

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM MOSSORÓ/RN

Sabriny Ellen Dantas Ferreira¹ Antonio Gomes Nunes²

Resumo: No Brasil, a área da construção civil é um grande ramo gerador de empregos e receita, entretanto está também entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho. Este artigo tem como objetivo aplicar, na construção de uma residência unifamiliar na cidade Mossoró/RN, a ferramenta Análise dos Modos e Efeito de Falhas (FMEA) na identificação, análise e avaliação dos riscos que os trabalhadores nas funções de pedreiro, ajudante de pedreiro, gesso e ajudantes de gesso estão expostos durante as etapas de execução de chapisco e reboco, transporte de materiais, assentamento de revestimento cerâmico e execução de gesso. A pesquisa é caracterizada como sendo pesquisa aplicada, quali-quantitativa, descritiva, com revisão bibliográfica e estudo de caso. O procedimento metodológico compreendeu as etapas de revisão da literatura, elaboração do formulário FMEA, visitas à obra e aplicação do formulário. Os resultados apontam que o modo de falha com maior grau de risco foi o trabalho em altura, por existir risco de morte, devido ao fato dos colaboradores não usarem os EPI's e EPC's exigidos para a atividade. Como medidas para mitigar ou anular os riscos existentes foi proposta fornecimento, treinamento e certificação da utilização dos EPI's e EPC's obrigatórios, bem como ações informativas para conscientização.

Palavras-chave: FMEA; riscos; construção civil.

1. INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho é um conjunto de medidas técnicas, educacionais, médicas, psicológicas e até administrativas para prevenir acidentes e doenças ocupacionais e do trabalho. Essas medidas têm por finalidade evitar as condições inseguras e corrigi-las quando detectadas nos locais ou meios de trabalho, bem como preparar as pessoas para a prática da prevenção de acidentes. Nas empresas brasileiras, a pauta segurança do trabalho torna-se importante e atual devido ao aumento dos acidentes que levam a morte ou prejudicam a saúde dos trabalhadores, bem como a produtividade da empresa [1].

No Brasil, a área da construção civil é um grande ramo gerador de empregos e receita, entretanto está também entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho. Os acidentes de trabalho, assim como as doenças do trabalho e ocupacionais podem ocorrer devido às condições inseguras e aos atos inseguros. A falta de investimento em equipamentos, orientações de saúde e segurança do trabalho, falta ou uso inadequado dos equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC), e também a ausência de profissionais de segurança do trabalho potencializam a insegurança no ambiente de trabalho [2].

Conforme a NR-06, para tornar o canteiro de obra mais seguro e evitar a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, se faz necessário que as empresas adquiram o EPI adequado ao risco da atividade, exija o uso correto do EPI, forneça ao trabalhador somente o EPI aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, oriente e treine o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação do EPI, substitua o EPI imediatamente quando for danificado ou extraviado, responsabilize-se pela higienização e manutenção periódica do EPI e que comunique ao ministério qualquer irregularidade observada nos EPIs utilizados, registre o fornecimento do EPI ao trabalhador. Quanto aos trabalhadores, os mesmos devem utilizar o EPI apenas para a finalidade a que ele se destina, responsabilizar-se pela guarda e conservação do EPI, comunicar ao empregador qualquer alteração que torne o EPI impróprio para uso e cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Uma das ferramentas que auxiliam na análise dos riscos é a Análise dos Modos e Efeito de Falhas (FMEA). A FMEA é de suma importância, pois além de identificar, analisa as causas e consequências para propor medidas de segurança necessárias para reduzir ou eliminar os riscos identificados [3]. Com base no exposto, esta pesquisa tem o seguinte questionamento: Quais riscos os trabalhadores de uma obra de construção de uma residência unifamiliar estão expostos, quais as suas causas, consequências e medidas de controle cabíveis? Para responder o questionamento, o objetivo desse trabalho é aplicar, na construção de uma residência unifamiliar na cidade

Mossoró/RN, a ferramenta FMEA na identificação, análise e avaliação dos riscos que os trabalhadores nas funções de pedreiro, ajudante de pedreiro, gesso e ajudantes de gesso estão expostos durante as etapas de execução de chapisco e reboco, transporte de materiais, assentamento de revestimento cerâmico e execução de gesso.

