



PRIORIZAÇÃO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO PELA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA ANÁLISE DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

PRIORITIZATION OF PREVENTIVE MEASURES BY USING THE FMEA TOOL IN RISK ANALYSIS IN CIVIL CONSTRUCTION

PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN MEDIANTE EL USO DE LA HERRAMIENTA FMEA EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL

Juliana Caroline Teixeira Zaupa ^{1*}, Rodrigo Eduardo Catai ², Janine Nicolosi Corrêa ³, & Julio Cesar Zaupa ⁴

^{1,2,3} Universidade Tecnológica Federal do Paraná

⁴ Universidade Federal do Paraná

^{1*} julianacarolt@gmail.com ² catai@utfpr.edu.br ³ janine@utfpr.edu.br ⁴ juliozaupa@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido: 21.02.2023

Aprovado: 03.04.2023

Disponibilizado: 21.04.2023

PALAVRAS-CHAVE: Segurança do trabalho; construção civil; FMEA.

KEYWORDS: Workplace safety; construction; FMEA.

PALABRAS CLAVE: Seguridad de trabajo; construcción civil; FMEA.

*Autor Correspondente: Zaupa, J. C. T.

RESUMO

De acordo com estatísticas da Previdência Social de 2021, o número de acidentes do trabalho no Brasil permanece elevado, sendo que nesse ano 34 mil pertencem ao setor da construção. Nesse cenário, o gerenciamento de riscos tem elevada importância na análise de riscos para a prevenção de acidentes. Com foco nessa questão, esta pesquisa foi realizada no setor da construção civil entre os anos de 2021 e 2022, tendo como objetivo geral priorizar medidas de prevenção relativas à segurança do trabalho, constatadas pela utilização da ferramenta Análise de Modos de Falhas e Efeitos - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), para uma obra de construção civil. Para a obtenção de dados, foram realizados registros observacionais e fotográficos na obra analisada em relação aos riscos aos quais estão expostos os trabalhadores. Posteriormente, foi realizada a análise da prioridade de riscos com a utilização da ferramenta FMEA, sendo que entre os elevados RPNs (Números de Prioridade de Risco) está a não utilização de equipamentos de proteção individual, situação grave por apresentar alto risco. Assim, pôde-se concluir que o método FMEA contribuiu para a priorização de medidas de prevenção relativas à segurança do trabalho para a obra de construção civil analisada.

ABSTRACT

According to Social Security statistics for 2021, the number of accidents at work in Brazil remains high, with 34.000 belonging to the construction sector this year. In this scenario, risk management has high importance in risk

analysis for accident prevention. Focusing on this issue, this research was carried out in the civil construction sector between the years 2021 and 2022, with the general objective of prioritizing preventive measures related to work safety, verified by the use of the Failure Modes and Effects Analysis tool - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), for a civil construction work. In order to obtain data, observational and photographic records were made in the work analyzed in relation to the risks to which workers are exposed. Subsequently, the risk priority analysis was carried out using the FMEA tool, and among the high RPNs (*Risk Priority Numbers*) is the non-use of personal protective equipment, a serious situation due to its high risk. Thus, it can be concluded that the FMEA method contributed to the prioritization of preventive measures related to work safety for the analyzed civil construction work.

RESUMEN

Según las estadísticas de la Seguridad Social para 2021, el número de accidentes de trabajo en Brasil sigue siendo alto, con 34.000 pertenecientes al sector de la construcción este año. En este escenario, la gestión de riesgos tiene una gran importancia en el análisis de riesgos para la prevención de accidentes. Centrándose en este tema, esta investigación se llevó a cabo en el sector de la construcción civil entre los años 2021 y 2022, con el objetivo general de priorizar las medidas preventivas relacionadas con la seguridad en el trabajo, verificado mediante el uso de la herramienta Análisis de Modos y Efectos de Falla - FMEA (*Análisis Modo y Efecto de Falla*), para una obra de construcción civil. Para la obtención de datos se realizaron registros observacionales y fotográficos en los trabajos analizados en relación a los riesgos a los que están expuestos los trabajadores. Posteriormente se realizó el análisis de prioridad de riesgos mediante la herramienta FMEA, y entre los RPN (*Risk Priority Numbers*) altos se encuentra la no utilización de equipos de protección personal, situación grave por su alto riesgo. Así, se puede concluir que el método FMEA contribuyó a la priorización de medidas preventivas relacionadas con la seguridad en el trabajo para la obra de construcción civil analizada.



1. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades econômicas brasileiras, uma das que mais se destaca negativamente quanto à ocorrência de acidentes do trabalho é a da construção civil (Costa, 2015). Tratando-se de segurança do trabalho, para que a empresa possa ter uma evolução nesse assunto e ainda promover o desenvolvimento sustentável, alinhando questões relacionadas à segurança, saúde, produtividade e ambiente, e assim priorizando os seus trabalhadores, um dos pontos importantes a serem observados é a percepção dos riscos inerentes ao ambiente de trabalho (Fabian & Stoco, 2020).

Dessa forma, o investimento em programas de segurança deve ser realizado já no planejamento da obra, mas nem sempre é o que ocorre, por ainda ser visto como um gasto extra (Santos, 2010). Esses programas, que buscam eliminar ou minimizar os riscos, quando executados desde a etapa de planejamento, diminuem a probabilidade de acidentes. Assim, a organização, na fase de planejamento, deve estabelecer e avaliar os riscos relevantes para os resultados esperados do sistema de gestão da SST (Segurança e Saúde no Trabalho) (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2018b).

Nesse contexto, a ferramenta Análise de Modos de Falhas e Efeitos - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) foi escolhida como foco deste trabalho pela sua importância comprovada em trabalhos no processo de gerenciamento de riscos, ao facilitar a priorização de ações preventivas visando a minimização de acidentes, e assim colaborando com a segurança do trabalho.

Desse modo, esta pesquisa teve como objetivo geral: priorizar medidas de prevenção relativas à segurança do trabalho, constatadas pela utilização da ferramenta Análise de Modos de Falhas e Efeitos - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), para uma obra de construção civil.

1.1 Segurança do Trabalho

A legislação de saúde e segurança do trabalho passou por várias transformações e no Brasil para a aprovação do elevado número de normas sobre o assunto, ocorreram acidentes, greves trabalhistas, estudos e pesquisas sobre a área, entre outros fatos. A partir de 1891, é possível encontrar documentos normativos sobre saúde e segurança do trabalho no país, exemplo disso é o Decreto nº 1.313 de 17 de janeiro de 1891 que estabelecia providências para regularizar o trabalho dos menores empregados nas fábricas da capital federal (Barsano, 2018).

A legislação brasileira também inclui as 38 Normas Regulamentadoras aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho, que têm como objetivo a prevenção de acidentes do trabalho. Entretanto, a norma regulamentadora nº 18 é a que se destaca no setor da construção civil (Barsano & Barbosa, 2018).

A NR 18 tem como finalidade estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de



trabalho na indústria da construção. Essas diretrizes são para áreas de vivência (instalação sanitária, vestiário, local para refeição e alojamento); instalações elétricas; etapas de obra (demolição, escavação, fundação e desmonte de rochas; carpintaria e armação; estrutura de concreto; estruturas metálicas; trabalho a quente; serviços de impermeabilização; telhados e coberturas); escadas, rampas e passarelas; medidas de proteção contra quedas de altura; máquinas, equipamentos e ferramentas; movimentação e transporte de materiais e pessoas (elevadores); andaimes e plataformas de trabalho; sinalização de segurança; capacitação e serviços em flutuantes. No entanto, a NR 18 abrange um trabalho com outras NRs e entre elas está a NR 6 sobre Equipamento de Proteção Individual – EPI (Ministério do Trabalho e Previdência [MTP], 2021b).

A NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI define esse como todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Ainda conforme a norma em seu anexo I, a lista de equipamentos de proteção individual são: para proteção da cabeça (capacete, capuz ou balaclava); proteção dos olhos e face (óculos, protetor facial, máscara de solda); proteção auditiva; proteção respiratória (respiradores); proteção do tronco (vestimentas, colete à prova de balas de uso permitido para vigilantes que trabalhem portando arma de fogo, para proteção do tronco contra riscos de origem mecânica); proteção dos membros superiores (luvas, creme protetor, manga, braçadeira, dedeira); proteção dos membros inferiores (calçado, meia, perneira, calça); proteção do corpo inteiro (macacão, vestimenta de corpo inteiro); proteção contra quedas com diferença de nível (cinturão de segurança com dispositivo trava queda, cinturão de segurança com talabarte) (MTP, 2022).

