



ISSN: 2447-5580

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



Brazilian Journal of  
Production Engineering  
BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

# AValiação de Risco Ocupacional em Obras de Pequeno Porte de Unidades Unifamiliares com Aplicação do FMEA: Uma Investigação sobre Trabalho em Altura e Escavações

## OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT IN SMALL WORKS OF SMALL UNITS WITH FMEA APPLICATION: AN INVESTIGATION ON WORK AT HEIGHT AND EXCAVATIONS

Cristianny Pascoal Almeida Mota<sup>1</sup> & André Luís de Oliveira Cavaignac<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade CEUMA - Campus Imperatriz. <sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão, Campus Imperatriz, Faculdade Vale do Aço, Campus Açailândia.

<sup>1</sup> cristianny\_pascoal@hotmail.com <sup>2\*</sup> andreluiscavaignac@gmail.com

### ARTIGO INFO.

Recebido em: 22.08.2019

Aprovado em: 30.08.2019

Disponibilizado em: 20.09.2019

### PALAVRAS-CHAVE:

Segurança do trabalho, FMEA, construção civil.

### KEYWORDS:

Occupational Safety, FMEA, Building Construction

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

### RESUMO

A construção civil é o setor com maior índice de acidentes de trabalho, levando em consideração muitos fatores como a falta de planejamento, desorganização do ambiente de trabalho, falta de mão de obra qualificada, a falta de fiscalização pelos responsáveis da obra e também pelos órgãos competentes. O objetivo deste trabalho é realizar uma investigação da situação dos trabalhadores da construção civil em obras de pequeno porte – obras unifamiliares – no município de Imperatriz – MA, com ênfase nos processos de execução de telhado e escavações. A partir dos registros fotográficos foi realizado uma discussão acerca das inconformidades encontradas em relação as normas regulamentadoras nº 6, nº 18 e nº 35. Posteriormente, os dados obtidos foram usados para a aplicação do FMEA (*failure mode and effect analysis*). Após a obtenção dos RPNs (*risk priority number*) foi possível priorizar os modos de falha encontrados. Para o serviço de escavação, a queda de pessoas na escavação não-sinalizada obteve o maior RPN, seguido de esmagamento de membro durante a colocação da

fossa – 100 e 96 respectivamente. Para o trabalho em altura, a quebra da escada obteve o maior RPN, igual a 250 – também o maior RPN geral. Ao final foi proposto um plano de ações corretivas para contribuir para mitigar os riscos ocupacionais presentes na obra investigada.

### ABSTRACT

Civil construction is the sector with the highest rate of occupational accidents, considering many factors such as lack of planning, disorganization of the work environment, and lack of skilled labor, lack of supervision by those responsible for the work and also by the agencies. The objective of this work is to investigate the situation of construction workers in small works - single family works - in the municipality of Imperatriz - MA, with emphasis on the processes of roofing and excavation. From the photographic records, a discussion was made about the nonconformities found in relation to regulatory standards No. 6, No. 18 and No. 35. Subsequently, the data obtained were used for the application of FMEA (*failure mode and effect analysis*). After obtaining the RPNs (*risk priority number*), it was possible to prioritize the failure modes found. For the excavation service, the fall of people on the unmarked excavation obtained the highest RPN, followed by limb crushing during the laying of the pit - 100 and 96. For work at heights, the ladder break obtained the highest RPN, equal to 250 - also the highest overall RPN. At the end, a corrective action plan was proposed to contribute to mitigate the occupational risks present in the investigated work.



## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é um dos setores que mais empregam, sendo clara sua importância social e econômica no país e no mundo. Se ainda considerarmos sua cadeia produtiva, com produção de materiais de construção, de máquinas, equipamentos, prestação de serviços e comércio dos mesmos, o impacto na economia e no âmbito social se torna ainda maior (SESI, 2015). A construção civil é o setor com maior índice de acidentes de trabalho, muitas vezes relacionados aos fatores de risco no ambiente de trabalho, mão de obra não qualificada, falta de fiscalização, falta de planejamento e até mesmo pelas condições das próprias instalações dos canteiros (Lovato, 2017).

