



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 RISCOS E PRIORIZAÇÃO DE FALHAS POR MEIO DO FMEA EM SERVIÇOS ELÉTRICOS DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO

### *RISK ASSESSMENT AND FAILURE PRIORIZATION BY FMEA IN LOW, MEDIUM AND HIGH TENSION ELECTRICAL SERVICES*

Edivan Botelho Dias Júnior<sup>1</sup>, & André Luís de Oliveira Cavaignac<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departamento de Engenharias, Universidade CEUMA - Campus Imperatriz.

<sup>1</sup> junior\_botelho\_dias@hotmail.com <sup>2\*</sup> andreluiscavaignac@gmail.com

#### ARTIGO INFO.

Recebido em: 06/06/2019

Aprovado em: 17/06/2019

Disponibilizado em: 05/07/2019

#### PALAVRAS-CHAVE:

Segurança do trabalho; Serviço elétrico; riscos; FMEA.

#### KEYWORDS:

Workplace safety; Electric service; scratch; FMEA.

\*Autor Correspondente: Cavaignac, A.Lde O.

#### RESUMO

A demanda por eletricidade vem crescendo exponencialmente. Os avanços tecnológicos, industriais e sociais vêm suprindo cada vez mais essa fonte de energia, fazendo assim com que ela seja essencial no cotidiano atual e é considerada como serviço público. Contudo a mesma apresenta inúmeros riscos aos servidores envolvidos, não afetando somente os trabalhadores mais os demais ao seu redor. Com base na premissa de analisar os possíveis riscos envolvidos, esta literatura apresenta um estudo baseado nos conceitos apresentados na NR-10, visando avaliar, quantificar e propor ações corretivas para os riscos envolvidos nos serviços elétricos de baixa, média e alta tensão por meio da utilização da ferramenta FMEA. Foram observadas diversas inadequações com as NRs a serem seguidas, sendo a falta de utilização de EPI a mais comumente encontrada nos processos avaliados.

#### ABSTRACT

The demand for electricity has been growing exponentially. Technological, industrial and social advances are increasingly supplying this source of energy, thus making it essential in today's daily life and is considered as a public service. However, it presents innumerable risks to the servers involved, not only affecting the workers but the others around them. Based on the premise of analyzing the possible risks involved, this literature presents a study based on the concepts presented in NR-10, aiming to evaluate, quantify and propose corrective actions for the risks involved in low, medium and high voltage electrical services through use of the FMEA tool. Several inadequacies were observed with the NRs to be followed, and the lack of use of EPI was the most commonly found in the evaluated processes.



## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por eletricidade vem crescendo exponencialmente. Os avanços tecnológicos, industriais e sociais vêm suprindo cada vez mais essa fonte de energia, fazendo assim com que a mesma seja essencial no cotidiano atual e é considerada como serviço público. Porém a mesma pode ser também responsável por acidentes graves e por seu estado se apresentar completamente invisível a olho nu, pessoas podem estar expostas a situação adversas de risco ignoradas ou não (Lourenço & Lobão, 2008).

O ramo da construção civil, em toda a sua abrangência, engloba um conjunto de serviços distintos entre si. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2019), no ano de 2018 no setor da construção - indústria de construção e atividade imobiliária - teve 14,40% de participação no PIB (produto interno bruto) brasileiro. Entre suas prestações de serviços a demanda por serviços elétricos é visível, e conseqüentemente, os riscos na área de trabalho. Visto isso, o Ministério do Trabalho implantou Normas Regulamentadoras (NR), visando medidas preventivas que garantissem o bem-estar. No entanto os servidores, tanto por imprudência quanto por desinformação, deixam a desejar em relação ao cumprimento das normas de segurança, proporcionando um leque de possíveis situações perigosas a serem enfrentadas no cotidiano do trabalhador. Esta literatura busca mensurar os riscos comumente encontrados nas obras de baixa, média e alta tensão, com o objetivo de apontar e agregar importância a resolução de problemas, dos classificados mais críticos até os mais simples, segundo os analisados, propondo soluções apropriadas baseadas na Norma Regulamentadora nº 10.