Ainda de acordo com a NR 6, a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado (MTP, 2022).

1.2 Gerenciamento de Riscos

Na indústria moderna, esse tipo de gerência começou depois da Segunda Guerra Mundial em consequência do rápido aumento das indústrias e ampliação dos riscos incluídos (Ruppenthal, 2013). A gerência ou gestão de riscos pode ser utilizada em toda a instituição, ou seja, em seus setores, níveis, atividades e funções (Ferrari, 2017). Conforme a norma ISO 31000 sobre gestão de riscos, gerenciar riscos abrange os contextos externo e interno da empresa, considerando o comportamento humano e os fatores culturais (ABNT, 2018a).

Tratando-se de construção civil, esse é um setor que gera muitos acidentes do trabalho (Camino López, Ritzel, Fontaneda, & Alcantara, 2008), já que os riscos mudam diariamente. Por esse motivo é necessário ferramentas que possam contribuir no processo de gerenciamento de riscos em todas as etapas das obras (Brito, 2013).



O risco pode ser definido como a probabilidade de possíveis danos, como lesões às pessoas, danos ao meio ambiente ou equipamentos, etc. (Cicco & Fantazzini, 2009). Já a classificação de riscos, de acordo com a Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994, obedece os seguintes grupos: Riscos Físicos (Ruídos, Vibrações, Radiações Ionizantes e Não-Ionizantes, Frio, Calor, Pressões Anormais e Umidade); Riscos Químicos (Poeira, Fumos, Névoas, Nebulina, Gases, Vapores e Compostos ou produtos químicos em geral); Riscos Biológicos (Bactérias, Vírus, Protozoários, Fungos, Parasitas e Bacilos); Riscos Ergonômicos (Esforço físico intenso, Levantamento e transporte manual de peso, Exigência de postura inadequada, Controle rígido de produtividade, Imposição de ritmos excessivos, Trabalho em turno e noturno, Jornadas de trabalho prolongadas; Monotonia e repetitividade, Outras situações causadoras de “estresse” físico e/ou psíquico; Risco de Acidente (Arranjo físico inadequado, Máquinas e equipamentos sem proteção, Ferramentas inadequadas ou defeituosas; Iluminação inadequada; Probabilidade de incêndio ou explosão, Armazenamento inadequado, Animais peçonhentos; Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes) (Barsano & Barbosa, 2018).

Entre as técnicas utilizadas no gerenciamento de riscos, incluem: Hazop (Estudos de Identificação de Perigos e Operabilidade), APR (Análise Preliminar de Riscos), Listas de verificação (*Checklist*), *What if?* (E se?), FMEA (Análise de Modos de Falhas e Efeitos), AAF (Análise por Árvore de Falhas), entre outras (Cicco & Fantazzini, 2009). Entretanto, a maioria dessas caracteriza os riscos de maneira qualitativa (Cavaignac & Forte, 2018).

Este estudo tem como foco o método FMEA (Análise de Modos de Falhas e Efeitos), por permitir uma análise quantitativa dos riscos, tendo como princípios: a determinação dos modos de falha de componentes e seus efeitos em outros componentes de modo a categorizar as falhas para priorização das ações corretivas (Ferrari, 2017).

1.3 FMEA

A Análise de Modos de Falhas e Efeitos - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) teve os seus primeiros registros de uso em 1949, quando militares americanos desenvolveram uma ferramenta com a finalidade de determinar o resultado da ocorrência de falha em sistemas e equipamentos. É uma ferramenta de identificação e prevenção de falhas em projetos e processos através da análise dessas e de propostas de ações de melhoria (Mcdermott, Mikulak, & Beauregard, 2009).

Existem variados modelos de formulário da FMEA e a empresa pode selecionar ou elaborá-lo conforme a sua realidade (Palady, 2002). Na construção civil, a ferramenta FMEA tem sido cada vez mais utilizada para a análise de riscos em diversos ambientes (Uchoa, Sousa, Silva, & Cavaignac, 2019).

A FMEA sugere a classificação dos riscos através do índice de número de prioridade de risco ou RPN (*Risk priority number*), sendo esse o produto de três índices independentes - severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) (Stamatis, 2003).



A severidade tem relação com a gravidade do efeito do modo de falha, normalmente variando em uma escala de 1 a 10, em que 1 significa um efeito não percebido e 10 indica os piores efeitos e consequências (Palady, 2002).