Muitos desses acidentes são referentes ao descumprimento da Norma Regulamentadora nº 18 (NR 18), onde ela 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. Outro fator importante para o acontecimento de acidentes de trabalho está na ausência de profissionais especializados em segurança do trabalho no canteiro de obra, onde se torna difícil fazer com que a higiene ocupacional e segurança no ambiente de trabalho se tornem hábito de um trabalhador (Diniz Júnior, 2002).

Outro grande fator de risco é a resistência em relação ao uso de EPIs por meios dos empregados, muitas vezes por falta de treinamento ou por falta de conhecimento das normas e legislações sobre o assunto. De maneira geral os EPI'S são fornecidos, na maioria das vezes, sem qualquer critério de escolha, apenas para o cumprimento básico da legislação, causando muitas vezes desconforto nos trabalhadores. Não há qualquer preocupação com a qualidade e desempenho dos equipamentos por parte dos empregadores no geral (Da Silva, et al, 2015)

Acidentes de trabalho geram custos adicionais à construção civil, principalmente com reparação de danos, indenizações e custos por afastamento de funcionários (Cavaignac & Forte, 2018). Segundo o Anuário da Previdência Social do ano de 2016 foram gastos 312 milhões de reais em benefícios concedidos a acidentários, o que de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) representou 3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional no mesmo período.

O processo de planejamento, anterior ao início da execução, é essencial para uma correta execução de obras civis evitando custos não provisionados e os procedimentos de análise e gerenciamento de risco são fundamentais para investigar a situação laboral dos colaboradores prevendo e solucionando futuros riscos inerentes à função (Bennite, 2004; Cavaignac & FORTE, 2018). As principais ferramentas de análise de risco são a análise preliminar de risco – APR, árvore de falha (*Fault Tree Analysis*– FTA) e recentemente, a análise 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 métodos comumente utilizados na análise de falhas é a FMEA (*failure mode and effect analysis*), que é amplamente descrito na literatura (Helman, 1995). Em termos sintéticos, o FMEA é um método de análise estruturada, formalmente documentada para



servir também como uma avaliação interna ao projeto do produto ou processo. Seu objetivo básico é identificar os modos de falha, suas causas básicas, seus efeitos, e qual o impacto desses efeitos no produto final. Uma vez estabelecida a relação entre a falha, suas causas e seus efeitos, são determinados índices que avaliam a probabilidade de ocorrência da falha, a gravidade de seus efeitos e a capacidade de detectar-se a falha e bloqueá-la antes do seu efeito ser percebido pelo cliente. O produto dos três índices resulta no chamado “índice de risco”, que permite a hierarquização das falhas e a priorização das ações preventivas que serão tomadas (Vanni, et al., 1998).

O FMEA Foi desenvolvida na década de 50 com a finalidade de encontrar a qualidade e confiabilidade nos programas aeroespaciais da NASA. Posteriormente esta técnica foi utilizada em indústrias através das exigências pelos clientes. O FMEA 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).

Severidade é a classificação que indica a gravidade de uma consequência possível no modo potencial de uma falha. Classificando a gravidade da falha de 1 a 10, partindo de uma consequência sem danos até danos catastróficos ou irreparáveis. A ocorrência no FMEA é a estimativa da frequência ou probabilidade de ocorrência do modo de falha. O melhor método para determinar o seu valor é através do uso de dados reais do processo, no entanto, no caso onde não há dados anteriores para avaliação podem ser atribuídos escalas qualitativas baseado na experiência dos operadores (Mcdermott, et al., 2009). Detecção é a dificuldade de fazer com que a falha seja detectada antes que ocorra o modo de falha. Para a área de manutenção, conceitua-se a probabilidade de detecção entre muito baixo e muito alto, relacionando os conceitos de 1 a 10 com a probabilidade de o defeito ser detectado (Stamatis, 2003; Mcdermott, et al., 2009).

A tabela 1 é proposta por Cavaignac & Uchoa, (2018), como ferramenta de referência rápida aos profissionais que elaboram, executam e pesquisam sobre o tema de segurança do trabalho, com o intuito de diminuir a dificuldade da utilização do FMEA relatado por Laurenti et al, (2012), e reforçado por Cavaignac & Forte, (2018).