A NR-10 (Norma Regulamentadora nº 10) estabelece requisitos e condições mínimas para a aplicação de medidas de controle e sistemas preventivos, medidas de proteção individuais e coletivas visando garantir a segurança de todos os expostos a instalações elétricas ou serviços elétricos no geral. Vale ressaltar que norma se limita a estabelecer alguns princípios gerais de segurança ou complementares às normas técnicas brasileiras (normas da ABNT) específicas, deixando para a norma técnica prescrições específicas de instalações elétricas (Cunha, 2006). As normas técnicas são:

NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;

NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV;

NBR 5418 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas;

NBR 13534 - Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais em saúde - Requisitos para segurança;

NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos;

NBR 14639 - Posto de serviço - Instalações elétricas.

Visto que as construções normalmente são alimentadas por tensões 127 V e/ou 220 V em corrente alternada, e que os acidentes de origem elétrica aumentaram em todo o Brasil, segundo o anuário divulgado pela ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade). A correta administração dos serviços começa desde a fase do planejamento, já tendo concepção prévia do projeto, contratação de pessoas qualificadas e os materiais (Lopes, 2012). Segundo o Diário do Aço (Diário do Aço, 2018), foram cerca de 1.387 ocorrências registradas em 2017, sendo 702 fatais. A maioria ocasionada por choques



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

elétricos (627 casos). Os índices divulgados foram os maiores já registrados nos últimos cinco anos. Sendo as principais causas dos incidentes, a falta de qualidade nas instalações elétricas e de conscientização da população sobre os perigos que a eletricidade apresenta. O Nordeste continua sendo a região com o maior número de acidentes, apesar de não ser a com maior população, somando estes 287 ou 46% das mortes por choques. A Bahia lidera o ranking regional com 57 casos fatais, seguido do estado do Pernambuco com 51 e Ceará com 42 mortes. Diante disso, a NR-10 aplica-se tanto para instalações elétricas residenciais quanto industriais, abrangendo serviços de baixa e alta tensão.

Preconizando medidas de controle em prol de prevenir os possíveis riscos presentes nos serviços elétricos no geral, a NR-10, por buscar a segurança e o bem-estar, tende a priorizar a não ocorrência de acidentes ou incidentes envolvendo o contato com eletricidade. Focando nos possíveis riscos é possível avaliar os mesmo por meio de ferramentas de gestão. A maioria age pontuando-os de forma qualitativa os riscos presentes, contudo não os pontuam quantitativamente, no entanto já há o conhecimento do FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), ferramenta de análise de riscos. A planilha de FMEA agrega confiabilidade no processo, produto ou serviço. Ao preencher uma documentação de modos e efeitos de falha, se consegue documentar os possíveis erros que podem acontecer em nosso processo, sistema, etc. o FMEA permite uma priorização de riscos, por meio de um coeficiente chama número de prioridade de risco (RPN). Obtido por meio 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). Com isso, também se torna possível de sugerir ações de correção e melhoria para evitar que isso aconteça. Em relação à saúde e segurança ocupacional, Cavaignac & Uchôa, 2018, propuseram uma tabela de referência para a adaptação dos índices S, O, e D, com as situações encontradas em campo para a aplicação do FMEA em segurança do trabalho.

A literatura apresentada visa apontar possíveis irregularidades comumente encontradas em serviços da área elétrica presentes na construção civil e irregularidades ignoradas em setores com instalações elétricas. Deste modo, é importante apontar e avaliar os riscos aplicando a ferramenta FMEA; propor soluções para os possíveis problemas; e conscientizar as demais massas dos perigos presentes na negligência com a segurança com serviços em sistemas elétricos.

## 2 CONCEITOS GERAIS

A nova norma traz orientações objetivas quanto às especificidades, e genéricas quanto às finalidades e aplicabilidade, resumindo e condicionando as disposições regulamentadas, fixando requisitos e condições mínimas necessárias para a realização dos trabalhos, tornando-os mais seguros e salubres.

A aplicabilidade da nova NR-10 se faz em todas as fases: produção, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção das instalações elétricas e ou quaisquer serviços realizados nas suas proximidades (Atlas 2006).



## 2.1. Riscos no setor elétrico

Os riscos à segurança e saúde dos trabalhadores expostos a energia elétrica são por si só muito elevados, podendo levar a lesões graves e até mesmo a morte. Os riscos são especificados de acordo com as atividades. De acordo com Mattos e Másculo (2011, p. 145) “Boa parte dos profissionais da área tecnológica desconhece aspectos básicos, não somente da legislação específica da profissão, mas também da ordinária.”. Os autores deixam claro que o desconhecimento leva os profissionais a situações desagradáveis, que podem levá-los a despesas financeiras enormes que poderiam ser evitadas.