Sobre a ocorrência, essa está relacionada com a frequência que o modo de falha ocorre, também apresentando uma escala de 1 a 10 em que 1 indica algo bastante improvável e 10 uma ocorrência certa, segundo é mostrado na Tabela 1 (Palady, 2002).

Tabela 1. Escala de ocorrência

| Escala de avaliação de ocorrência | Grau |
|---|------|
| Extremamente remoto, altamente improvável | 1 |
| Remoto, improvável | 2 |
| Pequena chance de ocorrência | 3 |
| Pequeno número de ocorrências | 4 |
| Espera-se um número ocasional de falhas | 5 |
| Ocorrência moderada | 6 |
| Ocorrência frequente | 7 |
| Ocorrência elevada | 8 |
| Ocorrência muito elevada | 9 |
| Ocorrência certa | 10 |

Fonte: Palady (2002)

A detecção aponta qual é a chance de detectar o modo de falha ou das causas desse modo, e à medida que aumenta o grau, a possibilidade de encontrar os modos de falhas diminui (Palady, 2002). Esta pesquisa tem como base a Tabela 2 produzida por Cavaignac e Uchoa (2018), devido a contribuição dos autores no gerenciamento de riscos considerando a área de segurança do trabalho, ao propor uma metodologia para a obtenção dos índices (severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D)) da FMEA em condições reais de campo.

Tabela 2. Referência de índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D)

| Severidade (S) | | Ocorrência (O) | | Detecção (D) | |
|----------------|---|----------------|--|--------------|---|
| Índice | Natureza da severidade | Índice | Natureza da ocorrência | Índice | Método de detecção |
| 1 | Sem impacto real | 6 | Impacto sofrido | 1 | Inspeção visual |
| 2 | Trauma irrelevante | 5 | Queda com diferença de nível | 2 | |
| 3 | Trauma que requer primeiros socorros | 5 | Impacto contra | 3 | Teste tátil/teste manual |
| 4 | Incapacidade temporária sem afastamento | 5 | Esforço excessivo ou inadequado | 4 | |
| 5 | Incapacidade temporária com afastamento curto | 5 | Prensagem ou aprisionamento | 5 | |
| 6 | Incapacidade temporária com afastamento longo | 5 | Queda em mesmo nível | 6 | Aplicação de checklist/sequência de teste antes da tarefa |
| 7 | Incapacidade permanente parcial | 4 | Exposição ao ruído | 7 | |
| 8 | Incapacidade permanente total | 4 | Contato com substância nociva | 8 | Inspeção instrumental/testes mecânicos |
| 9 | Óbito de envolvidos no processo | 4 | Choque elétrico | 9 | |
| 10 | Óbito de não envolvidos no processo | 3 | Atrito ou abrasão Contato com temperatura extrema | 10 | Falta de métodos efetivos |

Fonte: Cavaignac e Uchoa (2018)



2. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

2.1 Procedimentos da Pesquisa

Para este estudo foram adotados os seguintes procedimentos: seleção de uma obra de grande porte, na cidade de Curitiba; coleta de dados por meio de registros observacionais/fotográficos no local quanto aos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos; análise dos riscos pertencentes ao ambiente de trabalho e das atividades dos colaboradores segundo as normas regulamentadoras; utilização do método FMEA (aplicando os índices de severidade e detecção de Cavaignac e Uchoa (2018) e a escala de ocorrência apontada por Palady (2002)) com a finalidade de priorizar as medidas de prevenção.

Como os índices de ocorrências de Cavaignac e Uchoa (2018) estão baseados em dados de acidentes na construção civil no Estado do Rio Grande do Sul e estatísticas da previdência social de 2016, optou-se pela escala de ocorrência apontada por Palady (2002), bastante citada em trabalhos.

2.2 Coleta de Dados

Para a coleta de dados, foram verificadas as seguintes situações: a área total construída; fase de execução da obra; quantidade de trabalhadores nessa etapa; existência de programa de gerenciamento de riscos; acompanhamento de técnico ou engenheiro de segurança do trabalho; fornecimento de treinamentos referentes à segurança do trabalho aos empregados. Posteriormente foram realizados registros fotográficos no local em relação aos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos.