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	Índice	Natureza de detecção
1	Sem impacto real	6	Impacto sofrido	1	
2	Trauma irrelevante	5	Queda com diferença de nível	2	Inspeção visual
3	Trauma que requer primeiros socorros	5	Impacto contra	3	Teste tátil / teste manual
4	Incapacidade temporária	5	Esforço	4	



sem afastamento		excessivo ou inadequado		
5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Prensagem ou aprisionamento	5
6	Incapacidade temporária com afastamento longo	5	Queda em mesmo nível	6
7	Incapacidade permanente parcial	4	Exposição ao ruído	7
8	Incapacidade permanente total	4	Contato com substância nociva	8
9	Óbito de envolvidos no processo	4	Choque elétrico	9
10	Óbito de não envolvidos no processo	3	Atrito ou abrasão	10
-	-	3	Contato com temperatura extrema	-

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

Nesse sentido, este trabalho visa realizar uma investigação da situação dos trabalhadores da construção civil em obras de pequeno porte – obras unifamiliares – no município de Imperatriz – MA, e a partir da investigação in loco, realizar a aplicação da ferramenta de análise de risco FMEA (*failure mode and effects analysis*).

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma obra de construções unifamiliares no município de Imperatriz-MA. Cada unidade executada possuía apenas o pavimento térreo e de 90 a 110 m<sup>2</sup> de área construída. No momento do estudo a obra se encontrava na fase de execução de telhados e execução de escavação para fossa séptica. Foi realizado a observação *in loco* da situação dos trabalhadores e registrados através de fotografias. A partir deste registro fotográfico foi realizado uma discussão acerca das inconformidades encontradas em relação as normas regulamentadoras n° 6, n° 18 e n° 35. Posteriormente, os dados obtidos foram usados para a aplicação do FMEA.

Para a aplicação do FMEA em SSO foi utilizado o modelo proposto por Cavaignac & Forte, (2018). Contudo este modelo precisou ser adaptado para o uso da tabela de referência proposta por Cavaignac & Uchoa, (2018). A principal alteração foi a inserção de uma coluna de classificação de ocorrência chamada de “natureza de ocorrência”, para relacionar com os índices de ocorrência propostos na tabela de referência. A tabela 2 mostra o modelo utilizado para a aplicação do FMEA neste trabalho.



Tabela 2. Modelo de tabela para aplicação do FMEA em análise de risco ocupacional.

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
1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°

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

Após a obtenção dos números de priorização de risco (RPN – *Risk Priority Number*) foi gerada um plano de ações corretivas, com as sugestões de correção dos modos de falha e sua priorização, do maior ao menor RPN, para organizar a correção das situações observadas.

### 3. INCONFORMIDADES ENCONTRADAS NA OBRA

Ao decorrer das visitas técnicas foram feitos vários registros fotográficos onde ressaltaram as irregularidades quanto ao não cumprimentos das NR`s. Na imagem 1, observamos várias inconformidades.

Figura 1. Inconformidades encontradas nos trabalhadores [1] e [2]: ausência de (a) capacete, (b) luvas, (c) dispositivo de segurança contra queda.



Fonte: Autores, (2019).

Figura 2. Inconformidades encontradas no trabalhador [1]: ausência de (a) capacete, ausência de (b) dispositivo de segurança contra queda, (c) escada em posição irregular.



Fonte: Autores, (2019).



De acordo com a NR 18.18 telhados e coberturas, é obrigatória a instalação de cabo guia ou cabo de segurança para fixação de mecanismo de ligação por talabarte acoplado ao cinto de segurança tipo paraquedista. Na NR 18.18.2 diz que: nos locais sob as áreas onde se desenvolvam trabalhos em telhados e ou coberturas, é obrigatória a existência de sinalização de advertência e de isolamento da área capazes de evitar a ocorrência de acidentes por eventual queda de materiais, ferramentas e ou equipamentos.

