



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## A APLICAÇÃO DO FMEA EM FACE COM A SEGURANÇA DO TRABALHO: UM NOVO OLHAR VOLTADO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL EM AMARANTE-MA

### *FMEA APPLICATION FOR WORK SAFETY: A NEW LOOK AT BUILDING CONSTRUCTION IN AMARANTE-MA*

**Laina Lorrana Costa Santana<sup>1</sup>, Adriana Beckman Ramos<sup>2</sup>, Matheus Garcias Barreto dos Santos<sup>3</sup>, André Luís de Oliveira Cavaignac<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade CEUMA – Campus Imperatriz. Departamento de engenharias. <sup>2</sup>Universidade CEUMA – Campus Imperatriz. Departamento de engenharias. <sup>3</sup>Universidade CEUMA – Campus Imperatriz. Departamento de engenharias. Universidade Federal do Maranhão. Campus Imperatriz. <sup>4</sup>

<sup>1</sup>lainalorrana@hotmail.com <sup>2</sup>dryka.beckmam@hotmail.com <sup>3</sup>eng.matheusgarcias@gmail.com & andreluiscavaignac@gmail.com<sup>4</sup>

#### ARTIGO INFO.

Recebido em: 28.11.2019

Aprovado em: 09.01.2020

Disponibilizado em: 02.04.2020

#### PALAVRAS-CHAVE:

Segurança do trabalho; FMEA; Construção Civil;

#### KEYWORDS:

Occupational Safety, FMEA, Civil Construction;

\*Autor Correspondente: Cavaignac, A.L. de O.

#### RESUMO

As atividades relacionadas à construção civil apresentam inúmeros fatores que podem comprometer a saúde e segurança dos trabalhadores que nela operam. A falta de treinamento, mão de obra pouco qualificada, rotinas pesadas de trabalho, face às condições de trabalho e fiscalização ineficiente por parte da gerência da obra são alguns fatores que contribuem para os elevados índices de acidentes na construção civil. O descaso e a falta de importância dados pelos empresários deste setor são preocupantes. A segurança oferecida aos trabalhadores da construção, na maioria das vezes, não está em conformidade com as normas de segurança. O trabalho propôs realizar análises de risco nas obras escolhida através da aplicação do FMEA, de forma que seja identificada falhas e possíveis métodos de correção. A pesquisa foi abordada na aplicação do FMEA no ambiente da construção civil em Amarante-MA. Através de entrevistas e do levantamento de pesquisas

fotográficas no local, e a partir dos dados obtidos, foi realizada análise acerca das possibilidades do uso do FMEA em obras. Concluindo a necessária importância da aplicação do FMEA em obras, justamente para evitar acidente na obra e também aos trabalhadores.

#### ABSTRACT

Construction-related activities have a number of factors that may compromise the health and safety of workers operating there. Lack of training, unskilled labor, heavy work routines in the face of working conditions and inefficient supervision by the site management are some factors that contribute to the high rates of accidents in the construction industry. The neglect and lack of importance given by entrepreneurs in this sector are worrying. The safety offered to construction workers, for the most part, does not comply with safety standards. The work proposed to perform risk analysis on the works chosen through the application of FMEA, so that faults and possible correction methods are identified. The research was addressed in the application of FMEA in the construction environment in Amarante-MA. Through interviews and survey of photographic surveys on the spot, and from the data



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

## INTRODUÇÃO

Antigamente, o trabalho na edificação sempre se motivou na utilização de grandes contingentes de pessoas, dos quais eram raros os que tinham consciência e preparo para evitar acidentes. A palavra “construção civil” nasceu em uma época em que só existia duas classificações: engenharia civil e engenharia militar. Com as melhorias técnicas, essa primeira foi se subdividindo, originando-se novas especializações como engenharia elétrica, mecânica. Essa diferença basilar entre engenharia militar e civil é principal na história da edificação civil no Brasil (Gomes, 2011).

Oliveira (2012) acrescenta que a Construção Civil é “caracterizada como atividades produtivas da construção que envolve a instalação, reparação, equipamentos e edificações de acordo com as obras a serem realizadas”. A invenção da construção tem as suas especificidades macroeconômicas, em que as variáveis expectativas e tendências empresariais contribuam para o desenvolvimento estável, e uma norma financeira com políticas de segurança favoráveis para o comportamento do homem, sendo esta motivada na geração de produto emprego.

No Brasil, historicamente, a construção civil representa o campo de maior assimilação de mão de obra, dada a circunscrição de sua variável oferta de trabalho, sem muitas advertências para o recrutamento. Informações dos Estudos Socioeconômicos e Departamento Intersindical de Estatística referem que o campo concentrava quatro milhões e setecentos mil trabalhadores, 80% desse eventual na informalidade (Takahashi, et al., 2012).

Com o marco da revolução industrial, instrumentos foram inventados e melhorados para acompanhar a industrialização que se ampliava, trazendo consigo riscos novos. Desta maneira, leis trabalhistas, assim como matérias na área de segurança ao trabalhador, passam por constantes evoluções, visto que o amparo ao trabalhador tem suscitado grandes inquietações nos países industrializados (Moterle, 2014).

