



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

AET e FMEA PARA CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DE PEQUENO PORTE

*TRA and FMEA FOR ERGONOMIC RISKS CLASSIFICATION IN SMALL SIZE CIVIL
CONSTRUCTION*

Raimara Araújo Lima¹, & André Luís de Oliveira Cavaignac^{2*}

^{1,2} Universidade Ceuma - Universidade Federal do Maranhão.

¹ raimara.araujo1@gmail.com ² andreluiscavaignac@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 21.12.2020

Aprovado em: 17.03.2021

Disponibilizado em: 17.06.2021

PALAVRAS-CHAVE:

Ergonomia, Segurança do trabalho, FMEA,
Construção Civil

KEYWORDS:

Ergonomics, Safety at work, FMEA, Construction

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

RESUMO

A ergonomia pode ser entendida como o estudo de adequações do posto de trabalho aos funcionários, afim de buscar uma solução coerente para melhorar o bem estar e atividades desenvolvidas no cotidiano. A ergonomia não é algo inacessível para a construção civil, porém as empresas deixam de investir em sua implantação da mesma, não realizando treinamentos ou campanhas preventivas, consequentemente pode-se ocasionar o aparecimento de lesões por esforços repetitivos (LER), podendo se agravar e inclusive causar o afastamento do funcionário. As ações de prevenção de patologias ocupacionais são medidas que contribuem para a redução de taxas de acidentes do trabalho, levando em conta que o canteiro de obra é o ambiente mais propício para o surgimento de problemas ergonômicos por englobar uma série de atividades em um mesmo setor. Este artigo se propõe a identificar e descrever os riscos ergonômicos mais comuns na construção civil, utilizando o método do *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), com a obtenção do *Risk Priority Number* (RPNs) para priorizar as falhas encontradas, e com isso apontar medidas preventivas. Para isso, realizou-se um estudo de caso na construção do camelódromo na cidade de Imperatriz – MA, com destaque nos processos de execução de levantamento das paredes e transporte em

carrinho de mão; com a finalidade de mostrar posturas inadequadas e como executá-la de forma correta sem gerar riscos ergonômicos.

ABSTRACT

Ergonomics can be understood as the study of the adequacy of the workplace for employees, in order to seek a coherent solution to improve well-being and activities developed in daily life. Ergonomics is not something inaccessible for civil construction, however companies stop investing in its implementation, do not carry out training or preventive campaigns, consequently, with the lack of it, it can cause the appearance of injuries by repetitive efforts, which can get worse and even cause the employee to leave. The actions to prevent occupational pathologies are measures that contribute to the reduction of occupational accident rates, taking into account that the construction site is the most propitious environment for the emergence of ergonomic problems because it encompasses a series of activities in the same sector. This article aims to identify and describe the most common ergonomic risks in civil construction, using the Failure mode and effect analysis (FMEA) method, obtaining the Risk priority number (RPNs) to prioritize the flaws found, thereby pointing out measures preventive measures. For this, a case study was carried out on the construction of the camelódromo in the city of Imperatriz - MA, with emphasis on the execution processes of lifting the walls and transporting in a wheelbarrow; with the purpose of showing inappropriate postures and how to execute it correctly without creating ergonomic risks.



1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos ramos com maior evidência de doenças ocupacionais, pois ela engloba uma série de atividades que expõem riscos, como trabalhos em alturas, eletricidade, manutenção, exposição à agentes químicos, operação de ferramentas, máquinas pesadas, montagem de estruturas, serragem de madeira, demolição, entre outros (Silva, 2016). No ano de 2016 foram registradas mais de 15 mil doenças ocupacionais, segundo dados do Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS). De acordo com Ilda (2005), nessas atividades existem muitas posturas incômodas e tarefas repetitivas, principalmente através de carregamento manual de materiais.