Além dessa introdução, o trabalho está estruturado nas seguintes seções: Referencial teórico que trata da Segurança do Trabalho, Riscos Ocupacionais e Análises dos Modos e Efeitos de Falha; Metodologia, em que esclarece a classificação e as etapas do procedimento da pesquisa; Resultados e Discussões que explicita os dados coletados em visitas e faz a sua interpretação; na última seção, têm-se as conclusões a respeito do tema, limitações da pesquisa e sugestão para possíveis estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Segurança do Trabalho

A segurança do trabalho é um conjunto de medidas que podem reduzir acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, visando resguardar a dignidade física e mental do trabalhador. Deve ser um hábito prático compreensível dos direitos e deveres de todos aqueles que estão envolvidos em atividades no ambiente de trabalho [4]. O objetivo da segurança do trabalho é extinguir ou atenuar o risco ao trabalhador, utilizando recursos tecnológicos disponíveis, treinamentos intensivos, buscando a conscientização dos trabalhadores aos riscos, sempre lembrando que o homem não é uma máquina, e as variáveis humanas existem e tem que ser respeitadas. É quase impossível pensar em segurança sem se planejar, organizar e interagir; ou seja, o envolvimento total de todos os setores da organização, que deverão resultar, na prática, em um programa efetivo de segurança e prevenção aos riscos ocupacionais [5].

Com o passar dos anos, o homem exalçou cuidado com a saúde e a segurança dos trabalhadores. Acidentes e doenças de graves consequências físicas e para a saúde do trabalhador foram surgindo, bem como o interesse em entendê-los, não somente para compreender as origens e os motivos de seus acontecimentos, mas também para evitar sua repetição e garantir melhorias das condições de vida [6]. A segurança do trabalho está ligada à condição comportamental da pessoa, ao conhecimento de suas limitações físicas e psicológicas e aos aspectos da organização em que atua. Além disso, está atrelada também aos tratamentos médicos para reparação das lesões sofridas e restauração das condições de trabalho do lesionado, aos reflexos econômicos e financeiros para o empregador e a nação, na área securitária, previdenciária, bem como na jurídica [7].

A segurança é um estado, uma condição que se encontra a confiança e a prevenção de perdas. Estas perdas, às quais devemos antecipar, referem-se a todo e qualquer tipo de ação técnica ou humana, podendo resultar numa condição das funções laborais, tais como humana, produtiva, dentre outras [8]. Diante de tais circunstâncias, empresas e o Estado promovem esforços para que a saúde e segurança dos operários melhorem. Como forma de conscientização e até mesmo visando a formalização, as Normas Regulamentadoras (NR's) foram desenvolvidas para constituir a Lei Nº 6.514, na qual é alusiva a segurança e medicina do trabalho. A segurança do trabalho é um respeito a vida do trabalhador e o cumprimento da lei é indispensável para resguardar a vida dos operários de forma consciente e motivadora [9].

2.2 Riscos ocupacionais

O termo risco é usado em muitas áreas e com muitos significados, como a matemática, a economia, a engenharia e o campo da saúde pública, tendo em vista que este termo está ligado à possibilidade de perda ou dano [10]. Existem vários fatores de risco aos quais os trabalhadores estão expostos no exercício de suas tarefas sendo que, alguns são específicos de determinadas atividades, mas na totalidade todas as atividades apresentam riscos comuns. Geralmente imperceptíveis e atuam de forma sutil, por isso são facilmente ignorados e desvalorizados [11].

A denominação de riscos ocupacionais se caracteriza como sendo condições que podem causar sérios danos à saúde do trabalhador em seu ambiente de trabalho [12]. Estes riscos ocupacionais englobam os riscos ambientais, bem como os riscos ergonômicos e de acidentes, podendo estar ocultos de conhecimento e informação [13]. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 9 (NR - 09), são considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho, que, em função de sua natureza, intensidade ou concentração e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador [14]. No Quadro 1º seguir são apresentados os riscos e suas consequências, bem como as cores correspondentes de cada um.

Quadro 1 – Classificação dos riscos ocupacionais [15].

