



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO MEDIANTE O USO DO FMEA, COM BASE NA NR-18: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL EM IMPERATRIZ - MA

*EVALUATION OF WORK SAFETY THROUGH THE USE OF FMEA, BASED ON NR-18: CASE STUDY IN A VERTICAL BUILDING IN IMPERATRIZ - MA*

*EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO MEDIANTE EL USO DE AMFE, CON BASE EN LA NR-18: ESTUDIO DE CASO EN UN EDIFICIO VERTICAL EN IMPERATRIZ - MA*

Gustavo Pires do Nascimento Jorge <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> [Universidade CEUMA](#)

<sup>1</sup> [gupnj94@gmail.com](mailto:gupnj94@gmail.com)

### ARTIGO INFO.

Recebido: 28.11.2022

Aprovado: 27.02.2023

Disponibilizado: 03.03.2023

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de riscos, FMEA, segurança do trabalho, construção civil.

**KEYWORDS:** Risk management, FMEA, workplace safety, civil construction.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión de riesgos, FMEA, seguridad en el trabajo, construcción civil.

\*Autor Correspondente: Jorge, G. P. do N.

### RESUMO

O ramo de Engenharia obteve grande destaque de crescimento nos últimos anos, especificamente a área da construção civil. Entretanto, com esse crescimento a quantidade de acidentes ocorridos aumentaram, devido à falta de gerenciamento e controle de riscos. O gerenciamento da segurança é algo essencial em qualquer empreendimento, e com base nessa premissa, este artigo visa avaliar, baseado nas Normas Regulamentadoras (NR 6, 18 e 35), os riscos em uma obra vertical na cidade de Imperatriz - MA através da aplicação da ferramenta FMEA, apresentar alternativas para minimizar ou eliminar as causas desses riscos, constituindo-as principalmente pela falta de treinamento e EPC. Portanto, nota-se que a Ferramenta FMEA tem grande potencial e eficácia no âmbito da segurança do trabalho.

### ABSTRACT

The Engineering branch has had a major growth highlight in recent years, specifically the area of civil construction. However, with this growth, the number of accidents has increased, due to the lack of risk management and control. Safety management is essential in any undertaking, and based on this premise, this article aims to evaluate, based on the Regulatory Norms (NR 6, 18 and 35), the risks in a vertical work in the city of Imperatriz - MA, and through from the application of the FMEA tool, to present alternatives to minimize or eliminate the causes of these risks, constituting them mainly due to the lack of training and EPC. Therefore, it is noted that the FMEA Tool has great potential and effectiveness in the field of work safety.

### RESUMEN

La rama de Ingeniería ha tenido un gran destaque de crecimiento en los últimos años, específicamente el área de la construcción civil. Sin embargo, con este crecimiento se ha incrementado el número de accidentes, debido a la falta de gestión y control de riesgos. La gestión de la seguridad es esencial en cualquier emprendimiento, y con base en esta premisa, este artículo tiene como objetivo evaluar, con base en las Normas Reglamentarias (NR 6, 18 y 35), los riesgos en un trabajo vertical en la ciudad de Imperatriz - MA, y a través de a partir de la aplicación de la herramienta FMEA, para presentar alternativas para minimizar o eliminar las causas de estos riesgos, constituyéndolos principalmente por la falta de capacitación y EPC. Por lo tanto, se destaca que la Herramienta FMEA tiene un gran potencial y efectividad en el campo de la seguridad en el trabajo.



## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores que mais contribuíram para o desenvolvimento nacional nos últimos anos. Constitui-se elemento importante para a economia brasileira e essencial como instrumento de políticas públicas, já que garante a geração de emprego e renda (Mello *et al.*, 2009). Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2018), no ano de 2017, o setor de construção – indústria da construção e atividades imobiliárias - teve 14,90% de participação no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, além de ser um cenário essencial para a geração de empregos (Iriart, 2008; Mello *et al.*, 2009). Destaca-se ainda como uma esfera do mercado com maior necessidade de mão de obra especializada (Mello *et al.*, 2009).