Figura 3. Inconformidades encontradas no trabalhador [1]: ausência de (a) capacete, (b) luvas e (c) botas.



Fonte: Autores, (2019).

A NR 18 no tópico 6.5 diz que: Os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim. (118.144-0 / I4). Na NR 18.6.7. As escavações com mais de 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros) de profundidade devem dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente do previsto no subitem 18.6.5.

Figura 4. Inconformidades encontradas no trabalhador [1] e [2]: ausência de (a) capacete, (b) luvas e (c) botas.



Fonte: Autores, (2019).



#### 4. APLICAÇÃO DO FMEA

A seguir são apresentadas as tabelas obtidas da aplicação do FMEA a partir dos dados coletados *in loco* em dois processos: escavação – serviço de execução de escavação para montagem de sistema de fossa séptica – e execução de telhado – trabalho realizado em altura para execução e cobertura da residência. Após as tabelas será realizada uma discussão dos resultados obtidos. A tabela a seguir trata da aplicação do FMEA na escavação de fossa.

Tabela 3. Aplicação do FMEA na escavação de fossa

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
Escavação	Desmoronamento	Falta de escoramento	Prensagem ou aprisionamento	5	Morte	9	Visual	2	90	Execução de escoramento
	Queda de pessoa no interior da escavação	Falta de sinalização	Queda com diferença de nível	5	Morte	10	Visual	2	100	Sinalização do local
	Soterramento	Material armazenado muito próximo da vala	Aprisionamento	5	Trauma que requer primeiros socorros	3	Visual	2	30	Armazenamento do material retirado dist. >1/2 profundidade
	Excesso de esforço na colocação da manilha	Colocação das manilhas sem equipamento adequado	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade permanente parcial	7	Visual	2	70	Usar equipamento adequado para colocação das manilhas dentro da vala
	Contato excessivo com umidade	trabalhador exposto	Contato com substância nociva		Incapacidade temporária	5	Visual	2	40	Usar vestimenta adequada
				4	Com afastamento curto					
Esmagamento de membros na montagem da fossa	Queda da manilha sobre membro do operário	Impacto sofrido	6	Incapacidade permanente total	8	Visual	2	96	Usar epi e maquinário adequado para montar as manilhas	

Fonte: Autores, 2019.



Na tabela 3 sobre escavação temos o modo de falha pelo desmoronamento, causado pela falta de escoramento, podendo ocorrer a prensagem ou aprisionamento do trabalhador com índice 5, ocasionando até mesmo a sua morte com índice 9, sua detecção é visual com índice 2, totalizando um RPN de 90. Sua ação corretiva de acordo com a NR 18 no parágrafo 6.5 é que em escavações com profundidade maior que 1,25m devem ter sua instabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para tal fim.

No modo de falha de queda de pessoa no interior da escavação gerada pela falta de sinalização causando uma queda com diferença de nível de índice 5, podendo causar até a morte de uma pessoa na envolvida no processo com índice 10, sendo detectada por meio de inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 100. De acordo com a NR 18 no parágrafo 6.12 os acessos de trabalhadores, veículos e equipamentos as áreas de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.

Já no modo de falha de soterramento tendo como causa o armazenamento do material retirado muito próximo a vala podendo causar aprisionamento do trabalhador com índice 5, gerando até um trauma que requer primeiros socorros de índice 3, sendo detectado por inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 30. A NR 18 no parágrafo 6.8 diz que os materiais retirados da escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude.

No excesso de esforço na colocação das manilhas dentro da vala temos a causa da falha a não utilização de equipamentos adequados levando o trabalhador a um esforço excessivo ou inadequado com índice 5, podendo gerar uma incapacidade permanente parcial com índice 7, sendo detectado através de inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 70, sua ação corretiva será através de utilização de equipamentos adequados para a colocação das manilhas dentro da vala.

Também temos o trabalhador em contato excessivo com a umidade, levando o mesmo a uma exposição pelo contato com substância nociva de índice 4, podendo levar a uma incapacidade temporária com afastamento curto de índice 5 sendo detectado através de inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 40, a medida preventiva seria a empresa disponibilizar ao trabalhador exposto vestimentas adequadas para este tipo de tarefa.