Ribeiro (2011) delinea que no século XIX teve abertura de processo de desenvolvimento do país, com os empenhos ingleses na construção de estradas de ferro que induziriam à primeira integração do grande território. Na conhecida era Vargas, cujo governo foi de 1930 a 1945, teve um significativo aumento industrial, com um impulso adequado à construção civil no país.

Com o aumento das relações de trabalho no país e a inclusão de novos contingentes de trabalhadores no método de expansão industrial da época varguista e pós-varguista, o campo da construção civil veio a ser cada vez mais procurado para a efetivação de obras que, determinados anos depois, tornaram-se muito grande, na era de governo de Juscelino Kubitschek (de 1955 a 1961), segundo suas palavras cultivou-se uma política de “cinquenta anos em cinco”. Este plano político visava amplas obras de infraestrutura, dentre as quais a criação de hidrelétricas, da nova capital Brasília e de estradas. Nessa ocasião impulsionou-se intensamente, mais uma vez, a indústria da construção civil no país (Gomes, 2011).



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Gomes (2011) apresenta que na CLT “que se encontram as normas que regulam as relações individuais e coletivas de trabalho e as normas de direito material e processual relacionadas ao direito trabalhista”. A CLT permanece sendo o principal utensílio para regulamentar as relações de trabalho e resguardar os trabalhadores.

Analisando a enorme margem de probabilidades de acidentes de trabalho, faz com que nenhum diverso empreendimento seja tão vigiado quanto o da construção civil. As obras de uma forma geral são fiscalizadas por entidades tanto privadas como públicas que usam do seu poder para mais perfeito fiscalizar a segurança em obras de construção civil e também fiscalizar as empresas que operam neste setor de obra (Sakamoto 2014).

O Brasil tem várias legislações que se mencionam à proteção da saúde do trabalhador, muitas empresas ainda não conseguem desempenhar as normas estabelecidas, especialmente o setor de construção civil que, mesmo com todos os regulamentos especialistas disponíveis, ainda é responsável por numerosos casos de acidente no trabalho (Botelho, 2011).

A saúde e a segurança do trabalho na área da construção civil motivam-se em normas regulamentadores propostas na portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que institui a Normas Regulamentadoras, pertinentes à Segurança e Medicina do Trabalho (Brasil, 1978).

As cobranças na Construção Civil estão cada vez maiores, pelo que os construtores se atentam em crescer a qualidade das construções sem acréscimo significativo das durações e custos. O procedimento de análise do tipo e efeito de falha, o renomado *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) é um instrumento que visa, primeiramente, evitar, através de análise das falhas potenciais, que estas advenham no projeto e sugerir ações de melhoria. Este processo de gestão de qualidade é fundamentalmente preventivo, tendo como finalidade melhorar constantemente os produtos e processos das empresas (Pereira, 2008).

O método de análise do modo e efeito da falha, conhecida como FMEA, fez com que diversos grupos empresariais começassem a divulgar a metodologia para executar o FMEA (Cruz, 2009).

É importante planejar previamente a obra e prevenir a ocorrência de irregularidades nos processos construtivos que atenuam a qualidade e traz atrasos na obra. O FMEA é um método que permite analisar qualitativamente os riscos. Podendo mencionar os princípios teóricos do FMEA, assim como as elementares fases do seu desenvolvimento, limitações, vantagens e campos de aplicação (Pereira, 2008).

Com a finalidade de identificar os riscos anterior a execução do trabalho, existem métodos bastante difundidos como análise ergonômica de tarefa, análise preliminar de risco, análise da árvore de falhas e o FMEA (Freitas, 2016).

Deste modo, este artigo está direcionado a um estudo de caso da situação das atividades desenvolvidas em duas obras civil de grande e pequeno porte, onde serão detectados as falhas, causas, efeitos, métodos de detecção, índice de risco e ações corretivas. Dessa forma, o



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

presente trabalho busca contribuir para a melhoria da segurança no trabalho através da aplicação do FMEA, propondo um modelo prático de execução desta ferramenta.

O objetivo é realizar análises de risco nas obras escolhida através da aplicação do FMEA, de forma que seja identificada falhas e possíveis métodos de correção. Já os objetivos específicos são: identificar as características dos trabalhadores da construção; as atividades de campo executadas; as características do ambiente de trabalho; as falhas e aplicar o método FMEA; desenvolver relatórios que possibilitem uma visão clara da problemática e esclarecer aos leitores esse novo tipo de abordagem FMEA.

