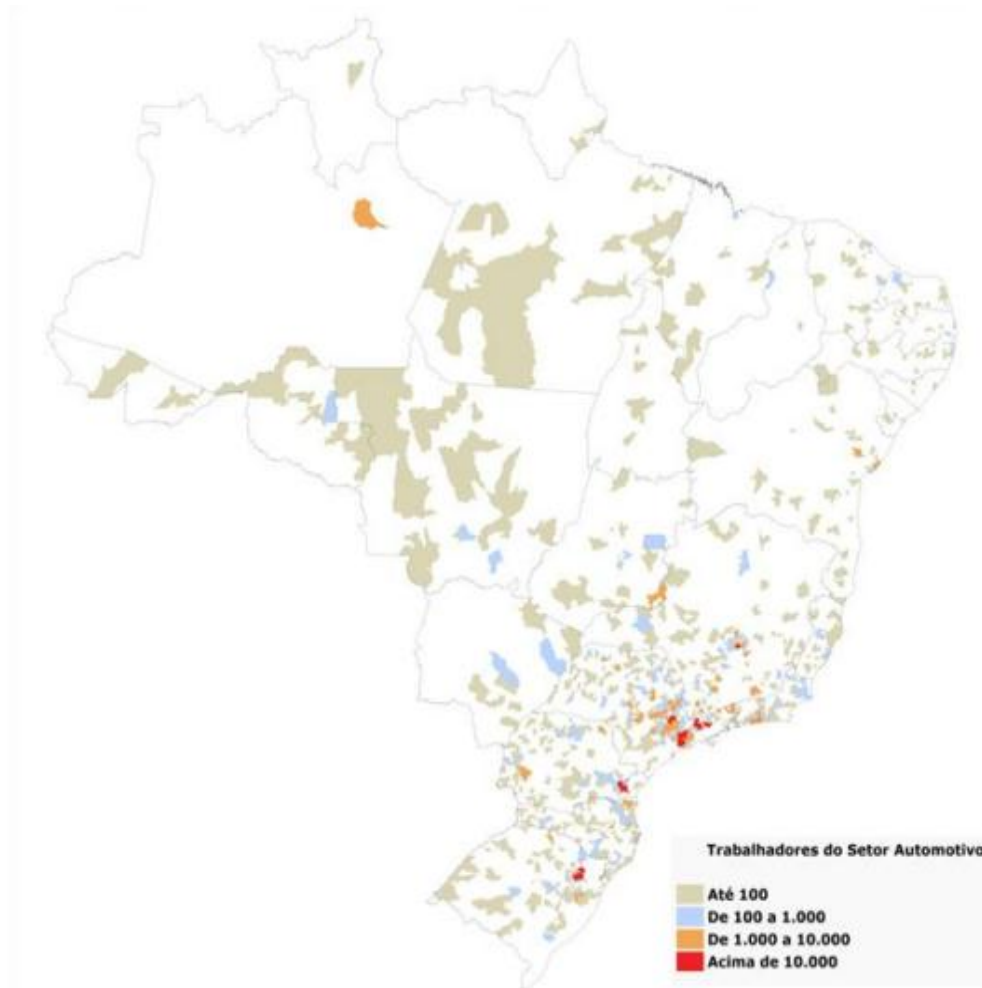


Figura 2: Distribuição de trabalhadores em indústrias montadoras
Fonte: IBGE, 2012.

Analisando a distribuição de acidentes registrados em 2008, o setor industrial participou com 46.1% do total de acidentes registrados. (MORAES, 2013). Vários fatores são importantes para a contribuição negativa ou positiva em relação a estatísticas de acidentes.

Um fator que certamente é positivo para a diminuição ou não agravamento no percentual das estatísticas de acidentes é a estrutura da maioria das indústrias montadoras, por serem indústrias multinacionais. Este fato se torna benéfico por estas indústrias terem um padrão corporativo de gestão, seja para produção, qualidade ou segurança do trabalho.

Com uma cultura global de segurança e a rica experiência que pode ser compartilhada pelas demais unidades fabris ao redor do mundo, isto faz com que a cultura, tecnologia e gestão de segurança nas indústrias montadoras multinacionais, sejam um processo contínuo, dinâmico e obrigatório, uma vez que

processos e diretrizes de normas que são referências internacionais sejam utilizados para tal, como as convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT), as famílias de normas ISO (Organização Internacional de Normalização) e OSHAS (Serviços de Avaliação de Segurança e Saúde Ocupacional) que na sua Norma 18.001 apresenta os elementos para a implementação de um Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional.

Como fator negativo, podem ser apontados os picos de produção para atender um novo mercado ou uma licitação do governo, que fazem com que as indústrias necessitem contratar uma grande quantidade de mão de obra e um curto prazo de tempo, o efeito disto são novos trabalhadores que muitas vezes não têm experiência com atividades dentro da indústria combinados com maquinário pesado e processos mecânicos, hidráulicos e elétricos de risco considerável, aumentando a probabilidade de acidentes de trabalho nas indústrias.

Outro fator que se deve levar em consideração, é o atual cenário econômico nacional, que passa por um momento de instabilidade, incertezas e baixa nos investimentos, pressionando as indústrias a reduzirem custos e o quadro de funcionários. No período de 12 meses encerrando em outubro de 2014, as fabricantes de veículos e máquinas agrícolas cortou 12.637 postos de trabalho (IBGE, 2014). As indústrias buscam por processos mais enxutos, exigem mais eficiência dos trabalhadores e até mesmo cortar investimentos em treinamentos, tecnologias e consultorias na área de Segurança de Trabalho. Este momento de tensão se reflete sobre o trabalhador, com receio de que haja pacote de demissões na indústria em que trabalha, fazendo com que as preocupações e as incertezas ofusquem sua preocupação e o foco na segurança do trabalho em suas atividades.

Mais do que a obrigação de cumprir a legislação de segurança e saúde ocupacional, a indústria deve conduzir o processo de melhoria contínua e boas condições no ambiente do trabalhador, levando em consideração os fatores que podem comprometer o desempenho da gestão de segurança (MORAES, 2013).

Em uma cabine de pintura podem ser identificados diversos riscos para a saúde e segurança do trabalhador, como eletrostática, produtos químicos inflamáveis, cortes e prensamentos, queda de materiais e equipamentos (em caso de cabines de pintura com processo de carregamento de chassis) riscos ocupacionais devido ao contato com produtos químicos, e ainda, ergonômicos e conforto para o trabalhador.

Frente a estes fatores, é claro a necessidade de uma Gestão de Segurança efetiva, que se atente não só as condições do posto de trabalho, mas também, de dispor de ferramentas de avaliação de riscos, focando sempre na prevenção dos mesmos.

2.2 Gestão de Segurança do Trabalho

A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2011) define a Segurança e Saúde no trabalho como a ciência que trata da prevenção de acidentes e de doenças profissionais, bem como da proteção e promoção da saúde dos trabalhadores, objetivando a melhoria contínua das condições e o ambiente de trabalho.