É muito importante informar aos colaboradores os riscos visíveis e imperceptíveis nas ocupações que eles realizam diariamente no canteiro de obra, não somente para preveni-los de acidentes, mas também, para garantir maior eficiência e preveni-los de enfermidades que futuramente possa agravar ou até mesmo causar lesões ou afastamento (Gomes *et al.*, 2017). O cansaço físico e emocional, frequentemente são causados baseado em circunstâncias que abrangem os problemas posturais do sujeito no local de trabalho, diminui a produtividade do trabalhador, podendo propiciar diversas doenças (ACOMEST, 2014).

Segundo Gomes (2011), os colaboradores estão diariamente expostos aos riscos ergonômicos na construção civil, os principais são: esforço físico intenso, tarefas repetitivas, postura inadequada, trabalhos em turnos ou noturnos, máquinas de grande porte, transporte de materiais pesados, jornadas prolongadas e levantamento de materiais pesados. Doenças relacionadas aos riscos ergonômicos são os mais comuns nas empresas, segundo Saurin *et al.* (2005), apontam os riscos ergonômicos como potencializadores das doenças ocupacionais mais encontradas na construção, destacando-se a Doenças Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), causada pela força física exercida durante o trabalho, a lombalgia, que é causada pelo carregamento inadequado de peso ou pela execução de movimentos repetitivos, desgastando a musculatura vertebral.

Conforme Netto (2015), outra principal doença que acometem os trabalhadores é a afecções musculoesqueléticas, ocasionado devido a Lesões por Esforços Repetitivos (LER), influenciada por repetições de movimentos com certa frequências e sem pausa para descanso. Alguns sintomas mais comuns dessa lesão é formigamento, calor, dor, inflamação dos tendões, fraqueza muscular, bolsas sinoviais e ligamentos (Kassada *et al.*, 2011). Para Francisco e Medeiros (2016) em seus estudo de ergonomia na construção civil, afirmam que não há preocupações e nem cuidados por partes dos trabalhadores com as condições de trabalho; no qual a preocupação está voltada apenas para a pretensão e aumento salarial, com isso, a falta de conhecimento quanto as execuções corretas das ocupações, faz com que os empregados fiquem ao acaso de sérios danos a sua saúde.

A ergonomia proporciona melhor comodidade aos trabalhadores e controla os fatores que colaboram para desenvolvimento de doenças ocasionadas por tarefas repetitivas. Ela é a interação entre o homem e o trabalho, ou seja, é o modo com que o homem se comporta com o ambiente físico e com os métodos utilizados para projetar e controlar o trabalho nesse ambiente (IIDA, 2016). Corroborando este raciocínio, a ergonomia é extremamente útil para prevenir ou



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

até mesmo minimizar atividades que pode ocasionar riscos, também com a conservação da integridade física e mental dos funcionários.

Dito isso, a Norma Regulamentadora 17 (NR-17) trata sobre a ergonomia, ela estabelece medidas para adaptação das exigências de trabalho de modo que os trabalhadores tenham o máximo de segurança, comodidade e ótimo desempenho. As exigências de trabalho compreendem fatos diretamente ligados ao transporte, levantamento e descarga de utensílios, aos equipamentos e às condições locais do posto de trabalho e sua própria ordenação (BRASIL, 1990).

Uma forma simples e acessível para a melhoria no gerenciamento dos riscos na construção, é aplicar a ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA); uma ferramenta que identifica todos os possíveis modo de falha e determina o efeito de cada um sobre o sistema e através de raciocínio dedutivo aponta possíveis soluções. (Helman, 1995). O FMEA concede uma análise centrada de riscos, identificando as possíveis falhas conforme a ocorrência por meio de um coeficiente denominado de número de prioridade de risco ou *Risk Priority Number* (RPN). Este algarismo é um resultado da multiplicação entre os três índices – severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) – e variam de 1 a 10, quanto maior o número, mais crítica é a falha e mais rápido deve se tomar uma medida preventiva (Stamatis, 2003).