Este é um artigo o qual se justifica sobre segurança no trabalho empregada em uma obra civil, que busca mostrar um novo método abordado para identificar falhas de segurança e solucioná-las. O aumento da eficiência do uso do FMEA no controle de atividades passa necessariamente pela consideração adequada da natureza e dos processos da construção civil, buscando analisar o quão isso está ligado a obtenção de resultados positivos, explorando a necessidade de um melhoramento na empresa. O tema escolhido busca destacar a importância da prevenção de falhas, pois todo projeto estar sujeito a erros e com planejamento e controle pode-se evitar danos e perdas. Este assunto é de suma importância, pois ele estabelece procedimentos e metas, e instrumentos de controle a fim de definir metas e objetivos da empresa, a serem alcançados num período de tempo. Planejando a sobrevivência da organização, onde são atendidos os objetivos de curto e longo prazo.

## **METODOLOGIA**

No que concerne aos instrumentos metodológicos utilizados na pesquisa, esta se mostra qualitativa e exploratória.

Segundo Gil (2010) a pesquisa exploratória é a pesquisa que tem como finalidade proporcionar maior intimidade com o problema, com vistas além disso visam a torná-lo a construir hipóteses ou mais explícito. Seu projeto tende a ser muito flexível, porque interessa analisar os mais variantes aspectos concernentes ao fenômeno ou fato estudado. A pesquisa qualitativa segundo Lakatos & Marconi (2007) aduzem que este modelo de pesquisa analisa e interpretam os aspectos mais profundos, discorrendo a complexidade do comportamento humano, por meio de uma análise mais detalhada sobre investigações, hábitos, atitudes, etc.

A pesquisa consistiu tanto de análise de documentos quanto de entrevistas. A pesquisa foi realizada em uma obra na cidade de Amarante - MA, onde foi verificado os processos relacionados com o tema.

## **FMEA**

O processo de planejamento, antecedente ao começo da execução, é eficaz para uma adequada execução de obras civis impedindo custos não provisionados e os procedimentos de exame e gerenciamento de risco são fundamentais para pesquisar a situação laboral dos contribuintes prevendo e decidindo futuros riscos essenciais à função (Bennite, 2004; Cavaignac & Forte, 2018).



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

As fundamentais ferramentas de análise de risco são o exame preliminar de risco – APR, árvore de falha (*Fault Tree Analysis – FTA*) e atualmente, a apreciação de modo de falha e efeitos - FMEA (Cavaignac & Forte, 2018; Cavaignac & Uchoa, 2018; Santos, et al., 2019; Dias Júnior & Cavaignac, 2019; Jorge, et al., 2019).

Um dos procedimentos frequentemente usados na análise de falhas é a FMEA (*failure mode and effect analysis*), que é vastamente apresentado na literatura (Helman, 1995). Em termos resumidos, o FMEA é um procedimento de análise estruturada, convencionalmente documentada para servir ainda como uma avaliação interna ao projeto do processo ou produto. Sua finalidade básica é identificar os modos de falha, seus efeitos, suas causas básicas, e qual o conflito desses efeitos no produto final. Uma vez constituída a relação entre a falha, seus efeitos e suas causas, são estabelecidos índices que avaliam a possibilidade de ocorrência da falha, a capacidade de detectar-se a falha e a gravidade de seus efeitos e bloqueá-la antes do seu efeito ser atingido ao cliente. O produto dos três índices procede no chamado “índice de risco”, que admite a hierarquização das falhas e a priorização das ações preventivas que serão adotadas (Vanni, et al., 1998).

O FMEA foi desenvolvido na década de 50 com o objetivo de encontrar a confiabilidade e qualidade nos programas aeroespaciais da NASA. Em seguida esta técnica foi usada em indústrias por meio das exigências pelos clientes. O FMEA admite uma hierarquia de riscos, priorizando os estilos de falha conforme com um coeficiente denominado número de prioridade de risco ou RPN. Este número é uma decorrência da multiplicação de três índices autônomos - severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) - e alteram de 1 a 10, da melhor realidade para a pior realidade (Stamatis, 2003).

Severidade é a classificação que apresenta a gravidade de um resultado admissível no modo potencial de uma falha. Qualificando a gravidade da falha de 1 a 10, partindo de um resultado sem danos até danos irreparáveis ou catastróficos. A ocorrência no FMEA é a avaliação da probabilidade ou frequência de ocorrência do modo de falha. O melhor procedimento para gerar o seu valor é por meio da utilização de dados reais do procedimento, contudo, no caso onde não existe dados antecedentes para avaliação podem ser impostos escalas qualitativas fundamentado na experiência dos operantes (Mcdermott, et al., 2009). Detecção é a dificuldade de fazer com que a falha seja detectada antes que aconteça o modo de falha. Para o campo de manutenção, conceitua-se a possibilidade de detecção entre muito alto e muito baixo, relacionando os conceitos de 1 a 10 com a perspectiva de o defeito ser detectado (Stamatis, 2003; Mcdermott, et al., 2009).

Com a finalidade de identificar os riscos anterior a execução do trabalho, existem métodos bastante difundidos como análise ergonômica de tarefa, análise preliminar de risco, análise da árvore de falhas e o FMEA (Freitas, 2016).

