RGe ISSN: 2177-3246

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHAS (FMEA) NA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UM CONJUNTO DE ELEVADORES DE PASSAGEIROS

APPLICATION OF FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) IN THE PREVENTIVE MAINTENANCE ACTIVITY OF A SET OF PASSENGER ELEVATORS

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA) EN LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN CONJUNTO DE ASCENSORES DE PASAJEROS

10.56238/revgeov17n5-025

Carlos Eduardo da Silva Ramos
Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho
Instituição: Universidade Federal Fluminense (UFF)
Endereço: Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: cesramos@id.uff.br

Gilson Brito Alves Lima
Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Federal Fluminense (UFF)
Endereço: Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: glima@id.uff.br

RESUMO
O objetivo do presente trabalho foi a utilização da ferramenta FMEA para avaliação dos riscos envolvidos na atividade de manutenção de elevadores de passageiros. Como objeto do presente estudo utilizou-se um conjunto de três elevadores de passageiros existentes em uma universidade localizada em Niterói, RJ. Através de uma visita de acompanhamento a uma atividade típica de manutenção preventiva dos elevadores, foi possível o mapeamento dos riscos e a identificação dos cenários críticos envolvendo tanto os ambientes quanto as atividades de manutenção. A partir da identificação dos cenários críticos foi utilizada a ferramenta FMEA para determinação do Número Potencial de Risco (RPN), que nada mais é do que um número que expressa o grau de risco e possibilita ao profissional de segurança priorizar a eliminação ou a mitigação dos riscos que são mais críticos. Os resultados apontam maior grau de criticidade e maior probabilidade de ocorrência nas atividades que são executadas nos pavimentos (próximo às portas) e sobre a cabina, pois envolvem o risco de queda do profissional no poço do elevador. Observou-se que o melhor caminho para evitar que as falhas aconteçam é a adoção de um plano de ação que seja tangível e ao mesmo tempo eficaz, ou seja, um plano que seja simples e fácil de ser colocado em prática.

Palavras-chave: FMEA. Segurança do Trabalho. Elevadores de Passageiros.

ISSN: 2177-3246

ABSTRACT
The objective of this study was to use the FMEA tool to evaluate the risks involved in passenger elevator maintenance activities. The object of this study consisted of a set of three passenger elevators located at a university in Niterói, RJ. Through an on-site visit accompanying a typical preventive maintenance activity, it was possible to map the risks and identify critical scenarios involving both the environments and the maintenance activities. Based on the identification of these critical scenarios, the FMEA tool was applied to determine the Risk Priority Number (RPN), which is a numerical indicator that expresses the level of risk and enables safety professionals to prioritize the elimination or mitigation of the most critical risks. The results indicate a higher degree of criticality and a greater probability of occurrence in activities carried out on the floors (near the doors) and on top of the elevator car, as they involve the risk of workers falling into the elevator shaft. It was observed that the best way to prevent failures is to adopt an action plan that is both practical and effective, that is, a plan that is simple and easy to implement.

Keywords: FMEA. Occupational Safety. Passenger Elevators.

RESUMEN
El objetivo de este trabajo fue utilizar la herramienta FMEA para evaluar los riesgos involucrados en las actividades de mantenimiento de ascensores de pasajeros. El objeto de este estudio fue un conjunto de tres ascensores de pasajeros ubicados en una universidad en Niterói, RJ. A través de una visita de acompañamiento a una actividad típica de mantenimiento preventivo, fue posible mapear los riesgos e identificar escenarios críticos que involucran tanto los entornos como las actividades de mantenimiento. A partir de la identificación de estos escenarios críticos, se utilizó la herramienta FMEA para determinar el Número de Prioridad de Riesgo (RPN), que no es más que un valor numérico que expresa el nivel de riesgo y permite a los profesionales de seguridad priorizar la eliminación o mitigación de los riesgos más críticos. Los resultados indican un mayor grado de criticidad y una mayor probabilidad de ocurrencia en las actividades realizadas en los pisos (cerca de las puertas) y sobre la cabina del ascensor, ya que implican el riesgo de caída del trabajador en el pozo del ascensor. Se observó que la mejor forma de evitar que ocurran fallas es la adopción de un plan de acción que sea tangible y al mismo tiempo eficaz, es decir, un plan que sea simple y fácil de implementar.