Diferente de outros seguimentos, o setor elétrico requer cuidado especial por não atingir somente os envolvidos profissionalmente, mas quaisquer pessoas envolvidas que tenham contato com a eletricidade. (Lourenço, Silva, & Filho, 2007)

Segundo o Portal da Construção risco é a probabilidade de ocorrência de danos sobre as pessoas ou bens, resultantes da concretização de uma determinada condição perigosa, em função da probabilidade de ocorrência de uma determinada condição perigosa; e do grau de gravidade dos danos consequentes, os quais podem ser materiais, ambientais e humanos.

Em serviços com eletricidade o trabalhador está exposto a riscos de acidentes com consequências diretas: choque e arco elétrico e com consequências indiretas: quedas, batidas, incêndio, explosões de origem elétrica, queimaduras etc.

Segundo Vieira (2005), choque elétrico é uma perturbação que se manifesta no organismo humano, quando é percorrido por uma corrente elétrica. Essas perturbações podem provocar: tetanização (contração muscular tônica contínua), parada respiratória, fibrilação ventricular do coração e queimaduras (de origem elétrica e não térmicas).

Os fatores que determinam a gravidade da lesão ocasionada pelo choque elétrico são: a intensidade da corrente elétrica circulante, o percurso e as características da corrente elétrica (se corrente alternada ou corrente contínua), e da resistência do corpo humano.

Na maioria dos casos de acidentes envolvendo eletricidade, as vítimas apresentam queimaduras, porque a corrente elétrica atinge o organismo através do revestimento cutâneo. Devido à alta resistência da pele, a passagem da corrente elétrica produz alterações estruturais no organismo. As queimaduras provocadas pela eletricidade diferem daquelas causadas por efeitos químicos, térmicos e biológicos.

A eletricidade pode ocasionar queimaduras de diversas formas e podem ser classificadas como queimaduras pelo contato direto, quando se toca uma superfície condutora energizada; queimaduras pelo arco voltaico, quando o arco elétrico é caracterizado pelo fluxo de corrente elétrica através do ar; queimaduras por vapor metálico, quando na fusão dos contatos elétricos há emissão de vapores e derramamento de metais derretidos.



### 3 METODOLOGIA

Este trabalho se baseou numa análise em campo mediante o acompanhamento de execuções de serviços envolvendo energia elétrica no município de Açailândia, no estado no Maranhão. Através de uma análise visual foi aplicado o uso do FMEA em possíveis processos de risco envolvendo inconformidades com foco na Norma Regulamentadora N° 10: utilização de EPI, instalação de um disjuntor, serviços elétricos em altura, civis expostos a riscos.

O método de análise de falhas e efeitos oferecido pelo FMEA pode ser aplicado nos serviços prestados juntamente com o conhecimento das atuais NRs, com o objetivo de evitar e prevenir riscos potenciais, contribuindo diretamente para a área de gestão e análise de risco em segurança no trabalho. (Cavaignac & Uchoa, 2018)

Foram analisados registros fotográficos e propostas outras situações possíveis colocando em pauta as possíveis inconformidades com as normas regulamentadoras, determinando possíveis falhas nos processos, e com a aplicação do FMEA, procurou-se identificar as causas, efeitos, métodos de detecção, ações corretivas e a obtenção do Número de Prioridade de Risco (RPN) a fim de comparar e identificar as situações mais perigosas e que precisão de mais atenção.

### 4 PRINCIPAIS INCONFORMIDADES ENCONTRADAS NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA

A partir de estudo de dados e registro fotográficos obtidos, foi possível estabelecer situações comuns a serem observadas no setor de serviço elétricos. Após análise de dados foram propostas possíveis inconformidades mais praticadas no setor, sendo por profissionais treinados ou não. Nas figuras em anexo pode-se observar várias inconformidades com as NRs, além de mostrar também situações onde as NRs estão em execução perfeita. Logo abaixo, conformidades e inconformidades observadas nas figuras 1, 2, 3, 4, 5.

Figura 1 – Inconformidades identificadas no indivíduo 1 e na área de trabalho: ausência de (a) luvas de proteção. (b) capacete e óculos de proteção, (c) sinto de segurança contra quedas, (d) vestimenta e calçado adequado. Sem contar com o seu possível contato com diversos fios energizados, e o fato do indivíduo em questão não ter permissão para este tipo de serviço.