O FMEA é um procedimento que busca, de início, evitar, por meio da análise de propostas de ações de melhoria e das falhas potenciais, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. A principal finalidade do FMEA é impedir que problemas cheguem até o



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

consumidor final do sistema, produto, processo ou serviço, procurando aumentar a confiabilidade, que é a perspectiva de falha do processo/produto (Ermenegildo, 2014).

O FMEA de sistema é bastante utilizado quando se almeja analisar ocorrências de falhas na fase de início de um projeto. A FMEA de produto tem como finalidade prevenir os modos de falha ligados ao início do período de vida de um produto. O FMEA de serviço abarca numa análise de risco essencial à ocorrência de falhas do serviço com decorrências diretas no cliente. Por último, na FMEA de processo são conhecidas como as falhas provocadas por modificações ao correto funcionamento de um processo (Santos Jorge, 2014).

Uma das condições de um sistema de administração de saúde e segurança no trabalho passa por reunir esforços na diminuição do risco de acidentes de trabalho e pelo progresso da saúde e segurança dos trabalhadores por meio da identificação dos perigos, tomada de ações corretivas e apreciação do risco (NP 4397:2008). O uso da metodologia FMEA vindo das organizações consente que estas possam alcançar os elevados níveis de saúde e segurança que são atualmente almejados. Existem estudos onde foi utilizada a metodologia FMEA à Segurança e Saúde do Trabalho (SST) (Santos Jorge, 2014).

### **Aplicação e Metodologia do FMEA e a Segurança do Trabalho**

Para a aplicação do FMEA em SSO foi usado o exemplo proposto por Cavaignac & Forte, (2018). No entanto este modelo necessitou ser ajustado para a utilização da tabela de referência proposta por Cavaignac & Uchoa, (2018). A principal modificação foi a inclusão de uma coluna de classificação de ocorrência denominada de “natureza de ocorrência”, para relacionar com os índices de ocorrência sugeridos na tabela de referência.

O método FMEA é aplicado a processos, isto é, admite um estudo especializados das distintas partes de um processo, de maneira a identificar possíveis falhas instigadas por deficiências nos processos (Santos Jorge, 2014).

A aplicação da FMEA será efetivada por meio do preenchimento de um formulário durante o crescimento de cada etapa. Na etapa de planejamento, aconselha-se, que sejam desenvolvidos grupos multidisciplinares e pequenos com representantes de cada etapa do procedimento de execução do serviço. Deve ser claramente definido os desígnios e o processo que irá ser estudado (Pinho, et al., 2008).

O FMEA é um processo direcionado para quantificação dos efeitos dos resultados possíveis de falhas, admitindo prioridades para atuar. Assim, verifica-se que o FMEA pode ser um instrumento utilizado na busca de um procedimento mais eficaz e eficiente, com menos impactos e falhas ao meio ambiente (Santos Jorge, 2014).

O princípio da metodologia é o mesmo independentemente do tipo de FMEA e a aplicação, quer dizer, se é FMEA de produto, procedimento ou processo e se é aplicado para processos/produtos novos ou já em intervenção. A análise versa na identificação do processo/produto em questão, as suas funções, os jeitos das falhas que podem acontecer, as possíveis e os efeitos de causas desta falha (Cruz, 2009).



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Assim, são analisados os riscos de cada causa de falha por meio de índices e, com alicerce nesta avaliação, são adotadas as ações imprescindíveis para atenuar estes riscos, atenuando a probabilidade de o processo/produto falhar (Pereira, 2008). Conforme mesmo autor, este procedimento tem as seguintes etapas de desenvolvimento: hierarquização e análise do sistema; estudo funcional e seleção de um estado de funcionamento; seleção do subsistema a analisar; identificação de um modo potencial de falha; identificação das respectivas causas; identificação dos efeitos possíveis do modo de falha; identificação dos métodos de detecção e de prevenção.

Como é imprescindível que a responsabilidade pelo cumprimento do FMEA seja imposta a uma pessoa, a nomeação dessa pessoa será a primeira ação a ser concretizada. Seguidamente este deve desenvolver a sua equipe de trabalho, já que o FMEA deve ser consequência de um trabalho em equipe, a qual deve ser composta por colaboradores com experiência no assunto a ser estudado. O almejado com uma equipe multidisciplinar é que cada um dos contribuintes coloque as suas dificuldades relativamente ao produto (Cruz, 2009).

Segundo Toledo & Amaral (2006) ela incide de um formulário FMEA onde pode-se ressaltar a aceção de cada coluna e, abaixo, um fluxograma que apresenta a ordem de preenchimento do formulário fundamentada em perguntas que devem ser realizadas pelo grupo em cada fase.

A discussão efetivada pelo grupo segue a ordem do fluxograma, ou melhor, o grupo segue respondendo cada uma destas questões e preenche as colunas do formulário com as respostas descobertas por meio de consenso. Deve-se ter em pensamento que a análise FMEA é muito mais do que somente preencher um formulário, o seu correto valor está na reflexão e discussão dos membros do grupo sobre as falhas possíveis do produto/processo e as obras de melhoria propostas pelo grupo (Pereira, 2008).