Riscos Ambientais			
Tipo do Risco	Cor de identificação	Risco	Consequências
Risco Físico	 Verde	Ruído, vibração, calor, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, frio, pressão.	Cansaço, dor de cabeça, diminuição da audição, problemas do aparelho digestivo, dores dos membros, dores na coluna, lesões ósseas, etc.
Risco Químico	 Vermelho	Poeiras, fumos, gases, vapores, substâncias compostas.	Doença pulmonar obstrutiva crônica e enfisema pulmonar. Os gases podem interagir com outros agentes nocivos no ambiente de trabalho potencializando sua nocividade. Febre de fumos metálicos e intoxicação específica de acordo com o metal.
Risco Biológico	 Marrom	Vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas, bacilos.	Doenças infectocontagiosas, infecções variadas externas e internas, infecções cutâneas ou sistêmicas podendo causar contágio.
Riscos Ergonômicos e Acidentes			
Tipo do Risco	Cor de identificação	Risco	Consequências
Ergonômico	 Amarelo	Esforço físico, levantamento, transporte e deposição manual de pesos, postura inadequada, sobrecarga na jornada de trabalho, conflitos, ansiedade.	Cansaço, dores musculares, fraquezas, hipertensão arterial, diabetes, úlcera, doenças nervosas, acidentes e problemas da coluna vertebral, alterações do sono, da libido e da vida social, com reflexos na saúde e no comportamento, tensão, ansiedade, medo e comportamentos estereotipados.
Acidentes	 Azul	Arranjo físico inadequado, iluminação deficiente, armazenamento inadequados, ferramentas e máquinas defeituosas.	Acidentes e desgaste físico excessivo, fadiga, problemas visuais, choques elétricos, incêndios, queimaduras, acidentes por estocagem de materiais sem observação das normas de segurança, picadas por animais peçonhentos.

Nas condições de trabalhos complexas, as lesões podem ser consideradas musculoesqueléticas crônicas, como as dores na coluna e lombar, movimentos repetitivos, visuais e até intelectuais. Funções que também são propícias a ocasionar esses riscos são: expedientes longos, estresse e ansiedade, sobrecarga de peso, e diversos outros. A falha humana pode ser mais evidente nos acidentes de trabalho do que o comum. Muitas vezes por falta de preparo daqueles que manuseiam as máquinas ou ferramentas, o não uso dos equipamentos de proteção individual ou coletiva também influencia [16].

2.3 Análise dos Modos e Efeitos de Falha

A Análise dos Modos e Efeitos de Falha, do inglês **Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)**, é a ferramenta que auxilia a identificar eventuais falhas, e as suas consequências e as ações de melhorias que devem ser tomadas para que falhas não ocorram [3]. Por ser uma ferramenta universal e de grande utilidade pode ser aplicada de diversas maneiras e áreas [17]. Para a área da segurança do trabalho, o FMEA possibilita ao grupo de análise, prever e atuar sobre os riscos de acidentes de forma preventiva, o que é sempre melhor, mas também pela via corretiva.

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 173), a FMEA é uma técnica de confiabilidade que tem como objetivo:

- (i) Reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo;
- (ii) Identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas;
- (iii) Documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimento futuro.

O uso da ferramenta possibilita a empresa identificar informações sobre as falhas dos produtos e processos, juntamente com melhorias e conhecimentos dos problemas nas etapas do projeto, diminuir custos através da prevenção de ocorrências de falhas, a oportunidade de abranger dentro da organização atitudes de prevenção de falhas, cooperação e trabalho em equipe [17]. No Quadro 2 é apresentado um modelo de formulário FMEA.

Quadro 2: Exemplo de formulário FMEA. Adaptado [3].

Item/ Função	Modo potencial de falha	Efeito	S	Causa	O	Controle de prevenção	Controle de detecção	D	NPR	Ação recomendada	Responsável e prazo	Resultados da ação			
												Ação tomada	S	O	D

Nota: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Detecção; NPR – Número de Prioridade de Risco.

O Item/Função se refere à descrição correta e concisa da função; O Modo potencial de falha é a maneira com que um item pode falhar em atender os requisitos do projeto ou processo; O efeito pode ser definido como aquele resultante dos modos de falhas; A severidade (Ver Quadro 3) é a análise qualitativa dos efeitos e o impacto que esse efeito do modo potencial de falha tem. Além desses itens, são recomendadas conter as seguintes descrições: no cabeçalho descrever o número da FMEA, identificação do item, o modelo ao qual corresponde, departamento ou processo responsável pelo estudo, dados do coordenador e dos participantes e a data do documento [3].