Fonte: Internet, 2019



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

Figura 2 – Andaime montado de forma irregular, desrespeitando a zona de risco.



Fonte: Autor, 2019

Figura 3 – Trabalhadores 1 e 2 em local com inconformidades: (a) “dispositivo de segurança” instalado de forma inadequada, (b) cinto de segurança usado de forma incorreta, (c) sinto de segurança solto, (d) ausência de capacete e óculos de proteção.

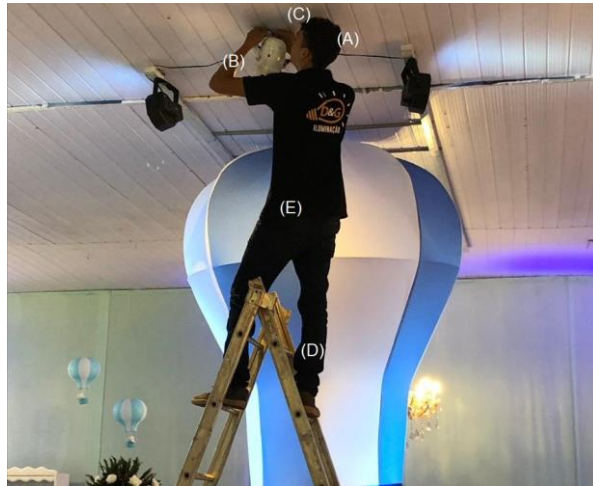


Fonte: Internet, 2019

Figura 4 – Trabalhador do setor privado prestando serviço de iluminação cenográfica desrespeitando a NR-10: ausência de (A) capacete. (b) luvas de proteção, (c) óculos de proteção, (d) vestimenta e calçado adequado e (E) sinto de segurança contra quedas. Nota-se também uma situação curiosa nesta foto. O processo de desenergização foi total ignorado, percebe-se que o servidor procura o início da fita isolante para executar um reparo na emenda enquanto todos os aparelhos continuam energizados.



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.



Fonte: Autor, 2019

Figura 3 – Trabalhadores 1 e 2 em local com inconformidades: (a) servidor sem luvas de segurança e (B) ausência de capacete de segurança.



Fonte: Autor, 2019

Figura 3 – Trabalhadores realizando reparados elétricos percebem-se dois fatos intrigantes nesta imagem: (A) Primeiramente a delimitação da zona de risco executada por parte dos servidores, visivelmente dimensionada errada e (B) fios expostos ao contato de civis. Ainda mais, podemos somar os fatos citados acima com a presença de civis dentro da zona de risco e nas suas proximidades.



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.



Fonte: Autor, 2019

A ausência de EPIs falta de conhecimento da norma regulamentadora e a também a própria autoconfiança dos trabalhadores na área é registrada comumente em obras de todos os portes. A ausência de EPI e logo visível em muito dos casos, a ausência de luvas de proteção, óculos e capacetes está presente nas obras, objetos que por ventura podem muita das vezes diminuir danos e até mesmo salvar vidas.

## 5 APLICAÇÃO DO FMEA

A partir das situações afirmadas anteriormente foram selecionados alguns processos comuns encontrados nos serviços elétricos para a aplicação do FMEA: Utilização de EPI, Instalação de um disjuntor, Serviços elétricos em ambiente públicos ou com grande concentração de civis. No FMEA aplicado nas tabelas de 1 a 3 foram estudados esses processos em relação a causa da falha, efeitos, meios de detecção e ações corretivas, obtendo-se um RPN no fim de cada análise.

Tabela 1 - Aplicação do FMEA na utilização de EPI

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	(O)	Efeitos	(S)	Meios de detecção	(D)	Índice de riscos	Ações corretivas
<i>Utilização de EPI</i>	Falta do uso de luvas	Incomodo esquecimento ou falta de exigência	4	Choque elétrico	9	Verificação o visual	1	36	Alertar os trabalhadores sobre o seu uso; fiscalizar e exigir.
			3	Fricção ou abrasão	4			12	
			3	Contato com temp. extrema	6			18	
	Falta do uso de capacete	Incomodo esquecimento ou falta de exigência	5	Queda com diferença de nível	9	Verificação o visual	1	45	Alertar os trabalhadores sobre o seu uso; fiscalizar e exigir.
			6	Queda seguida de trauma	9			54	
	Falta do uso do cinto de segurança ou falha do mesmo	ncomodo esquecimento ou falta de exigência	5	Queda com diferença de nível	9	Verificação o visual	1	45	Alertar os trabalhadores sobre o seu uso; fiscalizar e exigir.





Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

	Falha da função primária do EPI				Verificação o tátil	3	135	Realizar inspeções periódicas na integridade do EPI
Falta do uso dos óculos de segurança	Incomodo esquecimento ou falta de exigência	6	Impacto sofrido	7	Verificação o visual	1	42	Alertar os trabalhadores sobre o seu uso; fiscalizar e exigir.
		4	Contato com substâncias perigosas	7			28	

Fonte: Autor, 2019

Tabela 2 - Aplicação do FMEA em serviços elétricos em ambientes públicos ou de grande concentração de civis

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	(O)	Efeitos	(S)	Meios de detecção	(D)	Índice de riscos	Ações corretivas
<i>Serviços elétricos em ambientes públicos ou de grande concentração de civis</i>	Exposição de civis a situações de risco envolvendo serviços elétricos de alta ou baixa tensão	Ausência de uma Zona de Risco (ZR) pré-determinada ou delimitação errada da mesma	5	Queda de material com diferença de nível	9	Verificação da norma	5	225	Realizar treinamento sobre os procedimentos a serem seguidos nas demais atividades
		Falta de sinalização	4	Choque elétrico	9	Verificação visual	1	36	
		Desrespeito das Zonas de Risco	3	Contato com temp. extrema	6	Verificação visual	1	18	Informar de forma clara os riscos envolvidos no processo ali executado, alertando os demais

Fonte: os autores, 2019.

Dentre os processos básicos escolhidos, a utilização de EPI ganha certo destaque inicial por ser um processo comumente burlado nas obras. Nas causas básicas de falhas o incomodo, esquecimento ou falta e exigência são as comuns, seguido assim da falha da função primária do próprio EPI, que pode vir a acontecer porventura. Sendo o de maior índice de risco a falha da função primária do cinto de segurança para trabalhos em altura (135). Os EPIs são essenciais para que a segurança no trabalho esteja assegurada, efeitos como choques elétricos e/ou quedas em andaimes ou de materiais em outros níveis podem ser evitados com sucesso e mesmo que venha a acontecer, o uso de EPIs garante a integridade do trabalhador.



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

Dentre os fatores citados, a negligência perante situações de risco segue com alto índice de risco, cerca de 70. Por ser motivada por meio de fatores inimagináveis, a negligência contribui bastante com os fatores de risco presentes numa obra. Falta de treinamento na área também se deve ser ressaltado e fiscalizado, a falta de conhecimento dos procedimentos a serem seguidos podem levar a inúmeras complicações durante o processo, afetando a segurança de todos os envolvidos.

Tabela 3 Aplicação do FMEA no processo de instalação de um disjuntor.

Processo ou ação	Modo de falha	Causa básica da falha	(O)	Efeitos	(S)	Meios de detecção	(D)	Índice de riscos	Ações corretivas
<i>Instalação de um disjuntor</i>	Falta do uso de EPI	Incomodo esquecimento ou falta de exigência	4	Choque elétrico	9	Verificação visual	1	36	Alertar os trabalhadores sobre o seu uso; fiscalizar e exigir.
			3	Fricção ou Abrasão	4			12	
			3	Contato com temp. extrema	6			18	
	Mal desligamento ou desenergização	Falta de treinamento	4	Choque elétrico	9	Verificação visual	1	36	Realizar treinamento sobre os procedimentos a serem seguidos nas demais atividades
		Negligência perante situações de risco					2	72	
							2	72	
	Falha no processo de instalação	Falta de treinamento	4	Choque elétrico	9	Verificar certificados ou passes	2	72	Realizar treinamento E fiscalizar a competência dos envolvidos
			3	Fricção ou Abrasão	4			24	

Fonte: os autores, 2019.

A tabela 3 trata-se de uma situação um tanto comum em centros urbanos, contudo comumente também acompanhamos falhas nas medidas de segurança a serem tomadas em foco na exposição de civis a serviços de baixa ou alta tensão. A falta de ZR ou delimitação errada da mesma, índice de risco em cerca de 230, segue como a causa básica mais grave a ser observada, seguida da falta de sinalização, 36, e desrespeito por conta dos civis, 18. Vale lembrar que as NRs necessitam de uma colaboração conjunta, tanto dos servidores quanto dos que ali estão presenciando a serviço.