O trabalhador também poderá sofrer um esmagamento de membro durante a montagem da fossa pela queda da manilha sofrendo assim um impacto de índice 6, ocasionando uma incapacidade permanente total de índice 8, sendo detectada através de inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 96, a ação corretiva seria o trabalhador está usando seu EPI devidamente para esta tarefa e também o uso do maquinário correto para o içamento e colocação das manilhas dentro da vala.

Tabela 4. Aplicação do FMEA na execução do telhado

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
------------------	---------------	-----------------------	------------------------	---	---------	---	-------------------	---	-----------------	------------------



Execução do telhado	Queda do colaborador do telhado	Não uso de epi	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade permanente total	8	Visual	2	80	Uso de EPI
	Queda de material do telhado	Área não sinalizada	Impacto sofrido	6	Trauma que requer primeiros socorros	3	Visual	2	36	Uso de EPC
	Quebra da escada	Falta de resistência do material	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Ausência de métodos de avaliação	10	250	Troca da escada
	Queda do colaborador da escada	Falta de estabilidade	Queda com diferença de nível	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Checklist	4	100	Troca da escada

Fonte: Autores, (2019).

Nesta tabela podemos observar várias falhas que são muito frequentes no canteiro de obra. Na NR 18, no tópico 18.1 que fala sobre telhados e coberturas diz que para trabalho em telhados e coberturas devem ser utilizados dispositivos dimensionados por profissional legalmente habilitado e que permitam movimentação segura dos trabalhadores, o não uso desse EPI poderá acarretar na queda do colaborador com diferença de nível que tem um índice 5, causando até uma incapacidade permanente total com índice 8, podemos perceber isso por meio de inspeção visual com índice 2, totalizando um RPN de 80. Na mesma NR já no tópico 18.2 diz que: nos locais sob as áreas onde se desenvolvam trabalhos em telhados e ou coberturas, é obrigatória a existência de sinalização de advertência e de isolamento da área capazes de evitara ocorrência de acidentes por eventual queda de materiais, ferramentas e ou equipamentos, o não uso deste EPC o trabalhador poderá sofrer um impacto com índice 6, com trauma que requer primeiros socorros de índice 3, podemos detectar através de inspeção visual de índice 2, totalizando um RPN de 36.

Já no modo de falha da quebra da escada temos como causa da falha a falta de resistência do material causando uma queda do colaborador com diferença de nível com índice 5, podendo



gerar uma incapacidade temporária com afastamento curto de índice 5, esta falha é de difícil detecção tendo por isso um índice 10, gerando um RPN de 250, sendo necessário fazer inspeção na mesma com frequência a fim de evitar esse tipo de acidente, pois o mesmo atingiu o maior índice de acordo com a ferramenta para este tipo de trabalho. Agora falando sobre a queda do colaborador da escada temos a causa da falha a falta de estabilidade, podendo causar uma queda com diferença de nível de índice 5, podendo gerar uma incapacidade temporária com afastamento curto de índice 5, sendo detectado através de um *checklist* de índice 4, totalizando um RPN de 100. A ações corretivas quanto ao uso da escada seria a troca da mesma quando detectado estas falhas.

## 5. CONCLUSÃO

Tanto em grandes quanto em pequenas obras a segurança e saúde do colaborador é de grande importância, devendo assim o empregador investir na qualidade das ferramentas de trabalho, qualificação e treinamento do quadro de funcionários. Nesse sentido o presente trabalho vem contribuir em duas situações de trabalho que é o processo de escavação (serviço de escavação e montagem de sistema de fossa séptica) e telhado (execução do telhado e cobertura de residência), mostrando através da tabela a seguir quais os riscos mais comuns e seu índice (RPN) ordenado do maior para o menor de acordo com o seu grau de gravidade. Além das identificações qualitativas a ferramenta FMEA (*failure modes and effects analysis*) nos informa dados quantitativos dos riscos relacionados a sua causa e efeito aos trabalhadores. A tabela 5 contém um plano de ações corretivas para contribuir para mitigar os riscos ocupacionais presentes na obra investigada.