Para Cooper (1998) a gestão e a cultura de segurança do trabalho são as interações dinâmicas nos aspectos de pressupostos básicos e valores; praticas coletivas e estrutura da organização.

A Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho tem como objetivo proporcionar um método de avaliar e de melhorar comportamentos relativamente à prevenção de incidentes e de acidentes no local de trabalho, através da gestão efetiva de riscos e perigos no local de trabalho. (OIT 2011).

Moraes (2013) comenta que os elementos da gestão de segurança são fundamentais para evidenciar o nível de comprometimento da empresa com a melhoria contínua com o processo e as melhorias contínuas das condições de trabalho para os funcionários.

Conforme a norma OSHAS 18001 (2007), a organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os perigos e implementar as medidas de controle adequadas para minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Estudos sugerem que a melhoria das condições de saúde e segurança do trabalho contribui para o aumento da produtividade, pois diminui as pausas no processo e o absenteísmo proveniente dos acidentes e doenças ocupacionais, mas para que isto se torne possível, as empresas devem identificar e os riscos e as oportunidades de melhoria.

No item 4.2 da Norma OSHAS 18.001 (2007), ela comenta que o gerenciamento com preferência por ações preventivas é a forma mais econômica e menos impactante para os trabalhadores e que para tal, é necessário investir em

informação, tecnologia, qualificação e valorizar a adoção das técnicas de gerenciamento de riscos. Os aspectos de prevenção têm como objetivo reduzir e mitigar os riscos, de forma que melhore o ambiente de trabalho mantendo a conformidade de requisitos legais cada vez mais rígidos, devendo considerar:

- Identificar os riscos que possam causar acidentes e doenças ocupacionais;
- Analisar e determinar a natureza dos riscos que possam afetar a saúde;
- Identificar e corrigir as não conformidades;

Assegurar que os controles sejam eficazes para minimizar e/ou eliminar as situações de risco;

- Garantir que as condições de risco sejam minimizadas e/ou eliminadas.

2.2.1 Combinação de Perigo e Risco

As atividades e atribuições relacionadas à Engenharia de Segurança do trabalho constantemente estão vinculadas aos riscos e perigos envolvendo o trabalhador. De acordo com o entendimento de De Cicco e Fantazzini (1982), o risco é uma ou mais condições de uma variável, com o potencial necessário para causar danos, podendo refletir no ser humano, bens de patrimônio ou, ao meio ambiente.

O mesmo autor define como perigo tudo aquilo que gera uma exposição e combinação ao risco, potencializando os danos.

De acordo com Moraes (2013) a identificação de perigos e avaliação dos riscos, deve ser implementada utilizando-se técnicas sistemáticas de avaliação de riscos e perigos, que podem incluir uma metodologia mais simples, como a Análise de Risco de Trabalho (ART) ou técnicas mais complexas como o FMEA.

O IQA - Instituto de Qualidade Automotiva (2008) define o FMEA como uma metodologia analítica utilizada para assegurar que os problemas potenciais tenham sido considerados e abordados, ao longo de todo o processo de desenvolvimento de produtos e processos. Parte da avaliação e análise é a estimativa de risco. Um ponto a ser destacado sobre o FMEA, é que ele primordialmente, deve ser concebido para ser uma ação que antecipa um determinado evento ou processo, indo de encontro com a cultura prevencionista de segurança do trabalho.

De acordo com Cardella (1999), a combinação do risco com o perigo é consequência da frequência de um determinado evento.

2.2.2 Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego

Embora este trabalho não tenha como objetivo principal a análise de atendimento legal envolvendo os riscos de uma cabine de pintura automotiva , foi optado pelo autor, decorrer brevemente , de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego, sobre as principais NR's que podem vir a ser aplicáveis ao estudo de caso., salientando que outras normas podem ser igualmente aplicáveis, direta ou indiretamente.

A NR 06 estabelece definições legais, forma de proteção, requisitos de comercialização e responsabilidades para empregador, empregado, fabricante e importador de equipamentos de proteção individual.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, tem seu amparo legal na NR 09, que estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação por parte dos empregadores do PPRA, visando à preservação da saúde e integridade física dos trabalhadores.

A NR 10 rege as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas em suas diversas etapas.

A NR 15, cujo título é Atividades e Operações Insalubres, define em seus anexos, os agentes insalubres, limites de tolerância e os critérios técnicos e legais para avaliar e caracterizar as atividades e operações insalubres e o adicional devido para cada caso.

A NR 20, titulada como a Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis, trata os aspectos de segurança envolvendo armazenagem e manuseio de produtos inflamáveis.

2.3 Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)

Os FMEAs são parte integrante da gestão de risco e do suporte à melhoria contínua. Para a descrição e a aplicação de conceitos da ferramenta FMEA, foi utilizado neste trabalho como referencial teórico, o Manual do FMEA (2008), com sua primeira edição em fevereiro de 1993. Este documento proveniente do APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) foi elaborado pela Chrysler LLC, Ford Motor Company e a General Motors Corporation com o intuito de unir

conhecimentos e elaborar um procedimento padrão que garanta a eficiência e a qualidade no processo de fabricação de seus produtos.

Por conseguinte, o FMEA torna-se uma parte essencial do desenvolvimento de Produtos e Processos. A análise FMEA não deve ser considerada como um evento único, mas como um compromisso em longo prazo, que complementa o desenvolvimento de produtos e processos, para garantir que falhas potenciais sejam avaliadas e que medidas sejam adotadas para reduzir o risco (IQA, 2008).

O mesmo autor comenta que o desenvolvimento do FMEA quer seja de projeto ou de processo, utiliza uma abordagem comum para tratar de:

- Identificar modos de falha potencial

O modo de falha pode ser entendido como a forma ou maneira pela qual o produto ou processo poderia falhar em atender ao objetivo de projeto, requisitos do processo. Uma análise eficiente e precisa definição de falha é crucial, já que ela focaliza adequadamente análise.

- Identificar efeitos potenciais

Potenciais efeitos de falha são definidos como os efeitos do modo de falha, como percebidos pelo cliente. Os efeitos ou impacto da falha são descritos em termos daquilo que o cliente poderá perceber ou experimentar. A determinação dos efeitos potenciais abrange a análise das consequências das falhas e a severidade ou gravidade de tais consequências.

- Identificar causas potenciais

O indício de como a falha poderia ocorrer, em termos de algo que possa ser corrigido ou possa ser controlado, é a definição para a causa potencial de falha. Para a identificação dos controles necessários e sugestão de planos de ação apropriados, a identificação de uma ou mais causa raiz, se faz extremamente necessário, uma vez que existe a relação de causa e efeito, ou seja, se a causa ocorre, o modo de falha também ocorre.