De acordo com Oliveira, Adissi e Araújo (2004), o fator humano está presente em todos os níveis do processo produtivo e, na sua ausência, os demais se tornam inoperantes. Logo, o conhecimento e aplicação de posturas ergonômicas e de segurança nas diversas áreas e etapas de trabalho são cruciais na redução de danos humanos e materiais na construção civil (Oliveira *et al.*, 2004).

Conforme a Lei nº 8.213/91, o acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. Cabe destacar ainda, que conforme a gravidade, podem ser categorizados como doença profissional ou do trabalho com ou sem afastamento da atividade laboral (ABNT, 2001). Nota-se, portanto, que esses acidentes causam repercussões em vários âmbitos, seja social, jurídico e custos para o Estado, na previdência social.

De acordo com os dados obtidos do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, do Ministério Público do Trabalho (MPT), entre 2012 a 2021, constatou-se 22.954 mortes no mercado de trabalho formal ocorridos por acidentes de trabalho no Brasil. Apesar de expressivo, este número pode ser ainda maior, pois a maior parcela desses acidentes não é registrada, principalmente devido ao alto índice de informalidade do ramo (Santana *et al.*, 2004; Teixeira *et al.*, 2005).

Por ser um tipo de indústria que lida com mão de obra de baixa rotatividade e baixo nível de qualificação, as dificuldades para gerenciar os riscos de acidentes na indústria da construção são grandes. Diante disso, percebe-se a necessidade de avançar na segurança do trabalho da construção civil, garantindo a qualidade, prazos, custos e a segurança dos colaboradores, avaliando os riscos associados às tarefas, consequentemente evitando os acidentes ou falhas (Araújo, 2002). A avaliação de riscos deve estar presente em todas as fases da construção ou reforma, tanto na prevenção dentro da fase de projeto e a sua aplicação na execução (Cruz, 2012). Para isso, foram desenvolvidas normas que prezassem pela integridade física e psicológica dos trabalhadores.

As NR's são uma grande conquista na busca pela prevenção de acidentes e doenças profissionais. Elas regulamentam e orientam sobre procedimentos obrigatórios em segurança e medicina do trabalho no país (Souza *et al.*, 2020). Atualmente, composta por 36 normas e cada uma com suas peculiaridades (Rosset, 2015). No Brasil, a principal norma de interesse do setor



da construção civil é a NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), cuja nova versão foi promulgada em 1995.

Para diminuir os riscos que os trabalhadores estão expostos é fundamental a aplicação de ferramentas de gerenciamento de risco laboral (Saliba, 2018). Diante disso, com o intuito de identificar os riscos antes da execução do trabalho, existem ferramentas bastante difundidas nesse ramo como, análise ergonômica de tarefa, análise da árvore de falhas, análise preliminar de risco e o FMEA (*failure mode and effects analysis*) (Iida, 2005) (Freitas, 2016).

Diante do exposto, o FMEA é um método de análise de risco indutivo que permite avaliar, a partir de um determinado modo de falha, as respectivas causas e sequência de efeitos, assim como, os meios de detecção e prevenção dos modos de falha e de mitigação dos seus efeitos. Desde a década de 40, iniciou-se sua utilização como procedimento militar pelo exército norte-americano no pós-guerra (Pentti & Atte, 2002), e expandiu-se amplamente nas indústrias de engenharia. Hoje, sua utilização difundiu-se em diversas áreas, como segurança do alimento (Scipionni *et al.*, 2002), procedimentos administrativos (Milazzo *et al.*, 2009; Rhee & Ishii, 2003) e medicina crítica e trauma (Duwe *et al.*, 2005; Day *et al.*, 2006; Derosier *et al.*, 2002).

Destaca-se ainda a importância da metodologia FMEA para constatar as falhas potenciais, efeitos e processos para determinar ações a fim de reduzir ou eliminar riscos agregados a cada falha (Puentes *et al.*, 2002). Ele pode se estender através da fase de concepção e desenvolvimento de projeto, na tentativa de otimizar danos e melhorar o produto final, e além disso, durante a fase de execução, com intuito de reduzir falhas e riscos dentro dos processos (Silva *et al.*, 2006).