Tabela 5. Plano de ações corretivas, com sugestões para correções dos modos de falha com suas prioridades de acordo com RPN.

Ordem de prioridade	Modo de falha	RPN	Ações corretivas
1º	Quebra da escada	250	Troca da escada por outra de boa qualidade
2º	Queda do colaborador da escada	100	Troca da escada
3º	Queda de pessoa no interior da escavação	100	Sinalizar o local da escavação
4º	Esmagamento de membro na montagem da fossa	96	Usar EPI e maquinário adequado
5º	Desmoronamento	90	Fazer escoramento
6º	Queda do colaborador do telhado	80	Conscientizar o colaborador ao uso do EPI correto
7º	Excesso de esforço na colocação da manilha	70	Fazer o uso dos EPI's adequados para colocação das manilhas
8º	Contato excessivo com umidade	40	Usar a vestimenta adequada
9º	Queda de material do	36	Uso de EPC



telhado			
10°	Soterramento	30	Armazenar o material retirado a uma distância maior que ½ da profundidade da vala.

Fonte: Autores, (2019).

Após a obtenção dos RPNs (*risk priority number*) foi possível priorizar os modos de falha encontrados. Para o serviço de escavação, a queda de pessoas na escavação não-sinalizada obteve o maior RPN, seguido de esmagamento de membro durante a colocação da fossa – 100 e 96. Para o trabalho em altura, a quebra da escada obteve o maior RPN, igual a 250 – também o maior RPN geral.

## REFERÊNCIAS

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

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.

doi: 10.14488/BJOPM.2018.v15.n4.a9

Da Silva, F.R., Soares, J.M.M.S., Fontes, A.R.M., Ferrarini, C.F. & Borrás, M.Á.A. (2015). A importância da participação do usuário no design de produtos: estudo de caso no cenário da agricultura. *Blucher Design Proceedings*, 2(1), 695-705.

Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.L de O. (2019). Avaliação de riscos e falhas utilizando a ferramenta FMEA priorizando a NR-10 de serviços elétricos de baixa, média e alta tensão. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3): 214-225.

Diniz Júnior, J.A. (2002). Segurança do trabalho em obras de construção civil: uma abordagem na cidade de Santa Rosa/RS. TCC (Curso de graduação em engenharia civil)– Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí: UNIJUÍ.

Helman, H. & Andery, P.R.P. (1995). Análise de falhas:(aplicação dos métodos de FMEA e FTA). UFMG, Escola de Engenharia. 156p.

Jorge, G.P. do N., Sousa, M.J.A. de, & Cavaignac, A.L. de O. (2019). Priorização de risco em obra de médio porte por meio da utilização do FMEA: uma ferramenta de melhoria para segurança do trabalho em altura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3): 35-53.

Laurenti, R., Villari, B. D., & Rozenfeld, H. (2012). Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura. *Pesquisa & Desenvolvimento Engenharia de Produção*, 10(1), 59-70.



Citação (APA): Mota, C.P.A. & Cavaignac, A.L.deO. (2019). Avaliação de risco ocupacional em obras de pequeno porte de unidades unifamiliares com aplicação do fmea: uma investigação sobre trabalho em altura e escavações. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 25-35.

Lovato, C. Saúde e Segurança: Construção lidera percentual de inspeções realizadas no país em 2016. Retrieved Março 15, 2019 from

<http://trabalho.gov.br/noticias/4157-construcao-lidera-percentual-de-inspecoes-realizadas-no-pais-em-2016>

Mcdermott, R., Mikulak, R.J. & Beauregard, M. (2009). The basics of FMEA. 2. ed. CRC Press.

Santos, A.G.S., Nascimento Jorge, G.P. do, & Cavaignac, A.L. de O. (2019). FMEA como ferramenta de identificação dos riscos ao trabalhador da construção civil. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3), 19-34.

Serviço Social da Indústria. (1991). Diagnóstico da mão de obra do setor de construção civil. Projeto SESI na Indústria da Construção Civil. 112 p. Brasília.

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

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

---