A Tabela 1 é recomendada por Cavaignac & Uchoa(2019), como material de direção à estudo e pesquisas sobre a utilização e aplicação do FMEA no ramo de segurança do trabalho, como meio rápido de compreensão.

Tabela 1. 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	
4	Incapacidade temporária sem afastamento	5	Esforço excessivo ou inadequado	4	Teste tátil / teste manual
5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Prensagem ou aprisionamento	5	
6	Incapacidade temporária com a afastamento longo	5	Queda em mesmo nível	6	Aplicação de checklist / sequência de antes da tarefa
7	Incapacidade permanente parcial	4	Exposição ao ruído	7	
8	Incapacidade permanente total	4	Contato com substancia nociva	8	Inspeção instrumental
9	Óbito de envolvidos no processo	4	Choque elétrico	9	Testes mecânicos
10	Óbito de não envolvidos no processo	3	Atrito ou abrasão	10	Ausência de métodos efetivos
-	-	3	Contato com temperatura extrema	-	-

Fonte: Cavaignac e Uchoa (2019).



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

2. METODOLOGIA

A princípio foi elaborada uma pesquisa bibliográfica referente às doenças ocupacionais mais frequentes em canteiros de obra, avaliando o meio mais propenso de ocorrer a mesma, sob o enfoque dos conceitos e aplicação da ergonomia.

A coleta de dados foi realizada no mês de março de 2020. Nessa etapa, realizou-se um levantamento fotográfico que ilustrasse a postura e o desempenho ao exercer uma atividade dos funcionários em seu local de trabalho; e em paralelo, foi realizado um questionário sobre as principais queixas com relação a dores e outros adoecimentos causados pela atividade laboral; tempo de exercício na função; idade; qual a frequência de levantamento e transporte de cargas manuais; horários de intervalos e existência de ginástica laboral.

O estudo foi feito em uma obra de construção do camelódromo da cidade de Imperatriz - MA; o mesmo é dividido em vários blocos (apenas de pavimentos térreo) no qual será de vendas de mercadorias e outros de alimentações; cada unidade construída possui área de 90 a 110 m², sendo 20 blocos no total. Com 30 trabalhadores atuando na obra, onde 15 trabalhadores foram observados e entrevistados. Os resultados encontrados foram: Jornada de trabalho sem pausa para descanso, ausência de ginástica laboral, transporte de carrinho de mão com agregados, assentamento e reboco da parede. No final do expediente, os trabalhadores encontravam-se com fadiga e queixa de dores na lombar.

Na etapa do estudo a edificação se encontrava no estágio de levantamento das paredes de todos os blocos. Para analisar as atividades, foi realizado registros fotográficos; feito isto, foi elaborado uma discussão acerca das inconformidades, tendo em conta o propósito de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que é observar, identificar e retificar determinada circunstâncias da obra. Para o desenvolvimento do trabalho as inconformidades foram detectadas através do estudo das NR's 17 e 18 para então ser usados na execução do FMEA, apontando correções, no qual sem a mesma acarretaria em uma doença ocupacional futuramente.

Para a aplicabilidade do FMEA, foi utilizado o modelo recomendado por Uchoa et al. (2019), no qual foi adaptado para melhor desempenho da tabela de referência indicada por Cavaignac e Uchoa, (2018). A Tabela 2 mostra o modelo utilizado para a aplicação do FMEA neste trabalho.

Tabela 2. Tabela modelo para implantação do FMEA em análise de risco ocupacional.

Tipo da Falha	Potencial Modo de Falha	Potencial Causa da Falha	Potencial Consequência da Falha	Medida de Controle	Ações Corretivas
---------------	-------------------------	--------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------

Fonte: Mota e Cavaignac (2019)

A Tabela 2 é um modelo para formular a tabela do FMEA, no qual foi preenchido com as ações realizada no canteiro de obra que apresentou ameaça a saúde dos colaboradores (processo ou ação), apontando modos de falha ou riscos concorrente (modo de falha), apresentando suas causas, efeitos, (causa básica da falha, natureza da ocorrência e efeitos) meio pelo qual foi detectado (médios de detecção) e uma ação corretiva para o mesmo (Ação corretiva). A tabela



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

também, apresenta o índice de ocorrência, severidade e detecção (S, O, D) de acordo com a natureza de ocorrência e natureza de severidade, baseada na tabela 1.