Tabela 1. Tabela de referência de índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), para aplicação do FMEA em análise e prevenção de risco para segurança ocupacional.

Severidade (S)		Ocorrência (O)		Detecção (D)	
Índice	Natureza da Severidade	Índice	Natureza da Ocorrência	Índice	Método de Detecção
-	-	3	Contato com temperatura externa	-	-
1	Sem impacto Real	3	Atrito ou Abrasão	1	Inspeção visual
2	Trauma irrelevante	4	Choque elétrico	2	Teste tátil/teste manual
3	Trauma que Requer Primeiros Socorros	4	Contato com substância nociva	3	
4	Incapacidade Temporária sem afastamento	4	Exposição ao ruído	4	
5	Incapacidade Temporária com afastamento curto	5	Queda em mesmo nível	5	Aplicação de checklist / sequência de testes antes da tarefa
6	Incapacidade Temporária com afastamento longo	5	Prensagem ou aprisionamento	6	
7	Incapacidade permanente parcial	5	Esforço excessivo ou inadequado	7	
8	Incapacidade permanente total	5	Impacto contra	8	Inspeção instrumental / testes mecânicos
9	Óbto de envolvidos no processo	5	Queda com diferença de nível	9	
10	Óbto de não envolvidos no processo	6	Impacto sofrido	10	Ausência de métodos efetivos

Fonte: Cavaignac & Uchoa, (2018). Adaptado.



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

A severidade é estimada como o resultado da decorrência potencial das falhas de cada elemento em um sistema. A ocorrência origina a frequência da falha acontecer, considerando os comandos de prevenção caso existentes. A detecção causa a probabilidade de se detectar o método de falha, medindo a capacidade dos controles existentes em procurar a falha (Saxer, 2015).

A ferramenta FMEA é importante porque pode adaptar para a empresa uma maneira sistemática de se relacionar informações sobre as falhas dos processos/ produtos; melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos; diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas; ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua); o benefício de agrupar dentro da organização, a atitude de trabalho e cooperação em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes e a atitude de prevenção de falhas (Santos Jorge, 2015).

Todas as fases das ferramentas de análise de riscos são essenciais e é difícil afirmar qual seja mais essencial que a outra. Mas, esta fase de avaliação do risco é um período bastante crítico para o grupo de tarefas. Nesta fase é que entram as três variáveis versadas como Severidade, Ocorrência e Detecção (SOD) (Saxer, 2015). Sendo que, para reduzir os riscos que os trabalhadores estão expostos é importante a aplicação da metodologia do gerenciamento de risco laboral (Saliba, 2018).

Conforme Santos Jorge (2015) uma adequada estimativa de riscos é categórica para um correto cumprimento das atividades que compõem um determinado processo de uma organização. Para conseguir esse objetivo é imprescindível obter uma noção pormenorizada dos vários tipos de riscos, das implicações destes que resultam em doenças e acidentes para o trabalhador, bem como o início das suas causas. Existem diversas metodologias/ferramentas que permitem alcançar esse objetivo, tal como a ferramenta FMEA. Por esta ferramenta ser bastante perceptível e prática, muitas organizações iniciam a aplicação da FMEA quando almejam efetivar uma Análise e Avaliação de Riscos (AAR) à SST.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Inconformidades Observadas na Obra

A ferramenta FMEA é importante porque pode adaptar para a empresa uma maneira sistemática de se relacionar informações sobre as falhas dos processos/ produtos; melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos; diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas; ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua); o benefício de agrupar dentro da organização, a atitude de trabalho e cooperação em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes e a atitude de prevenção de falhas (Santos Jorge, 2015).

A partir dos registros fotográficos obtidos em campo, foi possível demonstrar um conjunto de inconformidades às NRs que, de forma repetida, foram observadas durante a pesquisa in loco. É válido ressaltar que as os relatos dos colaboradores foram reforçados pelo que é observado nas fotografias, principalmente no que diz respeito ao comportamento inseguro e na ausência





Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

de uso dos EPIs. Nas figuras de 1 a 4 é possível observar várias inconformidades com as NRs, além do registro de atitudes inadequadas onde os próprios colaboradores se colocam em risco. Logo abaixo, inadequações registradas nas figuras 1, 2, 3, e 4.

Figura 1. Operários sem o EPI's a) sem capacete, b) sem a cinta de amarração.