Palabras clave: FMEA. Seguridad Laboral. Ascensores de Pasajeros.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, elevadores de passageiros fazem parte do cotidiano da nossa sociedade e se tornaram componentes básicos dos mais variados tipos de prédios, uma vez que reduzem o tempo e os esforços dos deslocamentos das pessoas e possibilitam uma adequada acessibilidade para pessoas que encontram dificuldades de locomoção.

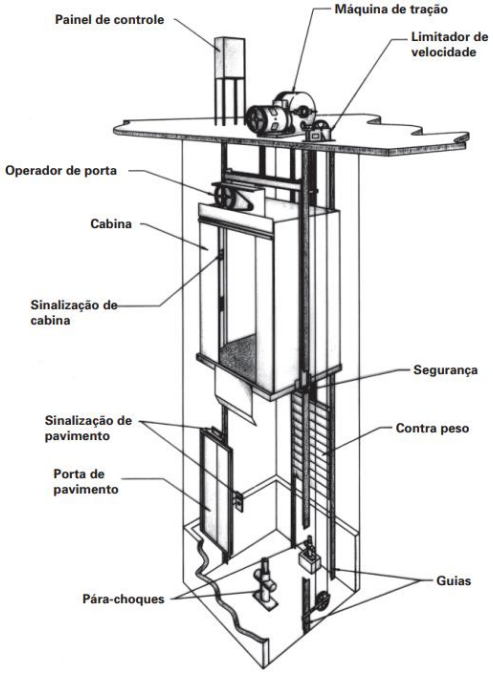
Mas para que esses equipamentos estejam sempre prontos para a utilização, é fundamental que seja feita uma manutenção preventiva periódica. Ocorre que a manutenção preventiva desses equipamentos oferece uma inúmera gama de riscos a quem a executa. O mecânico de elevadores, que é quem usualmente executa essas atividades, está exposto a riscos de choque elétrico, quedas, cortes, amputação/esmagamento de membros entre outros.

Para contextualizar esses riscos, usaremos no presente trabalho a técnica conhecido como Análise do Modo de Falhas e Efeitos (FMEA) em um conjunto de três elevadores pertencentes a uma universidade em Niterói (RJ).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo dados da Associação Brasileira de Engenheiros Mecânicos (2013), elevadores de passageiros constituem-se basicamente em um conjunto de tração (máquina de tração e motor), contrapeso, sistema de suspensão através de cabos de tração ou mecanismos hidráulicos, quadro de comando, sinalizações em geral, sistema de controle de velocidade, sistema de freios de segurança e amortecedores de impacto do tipo para-choques. A Figura 1 mostra os componentes de um elevador elétrico típico.

Figura 1: Posicionamento dos componentes do elevador.



Fonte: Elevadores Atlas Schindler S.A.

Quanto aos principais recintos que fazem parte do conjunto de elevadores, pode-se citar: casa de máquinas, caixa de corrida e poço (Universidade Federal dos Vales Do Jequitinhonha e do Mucuri, 2013).

2.1 MANUTENÇÃO DE UM ELEVADOR DE PASSAGEIROS

As atividades de manutenção de elevadores são divididas basicamente em dois grupos: manutenção preventiva e manutenção corretiva. Na preventiva, os serviços a serem realizados são definidos por um procedimento operacional padrão, onde são estabelecidas a sequência, as rotinas e o tipo de serviço a ser realizado, já na corretiva não há previsibilidade de ocorrência, ou seja, a manutenção ocorre quando o elevador apresenta um defeito ou falha (Grando, 2016).

Segundo Kalil e Lara (2007), todos os sistemas e componentes do elevador requerem supervisão constante e manutenção periódica executada por seu fabricante ou por empresa especializada.

Embora definido como extremamente seguro, o uso e a manutenção de elevadores trazem diversos riscos intrínsecos. Para Guisoli (2021), as atividades dos técnicos de elevadores, como instalação, manutenção, reparação e modernização de elevadores implicam na exposição à riscos cotidianamente.