- Identificar controles

Controles são maneiras de prevenção ou detecção em relação a causa da falha ou modo da falha. Para a determinação e implementação de controles é extremamente necessário saber o que está ocorrendo de errado, o motivo e como

prevenir e detectar este problema. As aplicabilidades de estabelecimento de controles podem ser em fase de projeto, no produto ou processos de fabricação. Os controles focalizados na prevenção proporcionarão o maior retorno.

- Identificando e avaliando o risco

A avaliação do risco é um dos momentos mais importantes do FMEA, sendo avaliado em severidade, frequência e detecção.

As definições, pontuações e relações entre severidade, frequência e detecção serão abordadas na etapa de metodologia deste trabalho.

- Ações Recomendadas e Resultados

As ações recomendadas têm como objetivo reduzir o risco global e a probabilidade de que o modo de falha venha a ocorrer. As ações recomendadas tratam da redução da severidade, frequência e detecção.

2.3.1 Avaliação e Classificação do FMEA

A avaliação de risco do FMEA é determinada pela combinação de severidade, frequência/ocorrência e detecção. Cada um destes itens possuem critérios de avaliação e classificação distintas.

A severidade é o valor associado aos efeitos mais graves, para um dado modo e falha. Severidade é uma classificação relativa dentro do escopo do FMEA individual.

EFEITO	CRITERIOS	CLASSIFICAÇÃO
Falha em Atender a Requisitos de Segurança e/ou Regulatórios	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não conformidade com regulamentação governamental, sem prévio aviso.	10
	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não conformidade com regulamentação governamental, com prévio aviso.	9
Perda ou Degradação de função primaria	Perda de função primaria (veículo inoperável, não afeta a operação segura do veículo)	8
	Perda de função primaria (veículo operável, mas com um nível reduzido de desempenho)	7
Perda ou degradação de função secundaria	Perda de função secundaria (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência são inoperáveis)	6
	Degradação de função secundaria (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência apresentam um nível reduzido de desempenho).	5
Incomodo	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido pela maioria dos clientes (>75%).	4
	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido por muitos dos clientes (>55%).	3
	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido por muitos dos clientes (>25%).	2
Nenhum efeito	Nenhum efeito perceptível	1

Quadro 1: Critérios Sugeridos de avaliação de severidade FMEA
Fonte: IQA: 2008

A ocorrência é a probabilidade de que uma determinada causa/mecanismo ocorrerá, resultando no modo de falha durante o processo ou projeto. O número de classificação de possibilidade de ocorrência tem um significado relativo, em vez de um valor absoluto.

Ocorrência Certa	Mais de 25%	10
Ocorrência muito elevada	20,001-25,00	9
Ocorrência elevada	15,001-20,00	8
Ocorrência Frequente	10,001-15,00	7
Ocorrência moderada	5,001-10,00	6
Espera-se um numero ocasional de falhas	2,001-5,00	5
Pequeno número de ocorrências	0,610-2,00	4
Pequena chance de ocorrência	0,210-0,60	3
Remoto, improvavel00	0,011-0,20	2
Extremamente remoto, altamente improvavel	> 0,01%	1

Quadro 2: Escala de ocorrencias e probabilidade

Fonte: IQA, 2008

A detecção é a classificação da probabilidade de antecipação na identificação na falha, medida de 1 a 10.

Detecção quase impossível	10
Probabilidade remota de detecção	9
Probabilidade muito baixa de detecção	8
Baixa probabilidade de detecção	7
Alguma probabilidade de detecção	6
Chance medida de detecção	5
Chance moderada de detecção	4
Alta probabilidade de detecção	3
Probabilidade muito alta de detecção	2
É quase certo que será detectado	1

Quadro 3: Escala de Detecção

Fonte: IQA, 2008

2.4 Cabines de Pintura

Para Schneberger (1989) a pintura é uma película protetiva que pode conter ou não pigmentação. Os processos de pintura na maioria das vezes são utilizados para proteger, agregar um valor decorativo de boa aparência a um determinado produto. No que tange a proteção, a pintura pode inibir ou retardar processos de

corrosão ou outros efeitos causados pelo intemperismo. Esta preocupação com a proteção do produto se faz necessária, uma vez que muitos materiais tendem a ter corrosão em sua superfície ou se decompõem, quando expostos a atividades sujeitas a intempéries. Para este autor, a pintura representa o método mais sensível para prevenir estes efeitos e degradações ao produto.

Resumidamente, processo convencional de pintura de acordo Schneberger (1989) é:

- Preparação de superfície;
- Aplicação da pintura;
- Cura da pintura.

De acordo com Silva e Almeida (2012), cabines de pintura são equipamentos fechados em suas laterais, cobertos e com abertura frontal e possuem sistemas de filtro de ar. Um exemplo de sua função é impedir a emissões de partículas da tinta pulverizada no processo de pintura de máquinas, veículos, peças, entre outros. Outra finalidade da cabine de pintura, é impedir que poeiras e ciscos assentem sobre a peça na etapa de pintura ou secagem e principalmente, sua importância se faz na aceleração do processo.

Basicamente, existem dois tipos de cabine de pintura:

- Cabine de pintura líquida
- Cabine de pintura eletrostática

A cabine de pintura eletrostática é comumente utilizada na indústria de máquinas e automóveis. Este processo utiliza uma corrente elétrica que percorre a peça metálica e faz com que a tinta em forma de pó aplicada sobre ela obtenha aderência (SILVA e ALMEIDA, 2012).

O autor Schneberger (1989) define o processo de spray eletrostático como o movimento de gotículas de tinta eletricamente carregadas ao longo das linhas de força que existem entre uma ponta de pistola de pintura e uma parte aterrada. Pelo fato das gotículas de tinta seguirem as linhas elétricas de força, a tendência é ter menos perda no processo.

Diversos são os riscos presentes em operações em cabines de pintura, que são trazidos pela literatura e discussões técnicas que envolvem segurança e saúde no trabalho. Porém, a dois riscos que são pertinentes e característicos de uma

cabine de pintura, que iremos apontar neste trabalho, a eletricidade estática e a exposição a produtos químicos.

2.4.1 Eletricidade Estática

O conceito de eletricidade estática é a eletricidade que se encontra em repouso, formada por cargas elétricas opostas que se mantem separadas por materiais isolantes. Estas cargas podem ser encontradas em corpos não condutores, produzindo um acúmulo de cargas (ARAUJO, 2005).

O mesmo autor comenta que a eletricidade estática ocorre no momento em que materiais diferentes estão em movimento ou em contato uns com os outros. O constante contato e afastamento entre duas substâncias que se atritam gera a eletricidade estática.

De acordo com a NFPA (National Fire Protection Agency), nº77 (2000), a descarga de eletricidade estática é a liberação é a descarga elétrica sob a forma de uma faísca ou propagação que pode ser capaz de causar ignição quando tem circunstâncias apropriadas para tal.