A empresa pesquisada é uma incorporadora, ou seja, participa do processo de compra do terreno até o negócio imobiliário e estava realizando uma obra de grande porte (nome fictício “Obra A”), um edifício de 8 pavimentos incluindo 30 apartamentos e que estava no início de maio de 2022 na etapa de acabamento. Nessa obra foi analisado o uso de equipamentos de proteção individual (EPI’s) por apresentar alto risco no caso da não utilização dos equipamentos.

3. RESULTADOS

3.1 Obra A

A Obra A é um edifício que terá uma área total construída de 6.000 m² e que estava na etapa de acabamento, contando com um número de 6 trabalhadores da incorporadora e 34 funcionários terceirizados (mestre de obras, pedreiros, azulejistas, carpinteiros, pintores e instaladores de esquadrias) para a execução dessa fase.

Sobre a segurança do trabalho, foi observado que existe um programa de gerenciamento de riscos e que esse é realizado por uma empresa contratada e especializada no assunto junto com o técnico de segurança do trabalho da incorporadora. Também foi notado que o técnico de segurança do trabalho acompanha a obra aproximadamente três vezes por semana, já que esse também tem que trabalhar em outras obras da incorporadora, e que os trabalhadores recebem orientação/fiscalização do mestre de obras sobre o assunto quando o técnico não está presente. Também foi constatado que todos que trabalham na obra receberam treinamentos sobre segurança da empresa contratada.



3.1.1 Não conformidades encontradas na obra sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual

Da Figura 1 a 7 são apresentadas as não conformidades observadas na Obra A. Na Figura 1 é ilustrada a falta de equipamentos de proteção individual (protetor auditivo, óculos e luvas de segurança) para a realização da atividade. Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 1. Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de equipamentos de proteção individual: óculos e luvas de segurança



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 2 é apresentada a ausência de equipamentos de proteção individual (protetor auditivo e respiratório, óculos e luvas de segurança) para a realização da atividade. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 2. Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de óculos e luvas de segurança. Risco químico: falta de protetor respiratório



Fonte: Autores (2022)



Na Figura 3 é ilustrada a falta de equipamentos de proteção individual (protetor respiratório, óculos e luvas de segurança) para a realização da atividade. Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 3. Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (óculos e luvas de segurança). Risco químico: ausência de protetor respiratório



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 4 é apresentada a ausência de equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de segurança) para a realização da atividade. Conforme a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 4. Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de segurança)



Fonte: Autores (2022)



Na Figura 5 é ilustrada a falta de equipamentos de proteção individual (protetor auditivo, capacete, óculos e luvas de segurança) para a realização da atividade. Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 5. Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de segurança)



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 6 é apresentada a ausência de equipamentos de proteção individual (capacete, protetor respiratório, luvas e calçados de segurança) para a realização da atividade. Conforme a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Figura 6. Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (capacete, luvas e calçados de segurança). Risco químico: ausência de protetor respiratório



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 7 é ilustrada a falta de equipamentos de proteção individual (óculos e luvas de segurança, protetor facial, avental, perneira e mangote de raspa) para a realização da atividade. Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (MTP, 2022), o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados e cabe ao empregado cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.



Figura 7. Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (óculos e luvas de segurança, protetor facial, avental, perneira e mangote de raspa)



Fonte: Autores (2022)

3.1.2 Aplicação do Método FMEA na Obra A

Na Tabela 3 é apresentada a aplicação do método FMEA na Obra A:

Tabela 3. Aplicação do método FMEA na Obra A. Fonte: Autores (2022)

| Figura | Modo de falha | Causa básica da falha | Índice de ocorrência | Natureza da ocorrência | Índice de severidade | Natureza da severidade | Índice de detecção | Meios de detecção | RPN | Medidas preventivas | | |
|--------|--|--|----------------------|---|----------------------|---|--------------------|-------------------|-----|--|---|--|
| | | | | | | | | | | Ação | Norma Regulamentadora | Subitem da NR |
| 1 | Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de equipamentos de proteção individual: óculos e luvas de segurança. | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nesta área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Exposição ao ruído / Impacto sofrido | 6 | Incapacidade temporária com afastamento longo | 1 | Inspeção visual | 54 | Utilizar EPI's (protetor auditivo, óculos e luvas de segurança). Utilizar bancada adequada para proporcionar condições de boa postura, visualização e operação. | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |
| 2 | Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de óculos e luvas de segurança. Risco químico: falta de protetor respiratório. | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nesta área: trabalhadores sem orientação) | 10 | Exposição ao ruído / Impacto sofrido/ Contato com substância nociva | 8 | Incapacidade permanente total | 1 | Inspeção visual | 80 | Utilizar EPI's (protetor auditivo e respiratório, óculos e luvas de segurança) e bancada adequada para proporcionar condições de boa postura, visualização e operação. | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |



| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|---|-----------------|----|---|---|--|
| 3 | Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (óculos e luvas de segurança). Risco químico: ausência de protetor respiratório | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Impacto sofrido / Contato com substância nociva | 4 | Incapacidade temporária sem afastamento | 1 | Inspeção visual | 36 | Utilizar EPI's adequados a atividade | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |
| 4 | Risco de acidente: devido a posição da escada e falta de equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de segurança) | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Impacto sofrido / Choque elétrico / Queda com diferença de nível | 9 | Óbito de envolvidos no processo | 1 | Inspeção visual | 81 | Utilizar EPI's adequados a atividade | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |
| 5 | Risco físico: falta de protetor auditivo. Risco de acidente: ausência de equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de segurança) | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Exposição ao ruído / Impacto sofrido | 9 | Óbito de envolvidos no processo | 1 | Inspeção visual | 81 | Utilizar EPI's adequados a atividade | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |
| 6 | Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (capacete, luvas e calçados de segurança). Risco químico: ausência de protetor respiratório | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Impacto sofrido / Contato com substância nociva | 9 | Óbito de envolvidos no processo | 1 | Inspeção visual | 81 | Utilizar EPI's adequados a atividade | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |
| 7 | Risco de acidente: falta de equipamentos de proteção individual (óculos e luvas de segurança, protetor facial, avental, perneira e mangote de raspas) | Falta de planejamento da gestão (ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área: trabalhadores sem orientação) | 9 | Impacto sofrido | 8 | Incapacidade permanente total | 1 | Inspeção visual | 72 | Utilizar EPI's (óculos e luvas de segurança, protetor facial, avental, perneira e mangote de raspas). | NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI | 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. 6.6.1 Cabe ao trabalhador, quanto ao EPI: usar o fornecido pela organização. |



Na Tabela 3, nota-se que na Obra A predomina o risco de acidente, sendo a causa básica das falhas a falta de planejamento da gestão em relação à ausência de acompanhamento de profissionais da segurança do trabalho e outros profissionais com conhecimento adequado nessa área e conseqüentemente a apresentação de trabalhadores sem orientação sobre o assunto, resultando em RPNs (Números de Prioridade de Risco) com uma variação de 36 a 81, e recomendações envolvendo especificamente a norma NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI.

4. RECOMENDAÇÕES DE PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA A OBRA ANALISADA

Após as análises dos resultados da obra pesquisada, verifica-se que as não conformidades apresentadas na mesma poderiam ser melhoradas ao promover uma cultura relacionada à segurança do trabalho na empresa. Nesse contexto é fundamental o comprometimento das lideranças vinculadas à gestão quanto aos planejamentos e programas de segurança em todas as etapas da obra, o que também foi apontado por Santos (2010) em sua pesquisa sobre o uso dos equipamentos de proteção individual sob o ponto de vista da administração e dos operários da construção civil em Feira de Santana - Bahia; e por Cavaignac e Forte (2018), ao concluírem que entre as principais causas de acidentes de trabalho, de uma obra no município de Imperatriz/Maranhão, está a gestão inadequada em segurança do trabalho.

Assim, esses planejamentos e programas sempre deverão incluir um gerenciamento de riscos, realizado por profissionais com níveis adequados de conhecimentos sobre segurança do trabalho e com a participação dos demais trabalhadores, voltado a correção de condições inseguras no ambiente de trabalho e a atos inseguros que residem no fator humano.