Essa ferramenta permite uma hierarquia de riscos, priorizando os modos de falha de acordo com um coeficiente chamado número de prioridade de risco ou RPN. Este número é um resultado da multiplicação de três índices independentes - severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) - e variam de 1 a 10, da melhor realidade para a pior (Stamatis, 2003).

Por permitir uma análise quantitativa, elencando numericamente quais modalidades de falha, o FMEA destaca-se como a melhor ferramenta dentre as da esfera de análise, pois são capazes de pontuar apenas qualitativamente quais os riscos presentes na execução daquela tarefa estudada, além de considerar as causas iniciais do risco e indicar medidas corretivas.

Diante disso, Cavaignac e Uchoa (2018) propuseram um estudo para a aplicação do FMEA, através de correlações dos índices (S), (O) e (D) junto a condições reais em campo. Este estudo chegou à determinação de uma tabela de referências de índices (Tabela 1), no qual processo foi observado e estudado qualitativamente e relacionado a um índice quantitativo, sendo sua interpretação crescente de 1 a 10, que vai da situação mais favorável para mais desfavorável. Nota-se, a seguir, essa correlação representada na Tabela 1.



**Tabela 1.** Tabela de 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 (O)	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 testes 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	10	Falta de métodos efetivos
		3	Contato com temperatura extrema		

**Fonte:** Cavaignac e Uchoa, (2018), adaptado.

## 2. METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se um estudo bibliográfico do assunto em questão, e em seguida, foi realizado um estudo de caso em uma obra de médio porte da construção civil na cidade de Imperatriz, no estado do Maranhão, no período de janeiro a agosto de 2022. Na edificação, para o desenvolvimento desse estudo, foram utilizados como referência, as NR's 6, 18 e 35.

A escolha dessas NR's refere-se as suas implicações quanto a prevenção de danos durante as execuções das obras na construção civil. Nota-se que a NR-6 fornece os requisitos mínimos para fabricação, utilização e testes dos EPIs (Equipamento de Proteção Individual) bem como as responsabilidades de empregados e empregadores e os cuidados com os equipamentos (Rosset, 2015).

Logo, a NR-18 estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. Adicionado a isso, a NR-35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

O estudo de caso foi realizado através de observações in loco em uma obra, que estava sendo executado uma ampliação horizontal e vertical de uma escola. A empresa executora empregava um contingente de 15 colaboradores em serviços direto na execução, na qual foram feitos



registros fotográficos do ambiente de trabalho, equipamentos em utilização e serviços em execução para obtenção dos dados da pesquisa. A análise dos dados, tendo como referência as NR's nº 6, 8 e 35, identificou as inconformidades encontradas na obra, permitindo assim a divisão dos riscos críticos, para a aplicação do FMEA.

A utilização do FMEA foi desenvolvida tendo como referencial de estudo a Tabela 1, e então foram realizadas as análises qualitativas e quantitativas dos riscos, e a partir dos resultados obtidos, elencados uma lista de prioridades de correção, com respostas aos riscos e possíveis consequências apresentadas (Figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma das etapas de execução da pesquisa.



**Fonte:** Cavaignac & Forte (2018), adaptado.

### 3. INCONFORMIDADES ENCONTRADAS

A partir dos registros fotográficos obtidos por meio de observações in loco, foi possível destacar uma série de situações que contrapõe as especificações das três NR's utilizadas como referencial para esse estudo. Nas Fotografias de 1 a 5 estão identificadas as inconformidades encontradas.

**Fotografia 1.** Trabalhadores em situação de inconformidade com as NRs apresentadas.



**Fonte:** Autor (2022)



A Fotografia 1 apresenta uma situação com inconformidades em relação às três normas do estudo, tais como: (a) Falta de luvas ; (b) falta de dispositivo pessoal de segurança contra queda, que vão contra a NR 6 referente a EPI's (Equipamentos de Proteção Individual); (c) Falta de medidas de proteção coletiva contra queda; (d) andaime sem guarda corpo, sem travamento, feito de maneira irregular ; e (e) falta de proteção contra queda de materiais são inconformidades à NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, e também à NR 35 que trata de Trabalho em Altura.