Fonte: Autores, 2019

Observa-se na figura 1, que os operários 1 e 2 estão sem os EPI's (a) capacete, (b) cinta de amarração (indicado para trabalho em altura). De acordo com a Nr 35.2.1 cabe ao contratante todas as providências necessárias para que as atividades em altura sejam realizadas dentro da norma, como treinamento dos contratados, fiscalização das atividades, oferecer o equipamento correto, atualizar sempre as informações, e em caso de risco parar com todas as atividades. A Nr 35.2.2 cabe aos trabalhadores cumprir, colaborar, interromper se necessário e zelar pela sua saúde e integridade e de outras pessoas que estejam sujeitas por suas ações. Nr 35.5.1 se faz obrigatório o uso de sistema de proteção contra quedas quando preciso a atividade em altura. De acordo com a Nr 06 no item 6.6 descreve as responsabilidades do empregador referente ao uso dos EPIs sendo elas como fornecer gratuitamente os equipamentos possuindo o selo do IMETRO, realizar a manutenção e troca dos mesmos, exigir e fiscalizar seu uso e oferecer treinamento. O trabalhador também deve atender a Nr 06 item 6.7 onde cabe a ele cumprir todas as exigências estabelecidas pelo contratante, cuidado e zelando do equipamento usando-o apenas quando necessário. A Nr 18.23.3 cita que o cinto de segurança tipo paraquedista deve ser usado em atividades com alturas superiores a 2m onde houver riscos de queda (118.504-7/I4).



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Figura 2. a) utilização de cavaletes substituindo andaimes, b) cavaletes sustentados por tijolos, c) tábuas servindo de apoio.



Fonte: Autores, 2019.

Na figura 2 é notável (a) cavaletes substituindo andaimes, (b) cavaletes sustentados por tijolos de forma insegura e frágil, (c) tabuas servindo de apoio sem amarração e proteção contra queda. Segundo a Nr 18.15.1. deve ser realizado por profissional legalmente habilitado o dimensionamento dos andaimes, estrutura de sustentação e fixação. (118.337-0 / I4). A Nr 18.15.2 define que eles devem ser dimensionados de acordo a suportar as devidas cargas que estarão sujeitos (118.338-9 / I4). 18.15.3 o piso deve ser nivelado, resistente, fixado de forma segura, antiderrapante de forma a evitar acidentes (118.339-7 / I4). 18.15.5. A madeira para confecção de andaimes deve ser seca, de qualidade, sem apresentar rachaduras e nós que comprometam a sua resistência, o uso de pintura é proibido para que não encubra imperfeições (118.341-9 / I4) (Figura 3).

Figura 3. Uso irregular de escadas a) escadas de forma irregular, b) desorganização do ambiente.



Fonte: Autores, 2019.



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

A Nr 18.12.5.4. determina que é proibido a utilização de escada de mão com montante único (118.216-1 /I4). A Nr 18.29. trata-se da ordem e limpeza do canteiro de obras, onde deve-se manter organizado e limpo, resíduos da construção devem ser descartados de forma correta sendo proibido a queima de lixo ou descarte em lugares inapropriados como no meio da construção ou fora dela, se necessário com o auxílio de máquinas (Figura 4).

Figura 4. Inconformidades a) falta do uso de EPI's, b) uso de cavalete substituindo andaimes.



Fonte: Autores, 2019.

Na figura 4 apresenta inconformidades: (a) falta do uso de EPI's (luva), o cimento devido a suas propriedades específicas, como pH elevado, pode causar reações alérgicas ao organismo humano, sendo necessário a proteção contra esses agentes, no caso da imagem o operário não utiliza luvas estando assim exposto diretamente ao cimento colocando em risco a sua saúde, NR-6 que trata do uso de EPIs é direcionada a minimizar ou estacionar os efeitos de agentes agressivos contra parte do corpo do operário, vetando doenças ocupacionais. (b) uso de cavalete substituindo andaimes com tabua usadas de suporte sem proteção contra quedas, ambos não estão fixos ocasionando uma instabilidade na base podendo desequilibrar e gerar acidentes. A Nr 18.15 onde abrange o item andaimes ressalta as configurações a serem atendidas para evitar esse tipo de situação, como já citado na Figura 2.

A ferramenta FMEA é aplicada a produtos, isto é, acerta numa análise aperfeiçoada do projeto do produto, sendo usada no início do período de vida do mesmo, com a finalidade de prevenir os estilos de falha associados à sua percepção. A ferramenta é também usada para avaliar ocorrências de falhas em subsistemas e/ou sistemas durante a fase primitiva do projeto. O método FMEA é usado para identificar os problemas interligados às falhas do serviço que têm decorrência direta no consumidor (Pereira, 2008).

Deste modo, segue a Tabela nº 02, demonstrando a aplicação do FMEA em obras:



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Tabela 02. FMEA aplicada no processo de andaimes