Quadro 3: Índice de severidade [3].

Severidade do Efeitos		Escala
Muito alta	Quando compromete a segurança da operação ou envolve infração a regulamentos governamentais	10 9
Alta	Quando provoca alta insatisfação do cliente, por exemplo, um veículo ou aparelho que não opera, sem comprometer a segurança ou implicar infração	8 7
Moderada	Quando provoca alguma insatisfação, devido à queda do desempenho ou mau funcionamento de partes do sistema	6 5
Baixa	Quando provoca alguma leve insatisfação, o cliente observa apenas uma leve deterioração ou queda no desempenho	4 3
Mínima	Falha que afeta minimamente o desempenho do sistema, e a maioria dos clientes talvez nem mesmo note sua ocorrência	2 1

A coluna das causas, pode ser entendida como o problema maior, em que tem como resultado o modo de falha, podendo ser corrigida e/ou controlada. A ocorrência relaciona-se com a possibilidade que a causa venha a ocorrer. [3]. No Quadro 4, são apresentados os índices de ocorrência.

Quadro 4: Índice de ocorrência [3].

Ocorrência da Falha	Taxa de falha	Escala
Muito alta	Falhas quase inevitáveis	100/1000
		50/1000
Alta	Falhas ocorrem com frequência	20/1000
		10/1000
Moderada	Falhas ocasionais	5/1000
		2/1000
		1/1000
Baixa	Falhas raramente ocorrem	0,5/1000
		0,1/1000
Mínima	Falhas muito improváveis	0,01/1000

O controle de prevenção e detecção são processos que impedem e detectam a causa e respectivo modo de falha. A detecção é uma estimativa de habilidade dos controles atuais em detectar causas de os modos potenciais de falha antes do componente passar para a operação subsequente [3]. No Quadro 5, são apresentadas as possibilidades de detecção.

Quadro 5: Possibilidade de detecção. Adaptado [3, 18]

Possibilidade de detecção		Escala
Muito remota	É quase certo que os controles não irão detectar esse modo de falha.	1
Remota	As medidas de controles provavelmente não irão detectar esse modo de falha	2 3
Baixa	Há uma baixa probabilidade de as medidas de controles detectarem esse modo de falha	4 5
Moderada	As medidas de controles podem detectar o modo de falha	6 7
Alta	Há uma alta probabilidade de os controles detectarem o modo de falha	8 9
Muito Alta	É quase certo que os controles irão detectar esse modo de falha	10

O Número de Prioridade de Risco (NPR) é um indicador do grau de risco do modo de falha, além de ser calculado para priorizar as ações de correções e melhoria do processo, o cálculo do risco é feito através do produto resultante da severidade, ocorrência e detecção. No Quadro 6, são apresentados os índices de número de prioridade de risco.

Quadro 6: Número de prioridade de risco. Adaptado [18].

Grau do Risco	Medidas	NPR
Baixo	Medidas de melhorias, sem caráter de urgência, devem ser tomadas	$\text{NPR} < 40$
Moderado	Devem ser tomadas medidas logo que possível	$40 \leq \text{NPR} < 100$
Alto	Medidas urgentes de melhorias devem ser tomadas	$100 \leq \text{NPR} < 200$
Muito Alto	Medida imediata para eliminar a causa	$\text{NPR} \geq 200$

As ações recomendadas têm como objetivo reduzir a severidade, ocorrência e não detecção, independentemente do valor dos riscos, causas que afetam a segurança dos operadores devem ser eliminadas ou controladas por dispositivos de proteção. Com os dados coletados e preenchidos, é importante indicar o indivíduo responsável pela ação recomendada, bem como a data para finalizar a tarefa. As ações efetuadas é uma breve descrição das ações de correções implementadas e as melhorias. O risco resultante é uma estimativa da situação futura para severidade, ocorrência e detecção, com objetivo da redução de risco [3].