Segundo a Norma Mercosur 207, elaborada pela AMN (1999), usuários e técnicos de manutenção de elevadores estão sujeitos aos riscos de corte; esmagamento; queda; impacto; aprisionamento; fogo; choque elétrico e falha do material devida a: dano mecânico; desgaste; corrosão.

2.2 ANÁLISE FMEA

Segundo Okamura (2021), a ferramenta FMEA tem como intuito evitar a ocorrência de falhas em um componente, um processo ou um sistema, indicando ações de melhoria. É uma técnica que identifica as formas segundo as quais os componentes, sistemas ou processos podem falhar em relação ao atendimento de seu propósito de projeto.

Para se alcançar o objetivo da análise de risco utilizando a ferramenta FMEA, são utilizadas a análise de três fatores: ocorrência, severidade e detecção (Okamura, 2021).

Ocorrência: parte de uma análise do efeito do risco para avaliação de sua probabilidade de ocorrência, que é estimado em uma escala de 1 a 10. Trata-se da probabilidade de ocorrência de uma específica causa/mecanismo (Andrade; Turrioni, 2000).

Severidade: parte de uma análise do efeito do risco para avaliação de sua gravidade, que é estimado em uma escala de 1 a 10. Trata-se da gravidade de um impacto ambiental de um modo potencial de falha relativo ao meio ambiente. Uma redução no índice de gravidade pode ser conseguida através de uma alteração do projeto do produto/processo (Andrade; Turrioni, 2000).

Detecção: parte de uma análise de uma causa do risco para avaliação do grau de controle possível de ser exercido sobre ele, é estimado em uma escala de 1 a 10. Entende-se por controle a capacidade de atuação no processo para evitar ou minimizar as causas do risco. Deste modo, deve ser analisada a possibilidade de previsão do evento de cada uma das causas, além dos respectivos níveis de controle possíveis de serem estabelecidos (Andrade; Turrioni, 2000).

Segundo Chang, Chang e Lai (2013), é através da multiplicação desses três fatores que é obtido o Número de Prioridade de Risco (RPN), que varia de 1 a 1.000, para classificar e avaliar o risco de modos de falha em potencial.

2.2.1 Modo das falhas

O Modo de Falha é o modo como a disfuncionalidade se manifesta e descreve o afastamento em relação à função requerida ou de requisito de determinado trabalho. Assim, esta análise deve levar em consideração a função do componente em questão dentro do sistema do qual ele faz parte e as especificações do projeto (Okamura, 2021).

2.2.2 Efeito da falha

O Efeito de Falha é o resultado gerado a partir da ocorrência do modo de falha, ou seja, é a consequência do modo de falha. Para cada modo de falha, pode estar associado um ou vários efeitos de falha, seja no rendimento do componente, sistema, em termos de segurança ou regulamentares (Okamura, 2021).

2.2.3 Causa da falha

A Causa do modo de falha refere-se ao motivo mais provável da origem para o potencial de falha ocorrer. Esta pode estar em componentes vizinhas, fatores externos, ambientais, erros humanos ou no próprio componente. Assim como o efeito da falha, pode haver mais de um motivo para determinado modo de falha ocorrer (Okamura, 2021).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, realizada por meio de um estudo de caso para verificar a aplicabilidade da Análise do Modo de Falhas e Efeitos nas atividades de manutenção de um conjunto de elevadores de passageiros.

Dessa forma, para o embasamento teórico da pesquisa será utilizada a literatura disponível acerca dos temas, assim, a metodologia aplicada na realização desta pesquisa consiste nas seguintes atividades:

- Revisão da literatura e normas relacionadas à ferramenta FMEA e manutenção de elevadores de passageiros;
- Levantamento de dados e informações em campo, para a realização do estudo de caso, através do acompanhamento da atividade de manutenção de elevadores e entrevista com o técnico responsável pela manutenção de elevadores;
- Aplicação da ferramenta FMEA através de planilha criada com a ferramenta Excel;
- Realização da análise e interpretação dos resultados obtidos, baseados da revisão bibliográfica científica já existente e na observação em campo do estudo de caso e utilizando como auxílio o Diagrama de Pareto, bem como traçar um plano de ação utilizando como a metodologia 5W2H como ferramenta de análise crítica.