Araújo (2005) leciona: “O perigo mais eminente que a eletricidade estática pode produzir são as faíscas que poderão desencadear uma explosão de vapores, gases, poeiras inflamáveis, que resultam em incêndio. O choque elétrico poderá resultar um movimento involuntário do trabalhador, causando lesões graves caso o mesmo esteja trabalhando numa máquina em movimento. O processo de alteração entre os materiais poderá causar danos ao trabalho.”.

O acúmulo de carga elétrica em materiais, é o ponto crítico quando se trata de eletricidade estática e risco ao trabalhador, pois quando esta carga não tem como fluir para um ponto aterrado, é quando o trabalhador está exposto ao risco.

O corpo humano é um bom condutor elétrico e inúmeros incidentes são resultados de eletricidade estática provenientes de descargas e contatos com o corpo humano.

Se uma pessoa está isolada do solo, ela pode acumular uma carga significativa caminhando sobre uma superfície isolante, tocando um objeto carregado ou por momentaneamente tocando um objeto aterrado na presença de cargas no ambiente. Durante uma atividade normal, o potencial do corpo humano pode chegar a 10KV a 15 KV, e a energia de uma possível faísca pode chegar a

20mJ até 30mJ. Ao comparar estes valores para gases e vapores, o perigo é prontamente aparente (NFPA, 2000).

No entendimento de Araújo (2005), quando o sistema é composto de materiais condutores, estes poderão ser conectados a terra, descarregando o acúmulo de eletricidade estática.

2.4.2 Sistemas entre Dois Corpos e Aterramento

O sistema entre dois corpos é definido pela NFPA (2000) como processo de conexão entre dois corpos condutivos com a finalidade de condução para que eles tenham o mesmo potencial elétrico, mas, no entanto, não tenham necessariamente o mesmo potencial que a terra. Araújo (2005) descreve que o sistema entre dois corpos tem como finalidade a eliminação da diferença de potencial entre estes dois corpos, complementando que a conexão entre dois corpos igualará o potencial de ambos, mas isso não implica que igualará a diferença entre estes corpos e a terra. O mesmo autor comenta: “As conexões entre os corpos do sistema, assim como as conexões de aterramento, deverão ser controladas regularmente com respeito à sua condução mecânica (estado) e de condução. Devem ser emitidos laudos anuais sobre as condições dos sistemas com medição da resistência ôhmica.”.

A definição de aterramento para a NFPA (2000) é dada como processo de conexão de condutividade de objetos para a terra, de forma que eles tenham potencial elétrico zero. A resistência de conexões com aterramento é importante não apenas para garantir a flexibilização da carga eletrostática, mas também, para manter a segurança dos trabalhadores e satisfazer outros fins, como os de proteção contra raios e proteção contra choques do sistema elétrico.

O princípio de funcionamento de um aterramento, é descrito por Araújo (2005), como a prevenção de acúmulos de cargas estáticas, por meio de coletores de estática, que podem ser como pentes de cobre ou flexíveis, metálicos ou barras coletoras de metal. Ele ainda propõe que estes coletores devem estar conectados a terra por meio de um cabo flexível, sem encapamento numero 18 AWG (Escala Americana Normalizada).

2.4.3 Higiene Ocupacional Envolvendo Produtos Perigosos

Embora no Brasil as estatísticas referentes a quantidade de trabalhadores expostos a produtos perigosos não sejam conclusivas, estudos indicam que na Europa, 16 dos trabalhadores estão em contato com substâncias perigosas, envolvendo gases e vapores tóxicos. Para profissionais da área de engenharia de segurança, é sabido que exposições a substâncias perigosas acima dos limites permissíveis causam danos à saúde.

Para Moraes (2013), a Higiene Ocupacional, está relacionada com os mecanismos de controle e formas de descaracterizar o exercício das atividades e operações insalubres, que expõe os trabalhadores aos agentes químicos, físicos e biológicos, acima dos limites e condições apresentadas pelas Normas Regulamentadoras do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), 09 e 15.

Embora a definição de um “Produto Perigoso” seja ampla e envolva diversas variáveis para a classificação do mesmo, é comum encontrarmos na literatura que produto perigoso é aquele que possui potencial para afetar direta ou indiretamente os seres humanos e o meio ambiente. Uma lista de produtos perigosos para uma verificação mais detalhada tecnicamente, pode ser encontrada na legislação da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) 420, que mantém suas informações atualizadas de acordo com o “Orange Book” da Organização das Nações Unidas, que classifica os produtos perigosos em nove grupos, que são eles:

Explosivos;

Gases;

Inflamáveis;

Sólidos inflamáveis e Combustão espontânea por reação;

Oxidantes e Peróxidos;

Toxicas e Infectantes;

Materiais Radioativos;

Corrosivos; e

Substâncias Perigosas Diversas.

Uma das principais etapas para iniciar o trabalho com produtos perigosos é a avaliação dos riscos, uma vez que os efeitos nocivos de uma substância serão determinados pelas suas propriedades e o grau de exposição (ARAUJO, 2005).

Embora exista a possibilidade de haver diversos produtos e substâncias perigosas em uma cabine de pintura, a mais usual dessas substâncias a ser encontrada neste posto de trabalho, são os produtos e substâncias inflamáveis, por eles estarem na composição de tintas e solventes que são intrínsecos nos processos de pintura. Os produtos e substâncias inflamáveis são definidos por Araújo (2005): Substâncias que em mistura com o ar, na presença de fonte de energia, entram em ignição e se queimam rapidamente: vapores de benzeno, poeiras de cereais, carbureto de cálcio, hidrogênio, entre outros.”.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho descreve uma proposta de análises de risco em uma cabine de pintura automotiva pela metodologia FMEA. A utilização do FMEA para análises de risco envolvendo segurança do trabalho pode ser considerado como recente, uma vez que não há uma literatura vasta sobre este assunto, da mesma forma que os riscos de segurança em uma cabine de pintura. Em virtude disto, foi realizada uma busca bibliográfica e documental a fim de estreitar este tema para que seja discutido aqui, as questões mais importantes para o desenvolvimento do trabalho. Portanto a primeira fase da metodologia deste trabalho se caracteriza como exploratória.

Na parte do desenvolvimento da pesquisa, irá surgir a etapa de coleta de dados para levantamento de todas as informações necessárias visando a aplicabilidade da ferramenta FMEA, que necessitará de um gerenciamento e organização dos mesmos. Nesta etapa, a metodologia será de linha descritiva.

Finalizando este trabalho, será realizada a análise dos dados levantados, preenchimento da planilha de riscos do FMEA, classificando os riscos entre baixos, médios e altos, tendo como complementação a análise destes. Nesta etapa, a metodologia será definida como analítica.