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	Ocorrência da Natureza	O	Efeitos	S	Meios de Detecção	D	Índice de risco	Ações corretivas
Utilização do Andaime	Queda de andaimes (trabalhadores e materiais)	Falta de forração completa dos andaimes	Queda com diferença de nível	5	Óbito de envolvidos no processo	9	Inspeção Visual	2	90	Adequação dos andaime nas normas
		Ausência de guarda corpo e rodapé	Queda com diferença de nível	5	Óbito de não envolvidos no processo	10	Aplicação de checklist / sequência de testes antes da tarefa	7	350	
		Ausência de amarração do andaime em local fixo	Impacto sofrido	6	Óbito de envolvidos no processo	9	Aplicação de checklist / sequência de testes antes da tarefa	7	378	
		Trabalhadores sem treinamento	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade permanente parcial	7	Ausências de métodos efetivos	10	350	Realizar treinamento
Utilização do EPI	Uso incorreto ou falta de uso dos EPI's	Incômodo durante as atividades	Impacto contra	5	Óbito de envolvidos no processo	9	Teste tátil / teste manual	6	270	Conscientizar os trabalhadores
		Esquecimento do uso	Atrito ou abrasão	5		9	Inspeção visual	2	90	Fiscalizar o uso
		Falta de exigência	Impacto sofrido	6		9	Ausências de métodos efetivos	10	540	Seguir as normas técnicas
		Falta de treinamento ou conscientização do usuário	Impacto contra	5		9	Aplicação de checklist / sequência de testes antes da tarefa	7	315	Realizar treinamento
Organização do canteiro de obras	Canteiro de obras desorganizado	Falta de planejamento dos gestores da obra	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento longo	6	Verificação visual	2	60	Qualificação dos gestores; conscientização dos gestores; guardar materiais em locais adequados
		Materiais espalhados pela área do canteiro	Impacto contra	5		6	Inspeção visual	2	60	
		Falta de exigência	Impacto sofrido	6		6	Ausências de métodos efetivos	10	300	Realizar treinamento
		Trabalhadores sem orientação no Trabalho	Impacto contra	5		6	Ausências de métodos efetivos	10	300	Realizar treinamento
Execução de Laje	Queda da laje (trabalhadores e materiais)	Ausência de periferia e a falta de EPC	Impacto contra	5	Óbito de envolvidos no processo	9	Inspeção visual	2	90	Adequação da área da laje às normas, fornecimento de EPIs
		Ausência de EPI	Atrito ou abrasão	3		9		2	54	
		Falta de habilidade do usuário	Impacto contra	5		9	Ausências de métodos efetivos	10	450	Realizar treinamento

Fonte: Adaptado de Cavaignac & Forte, 2018



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Observa-se na Tabela 2 que o FMEA aplicado no processo de utilização de andaimes, propondo como modo de falha a queda de pessoas ou materiais. Das causas básicas de falha propostas, a falta de forração completa no piso dos andaimes, ausência de guarda corpo e rodapé e a ausência do andaime amarrado em local fixo precisam ser resolvidas imediatamente devido ao índice de risco maior, 224 e 252 respectivamente.

Ilustra também o FMEA aplicado no processo de utilização do uso incorreto dos EPI como modo de falha a queda de pessoas ou materiais. Das causas básicas de falha propostas incomodo durante as atividades precisam ser resolvidas imediatamente devido ao índice de risco maior, ambos de 84.

A tabela 2 ainda trata do FMEA acerca da organização no canteiro de obra, sendo o canteiro de obra desorganizado o modo de falha. Entre as causas de falha são propostas a falta de planejamento dos gestores, os materiais de construção espalhados e os trabalhadores sem orientação. Sendo a falta de planejamento dos gestores com o índice mais alto de risco 175.

Na FMEA de processo o alvo inicial é a elaboração de um fluxograma, que vai admitir uma melhor avaliação/visualização de risco do processo em causa. Este precisará identificar as qualidades do processo/produto associadas a cada intervenção. Esta avaliação deverá ser realizada entre os períodos de início do planejamento do procedimento e início do desenvolvimento de amostras do produto final, o que admitirá identificar ligeiramente mais potenciais falhas e assim alcançar um método de produção mais eficiente e por sua vez com valores menores (Cruz, 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando a segurança ocupacional, no ambiente das obras de pequeno porte se mostra bastante arriscado aos colaboradores, enquanto, na de grande porte observa-se organização e menor índice de falhas. Por meio dos dados obtidos em questionários aplicados aos colaboradores e dos registros fotográficos foi possível identificar os riscos ocupacionais que os colaboradores estão expostos muitos deles por culpa do próprio trabalhador ou da empresa que prestam serviços. Entre os riscos mais recorrentes, o comportamento inseguro e a ausência de EPIs, riscos submetidos em trabalho em alturas, são observados como os mais comuns. Como demonstrado por Cavaignac & Forte (2018).

Por meio da identificação qualitativa dos riscos, a ferramenta FMEA (*failure mode and effect analysis*) foi utilizada para quantificar os riscos em relação a suas causas e efeitos possíveis aos trabalhadores.

É necessário refletir e reavaliar esses costumes que os trabalhadores já estão adaptados, trazer treinamentos envolvidos todos os trabalhadores sobre a conscientização da importância do cumprimento destas NR'S, os cuidados necessários em cada ambiente de trabalho e expor todas as análises de riscos antes do início das atividades, com isso fica claro que iremos ter resultados positivos na construção civil.

Assegurando a estabilidade no mercado, segurança, garantia da qualidade, e satisfação dos consumidores, uma obra deve garantir seus serviços prestados ou processos internos, por meio



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

do seguimento de um Sistema de Gestão da Qualidade. Desta maneira, a aplicação do procedimento como a FMEA permite que as não concordâncias possam ser identificadas antes de abordarem ao cliente externo ou interno.