**Fotografia 2.** Trabalhador em situação de risco e equipamentos mal instalados.



**Fonte:** Autor (2022).

Na Fotografia 2 foi observado as inconformidades semelhantes às da Fotografia 1, (a) falta de luvas, (b) e (c) falta de dispositivo pessoal e coletivo de segurança contra queda respectivamente, (d), (e) e (f) andaime sem guarda corpo, sem travamento, feito de maneira irregular, agregando risco ao trabalhador. Uma vez que está sendo executado um trabalho em altura, e a NR 35 afirma que todo trabalho acima de 2,00m exige um guarda corpo e rodapé ao redor da área de trabalho, para evitar a queda de funcionários e matérias.

Já na Fotografia 3, apesar de o serviço executado não se enquadrar como trabalho em altura (NR 35), o trabalhador não está isento de risco, uma vez que o mesmo se encontra sem luvas (a), e material de segurança contra queda (b). Portanto, existem também riscos potenciais gerado pela má execução do andaime, onde se observa, respectivamente, a falta de: (c) travamento, (d) passarela fixa, (e) guarda corpo e (f) rodapé, como é definido na seção 15 da NR 18.



**Fotografia 3.** Colaborador e andaime em inconformidade com as NR's referenciadas.



**Fonte:** Autor (2022).

**Fotografia 4.** Andaimos com inconformidades às NR's.



**Fonte:** Autor (2022).



Especificando a seção 15 da NR 18, é regulamentado que o piso de trabalho dos andaimes deve ter forração completa, ser antiderrapante, nivelado e fixado ou travado de modo seguro e resistente, que todos os trabalhadores sejam qualificados e recebam treinamento específico para o tipo de andaime em operação. Observa-se que é obrigatório o uso de cinto de segurança, tipo paraquedista com duplo talabarte, com ganchos de abertura mínima de cinquenta milímetros e dupla trava. Além disso, os andaimes dispõem de sistema guarda-corpo e rodapé, em todo o perímetro. Infere-se, portanto, que os trabalhadores se colocarem em situação de risco por estarem sem o uso dos EPI's específicos. Assim como na Fotografia 3, estas exigências também são descumpridas nas situações das Fotografia 4 e Fotografia 5.

**Fotografia 5.** Trabalhadores em atitude insegura e andaime com inconformidades.



**Fonte:** Autor (2022).

#### **4. GERENCIAMENTO DE RISCO UTILIZANDO FMEA**

A partir das situações registradas nas fotografias de 1 a 5, e em relação às inconformidades encontradas, foram elencados três processos dentro da execução da obra para a aplicação do FMEA: utilização de andaimes; utilização de EPI e organização do canteiro de obras. No FMEA aplicado nas tabelas 1 a 3 foram estudados estes processos em relação às causas da falha, efeitos, meio de detecção e ações corretivas; e cada causa da falha obteve um RPN, ao final. Posteriormente, será descrita a discussão sobre as três tabelas obtidas.



**Tabela 2.** Utilização do FMEA para serviços na 1º laje.

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	Natureza da ocorrência (O)	Efeitos	(S)	Meios de Detecção	(D)	Índice de risco	Medidas corretivas	
Serviços na 1º laje	Corte da mão	Ausência do uso do EPI (luvas)	Atrito ou abrasão	3	Trauma que requer primeiros socorros	3	Visual	2	18	Fornecimento / Uso / Fiscalização dos EPIs
	Queda do material	Falta de EPC	Impacto sofrido	6	Incapacidade permanente parcial	7	Visual	2	84	Aplicação da NR-18
	Queda do trabalhador	Falta de EPC	Queda de diferente nível	5	Incapacidade temporária com afastamento longo	6	Visual	2	60	Aplicação da NR-18
		Trabalhadores sem treinamento	Queda de diferente nível	5	Incapacidade temporária com afastamento longo	6	Checklist	5	150	Realizar treinamento

Fonte: Cavaignac e Forte (2018), adaptado.