3.1 Etapas da Metodologia

3.1.1 Etapa Exploratória

De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória é o momento de conhecimento e familiarização com o assunto, de forma que este tenha um maior entendimento no decorrer do trabalho, que ao final, seja esclarecido e delimitado. Nesta etapa do trabalho, houve a formulação do problema da pesquisa, a elaboração de um plano de trabalho, a identificação de fontes bibliográficas aplicáveis, a construção lógica do trabalho e a redação de um referencial teórico.

Um fator contributivo para este trabalho, foi de que as bibliografias levantadas seguem os padrões e conceitos de normas de referencia no âmbito nacional e global, tendo então, uma linha única de raciocínio.

3.1.2 Etapa Descritiva

A pesquisa descritiva para Gil (2008) pode ser definida como a descrição de um fenômeno ou experiência. O mesmo autor comenta que as pesquisas descritivas podem servir como integrantes de um estudo de caso, mas geralmente se observa que elas são realizadas e encontradas na forma de levantamentos.

Neste momento do trabalho, a etapa descritiva está relacionada como o levantamento de dados e informações, escolhendo e delimitando o problema, avaliando as atividades exercidas pelos trabalhadores de uma cabine de pintura, bem como a relação com os riscos associados e o preenchimento da matriz de risco do FMEA.

3.1.3 Etapa Analítica

Com base no preenchimento da matriz de riscos de segurança do FMEA, serão analisadas e sugeridas as medidas de controle, bem utilizado a fundamentação dos dados obtidos durante o trabalho, concluindo o trabalho de acordo com a estrutura logica do mesmo.

3.2 Apresentação do estudo de caso

Foram avaliados os riscos e as condições de estrutura de uma cabine de pintura com processo eletrostático, de uma indústria do ramo de montagem de veículos e equipamentos, a qual está sediada na região metropolitana de Curitiba.

O Processo geral de pintura desta empresa é:

1. Lavagem chassis
2. Aplicação Selante
3. Secagem de Peças
4. Carregamento de peças

5. Pintura Primer
6. Pintura PU
7. Lavagem
8. Mascaramento
9. Desmascaramento

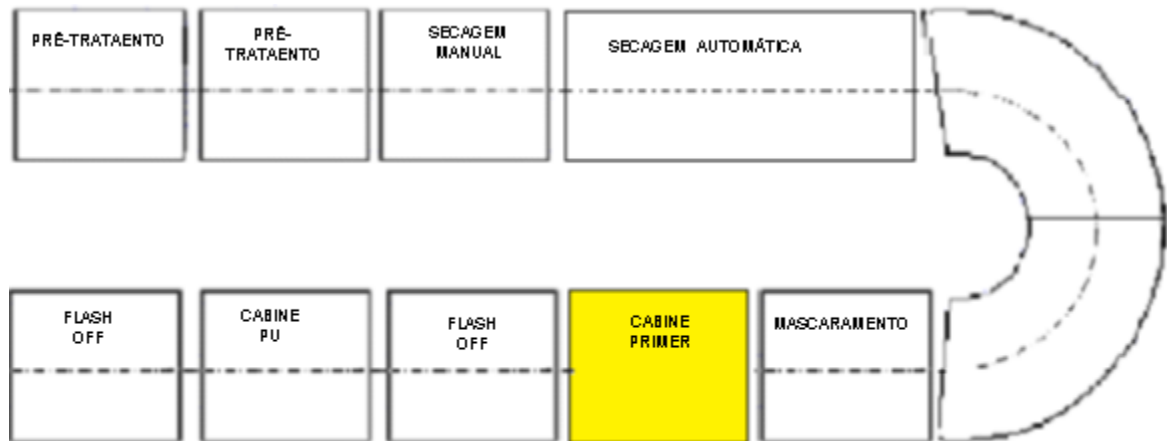


Figura 3: Processo de Pintura
Fonte: O autor, 2015.

A etapa que será o objetivo da avaliação de risco será a Pintura Primer e Pintura PU. Estas etapas foram escolhidas para que o alvo da avaliação de risco ocorra dentro da cabine de pintura, visando identificar e classificar os riscos encontrados.

A atividade exercida pelos trabalhadores na cabine de pintura é realizar o processo de pintura ou retrabalho em peças, envolvendo as fases de fundo, intermediária e acabamento, efetuando a preparação de superfície, bem como a aplicação da pintura, a fim de atender aos programas de produção dentro dos prazos, quantidades e padrões de qualidade preestabelecidos. O procedimento de trabalho desta etapa que deve ser seguido pelos trabalhadores, consiste nas seguintes etapas:

1. Colocar os EPI's conforme procedimento de segurança;
2. Verificar aterramento dos tambores;
3. Preparar e proteger o equipamento de pintura (pistola);
4. Ligar e verificar equipamento de mistura de tinta e colocar na posição de pintura;

5. Acionar a pistola de pintura e ajustar pressões e vazões de ar e tina no início do turno
6. Ligar sistema de coagulação de tinta;
7. Executar o processo de pintura a Primer usando o bico graco 413;
8. Caso haja necessidade, utilizar escadas e bancos para acesso a regiões altas;
9. Ao término das operações, remover as escadas, bancos e dispositivos utilizados na atividade;
10. No final do turno e em paradas maiores que 1h, deve-se esgotar a tinta das mangueiras e pistolas, acionando o solvente no equipamento;
11. Realizar a limpeza das pistolas, descartar contaminantes nos locais corretos e desligar os equipamentos de Pintura.

A estrutura e condição física do local são em ambiente de alvenaria; piso em concreto armado antiderrapante; cobertura apoiada sobre estrutura metálica, é composta por duas telhas trapezoidais metálicas, havendo entre elas uma camada de manta de la de rocha, que torna o telhado termo acústico; paredes edificadas com blocos de cimento até a altura de 2 metros, sendo complementada por telhas metálicas, com iluminação natural e artificial (lâmpadas de vapor metálico), ventilação natural e artificial com sistema de insuflamento de ar e sistema de exaustão, pé direito de 10 metros. Complementando o sistema artificial de ventilação existe uma cortina d'água, abaixo do piso gradeado da cabine de pintura, com função de captação dos compostos orgânicos voláteis (VOC), provenientes do processo de pintura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Matriz de Riscos de Segurança Baseada na Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial

A identificação dos riscos ocorreu após o levantamento e estudo das referências bibliográficas e acompanhamento na íntegra do processo de pintura na cabine, e reunião com a equipe de engenheiros do processo de pintura da indústria que foi utilizada como estudo de caso.

Embora a metodologia convencional do FMEA pontue e classifique os aspectos de severidade, ocorrência e detecção de 1 a 10, neste trabalho foi optado por realizar esta classificação de 1 a 5, com o intuito de tornar as avaliações de risco menos subjetivas, para facilitar um posterior plano de ação que deverá ser executado com a finalidade de eliminar e/ou mitigar os riscos encontrados. Nesta avaliação, o conceito “Ocorrência” será tratado como “Probabilidade” a qual pode ser definida como a probabilidade de ocorrência do risco. Referente ao fator de “Detecção” da ferramenta FMEA, neste trabalho será utilizado o termo “Frequência”, que será interpretado e analisado, como a frequência de exposição do trabalhador ao risco levantado.