Com a aplicação da FMEA, a equipe se torna mais engajada e motivada pela constante procura de progressos nos processos, também como nas suas atividades, trazendo um ambiente de trabalho mais propício. Os resultados apresentados, demonstram que o procedimento aplicado para este problema foi positivo, analisando as falhas e recomendando as possíveis sugestões para adequar ao procedimento correto, sendo agora de responsabilidade da empresa, acatar ou não as recomendações. Conclui-se que a ferramenta FMEA tem grande contribuição para a realização de uma obra na construção civil.

## REFERÊNCIAS

Benite, A. G. (2004). Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras. 221f. (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo).

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria Nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR1.pdf>>. Acesso em: 22/01/2019.

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.

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.

Cruz, S. P. S. (2009). Implementação de uma FMEA no caso de uma luminária.” Aveiro: Universidade de Aveiro. 73f. Dissertação. (Mestre em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade de Aveiro. Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Disponível em: <file:///e:/implementacaodofemea.pdf>. Acesso em: 08/02/2019.

Ermenegildo, I. M. (2014). Aplicação da análise de modos e efeitos de falha – FMEA – para avaliação de situações de riscos no projeto de prevenção de incêndio da casa do estudante universitário (CEU-PR). 61f. Monografia (Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho) Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3479/1/CT\\_CEEEST\\_XXVII\\_2014\\_17.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3479/1/CT_CEEEST_XXVII_2014_17.pdf)>. Acesso em: 10/02/2019.

FREITAS, L. C. (2016). Manual de segurança e saúde do trabalho. 3a. ed. Lisboa: Edições Silabo. 730 p.

Gomes, H. P. (2011). Construção civil e saúde do trabalhador: um olhar sobre as pequenas obras (Doctoral dissertation). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/23107/1/882.pdf>>. Acesso em: 25/01/2019.



Citação (APA): Santana, L. L. C., Ramos, A. B., Santos, M. G. B. dos, Cavaignac, A. L. de O. (2019). A aplicação do FMEA em face com a segurança do trabalho: um novo olhar voltado para construção civil em Amarante-MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), Edição Especial "Avanços em segurança do Trabalho", 108-122.

Helman, H., & Andery, P. R. P. (1995). *Análise de falhas: (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)*. UFMG, Escola de Engenharia. 156p. Belo Horizonte: Editora Fundação Cristiano Ottoni.

Moterle, N. (2014). *A importância da segurança do trabalho na construção civil: um estudo de caso em um canteiro de obra na cidade de Pato Branco – PR*. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5688/1/PB\\_CEEST\\_V\\_2014\\_27.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5688/1/PB_CEEST_V_2014_27.pdf)>. Acesso em: 24/01/2019.

Oliveira, P. H. V. A (2012). *Importância da Segurança do Trabalho na Construção Civil*. Disponível em: <<http://prezi.com/bhnomfyabo6h/a-importancia-daseguranca-do-trabalho-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 28/01/2018.

Pereira, N. F. F. B. (2008). *Gestão e Metodologia da construção de um edifício Sistema integrado de Controlo de Prazos e Qualidade*, 116f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa; Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137553851/TrabalhoFinal.pdf>>. Acesso em: 08/02/2019.

Pinho, L. de A., Sampaio, M. S., Guimarães, I. P., Gomes, S. M. da S., Azevedo, T. C., & Pinho, W. de A. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Uma ferramenta para promoção da qualidade no Setor Fiscal das Empresas de Serviços Contábeis*. 2008. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/458\\_FEMEA.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/458_FEMEA.pdf)>. Acesso em: 10/02/2019.

Sakamoto Júnior, K. (2014). *Análise comparativa entre o não cumprimento da NR-18 e de sua adequação em uma obra de construção civil*. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3483/1/CT\\_CEEST\\_XXVII\\_2014\\_21.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3483/1/CT_CEEST_XXVII_2014_21.pdf)>. Acesso em: 30/01/2019.

Jorge, A. R. M. D. S. (2014). *Análise e avaliação de riscos para a segurança e saúde no trabalho do processo frutícola pós-colheita (Doctoral dissertation)*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <[https://run.unl.pt/bitstream/10362/14466/1/Jorge\\_2014.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/14466/1/Jorge_2014.pdf)>. Acesso em 09/02/2019.

Stamatis, D.H. (2003). *Failure mode and effect analysis - FMEA: from theory to execution*. 2nd ed. ed. Milwaukee: ASQ quality press.

Takahashi, M. A. B. C., Silva, R. C. D., Lacorte, L. E. C., Ceverny, G. C. D. O., & Vilela, R. A. G. (2012). *Precarização do Trabalho e Risco de Acidentes na construção civil: um estudo com base na Análise Coletiva do Trabalho (ACT)*. *Saúde e Sociedade*, 21, 976-988.

Vanni, C., Gomes, A., & Andery, P. (1998, November). *Metodologia análise de falhas aplicada à compatibilização de projetos de obras prediais*. In Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Construção de Edifícios. São Paulo: EPUSP.