Para finalizar, foi gerado correções no modo de falha mediante um plano de ação e suas prioridades, calculando os RPN para melhor avaliação dos riscos do mais grave ao mais leve, com intuito de diminui-los ou até extingui-los.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INCOFORMIDADES INDENTIFICADAS NA OBRA

As atividades desenvolvidas são diferentes em cada fase da obra para cada tarefa conforme a função do operário, para assim desenvolver um trabalho com mais qualidade e rapidez, sem sobrecarregar os operários. Como a fase já estava na finalização das paredes, as tarefas desenvolvidas foram realizadas pelo servente e pedreiro, no preparo de massa, peneiramento da areia, transporte de matérias.

Figura 1. Inconformidade encontrada nos funcionários [1] e [2]: má postura (a) em tarefas repetitivas e (b) levantamento de peso em repetidas vezes no mesmo local.



Fonte: Autores (2020)

A sequência de postura do servente [2], após o preparo da massa pela betoneira, o mesmo fez o transporte dela e está abastecendo o recipiente que está quase a altura do seu ombro sobre um andaime como é mostrado na Figura 1, no qual é possível perceber a variação de postura ao executar uma única tarefa e isso em movimentos repetitivos. Nessa atividade a altura que se encontra o recipiente e o esforço no qual o servente vai realizar ao levantar a pá com o peso da argamassa, exige um esforço grande dos braços, ombros e tronco, repetida vezes.

Na mesma Figura 1 pode observar também o pedreiro rebocando a parede, o mesmo usa uma espátula de aço, no qual ele pega a argamassa que está na altura dos seus pés, e joga acima do seu comprimento, isso também em séries repetidas; pode-se analisar nessa atividade a altura variada exige esforços em vários membros. Há um grande esforço por parte da coluna pois o trabalhador se abaixa pra pegar a argamassa sem flexionar os joelhos deixando assim toda sobrecarga para a coluna vertebral; há um trabalho também exercido pelos ombros e braço no qual estará suportando o peso da argamassa ao ser aplicada na parede.



Figura 2. Transporte em carrinho de mão.



Fonte: Autores (2020)

Na Figura 2, o funcionário faz o transporte de resíduos da construção, do local da obra até o local de descarte, aquele o faz com o auxílio de carrinho de mão e nisso o servente deve passar por caminhos irregulares e com entulhos, ao manusear o carrinho a coluna do mesmo fica curvada causando desconforto na espinha dorsal.

3.2 IMPLANTAÇÃO DO FMEA

A coleta de dados foi realizada *in loco* durante dois dias; no primeiro dia os trabalhadores foram entrevistados através de um formulário com questionamentos sobre suas atividades laborais e no segundo dia, os trabalhadores foram observados realizando suas atividades, com isso, realizou-se anotações de cada movimento que apresentava riscos ergonômicos aos colaboradores. Dessa forma, foi gerado duas tabelas através de implantação do FMEA, para as atividades de rebocar parede e transporte de carrinho de mão. Após apresentar as tabelas, foi realizado um debate dos resultados alcançados. A Tabela 3 apresenta implantação do FMEA na tarefa de rebocar parede.

Tabela 3. Implantação do FMEA na tarefa de rebocar parede.