A combinação de multiplicação entre os fatores de severidade, probabilidade e ocorrência, resultará em uma pontuação, a qual será tabelada, caracterizando como risco baixo, médio e alto. Esta combinação utilizada no presente trabalho será semelhante ao Número de Prioridade de Risco, utilizado na metodologia usual do FMEA.

De acordo com a proposta deste trabalho referente a classificação e pontuação de riscos no FMEA, a severidade será classificada com 5 conceitos, analisando a gravidade ou magnitude do dano ou risco, proporcionado ao trabalhador.

Casos com lesão que não necessitam de atendimento de primeiros socorros e o trabalhador não é impedido de retornar as suas atividades.	1
Casos com lesão que necessitam de atendimento de primeiros socorros (por exemplo, pontos), mas o trabalhador não é impedido de retornar as suas atividades.	2
Casos com lesão que necessitam de atendimento médico e o trabalhador é afastado temporariamente de suas atividades normais de trabalho.	3
Casos com lesão permanente à saúde e ou integridade do trabalhador em que ele não pode retornar as suas atividades normais de trabalho.	4
Casos com lesão que provocam a morte do trabalhador.	5

Quadro 4: Classificação de Severidade
Fonte: O autor, 2015.

No indicador de frequência é analisada a incidência, a ocorrência habitual ou eventual dos riscos relacionados. Para a classificação de frequência, um conceito de turno, será relacionado com a classificação. Neste trabalho, o turno é definido como o período que o trabalhador permanece realizando suas atividades na empresa, neste caso, o turno é de oito horas diárias. Importante salientar, que sempre que houver e for detectado um risco de severidade 5, ele será definido como risco alto, independente da combinação com frequência e probabilidade.

Classificação	Pontuação	Conceito
Excepcionalmente	1	1 ou mais vezes por semana
Ocasionalmente	2	Até 4 vezes por semana
Usualmente	3	1 a 4 vezes por turno
Frequentemente	4	5 a 7 vezes por turno
Contínuo	5	8 a vezes por turno

Quadro 5: Classificação de Frequência
Fonte: O autor, 2015.

Para a pontuação e classificação de ocorrência e probabilidade, foi criado um quadro com diretrizes de enquadramento de cada conceito dentro da probabilidade.

Improvável	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivo que elimina interação humana; 2. Redundância aparente sem hipóteses de modo de falha;
Remoto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de equipamento de segurança; 2. Modo de falha esperado; 3. Medidas administrativas; 4. Não há exposições de partes do corpo no campo de risco;
Possível	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivos de toque indireto; 2. Interação mínima homem x máquina; 3. Depende de interação humana; 4. Dispositivos de advertência;
Provável	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medidas administrativas; 2. Exposição parcial do corpo em campo de risco; 3. Dispositivos de advertência; 4. Com claras chances de erro;
Muito provável	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depende da interação humana; 2. Fator de identificação do risco; 3. Não há medidas de controle; 4. Há exposição total de partes do corpo no campo de risco.

Quadro 6: Diretriz de Probabilidade

Fonte: O autor, 2015.

De forma que a avaliação de risco tenha o entendimento mais comum possível, foi estabelecida uma lista com os riscos prováveis de segurança do trabalho a uma cabine de pintura. Vale salientar, que uma avaliação técnica minuciosa é de suma importância para que todos os riscos com probabilidade de ocorrência sejam detectados e que o intuito desta lista é prover um norte para o avaliador e não, limitar a análise de risco. A tabela foi fornecida pela empresa do estudo de caso, porém, a mesma tabela foi alterada para uma aplicabilidade mais objetiva neste trabalho.

Riscos
Trabalho em Altura >2 metros
Choque elétrico
Atingir algo ou alguém
Bater Contra
Energia Armazenada
Colisão de maquinas e equipamentos móveis
Queda em mesmo nível
Incêndio ou explosão
Amputação
Esmagamento
Físicos
Químicos
Biológicos
Laceração
Pinçamento
Prensagem
Quedas de materiais e/ou objetos
Animais peçonhentos
Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Corte
Perfuração
Contato com superfícies quentes
Projeção de partículas
Ser atingido por

Quadro 7: Lista de Riscos
Fonte: O autor, 2015.

A classificação de grau de risco utilizado neste trabalho será qualitativa, em baixo, médio e alto, de acordo com a pontuação resultante da matriz de risco. A classificação de risco tem como benefício a facilidade para elaboração de plano de ação de acordo com um critério de risco com potencial, baixo, médio e alto.

Quadro de classificação qualitativa de risco

Classificação	Pontuação de Risco
Alta	64 ou maior
Média	25 -63
Baixa	0- 24

Quadro 8: Classificação Qualitativa de risco
Fonte: O autor, 2015.

De maneira simplificada, apenas para ilustração e ordem dos conceitos, a matriz proposta com base nos conceitos de FMEA, adaptada para este trabalho, seria:

Atividade	Exposição	Risco	Probabilidade	Severidade	Frequência	Grau de risco

Quadro 9: Matriz conceitual de análise de risco
Fonte: O autor, 2015.

4.2 Identificação e Classificação dos Riscos

A identificação e avaliação dos riscos de saúde e segurança do trabalho na cabine de pintura foram realizadas de acordo com o procedimento de trabalho padrão dos pintores industriais. Os riscos levantados foram discutidos e analisados com um técnico de segurança e o engenheiro químico de processos de pintura, para garantir que na avaliação de riscos, seja coberta o máximo de riscos pertinentes possíveis, e analisados sobre uma holística sistêmica.

O levantamento e classificação dos riscos, foram realizados de acordo com o item 3.2 deste trabalho, lembrando que, na detecção de uma severidade 5, o risco automaticamente já é classificado como alto, independente de sua combinação com frequência e probabilidade, desta forma, a avaliação da matriz de análise de risco com base na metodologia FMEA, emprega e exige um gerenciamento de risco mais restritivo.