3. METODOLOGIA

Este estudo tem o objetivo aplicar, na construção de uma residência unifamiliar na cidade Mossoró/RN, a ferramenta Análise dos Modos e Efeito de Falhas (FMEA) na identificação, análise e avaliação dos riscos que os trabalhadores nas funções de pedreiro, ajudante de pedreiro, gesso e ajudantes de gesso estão expostos durante as etapas de execução de chapisco e reboco, transporte de materiais, assentamento de revestimento cerâmico e execução de gesso. A pesquisa é caracterizada em relação à natureza como sendo pesquisa aplicada, por objetivar a geração de conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução dos problemas relacionados com os modos de falhas identificados nas etapas supracitadas. Quanto aos objetivos é descritiva, pois descreve as características da análise e por sequência a coleta os dados a partir de observações sistemáticas através do método de análise escolhido e exploratória, uma vez que se busca uma maior familiaridade com o tema por meio da pesquisa bibliográfica e de visitas ao local de estudo.

No que se refere aos procedimentos técnicos utilizados, esta pesquisa é do tipo bibliográfica e estudo de caso. Pesquisa bibliográfica por ter utilizado, por meio de estudos preliminares, materiais já publicados como por exemplos livros, teses, monografia, artigos e publicações relevantes da internet, com intuito de adquirir conhecimento sobre o assunto estudado. Estudo de caso, pois o estudo é realizado em uma obra no ramo da construção civil nas etapas de execução de chapisco e reboco, transporte de materiais, assentamento de revestimento cerâmico e execução de gesso, com o intuito de atingir o conhecimento acerca dos riscos existentes nestas fases da obra, através da análise FMEA, nas atividades executadas pelo pedreiro, ajudante de pedreiro, gesso e ajudante de gesso, para por fim fazer sugestões de melhorias visando a eliminação/mitigação dos modos de falhas para os riscos identificados. Quanto à abordagem esta pesquisa é considerada quali-quantitativa. Qualitativa, por existir na análise elementos que não podem ser quantificáveis, tais como: riscos aos quais os trabalhadores estão expostos, suas causas e consequências, bem como as medidas preventivas para cada risco. Os resultados se apresentam também em forma de números, inserindo assim o caráter quantitativo, através dos graus de severidade, ocorrência e detecção.

Para atingir o objetivo dessa referente pesquisa, a mesma foi desenvolvida em quatro etapas. Na primeira

etapa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos, monografias, normas técnicas e websites para entender sobre a segurança do trabalho, os riscos ocupacionais e, por fim, a ferramenta utilizada nesse trabalho, Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA). Na segunda etapa, foi executada a elaboração do formulário adaptado do método FMEA para ser aplicado e analisado em visita. No Quadro 7 é apresentado o modelo adaptado de formulário utilizado.

Quadro 7: Formulário a ser preenchido *in loco*. Autoria própria.

Item/ Função	Modo potencial de falha	Efeito	Severidade	Causa	Ocorrência	Detecção	Número potencial de risco	Ação recomendada

Na terceira etapa, com o formulário finalizado, as visitas à obra foram iniciadas com o intuito de conhecer os métodos de trabalho e familiarizar-se com o objeto de estudo na prática. Na última etapa, foi aplicada a FMEA. Assim, foram identificados os riscos, suas causas, consequências, bem como os critérios de severidade, baseando-se no Quadro 3 (Índices de severidade), critérios de ocorrência, baseando-se no Quadro 4 (Índices de ocorrência). Para a detecção, utilizou-se o Quadro 5 (Possibilidade de Detecção) para estimar, mediante o modo potencial de falha, a possibilidade de detecção. Para identificar o NPR, foi feito o produto entre a severidade, ocorrência e falha, com esse resultado, descobriu o número potencial para cada risco identificado, foram recomendadas ações para que essas falhas diminuíssem ou fossem eliminadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as visitas cumpridas *in loco*, em uma construção de uma residência unifamiliar, foi analisado e preenchido o formulário FMEA para identificação dos modos de falhas para os riscos físicos, ergonômicos e de acidentes existentes nas fases exploradas. No Quadro 8, são apresentados os itens com seus respectivos resultados aplicados no formulário.

Tabela 1: Formulário FMEA. Fonte: Autoria própria.