Tipo da Falha	Potencial Modo de Falha	Potencial Causa da Falha	O	Potencial Consequência da Falha	S	Medida de Controle	D	RPN	Ações Corretivas
Postura Inadequada	Lesão na Coluna - Retirada da massa do recipiente / fixação da massa na parede	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Inspeção visual	2	50	Treinamento de técnicas ergonômica, manutenção do ambiente de trabalho Colocar argamassa no nível da cintura do servente, manutenção do ambiente de trabalho
Postura Inadequada	Lesão na Coluna - Enchimento do recipiente com massa	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Inspeção visual	1	25	
Movimento repetitivo	Lesão na Coluna	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Inspeção visual	1	25	Alternância dos braços, pausas para descanso
Movimento repetitivo	Fadiga dos braços	Esforço excessivo ou inadequado	5	Trauma irrelevante	2	Inspeção visual	1	10	Alternância dos braços, pausas para descanso

Fonte: Autores (2020)



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

Na Tabela 3, a respeito de rebocar parede dispomos do modo de falha de lesão na coluna, causado por dois fatores: postura inadequada da coluna e por rotação do tronco. O primeiro pode ocorrer por esforço em excesso ou indevido com índice 5, provocando temporariamente a incapacidade com afastamento curto com índice 5, detectado de modo visual com índice 2, concluindo um RPN de 50. A correção desta falha é promover um treinamento de técnicas ergonômicas, no qual será instruído posturas para exercer a função, e conforme a NR 17 parágrafo 6.3, nas atividades que exijam essas dinâmicas do ombro, dorso e membros inferiores e superiores, devem ser incluídas pausas para descanso. O segundo fator ocorre também por esforço repetitivo da rotação deste mesmo, com índice 5, gerando também afastamento curto com incapacidade temporária e índice 5, detectado de modo visual com índice 1, totalizando um RPN de 25. O mesmo pode ser evitado colocando o recipiente que vai receber a argamassa no nível da cintura do servente.

No modo de falha de lesão no ombro ocasionada por movimento repetitivo deste membro, devido a esforço repetitivo de índice 5, podendo ocasionar temporariamente a incapacidade com afastamento curto de índice 5, o mesmo é detectado por meio de inspeção visual com índice 1, realizando um RPN de 25. A ação corretiva do mesmo pode ser feito através de alternância dos braços ao executar essa atividade.

No que se refere afadiga dos braços, tendo como causa movimento repetitivo devido mais uma vez a esforço repetitivo ou indevido com índice 5, pode ocasionar um trauma irrelevante, ou seja, que não necessita de primeiros socorros, possui índice 2, sendo identificado por investigação visual de índice 1. Com isso finalizando um RPN de 10. A correção deste, também é alternância dos braços ao executar a tarefa.

Nesses trabalhos realizado em pé (Figura 1) o Bureau Internacional do Trabalho (2009) aconselha os trabalhadores a não realizar movimentos muitos alongados para não lesionar os músculos e tendões, a área de trabalho deve ser ajustável ao tamanho do operário, o peso do corpo deve ser transferido de tempo em tempo para cada um dos pés separadamente, o funcionário deve ficar em frente a tarefa que está realizando para não rotacionar o tronco e deve mover os pés em direção à atividade, para ficar mais próximo e não torcer a coluna (Tabela 4).

Tabela 4. Implantação do FMEA na tarefa de transporte em carrinho de mão.

Tipo da Falha	Potencial Modo de Falha	Potencial Causa da Falha	O	Potencial Consequência da Falha	S	Medida de Controle	D	RPN	Ações Corretivas
Postura inadequada	Lesão na coluna	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Inspeção visual	1	25	Ginástica laboral
Transporte de peso	Lesão no ombro	Esforço excessivo ou inadequado	5	Incapacidade temporária com afastamento curto	5	Inspeção visual	1	25	Pausa para descanso
Transporte de peso	Contratura muscular	Esforço excessivo ou inadequado	5	Trauma irrelevante	2	Inspeção visual	1	10	Pausa para descanso

Fonte: Autores, (2020).