HIGH (64-9)		AVALIADOR		APROVADOR			OPERAÇÃO	
MOD (25-63)								
MIN (0-24)								
N.	Atividade	Exposição Exposure	RISCO	Quantificação na Avaliação				
				Medidas de Controle	PROBABILIDADE	SEVERIDADE	FREQUENCIA	GRAU DE RISCO
1	Pintura Primer	Realizar pintura na peça - Para realizar pintura no interior da peça é necessário se posicionar dentro da mesma	Queda em mesmo Nível (Escorregar e Tropeçar)	Procedimentos de segurança; Medidas administrativas; EPI's;	POSSIVEL	2	CONTINUO	30
3			Quedas de Materiais e/ou Objetos		IMPROVAVEL	5	USUALMENTE	153
4			Bater Contra		POSSIVEL	1	CONTINUO	15
5			Ser atingido por		PROVAVEL	1	CONTINUO	20
6			Atingir Algo ou Alguém		POSSIVEL	1	CONTINUO	15
7		Para realizar pintura em partes críticas é utilizado - Plataforma e escada	Queda com diferença de nível < 2m	Procedimentos de segurança; Medidas administrativas; EPI's;	POSSIVEL	2	CONTINUO	30
8			Queda em mesmo Nível (Escorregar e Tropeçar)		POSSIVEL	1	CONTINUO	15
9			Ao terminar a atividade, posicionar a pistola de pintura no suporte		Queda em mesmo Nível (Escorregar e Tropeçar)	Procedimentos de segurança; Medidas administrativas; EPI's;	POSSIVEL	1
10		Ao esgotar o fluido de tinta da pistola no tambor de 200L indicado	Químico - Descargas de eletrostática	Aterramento, pulseira de aterramento como EPI	PROVAVEL	4	CONTINUO	80
11		Armazenamento e manuseio de produtos químicos	Químico	EPI's, EPC's e Procedimentos	REMOTO	4	CONTINUO	64
12		Durante a atividade de pintura, há existência de ruído devido ao sistema de exaustão e utilização da pistola de	Físico	EPI's, EPC's e Procedimentos	REMOTO	1	CONTINUO	5

Figura 4: Levantamento de Riscos

Fonte: O autor, 2015.

Para a correta aplicação de uma matriz de análise de risco, não só pela metodologia FMEA, mas outras existentes é extremamente crucial se atentar para que a identificação, pontuação e classificação dos riscos, seja feita com objetividade, de modo que o entendimento seja o mesmo ou o mais semelhante possível para diferentes pessoas. Este ponto foi justamente discutido na análise de risco com a equipe, para uma obtenção de padronização no momento de classificar e adotar conceitos com os riscos relacionados.

4.3 Gerenciamento dos Riscos Levantados

Após o levantamento dos riscos existentes na cabine de pintura, é aconselhável que seja adotado e implementado, estratégias e mecanismos de controle e prevenção.

A classificação dos riscos foi realizada de acordo com modelo proposto na metodologia deste trabalho, podendo um risco ser baixo médio ou alto. A maioria dos riscos levantados está classificada como baixos.

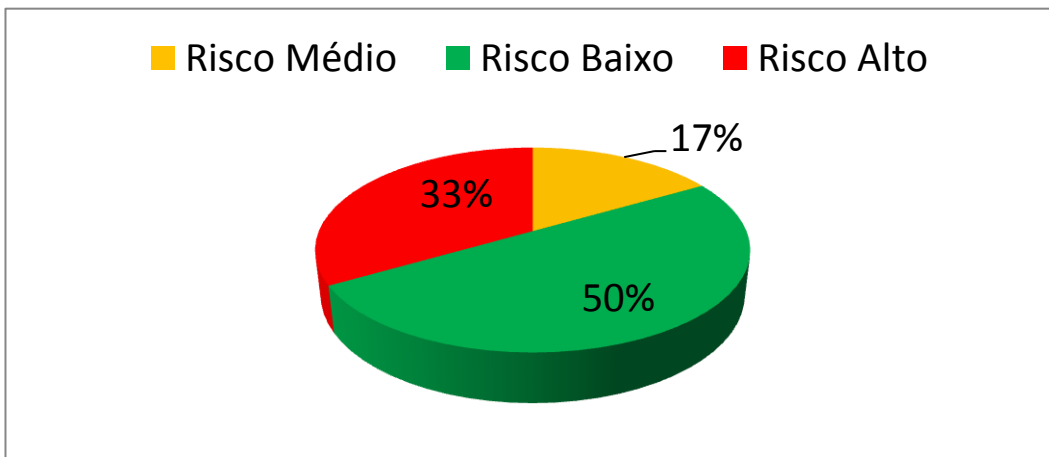


Figura 5: Classificação dos Riscos Levantados
Fonte: O autor, 2015.

Para os riscos verdes, pode ser observado que os mesmos estão relacionados a queda em mesmo nível, atingir algo ou alguém, bater contra e ser atingido por. De certa forma, estes riscos podem ser vinculados a falha humana, podendo a falta de foco em segurança do trabalhador a principal causa. Riscos físicos como ruído, foram levantados, mas não foram classificados como riscos pertinentes devido às medidas de controle, por isso foram

No caso dos riscos amarelos, 18% dos riscos identificados, pode-se perceber que os dois riscos detectados estão vinculados a queda, um para mesmo nível (escorregar e tropeçar) e outro para diferença de nível. Em algumas etapas do processo, para realizar o acabamento da pintura da peça, é necessário que um dos trabalhadores utilize escada para que seja possível alcançar a altura necessária de acordo com o trabalho. Foi observado no procedimento de segurança do trabalho desta área que, cabe ao trabalhador verificar seus equipamentos e materiais quanto às condições de uso antes de utilizá-los, porém, é pertinente lembrar, que a empresa realiza auditorias frequentes de segurança, que também verificam condições de equipamento e material nos postos de trabalho.

No que tange aos riscos altos, no gráfico representado como riscos vermelhos, é perceptível de que estes riscos não dependem apenas da percepção humana sobre o risco ou modo de falha, mas também, são riscos em sua maioria, oriundos de sistemas e conceitos físicos e químicos.

O item 3 na matriz de levantamento de riscos, foi classificado com máxima severidade, devido ao seu potencial de dano ao trabalhador. O risco alto mencionado como “quedas de materiais e/ou objetos” é referente a probabilidade de queda de um chassi, e como neste momento da atividade o trabalhador estaria dentro do chassi para realizar a pintura, o potencial de dano seria de morte ou no mínimo, perda permanente de membro, sendo optado o mais restritivo e crítico.

Mesmo este risco classificado como improvável, como medida de controle para que não ocorra um modo de falha nas correntes que realizam o carregamento e transporte aéreo dos chassis e peças, as correntes possuem um dimensionamento quatro vezes maior que o necessário, além de passar por processo semestral de decapagem com solvente mais hidrojato, evitando a contaminação das mesmas e evitando que o acúmulo de tintas nas correntes, reduza o efeito de aterramento, agravando os riscos de eletroestática.

Para este mesmo item, visando este risco, foi adotado como medida de redundância de segurança, a compra de uma pistola de pintura, com um sistema alongador, eliminando a necessidade de o trabalhador entrar no chassi para realizar a pintura, desta forma, reduzindo o risco.

Para o item 10 da matriz de avaliação de risco, classificado como alto perante a exposição do trabalhador a riscos de descargas e eletroestática com potencial de dano, a medida de controle no que tange a equipamento de proteção individual é utilizado uma pulseira antiestática, que é conectada a um cabo de aterramento espiralado, que permite descarregar qualquer acúmulo de cargas do corpo do trabalhador. Como equipamento de proteção coletiva, a cabine de pintura é totalmente aterrada a malha ligada à terra, sendo de potencial zero. A pulseira antiestática é ligada a este sistema de aterramento.