Item/ Função	Modo potencial de falha	Efeito	S	Causa	O	D	NPR	Ação recomendada
Trabalho em andaime para execução de chapisco e reboco	- Trabalho em altura	- Queda; - Fratura; - Morte.	10	- Falta de utilização do EPI e EPC adequado.	10	10	1000	Uso de EPI's como cinto de segurança tipo paraquedista e EPC's como guarda corpo e delimitação de áreas de circulação. Treinamento aos trabalhadores sobre segurança e trabalho em altura, conforme a NR 35 (Trabalho em altura), realizando ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco.
	- Movimento repetitivo - Postura inadequada	- Tensões e dores musculares; - Cansaço.	6	- Movimentos sujeito a lesão	8	9	432	Orientar os trabalhadores conforme a NR 17 (Ergonomia) realizando ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco. Descanso em intervalos de tempo. Diminuição da jornada de trabalho.
Transporte de saco de cimento, tijolo e caixa de revestimento cerâmico	- Levantamento, transporte e deposição manual de peso	- Lesão na coluna; - Dor muscular.	6	- Movimentos sujeitos a lesões	7	8	336	Orientar os trabalhadores conforme a NR 17 (Ergonomia) realizando ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco. Descanso em intervalos de tempo. Distribuição do peso.
Aplicação de revestimento cerâmico	- Corte da cerâmica	- Acidentes devido ao mal uso; - Cortes profundos na pele.	9	- Falta de utilização de EPI; - Máquina defeituosa.	9	10	810	Treinamento e fornecimento de EPI's como luva anti-corte, e óculos de proteção adequado para a utilização da ferramenta. Realizar ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco.
	- Ruído da serra mármore	- Diminuição da audição; - Dor de cabeça.	6	- Ruído; - Vibração.	8	10	480	Treinamento e fornecimento de EPI's como protetor auricular, para a utilização da ferramenta. Realizar ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco.
Aplicação do gesso	- Preparo da pasta de gesso	- Aspiração da poeira proveniente gesso e substâncias compostas.	5	- Doença pulmonar; - Intoxicação.	4	8	160	Treinamento e fornecimento de EPI's adequados para o bom desempenho do trabalho, como máscara respiratória facial para filtragem e separação de partículas. Realizar ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco.

Nota: EPI – Equipamento de Proteção Individual; EPC – Equipamento de Proteção Coletiva.

No item/função trabalho em andaime para execução do chapisco e reboco, foi detectado dois modos potenciais de falha. O primeiro modo potencial de falha é o trabalho em andaime. Na análise do seu efeito, ficou evidente que queda, fratura e até mesmo morte, podem ocorrer. Com isso, caracterizou-se um índice de severidade muito alto de grau 10, comprometendo a segurança do operador e infringindo a norma regulamentadora 35. Tendo como causa, a falta do uso de equipamentos de uso individual (EPI's) e equipamentos de uso coletivo (EPC's) adequados. Acarretando em um índice de ocorrência de falhas quase inevitáveis, com grau 10. A detecção foi caracterizada como sendo 10, pois deverá ser detectada apenas com uma vistoria. A partir dessas análises, foi obtido o número de prioridade de risco (NPR) muito alto de 1000, necessitando de medidas imediatas para reduzir o efeito. Portanto, foi sugerido ações para minimizar ou até eliminar o risco, levando em consideração a NR 35, em que garante a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos com trabalhos em altura.

O segundo modo potencial de falha detectado no item/função trabalho em andaime foi de movimento repetitivo de aplicação do reboco na alvenaria e postura inadequada, que tem como efeito tensões e dores musculares, além de cansaço. Por isso, o índice de severidade ficou caracterizado como sendo moderado, de grau 6, já que provoca uma queda no desempenho do operador. A causa de movimentos sujeitos a lesão, possui uma alta ocorrência de grau 8, pois as falhas elas ocorrem com frequência. A detecção, por sua vez, possui um grau 9 com alta possibilidade da falha ser detectada. O resultado do NPR foi de 432, sendo necessárias as medidas imediatas. Sugerindo, então, ações para amenizar a situação, como por exemplo orientação dos funcionários de acordo com a NR 17, em que trata sobre ergonomia.