A Tabela 2 se refere aos serviços realizados na 1º laje, notando um possível modo de falha, o corte da mão do operário devido à ausência do uso dos EPI's (luvas), que deveria ser fornecido pelo empregador conforme a NR-6. Quanto a natureza da ocorrência, causa identificada foi atrito ou abrasão com índice (O) igual 3, com chances de ocasionar trauma necessitando de primeiros socorros com índices de severidade (S) igual 3. Constatou-se como meio de detecção apenas o visual com índice 2, e por fim, o produto dos índices RPN sendo igual a 18. As medidas de correção ou preventivas são as adequações a NR-6.

Outros eventuais modos de falhas são as quedas de materiais ou trabalhador, ambos teriam a mesma causa, a falta dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), para serviços de concretagem de laje conforme com a NR-18. Contudo, é obrigatório à implantação dos EPC's, a partir da primeira laje, principalmente existindo possibilidade de acidentes do trabalhador ou material.

Quando ocorre a queda do material, a natureza da ocorrência é de impacto sofrido com índice de (O) igual a 6, possibilitando ao operário uma incapacidade permanente parcial com índice



de severidade 7 e seu meio de detecção é o visual de índice (D) igual a 2. Com isso, um dado notório foi o resultando do RPN, igual a 84, tornando-se imprescindível a aplicação imediata da NR-18 para as devidas correções.

Por outro lado, quando ocorre a queda do trabalhador, a natureza da ocorrência é a queda de diferente nível com índice (O) igual a 5, podendo acarretar uma incapacidade temporária de afastamento longo com índice de severidade 6, tendo meio de detecção visual com índice (D) igual a 2 e, por fim, o resultado do RPN igual a 60, processo esse que deve ser adequado a NR-18.

A queda do trabalhador causada pela falta de treinamento é a que possui o maior índice RPN, principalmente pelo seu meio de detecção, pois o mesmo é feito por checklist que possui o índice (D) igual a 4.

**Tabela 3.** Avaliação com FMEA sobre a utilização de andaime de maior altura.

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	Natureza da ocorrência (O)	Efeitos (S)	Meios de Detecção (D)	Índice de risco	Ações corretivas			
Utilização de andaime maior altura	Queda do material do andaime	Falta de forração completa do andaime	Impacto sofrido	6	Morte dos não envolvidos do processo	10	Visual	2	120	Adequação do andaime as normas
	Queda do trabalhador do andaime	Ausência de guarda-corpo e rodapé	Queda de diferente nível	5	Incapacidade permanente parcial	7	Visual	2	70	
		Ausência de amarração e ancoragem do andaime em local fixo	Queda de diferente nível	5	Incapacidade permanente parcial	7	Visual	2	70	
		Trabalhadores sem treinamento	Queda de diferente nível	5	Incapacidade permanente parcial	7	Checklist	5	175	

Fonte: Cavaignac e Forte (2018), adaptado.

Na Tabela 3 foram obtidos, através da aplicação do FMEA em processo de utilização de andaimes em alturas elevadas, os RPN's referentes aos modos de falhas a queda de materiais ou trabalhador. No primeiro modo de falha, a queda do material é causada pela forração incompleta do andaime com a natureza da ocorrência de impacto sofrido com índice (O) igual a 6, podendo ocasionar morte dos não envolvidos do processo com índice de severidade (S) máximo igual a 10. Porém, tem o fácil meio de detecção, que é apenas o visual, com índice (D)



igual a 2, e por fim, seu RPN resultou em 120, que precisa urgentemente ser revisto e adequado a norma, o andaime principalmente, pela severidade da situação.

Já o outro modo de falha, que é a queda do trabalhador do andaime, possui três causas que são: ausência de guarda corpo e rodapé, ausência de amarração e ancoragem do andaime em local fixo e trabalhador sem treinamento adequado.