## 6 CONCLUSÃO

Em relação aos serviços elétricos no geral, num ponto de vista ergonômico, o ambiente de trabalho e sua segurança envolvida podem variar dependendo do serviço a ser executado e o local específico. De acordo com os resultados obtidos pela análise utilizando o FMEA foi possível quantificar e qualificar possíveis riscos em relação as suas causas básicas, efeitos e meios de detecção, sendo a falta de utilização de EPIs e falta de treinamento adequado dois



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

fatores bastante presentes no campo profissional, oferecendo um risco maior aos servidores. A partir dos dados obtidos pela aplicação do FMEA foi elaborado um plano de ações corretivas a serem seguidas a fim de precaver as causas básicas de falha, priorizando as causas básicas de falha com maiores índices de risco. A tabela 4 contém plano de ações corretivas sugerido para as situações estudadas.

Tabela 4. Plano de ações corretivas para os modos de falhas em serviços de baixa, média e alta tensão.

Ordem	Modo de falha	Causa básica	Índice de risco	Ações corretivas
1	Exposição de civis a situações de risco envolvendo serviços elétricos de alta ou baixa tensão	Ausência de uma Zona de Risco (ZR) pré-determinada ou delimitação errada da mesma	225	Realizar treinamento sobre os procedimentos a serem seguidos nas demais atividades
2	Falta do uso do cinto de segurança ou falha do mesmo	Falha da função primária do EPI	135	Realizar inspeções periódicas na integridade do EPI
3	Demais modos de falha	Presente nas tabelas 1, 2 e 3	>100	Realizar treinamentos e inspeções periódicas em equipamentos

Fonte: os autores, 2019.

## REFERÊNCIAS

Cavaignac, A.L., & Uchoa, J.G. (2018). Obtaining FMEA's indices for occupational safety in civil construction: a theoretical contribution. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 558-565.

CBIC. (2019). *PIB Brasil e Construção Civil*. Acesso 11 de Abril de 2019, disponível <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>

Cunha, J. (2006). *Norma Regulamentadora N10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade Comentada*.

De Lima, N., Daiane, J., & Paiva, R. (2018). *Tipologia dos acidentes elétricos no Brasil*. Trabalho de Conclusão de Curso - Estácio do Rio Grande do Norte, Natal.

Diário do Aço. (2018). *Mortes por choque elétrico aumentam no Brasil*. Acesso 2 de Abril de 2019, disponível <https://www.diariodoaco.com.br/noticia/0057186-mortes-por-choques-eletricos-aumentam-no-brasil>

Fonseca, M. (2006). *Metodologia FMEA e sua aplicação à construção de edifícios*.

Lopes, H. (2012). *Análise de Atendimento às Normas Regulamentadoras NR-10 e NR-18 em Canteiros de Obras com Relação aos Serviços de Eletricidade*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Lourenço, H., & Lobão, E. (2008). *Análise da Segurança do Trabalho em Serviços com Eletricidade sob a Ótica da Nova NR-10*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica de Cataratas, Foz do Iguaçu.

Lourenço, S.R., Silva, T.A., & Filho, S.C. (2007). Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho. *Exacta*, 135-143.



Citação (APA): Dias Júnior, E.B., & Cavaignac, A.Lde 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.

Mattos, U., & Másculo, F. (2011). *Higiene e Segurança do Trabalho*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Nogueira, D. (12 de 11 de 2017). *Brasil gasta cada vez mais energia para crescimento da economia*. Fonte <https://oglobo.globo.com/economia/brasil-gasta-cada-vez-mais-energia-para-crescimento-da-economia-22060006>

Roza Filho, O. (2014). *Segurança do Trabalho em Atividades com Energia Elétrica: Um Estudo Baseado no Interpretação da Responsabilidade Jurídica na NR-10*.

Silva, L. (2009). A Educação e a Segurança do Trabalho em Eletricidade Frente à Norma Regulamentadora NR-10. Dissertação em Políticas e Gestões Educacionais, UMESP.

Stamatis, D. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. ASQ Quality press.

Vilela, R., Iguti, A., & Almeida, I. (2004). Culpa da vítima: um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho. *Cadernos de Saúde Pública*, 20, 570-579.

---