A partir do exposto, os planejamentos também deverão incluir o investimento em treinamentos eficazes, assim como foi apontado por Ferreira e Nunes (2020) em sua pesquisa sobre a aplicação da ferramenta FMEA em uma construção em Mossoró/Rio Grande do Norte, com o objetivo de conscientizar e orientar toda a equipe (gestão e colaboradores) para que essa realize interpretações claras dos procedimentos de segurança e exerça suas atividades de forma segura.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, em relação à utilização da ferramenta FMEA, essa contribuiu para a priorização de ações preventivas relativas à segurança do trabalho para a obra de construção civil analisada, através de uma análise quantitativa dos riscos. E que ao analisar os riscos conforme as normas regulamentadoras e a prioridade dos mesmos com a utilização da ferramenta FMEA, aplicando os índices de severidade e detecção propostos por Cavaignac e Uchoa (2018) e a escala de ocorrência indicada por Palady (2002), a não utilização de equipamentos de proteção individual apresentou elevados RPNs (Números de Prioridade de Risco), resultando em um RPN médio igual a 69, já que a situação era grave por apresentar alto risco. Assim, pôde-se concluir que o método FMEA contribuiu para a priorização de medidas de prevenção relativas à segurança do trabalho para a obra de construção civil analisada.



REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2018a). *NBR ISO 31000: Gestão de Riscos – Diretrizes*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2018b). *NBR ISO 45001: Sistemas da Segurança e Saúde no Trabalho*.
- Barsano, P. R. (2018). *Legislação aplicada à Segurança do Trabalho*. 1a ed. São Paulo: Érica.
- Barsano, P. R. & Barbosa, R. P. (2018). *Higiene e Segurança do Trabalho*. 2a ed. São Paulo: Érica.
- Brito, E. A. de S. (2013). *Gerenciamento de riscos na construção civil* (Monografia de Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Camino López, M. A., Ritzel, D. O., Fontaneda, I., & Alcántara, A. J. G. (2008). Construction Industry Accidents in Spain. *Journal of Safety Research*, 39(5), 497-507. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2008.07.006>
- Cavaignac, A. L. de O. & Forte, L. L. N. (2018). Utilização do FMEA para priorização de risco ocupacional: uma nova abordagem direcionada a construção civil. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 4(3):132-149. Recuperado de https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v4n3_8
- Cavaignac, A. L. de O. & Uchoa, J. G. L. (2018). Obtaining FMEA's indices for occupational safety in civil construction: a theoretical contribution. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 15(4), 558-565. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2018.v15.n4.a9>
- Cicco, F., de. & Fantazzini, M. L. (2009). *Manual sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho*. São Paulo: Risk tecnologia.
- Costa, G. C. (2015). Construção civil: uma análise do quantitativo de acidentes de trabalho ocorridos na atividade de construção de edifícios durante o período de 2010 a 2012 no Brasil. *Revista Tecnologia & Informação*, 2(3). Recuperado de <https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/view/1314>
- Fabian, C. H. & Stoco, F. (2020). *Análise de riscos*. São Paulo: Érica.
- Ferrari, A. C. K. (2017). *Gerenciamento de riscos*. [Apostila do Instituto Federal do Paraná]. Curitiba: Rede e-Tec Brasil.
- Ferreira, S. E. D. & Nunes, A. G. (2020). *Aplicação da ferramenta análise dos modos e efeitos de falha: estudo de caso em uma construção de uma residência unifamiliar em Mossoró/RN* (Trabalho de Conclusão do Curso Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil.
- Mcdermott, R., Mikulak, R., & Beauregard, M. (2009). *The basics of FMEA*. 2a ed. New York: Productivity Press.
- Ministério do Trabalho e Previdência. (2021a). *Anuário Estatístico da Previdência Social*. Recuperado de <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-previdencia/previdencia-social-regime-geral-inss/dados-abertos-previdencia-social>
- Ministério do Trabalho e Previdência. (2021b). *NR 18 – Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção*. Portaria SEPRT nº 8.873, de 23 de julho de 2021. Recuperado de <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18-atualizada-2020-1.pdf>.
- Ministério do Trabalho e Previdência. (2022). *NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI*. Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Recuperado de <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>.
- Palady, P. (2002). *FMEA - análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram*. São Paulo: Iman.
- Ruppenthal, J. E. (2013). *Gerenciamento de riscos*. [Apostila da Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria]. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil.
- Santos, M. S. (2010). *Uso do EPI sob o ponto de vista da administração e dos operários da construção civil em Feira de Santana* (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis - FMEA: from theory to execution*. 2a ed. Milwaukee: ASQ quality press.
- Uchoa, J. G. L., Sousa, M. J. A. de., Silva, L. H. V., & Cavaignac, A. L. O. (2019). FMEA method application based on occupational risks in the construction industry on work at height: A theoretical contribution. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 6(10), 261-278. Recuperado de <http://journal-repository.com/index.php/ijaers/article/view/1228>