3.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO FMEA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do FMEA será adaptada da metodologia descrita por Okamura (2021) e adaptada para este caso específico, utilizando a ferramenta Excel para a sua elaboração. Suas etapas consistem em:

Etapa 1 – Identificação dos Cenários críticos de risco;

Etapa 2 – Identificação dos modos de falha;

Etapa 3 – Identificação dos efeitos possíveis de cada modo de falha;

Etapa 4 – Identificação das causas de falha possíveis para cada modo de falha;

Etapa 5 – Identificação/Determinação dos métodos de detecção e prevenção para cada modo de falha;

Etapa 6 – Definição dos critérios de ocorrência da falha, severidade dos efeitos de falha e a probabilidade de detecção;

Etapa 7 – Cálculo do RPN, obtendo a classificação do risco;

Etapa 8 – Recomendações de ações para evitar que as possíveis falhas potenciais mapeadas no processo ocorram.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o acompanhamento de uma atividade de manutenção de elevadores foram observados os seguintes riscos:

a) Choque elétrico: o mecânico de elevadores está sujeito ao risco de choque elétrico no contato com partes energizadas do quadro elétrico, do motor e de componentes presentes na parte interna e superior da cabina, nos pavimentos e no poço.

ISSN: 2177-3246

b) Queda do funcionário: o mecânico de elevadores está sujeito ao risco de queda no mesmo nível devido à presença de desníveis no interior da casa de máquina e também a queda de níveis diferentes devido à ausência de guarda-corpos na parte de cima da cabina.

c) Esmagamento de membros: o mecânico de elevadores está sujeito ao risco de prensagem e esmagamento de membros no contato com as polias da máquina de tração, de compensação e do regulador de velocidade, além de estar sujeito a esmagamento quando no trabalho na parte superior da cabina ou no poço do elevador devido ao deslocamento do mesmo.

A partir da identificação dos riscos presentes no equipamento objeto deste estudo, foi possível elaborar alguns cenários acidentais por área aplicando a metodologia FMEA, na qual serão identificados os modos de falha, os efeitos e as causas possíveis das falhas, a definição dos critérios de ocorrência da falha, severidade dos efeitos e probabilidade de detecção e, por fim, o plano de ação que será adotado para evitar que as falhas no processo ocorram.

Seguindo a metodologia apresentada, foi calculado o RPN, obtendo a classificação do risco. A classificação seguiu uma escala proposta por Costa (2020), na qual foi atribuída uma classificação "baixa" para valores de RPN entre 0 e 50, "médio" para valores de RPN entre 51 e 100 e "alto" para valores de RPN acima de 100.

Por fim, após a aplicação da ferramenta FMEA, utilizou-se a própria tabela para elaborar um estudo do Diagrama de Pareto, conforme Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Aplicação do FMEA combinado com Diagrama de Pareto.

FMEA - Análise do Modo de Falha e Efeito														
Cenário		Análise da Falha					Análise do Risco							Ação Corretiva Planejada
	Local	Atividade Desenvolvida	Modo de Falha	Efeito Potencial da Falha	Causa da Falha	Controle	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN	Percentual Simples	Percentual acumulado Pareto	Classificação do Risco	
Queda de níveis diferentes.	Pavimentos	Verificação das portas de pavimentos	Ausência de barreira física que impeça a queda do profissional	Morte do profissional	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional	Visual	10	9	3	270	13,60%	13,60%	Alto	Aquisição de dispositivo destinado a formar barreira física para evitar a quedas
Queda de níveis diferentes.	Em cima da cabina	Limpeza da estrutura superior da cabina	Ausência de ponto de ancoragem para cinto de segurança	Morte do profissional	Ausência de ponto de ancoragem para cinto de segurança	Visual	10	9	3	270	13,60%	27,20%	Alto	Instalar ponto de ancoragem para equipamento de proteção individual
Choque elétrico	Interior da cabina	Verificação do funcionamento do painel de operações	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica	Danos na integridade física do profissional, com possível morte	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional; Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	9	7	2	126	6,35%	33,55%	Alto	Prover treinamentos sobre segurança em serviços de eletricidade; Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Choque elétrico	Pavimentos	Verificação do funcionamento das botoeiras de chamada e dos indicadores de posição	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica	Danos na integridade física do profissional	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional; Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	9	7	2	126	6,35%	39,90%	Alto	Prover treinamentos sobre segurança em serviços de eletricidade; Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório

ISSN: 2177-3246

FMEA - Análise do Modo de Falha e Efeito														
Cenário	Análise da Falha						Análise do Risco							Ação Corretiva Planejada
	Local	Atividade Desenvolvida	Modo de Falha	Efeito Potencial da Falha	Causa da Falha	Controle	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN	Percentual Simples	Percentual acumulado Pareto	Classificação do Risco	
Choque elétrico	Casa de máquinas	Reaperto dos terminais elétricos no quadro de comando	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica	Danos na integridade física do profissional, com possível morte	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional; Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	9	7	2	126	6,35%	46,25%	Alto	Prover treinamentos sobre segurança em serviços de eletricidade; Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Choque elétrico	Em cima da cabina	Testagem do funcionamento da bateria e da iluminação de emergência	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica	Danos na integridade física do profissional, com possível morte	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional; Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	9	7	2	126	6,35%	52,59%	Alto	Prover treinamentos sobre segurança em serviços de eletricidade; Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Choque elétrico	Poço	Limpeza do poço	Presença de água no poço de elevadores	Danos na integridade física do profissional, com possível morte	Falta de estanqueidade do poço de elevadores	Visual	9	7	2	126	6,35%	58,94%	Alto	Prover treinamentos sobre segurança em serviços de eletricidade; Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento do corpo	Poço	Inspeção dos estados dos para-choques de cabina e de contrapeso	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Morte do profissional	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	10	6	2	120	6,05%	64,99%	Alto	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento do corpo	Poço	Limpeza do poço	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Morte do profissional	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	10	6	2	120	6,05%	71,03%	Alto	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento do corpo	Em cima da cabina	Limpeza da estrutura superior da cabina	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Morte do profissional	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	10	5	2	100	5,04%	76,07%	Moderado	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento do corpo	Caixa de corrida	Testagem dos limites de parada de subida e descida	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Morte do profissional	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	10	5	2	100	5,04%	81,11%	Moderado	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório

ISSN: 2177-3246

FMEA - Análise do Modo de Falha e Efeito														
Cenário	Análise da Falha						Análise do Risco							Ação Corretiva Planejada
	Local	Atividade Desenvolvida	Modo de Falha	Efeito Potencial da Falha	Causa da Falha	Control	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN	Percentual Simples	Percentual acumulado Pareto	Classificação do Risco	
Prensagem/esmagamento das mãos	Casa de máquinas	Limpeza do conjunto máquina-motor	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Amputação de membros; Escoriações; Fratura.	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	7	5	2	70	3,53%	84,63%	Moderado	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento das mãos	Casa de máquinas	Inspeção do freio da máquina de tração	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Amputação de membros; Escoriações; Fratura.	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	7	5	2	70	3,53%	88,16%	Moderado	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento das mãos	Casa de máquinas	Inspeção dos cabos e polias da máquina de tração e do regulador de velocidade	Não desenergização e bloqueio da chave seccionadora de energia elétrica, permitindo que o equipamento entre em funcionamento durante a manutenção	Amputação de membros; Escoriações; Fratura	Ausência de dispositivo de bloqueio e aterramento provisório na chave seccionadora	Visual	7	5	2	70	3,53%	91,69%	Moderado	Instalar dispositivos de bloqueio para impedir o religamento acidental da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório
Prensagem/esmagamento das mãos	Interior da cabina	Verificação do funcionamento e a fixação das portas e corrediças da cabina	Ausência de dispositivo de travamento para evitar o fechamento indevido das portas	Escoriações; Fratura	Ausência de dispositivo de travamento das portas	Visual	7	5	1	35	1,76%	93,45%	Baixo	Aquisição de dispositivo especifico para o travamento das portas
Prensagem/esmagamento das mãos	Pavimentos	Verificação do estado de conservação das portas de pavimentos	Ausência de dispositivo de travamento para evitar o fechamento indevido das portas	Escoriações; Fratura	Desatenção ou excesso de confiança por parte do profissional.	Visual	7	5	1	35	1,76%	95,21%	Baixo	Aquisição de dispositivo especifico para o travamento das portas
Prensagem/esmagamento das mãos	Em cima da cabina	Inspeção dos elementos mecânicos do operador de portas	Ausência de dispositivo de travamento para evitar o fechamento indevido das portas	Escoriações; Fratura	Ausência de dispositivo de travamento das portas	Visual	7	5	1	35	1,76%	96,98%	Baixo	Aquisição de dispositivo especifico para o travamento das portas
Prensagem/esmagamento das mãos	Caixa de corrida	Verificação do estado do mecanismo de abertura das portas de pavimento	Ausência de dispositivo de travamento para evitar o fechamento indevido das portas	Escoriações; Fratura	Ausência de dispositivo de travamento das portas	Visual	7	5	1	35	1,76%	98,74%	Baixo	Aquisição de dispositivo especifico para o travamento das portas
Queda no mesmo nível	Casa de máquinas	Limpeza do interior da casa de máquinas	Falta de sinalização dos desníveis	Escoriações; Fratura	Falta de sinalização dos desníveis	Visual	5	5	1	25	1,26%	100,00%	Baixo	Instalação de sinalização apontando os desníveis e obstáculos no piso
										1985				