Para o item transporte de sacos de cimento, tijolo e caixa de revestimento cerâmico, o modo potencial de falha foi identificado, e, a partir disso, identificado o seu efeito de lesão da coluna e dor muscular, atribuindo grau 6 no seu índice de severidade, caracterizando-se como moderado. A causa identificada possui uma ocorrência considerada alta, pois as falhas ocorrem com frequência nessa situação. Sua detecção possui um grau 8 com alta possibilidade de ser detectada. O NPR foi de 336, fazendo necessário as medidas imediatas para reduzir o risco. As ações recomendadas do modo potencial de falha anterior, se repetem para esse.

Quanto ao item aplicação de revestimento cerâmico, assim como o primeiro item, foi detectado dois modos potenciais de falha. O primeiro modo potencial de falha, é o corte da cerâmica, em que tem como efeito o acidente devido ao mal uso e cortes profundos na pele. A severidade desse modo é muito alta e foi atribuído um grau de 9, comprometendo a segurança da operação. A falta de EPI's e máquinas defeituosas foram apontadas como causadoras e, com isso, a ocorrência atribuída foi de grau 9, as falhas são quase inevitáveis. A detecção é de grau 10, pois apenas com uma vistoria é perceptível que a falha irá ser detectada. Com esses dados, o NPR teve como resultado 810, necessitando de medidas imediatas para serem tomadas. E, por fim, as ações foram recomendadas de acordo com a necessidade.

O segundo modo potencial de falha detectado foi o ruído da serra mármore, que é o equipamento usado para fazer o corte da cerâmica. Tem como efeito a diminuição da audição e dor de cabeça. O grau de severidade é considerado moderado, provocando apenas uma queda no desempenho ou baixa produtividade do operador. A causa é o ruído e vibração, a ocorrência dessa causa caracteriza-se como sendo moderada já que as falhas são ocasionais, de grau 8. E a detecção irá ser detectada apenas com uma vistoria, sendo de grau 10. O NPR resultou em um grau de 480, necessitando de medidas imediatas para eliminar a causa. Por isso, as ações recomendadas foram de utilização de EPI, bem como treinamentos da equipe para o manuseio da ferramenta.

O último item analisado foi aplicação do gesso, em que o modo potencial de falha identificado foi o preparo da pasta de gesso, seu efeito é a aspiração da poeira proveniente gesso e substâncias compostas e a sua severidade é de 5, considerada moderada, provocando uma queda no desempenho. Doença pulmonar e intoxicação foram detectadas como causa, a sua ocorrência é de grau 4, considerada moderada, as falhas são ocasionais. A detecção, por sua vez, é atribuída um grau de 8, sendo alta a possibilidade da falha ser detectada. O NPR resultou em 160, sendo necessárias medidas urgentes de melhorias para serem tomadas. As sugestões das ações recomendadas foram de treinamento e fornecimento de EPI's adequados para o bom desempenho do trabalho, como máscara respiratória facial para filtragem e separação de partículas. Além de realizar ações informativas, por exemplo: fornecimento de folders explicativos sobre o risco

3. CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi desenvolvida e alcançou seu objetivo por meio da aplicação da ferramenta FMEA na detecção dos riscos, suas causas, consequências e recomendações de ações de melhoria para mitigar/eliminar os riscos aos quais estão expostos os trabalhadores envolvidos nas etapas de execução de chapisco e reboco, transporte de materiais, assentamento de revestimento cerâmico e execução de gesso, de uma obra de construção de uma residência unifamiliar na cidade de Mossoró/RN.

Os resultados encontrados sugerem a falta de conhecimento e noção considerável quando se trata da saúde e segurança do trabalho, tendo em vista que todos os itens analisados, têm uma causa devido ao não uso de equipamentos de proteção individual e/ou coletiva ou falta de treinamentos para o uso adequado das ferramentas de trabalho. Visando a mitigação/eliminação dos riscos identificados, foi sugerido medidas de controle de acordo com normas regulamentadoras e de capacitação técnicas para os colaboradores. Durante a elaboração do estudo,

foram encontradas dificuldades para estabelecer os critérios de avaliação quantitativa da severidade, ocorrência e detecção.