A natureza da ocorrência dos dois primeiros modos de falha é a queda de diferente nível com índice (O) igual a 5, podendo acarretar em uma incapacidade permanente parcial de severidade, com índice igual a 7. Também possui um meio de fácil detecção, que é o visual, de índice 2, que no fim gera um índice de risco igual a 70, que para prevenir essas possíveis falhas é necessário adequar o andaime as normas. Para o terceiro modo de falha, muda-se a maneira de detecção, sendo feita através de checklist, com (D) igual a 7, elevando assim o seu risco para o valor de 175, necessitando urgentemente de treinamento e capacitação dos profissionais envolvidos.

**Tabela 4.** Avaliação com FMEA sobre a utilização de andaime de maior altura.

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	Natureza da ocorrência (O)	(O)	Efeitos (S)	Meios de Detecção (D)	Índice de risco	Ações corretivas
Utilização de andaime de menor altura	Queda do material do andaime	Falta de forração completa	Impacto sofrido	6	Incapacidade temporária sem afastamento	Visual	2	48
	Queda do trabalhador do andaime	Ausência de guarda-corpo e	Queda de diferente nível	5		Visual	2	40
		Ausência de amarração	Queda de diferente nível	5		Visual	2	40
		Trabalhadores sem treinamento	Queda de diferente nível	5		Check list	5	100
								Realizar treinamento
								Adequação do andaime as normas

Fonte: Cavaignac e Forte (2018), adaptado.

A Tabela 4 é semelhante a Tabela 3 por se tratar do uso de andaimes na obra, entretanto, com diferenças em relação à altura. Sobre a aplicação do FMEA em processo de utilização de andaimes em menor altura, foram obtidos os RPN's referentes aos modos de falhas a queda de materiais ou trabalhador. Para o primeiro modo de falha, a queda do material é causada pela forração incompleta do andaime com a natureza da ocorrência de impacto sofrido com índice (O) igual a 6, podendo ocasionar incapacidade temporária se afastamento, com índice de severidade (S) igual a 4, e tem o fácil meio de detecção, que é apenas o visual, com índice (D) igual a 2, e por fim, seu RPN resultou em 48, necessitando de revisão e adequação a norma.



Para o segundo modo de falha, ou seja, a queda do trabalhador do andaime, possui três causas, sendo elas, ausência de amarração e ancoragem do andaime em local fixo ou ausência de guarda-corpo e rodapé e trabalhadores sem treinamento adequado. A natureza da ocorrência de ambos é a queda de diferente nível com índice (O) igual a 5, podendo acarretar em uma incapacidade temporária, sem necessitar de afastamento, de severidade com índice igual a 4, a mudança entre eles ocorre no seu meio de detecção. Para os dois primeiros, é feita de maneira visual, que possui índice (D) igual a 2, gerando um risco igual a 70, necessitando adequação dos andaimes as normas, e para o terceiro, sua detecção é feita por meio de checklist com quantitativo (D) igual a 5, elevando o seu risco para um valor de 100, o que demonstra uma necessidade de treinamento dos trabalhadores.

## 5. ANÁLISE E RESULTADOS

Após observação e identificação de maneira qualitativa dos riscos, a ferramenta FMEA (*failure mode and effects analysis*) foi utilizada para quantificar os mesmos em relação a suas causas e possíveis efeitos gerados aos trabalhadores. Para a aplicação do FMEA, foram escolhidos alguns processos constatados na obra estudada e então listado quantitativamente quais as causas eram mais urgentes através do índice de risco obtido. Foi observado que a falta de treinamento dos profissionais envolvidos nos serviços e os processos de utilização andaimes possuem índices de risco maiores dentro da obra. A partir dos dados obtidos, foi elaborado um plano de ações corretivas que elenca em ordem de prioridade os modos de falha que devem ser corrigidos com urgência, e as ações corretivas sugeridas para cada um deles. A Tabela 5 traz o plano de ações corretivas organizado por ordem de prioridade.