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

Tendo em vista a Tabela 4, percebe-se algumas falhas encontradas no transporte de carrinho de mão; lesão na coluna devido a postura inadequada com esforço excessivo de índice 5, podendo ocasionar temporariamente a incapacidade sem afastamento de índice 5. Com isso calcula-se um total RPN de 25. Sua ação preventiva é ginásticas laborais antes de iniciar as atividades. A falha de lesão no ombro pode ocasionar devido ao transporte de peso, através de esforços excessivos de índice 5, vindo a acarretar temporariamente a incapacidade sem afastamento com índice 5. O mesmo pode ser identificado por meio de inspeções visuais de índice 1, fechando assim RPN de 25. A melhor maneira para correção segundo NR 17.3.5 e 17.6.3 precisam ser utilizados assentos para repouso em locais em que possa ser usado por todos os colaboradores durante os intervalos para descanso.

Já a contratura muscular devido ao transporte de peso, proveniente de esforço excessivo com índice 5, pode provocar trauma irrelevante com índice 2, podendo ser identificado por inspeção visual de índice 1. Fechando um RPN de 10.

A coleta de dados foi realizada durante dois dias. No primeiro dia os trabalhadores foram entrevistados através de um formulário com questionamentos sobre suas atividades laborais e no segundo dia os trabalhadores foram observados realizando suas atividades, com isso, foi feita anotações de cada movimento que apresentava riscos ergonômicos aos colaboradores.

Conforme Vieira (2010), o transporte de cargas é estressante e envolve maior gasto energético, para amenizar as enfermidades ocupacionais decorrentes desse serviço como as dorsalgias, são recomendados manusear materiais que possuam alças que não podem ser finas demais, manter a coluna ereta durante o transporte, abaixar-se flexionando as pernas, não carregar peso com apenas uma das mãos, não manusear carrinhos com peso excedentes a 70kg, esse peso depende do piso, da forma do pneu e do tipo de carrinho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução errada das tarefas pode levar os funcionários a incapacidade temporária ou terminante de seu trabalho; constantemente estes cometem erros por falta de conhecimento técnicos de segurança, e inclusive por ausência de disponibilidade de recursos por parte das empresas, que não visa proteger a saúde e integridade dos seus funcionários.

O estudo de que se trata apresentou a relevância para o entendimento a respeito da ergonomia, com o intuito de estabelecer parâmetros mínimos que permitam ao trabalhador desempenhar suas funções com o máximo possível de conforto e também a prevenção de doenças ocupacionais, em duas ocorrências de atividades que é rebocando a parede e transporte de carrinho de mão. A Tabela 5 mostra os riscos mais comuns e seu RPNs disposto do maior para o menor conforme seu grau de criticidade; através desta como adaptar o meio de trabalho aos trabalhadores, como trabalhar com segurança e eficácia, evitando assim que eles desenvolvam determinadas patologia consideradas frequentes.

A Tabela 5 contém um plano de ação no qual relacionada as causas e efeitos, de forma resumida conforme análise da utilização do método do FMEA para que possa ser solucionado conforme a necessidade de intervenção conforme o maior número de RPN.



Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.

Tabela 5. Plano de ações corretivas para o modo de falha conforme nível de criticidade do RPN.

Ordem de prioridade	Tipo da Falha	Potencial Modo de Falha	RPN	Ações correção
1º	Postura Inadequada	Lesão na Coluna - Retirada da massa do recipiente / fixação da massa na parede	50	Colocar argamassa no nível da cintura do servente
2º	Transporte de peso	Lesão no ombro	25	Alternância dos braços
3º	Postura inadequada	Lesão na coluna	25	Ginástica laboral
4º	Movimento repetitivo	Lesão na Coluna	25	Pausa para descanso
5º	Postura Inadequada	Lesão na Coluna - Enchimento do recipiente com massa	25	Treinamento de técnicas ergonômica

Fonte: Autores (2020)

Conclui-se que, os principais erros ergonômicos são de arqueamento da coluna, transporte e manuseio de materiais, movimentos repetitivos com levantamento de peso usando o mesmo braço, forçando o ombro sem pausas de descanso. Esses serviços podem ocasionar problemas como a perda de produtividade, dores, erros na execução das atividades, alteração no estado emocional, podendo comprometer seu bem-estar e segurança. Porém é possível com as correções adequada, tais riscos serem amenizados ou até mesmo eliminados.