Fonte: O próprio autor (2026).

Analisando a aplicação da ferramenta FMEA, pôde-se observar que os riscos considerados críticos estão atrelados às atividades que envolvem a possibilidade de queda do mecânico no poço do

elevador, o risco de choque elétrico e as atividades ligadas ao risco de prensagem e esmagamento do corpo do mecânico de elevadores. Essas atividades representam 71,03% dos riscos presentes na atividade de manutenção de elevadores e é sobre essas atividades que devemos nos debruçarmos para a elaboração de um plano de ação com o objetivo de eliminar ou mitigar os riscos envolvidos na atividade, reduzindo a severidade, ocorrência e/ou detecção. Para a elaboração do plano de ação utilizou-se a ferramenta 5W2H, vista na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Análise crítica utilizando a ferramenta 5W2H.

Cenários mais Críticos	**5W2H**							**Conclusão**
	5W					**2H**		
	O quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto Custa?	
Queda do profissional	Instalar barreiras físicas que impeçam a quedas e dispositivos destinados a ancoragem de cinto de segurança	Minimizar a probabilidade de queda	Nos pavimentos e na parte superior da cabina	Empresa responsável pela manutenção dos elevadores	Em um mês	As barreiras físicas serão instaladas próximo às portas de pavimento e deverão ser utilizadas sempre que o profissional estiver trabalhando naquele local. Já os dispositivos de ancoragem serão instalados sobre a cabina do elevador	Custo estimado baixo	Ao instalar esses dois sistemas, objetiva-se reduzir a **Ocorrência**
Choque elétrico	Instalar dispositivo de bloqueio de religamento da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório	Eliminar a probabilidade de choque elétrico	No quadro de disjuntores da casa de máquinas	A universidade, que é a dona dos equipamentos	Em um mês	Os dispositivos de bloqueio atuam impedindo fisicamente que as chaves seccionadoras sejam religadas, já os dispositivos de aterramento provisório atuam equipotencializando a rede elétrica com a terra, impedindo que o profissional que está realizando a atividade de manutenção receba o choque elétrico	Custo estimado baixo	Ao instalar esses dois sistemas, objetiva-se reduzir a **Ocorrência**
Esmagamento	Instalar dispositivo de bloqueio de religamento da chave seccionadora e instalar dispositivo de aterramento provisório	Eliminar a probabilidade de que a energia seja religada	No quadro de disjuntores da casa de máquinas	A universidade, que é a dona dos equipamentos	Em um mês	Sem energia elétrica não existe a possibilidade de que o elevador entre em funcionamento sem que seja esta a vontade do profissional de manutenção	Custo estimado baixo	Ao instalar esses dois sistemas, objetiva-se reduzir a **Ocorrência**

Fonte: O próprio autor (2026).

5 CONCLUSÃO

Após a conclusão do estudo exposto acima, pôde-se observar o quão expostos aos riscos estão os profissionais que trabalham nas atividades de manutenção de elevadores.