**Tabela 5.** Plano de Ações corretivas para os modos de falhas identificados.

Ordem de Prioridade	Modo de falha	RPN	Ações Corretivas
1º	Trabalhadores sem treinamento	175	Realizar treinamento
2º	Falta de forração completa do andaime	120	Adequação do andaime às normas
3º	Queda de material por falta de EPC	84	aplicação e adequação à NR-18
4º	Queda do trabalhador do andaime	70	Adequação do andaime e capacitação do trabalhador
5º	Queda do trabalhador por falta de EPC	60	Aplicação da NR-18

Fonte: Autor, 2022.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, através dos dados obtidos dos por meio dos registros fotográficos, foi possível identificar os riscos ocupacionais que os colaboradores estão expostos. Entre os riscos mais recorrentes, as atividades em altura e a queda de materiais são observados como as mais comuns. Existem também alguns casos que ocorrem devido à ausência do uso de EPIs, entretanto, os mesmos não ocorrem com frequência. Este trabalho tem como finalidade contribuir para prevenção de danos acidentais, com a utilização da ferramenta FMEA – amplamente usada em áreas como gestão de manutenção e engenharia do produto – voltada para a saúde e segurança ocupacional. É possível perceber a utilidade e praticidade desta ferramenta, já que no estudo apresentado foi possível elencar os riscos de forma quantitativa.



Diante disso, o planejamento de ações de melhoria na gestão de segurança do trabalho pode tomar os resultados do FMEA para definir prioridades de ações, modos de correção, de organização e maior segurança para a obra, tornando o processo cada vez mais eficiente. Por fim, é importante mencionar que o estudo de caso contempla apenas uma obra, podendo trazer uma limitação nas análises dos resultados. Conclui-se, então a importância de mais trabalhos utilizando a ferramenta FMEA ou um estudo com maior valor amostral para reafirmar sua eficácia na segurança do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). (2001). Cadastro de acidente do trabalho: procedimento e classificação, NBR 14280. Rio de Janeiro.
- Araújo, N. M. C. D. (2002). Custos da implantação do PCMAT na ponta do lápis. São Paulo: FUNDACENTRO.
- BRASIL. NR 18. (2013). Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- BRASIL. NR 35. (2012). Trabalho em altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- BRASIL. NR 6. (2017). Equipamento de proteção individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- Cruz, P. M. V. A., da. (2012). Aplicação do " Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)" Na Demolição, Movimento de Terras e Execução da Estrutura em Edifícios (*Doctoral dissertation*, Instituto Politecnico do Porto (Portugal)).
- Souza, J. L., de & Anjos, D. A. S., dos. (2020). Normas e regulamentações aplicáveis nas instituições de ensino. *Inova+ Cadernos da Graduação da Faculdade da Indústria*, 1(2).
- Iriart, J. A. B., Oliveira, R. P. D., Xavier, S. D. S., Costa, A. M. D. S., Araújo, G. R. D., & Santana, V. S. (2008). Representações do trabalho informal e dos riscos à saúde entre trabalhadoras domésticas e trabalhadores da construção civil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13, 165-174.
- Justiça do Trabalho. (n.d.). O que é acidente de trabalho. Justiça do Trabalho. Recuperado de <https://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/o-que-e-acidente-de-trabalho>
- Mello, L. C. B. D. B. & Amorim, S. R. L. D. (2009). O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. *Production*, 19, 388-399.
- Ministério da Fazenda. (2016). Anuário estatístico da previdência social. Instituto Nacional do Seguro Social. Brasília, 917p.
- Oliveira, D., Adissi, J., & Araújo, N. (2004). Vestimenta de trabalho para a construção civil: a opinião do usuário. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... Florianópolis.
- Rosset, C. A. (2015). Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Santana, V. S. *et al.* (2006). Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos. *Revista de Saúde Pública*, 40(6), 1004-1012.
- Santana, V. S., Araújo-Filho, J. B., Albuquerque-Oliveira, P. R., & Barbosa-Branco, A. (2006). Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos. *Revista de Saúde Pública*, 40, 1004-1012.
- Teixeira, L. P. & Carvalho, F. M. A., de. (2005). A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 109, 9-6.
- 