REFERÊNCIAS

ACOMEST, Assessoria de comunicação da Ocupacional Medicina e Engenharia de Segurança do Trabalho. Ergonomia: Mantenha a postura no trabalho. Recuperado de <http://www.ocupacional.com.br/ergonomia-mantenha-a-postura-no-trabalho/>

Anuário Estatístico da Previdência Social/Ministério da Fazenda, Secretaria de Previdência, Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência. 25 DE ABRIL DE 2018. Recuperado de <http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/08/aeps2016.pdf>

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2014). NR 04: Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho, Rio de Janeiro.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2014). NR 17: Ergonomia, Rio de Janeiro.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2014). NR 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, Rio de Janeiro.

Bureau Internacional Do Trabalho. (2009). A saúde e segurança do trabalho: uma coleção de módulos – ergonomia. Portugal: Etigrafe,.

Cavaignac, A. L. D. 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.

Francisco, W. G., & Medeiros, A. P. (2016). Análise ergonômica: estudo de caso do depósito de uma empresa de materiais para construção da Grande Florianópolis. *DA Pesquisa*, 11(15), 271-290.

Gomes, H. P. (2011). *Construção civil e saúde do trabalhador: um olhar sobre as pequenas obras* (Doctoral dissertation).



- Citação (APA): Lima, R. A., & Cavaignac, A. L. de O. (2021). AET e FMEA para classificação dos riscos ergonômicos na construção civil de pequeno porte. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(2), 85-94.
- Gomes, D. M., Silveira, F. G. H., & Horsth, A. A. (2017). Avaliação ergonômica do trabalhador na construção civil: riscos minimizados por regulamentação e ginástica laboral. *REMAS-Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde*, 7(1), 17-27.
- Helman, H., & Andery, P. R. P. (1995). *Análise de falhas:(aplicação dos métodos de FMEA e FTA)*. UFMG, Escola de Engenharia.
- Kassada, D. S., Lopes, F. L. P., & Kassada, D. A. (2011). Ergonomia: atividades que comprometem a saúde do trabalhador.
- Mota, C. P. A., & de Oliveira Cavaignac, A. L. (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-BJPE*, 25-35.
- Silva Netto, E. P. D. (2015). *Análise das condições ergonômicas de trabalho em atividades típicas na execução de revestimentos em superfícies verticais de edificações* (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. Quality Press.
- Silva, M. L. L., Bacelar, I. V. A., Alves, D. R., Pereira, C. S., & Oliveira, M. V. M. (2016). Riscos ocupacionais a que estão expostos os trabalhadores da construção civil. *Revista Bionorte*, 5(1).
- Iida, I. (2005). Ergonomia: projeto e produção. 2ª. Edição. São Paulo, Edgard Blücher.
- Iida, I., & Buarque, L. I. A. (2016). *Ergonomia: projeto e produção*. Editora Blucher.
- Saurin, T. A. (2005). Segurança no trabalho e desenvolvimento de produto: diretrizes para integração na construção civil. *Production*, 15(1), 127-141.
- Vieira, R. B. (2010). Interferência ergonômica nas atividades da construção civil: estudo de caso em uma obra de Feira de Santana. 2010. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em engenharia civil) – Universidade Estadual de Santana. Feira de Santana.
- Uchoa, J. G. L., de Sousa, M. J. A., Silva, L. H. V., & Cavaignac, A. L. D. O. (2019). FMEA method application based on occupational risks in the construction industry on work at height: A theoretical contribution. *Internati onal Journal of Advanced Engineering Researchand Science*, 6(10).
-