Observou-se que os riscos que possuem maior severidade estão nas atividades de verificação dos mecanismos das portas de pavimento e nas atividades realizadas em cima da cabina (RPN = 270). Esses riscos consistem na possibilidade de queda no poço do elevador.

Observou-se que dentre as atividades com maior probabilidade de ocorrência destacam-se, também, as que envolvem verificação dos mecanismos das portas de pavimento e nas atividades realizadas em cima da cabina. Sem a adoção de um plano de ação eficaz, a probabilidade de ocorrência é igual a 9, o que representa uma probabilidade muito alta do fato acontecer. Merecem lembrança ainda as atividades que apresentam o risco de choque elétrico no poço, na parte superior da cabina e no interior da casa de máquinas, onde a probabilidade de ocorrência é igual a 7, ou seja, representa uma probabilidade alta do fato se concretizar.

O melhor caminho para evitar que as falhas aconteçam é a adoção de um plano de ação que seja tangível e ao mesmo tempo eficaz. Grande parte dos riscos apontados durante a atividade de manutenção de elevadores podem ser eliminados ou mitigados com a adoção se soluções simples, que giram desde a instalação de pontos de ancoragem para que o profissional possa ancorar seu cinto de segurança até a aquisição de dispositivos que impeçam o religamento de chaves seccionadoras de energia.

É evidente que os riscos apontados neste trabalho referem-se à atividade de manutenção de um equipamento específico em um local específico e sob condições específicas, entretanto, é provável que esses riscos possam ser encontrados na manutenção de outros elevadores que estão espalhados por todo o país, quiçá por todo o mundo. Sugere-se, portanto, que em trabalhos futuros os estudos sejam aplicados a outros elevadores de passageiros, a fim de que se possa aferir que riscos estarão envolvidos na manutenção do equipamento objeto do estudo. Sugere-se também a utilização de matrizes de similaridade ou outra ferramenta que considere a análise dos riscos de forma combinada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Mônica Regina Souza; TURRIONI, João Batista. Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. **ENEGEP, USP/POLI-SP**, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS MECÂNICOS. **Análise e tolerância de risco na atividade de manutenção de elevadores**. Porto Alegre, 2013.

CHANG, Kuei-Hu; CHANG, Yung-Chia; LAI, Pei-Ting. Applying the concept of exponential approach to enhance the assessment capability of FMEA. **Journal Of Intelligent Manufacturing**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 1413-1427, 27 mar. 2013. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10845-013-0747-9.

COSTA, Bruno Leonardo Silva. **Aplicação da análise de modo e efeito de falhas (fmea) em um posto revendedor de combustível veicular**. 2020. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

ELEVADORES ATLAS SCHINDLER S.A. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios**: elevadores de passageiros, escadas rolantes, obra civil e cálculo de tráfego. São Paulo.

FMEA. **FMEA - Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial**. Disponível em: https://fmea.com.br. Acesso em: 23 março 2026.

GRANDO, Luciano Roberto. **Análise e tolerância de risco nas atividades de manutenção de elevadores de passageiros e cargas periculosidade por energia elétrica**. 2016. 50 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

GUISOLI, Cláudio Henrique. O trabalho invisível e perigoso dos técnicos de elevadores. **Revista Elevador Brasil**, [S.I.], abr. 2021. Disponível em: https://revistaeb.com/tecnicos-de-elevadores/#:~:text=Em%20levantamento%20realizado%20na%20região,42%25)%20foram%20com%20técnicos.. Acesso em: 23 março 2026.

KALIL, Marli Lanza; LARA, Alexandre Marcelo Fontes. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE CONFIABILIDADE NA ATIVIDADE DE INSPEÇÃO PREDIAL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 14., 2007, Salvador. **Anais [...] .** Salvador: Ibape, 2007.

OKAMURA, Glória Hara. **APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA EM UM POSTO REVENDEDOR DE COMBUSTÍVEL**. 2021. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E DO MUCURI. Campus Jucelino Kubiteschek Diamantina (MG). **Especificações técnicas: elevadores.** Minas Gerais, 2013. Disponível em: http://www.ufvjm.edu.br/licitacoes/home/doc_view/5346-.html. Acesso em: 23 março 2026.