Como proposta de trabalhos futuros, sugere-se o estudo das condições do ambiente de trabalho após a implementação das medidas de controle sugeridas e até mesmo a aplicação da FMEA em outras obras da empresa responsável pela construção da obra objeto deste estudo. Outra sugestão é aplicar a Análise Preliminar de Risco (APR) visando determinar riscos e medidas preventivas antes da fase operacional.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ZOCCHI, A. Prática da prevenção de acidentes: ABC a segurança do trabalho. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1980. pag. 17.
- [2] SAMPAIO, J. C. de A. – PCMAT: Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção – São Paulo, SP: Pini: SINDUSCON/SP, 1998.
- [3] FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e manutenção industrial. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009.
- [4] PEIXOTO, N. H. Segurança do Trabalho. e-Tec Brasil. UFSM, Santa Catarina, RS, 2011.
- [5] LAGO, E. M. G. Proposta de sistema de gestão em segurança no trabalho para empresas de construção civil. 2006. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2006.
- [6] FERREIRA, L. S.; PEIXOTO, N. H. Segurança do trabalho I – Santa Maria: UFSM, CTISM, Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil, 2012.
- [7] SANT'ANNA JUNIOR, R. Aplicação da NR-18 em canteiros de obra: percepções e estudos de campo. 2013. 239 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- [8] MIGUEL, A. S. S. R. Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. 4. ed. Porto: Editora Ltda, 1998.
- [9] SILVA, A. P. D. et al. A importância da gestão da segurança na construção civil com vistas à saúde, medicina do trabalho e conscientização dos trabalhadores: um estudo de caso na Construtora C.V. Lopes Ltda. Disponível em: <https://periodicos.unifacef.com.br/index.php/forumadm/article/view/953>. Acessado em: 29/04/2021.
- [10] SANTOS, S. F. S. M.C. Higiene, saúde e segurança no trabalho: enquadramento legal e análise de riscos na Antônio & Manuel Coelho, Lda. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Electromecânica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008.
- [11] CORREIA, V. P. da S. Diagnóstico de Higiene e Segurança no Trabalho: Proposta de Medidas Correctivas. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2010.
- [12] GALAFASSI, M. C. Medicina do Trabalho: programa de controle médico de saúde ocupacional (NR-7). 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- [13] BULHÕES, I. Riscos do trabalho de enfermagem. 2. ed. Rio de Janeiro: Folha Carioca, 1998.
- [14] GOMES, P. C. dos R.; OLIVEIRA, P. R. A. Introdução à engenharia de segurança do trabalho. Brasília: WE Educacional e Cursos LTDA, 2012.
- [15] MATTOS, U. A. O. Mapa de Riscos: o controle da saúde pelos trabalhadores. DEP, 21: 60, 1993.
- [16] CORRÊA, M. U. Sistematização e Aplicações da NR-12 na Segurança em Máquinas e Equipamentos. 2011. Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho - Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Ijuí, 2011.
- [17] TOLEDO, J. C. de; AMARAL, D.C. FMEA – Análise de modo e efeito de falha. GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade. DEP – UFSCar, 2008.
- [18] CRUZ, P. M. V. A. da. Aplicação do “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)” na demolição, movimento de terras e execução da estrutura em edifícios. 2012. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao primeiro dia do mês de junho do ano de dois mil e vinte e um, às oito horas no ambiente virtual Google Meet, via link <https://meet.google.com/kov-ashk-tqx>, sob a presidência do Prof. Antonio Gomes Nunes, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno SABRINY ELLEN DANTAS FERREIRA, aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula 2017020840 com o título **“APLICAÇÃO DA FERRAMENTA ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM MOSSORÓ/RN”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Antonio Gomes Nunes, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof^a. Adna Queiroz Sales e Prof^a. Priscila Gonçalves Vasconcelos Sampaio, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo a aluna obtido as seguintes notas: **10,0; 10,0; 10,0**. Apuradas as notas verificou-se que a aluna foi aprovada com média geral **10,0**. E para constar, eu, Antonio Gomes Nunes, Presidente da Banca Examinadora, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 01 de junho de 2021.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

ANTONIO GOMES
NUNES:03241606406

Assinado de forma digital por ANTONIO
GOMES NUNES:03241606406
Dados: 2021.06.02 17:50:21 -03'00'

Prof. ANTONIO GOMES NUNES – UFERSA
Presidente e orientador

Profa. ADNA QUEIROZ SALES – UFERSA
Primeiro Membro

Profa. PRISCILA GONÇALVES VASCONCELOS SAMPAIO – UFRN
Segundo Membro