No item 11, o risco foi classificado como alto, pela alta frequência de exposição do trabalhador com produtos químicos, principalmente os perigosos inflamáveis. Os agentes químicos identificados na cabine de pintura no momento da avaliação de risco foram o acetato de n-butila, acetato de sec-butila, metil isobutil cetona, etilbenzeno e xileno. Para fins de complementar este trabalho, foi avaliado o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais da Empresa, a fim de integrar as duas ferramentas e ter uma conclusão mais

objetiva. Foi observado que todos os agentes químicos estão abaixo do limite de tolerância e abaixo do nível de ação da NR 15.

Relacionado ao item 15, existe a atividade do trabalhador, realizar a “purga” da pistola. Esta atividade consiste em eliminar o solvente residual da pistola, despejando-o em um determinado recipiente. No momento do levantamento de riscos foi detectada uma oportunidade nesta etapa, uma vez que o solvente é um material inflamável e quando armazenado em tambores, por exemplo, com a sua taxa de evaporação, ele pode criar uma atmosfera explosiva, ocasionando um risco grave de segurança para os trabalhadores que estão ao redor. Como medida de controle, foi comprado um tambor anti-explosão em inox, de 18,9 litros, para que seja mitigado o risco e os trabalhadores tenham mais segurança no momento de purgar a pistola.



Figura 6: Tambor aprova de explosão
Fonte: O autor, 2015.

Para o gerenciamento de riscos, é importante que seja aplicado uma hierarquia de controles, de forma que a primeira ação seja a tentativa de eliminar o risco, medidas de engenharia e proteção coletiva e por ultimo, a parte de treinamentos e equipamentos de proteção individual.

Portanto, de acordo com os riscos levantados pela matriz de risco, foi elaborada uma tabela com os equipamentos de proteção individual e coletiva, com o intuito de minimizarem os riscos levantados. Neste quadro, os EPC's e EPI's não estão relacionados de acordo com os riscos comuns.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA
Capacete	Sistemas de Exaustão
Oculos de Segurança	Superdimensionamento de correntes que realizam o transporte aereo de peças
Protetor Auricular tipo plug silicone	Cortina d'agua sob a cabine de pintura afim de captar as partículas em suspensão de agentes químicos
Sapato com biqueira de aço, protetor de metatarso e solato anti estático	Sistema de ventilação artificial
Luva látex/PVC	Sprinklers com detecção de incêndio
Respirador anti partículas semi facial de silicone	
Macacão anti partículas	
Traqueia	
Luva pigmentada	
Película para capuz	
Luva nitrilica	
Pulseira de aterramento	

Quadro 10: Equipamentos de Proteção

Fonte: O autor, 2015.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se com base nos dados obtidos da análise de riscos e do ambiente de trabalho que a aplicação de uma matriz de risco pode vir a se tornar uma importante ferramenta para o gerenciamento de riscos, tendo clareza na identificação e classificação dos mesmos.

Com a aplicação da matriz de risco, que foi elaborada embasada nos princípios da metodologia FMEA, identificou importantes oportunidades a proteção da saúde e segurança do trabalhador. Estas oportunidades encontradas resultaram em ações que objetivam a mitigação de riscos, como exemplo, a compra do prolongador da pistola, evitando que o trabalhador permaneça dentro do chassi e a compra do tambor aprova de explosão, com a pretensão de minimizar áreas classificadas como explosivas.

Uma cabine de pintura pode possuir riscos altos referentes a saúde e segurança do trabalho, porem neste caso, contemplando as ações de plano de ação, pode-se dizer que os riscos levantados na pintura do primer, possuem medidas de controle, sejam por medidas de engenharia, EPI e por treinamentos. Mas para tal, é necessário um acompanhamento frequente, de modo que ocorra a melhoria continua dos processos envolvendo segurança.

A matriz de risco embasada no FMEA, apesar de ser uma importante ferramenta para profissionais da segurança, e para o próprio sistema de gestão, ela não deve ser uma ferramenta isolada no gerenciamento de risco. Neste trabalho foi identificada a importância de alinhar a matriz de risco com outras ferramentas e laudos de segurança do trabalho, o PPRA, Plano de Emergência, Estudo e Laudo de Áreas Classificadas (ATEX) e Prontuário das Instalações Elétricas, podem ser citados como exemplo, não só apenas para atendimento à legislação aplicável, mas também, para que a empresa tenha resultados qualitativos, quantitativos e conhecimento completo de seus riscos existentes nas operações.

Portanto, a matriz de análise de risco baseada na metodologia do FMEA, pode sim vir a ser uma ferramenta importante para o gerenciamento de riscos e evitar acidentes dentro da empresa.

REFERÊNCIAS

IQA- Instituto da Qualidade Automotiva. **FMEA, Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial**: junho 2008. [São Paulo], 2008.

MORAES, Giovanni Araujo. **Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho**. 9 ed.. Rio de Janeiro. Gerenciamento Verde Editora e Livraria Virtual, 2013.

SCHNEBERGER, Gerald L. **Understanding Paint and Painting Process**. 4 ed. Illinois. Hitchcock Publishing Co., 1989.

ARAUJO, Giovanni Moraes de. **Segurança na Armazenagem, Manuseio e Transporte de Produtos Perigosos**. 2 ed. Rio de Janeiro. Gerenciamento Verde Editora e Livraria Virtual, 2005.

NFPA- National Fire Protect Association. **Recommended Practice on Static Electricity**. Estados Unidos, 2000.

OIT- Organização Internacional do Trabalho. **Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho**: Um instrumento para uma melhora contínua. 2 ed. Abril 2011.

Confederação Nacional dos Metalurgicos da CUT. **A Indústria Automobilística No Brasil**- Diagnostico do setor e análise do Novo Regime Automotivo.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 19/04/2015.

PATRICIO, Renato Pickler;. **Adequação do FMEA Para Gerenciamento de Riscos Em Obra de Infraestrutura, Após a Aplicação da Análise Preliminar de Risco Na Execução de Muro de Gabião**.. Monografia de Especialização, UTFPR. Curitiba, 2013.

Gil, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ed. São Paulo: Atlas 1999.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes. Uma Abordagem Holística**. São Paulo: Atlas, 1999.

DE CICCIO, Francesco. e FANTAZINNI, Mário Luiz. **Introdução à engenharia de segurança de sistemas**. 2ª edição. São Paulo, FUNDACENTRO, 1982.

DE CICCIO, Francesco. e FANTAZINNI, Mário Luiz. **Gerencia de Riscos: A identificação e análise de riscos III**. Revista Proteção. Caderno gerência de risco nº4, Novo Hamburgo, n.30,1994.