

# Aguinaldo Bizzo de Almeida

*Engenheiro Eletricista / Segurança do Trabalho*

*Membro do GTT – Elaboração NR10 vigente Bancada dos Trabalhadores*

*Membro do GTT – NR10 proposta – Assistente Técnico da Bancada dos Trabalhadores*

*Inspetor de Conformidades e Ensaios Elétricos ABNT – NBR 5410 e NBR 14039*

*Membro do GT\GTT- NR35 – Trabalho em Altura*

*Conselheiro do CREA SP – Camara Especializada de Engenharia Elétrica*

*Autor do livro: Vestimentas de Proteção para Arco Elétrico e Fogo Repentino*

*Consultor de Empresas pela DPST – Desenvolvimento e Planejamento em Segurança do Trabalho*



# PROGRAMA

**Apresentação geral da proposta do texto da NR10  
com foco no tema Arco Elétrico com ênfase:**

- Interface da NR10 com o GRO e o PGR
- Medidas de Proteção Coletiva
- Especificação, Seleção e Uso do EPI – principais duvidas
- Critérios para Analise da Exposição ao Risco de Arco Elétrico
- Competências e Responsabilidades
- Exemplos práticos



## PRINCIPIO DA NR10.....

**Gestão** em segurança e  
saúde com  
**INSTALAÇÕES**  
**ELÉTRICAS** e serviços  
com energia elétrica e  
**Responsabilidades** em  
todo o processo de  
trabalho.

Estabelece os requisitos e condições mínimas  
objetivando a implementação de medidas de controle e  
sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e  
a saúde dos trabalhadores **expostos aos fatores**  
**de risco** ou perigos decorrentes do emprego da  
energia elétrica, observado o **Gerenciamento de**  
**Risco Ocupacional (GRO)**.

## GESTÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS

GRO

NR 07  
PCMSO

NR 09

NR 17  
ERGONOMIA

**NR 10  
ELÉTRICO**

NR 35  
TRABALHO  
ALTURA

NR 19  
EXPLOSIVOS

NR 33  
ESPAÇO  
CONFINADO

DEMAIS NRs:  
11; 08; 23.... ; e  
SETORIAIS (22;  
31; 18; 36 ....)

NR 12  
MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS

NR 29  
Portuário

## GRO: MACROPROCESSOS x DOCUMENTOS

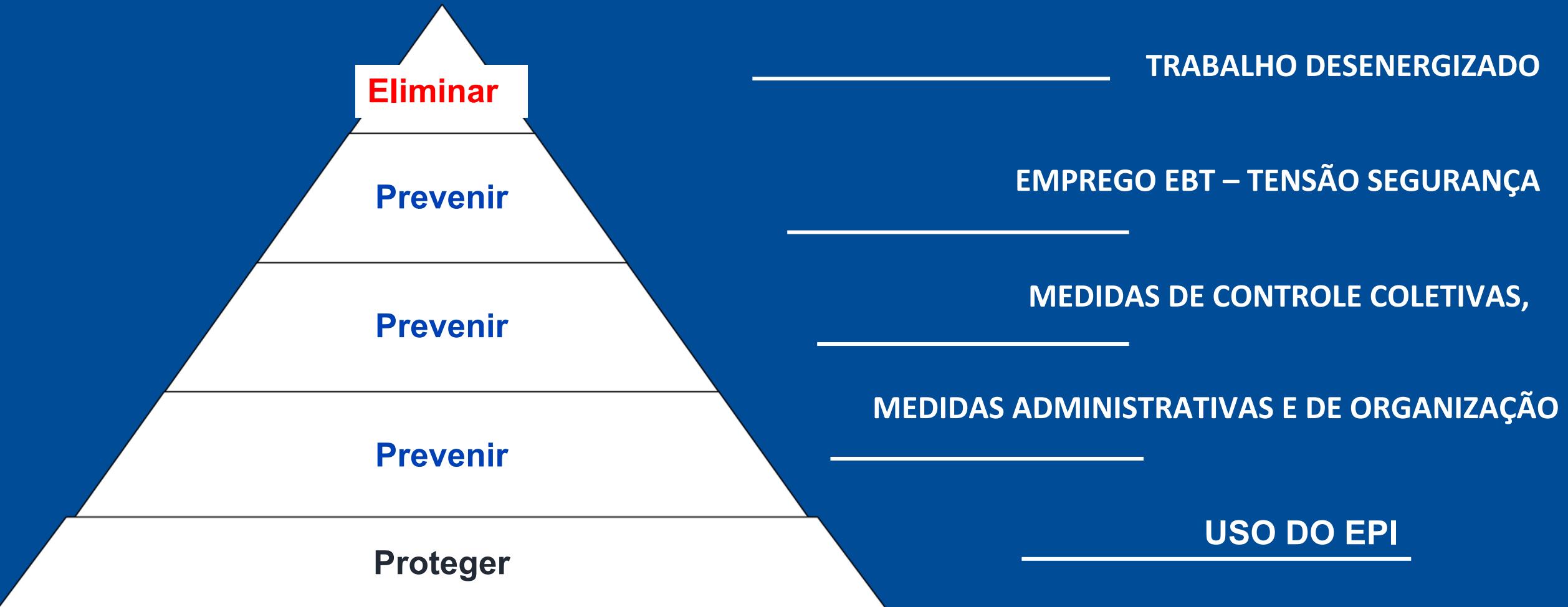


Estabelecer as diretrizes e requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho – SST.



O PGR deve abranger todas as atividades da organização e todos os tipos de **PERIGOS** e seus **RISCOS OCUPACIONAIS**;

# **HIERARQUIA MEDIDAS DE CONTROLE – NR10**



**10.3.2 As instalações elétricas devem ser executadas a partir de projeto elétrico específico que assegure condições de segurança e saúde dos trabalhadores e usuários, e contenha no mínimo:**

**g) estudo do nível de energia**

**incidente, quando aplicável; e....**

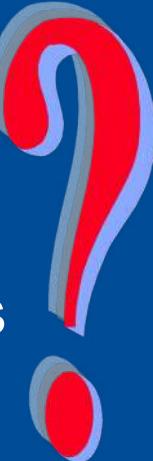


**PROJETO FEITO POR PLH - ENGENHEIRO  
ELETRICISTA**

## ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AO RISCO DE ARCO ELÉTRICO

**... A organização deve adotar medidas de proteção coletiva contra arcos elétricos atendendo as condições prescritas no item 10.5.1 e a utilização de um ou mais dos seguintes meios:**

... operação da instalação a uma distância segura, de acordo com o Limite de Aproximação Segura (LAS) definido por meio de cálculo da energia incidente adequada para cada cenário de atividade, conforme as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.



## METODOLOGIA DE CALCULO DE ENERGIA INCIDENTE X APLICACAO

TABLE 3—SELECTING A REASONABLE INCIDENT-ENERGY CALCULATION METHOD<sup>1</sup>

Incident-energy calculation method	600V and Less <sup>2</sup>			601V to 15kV <sup>2</sup>			More than 15kV		
	1Φ	3Φa	3Φb	1Φ	3Φa	3Φb	1Φ	3Φa	3Φb
NFPA 70E-2012 Annex D (Lee equation)	Y-C	Y	N	Y-C	Y-C	N	N <sup>3</sup>	N <sup>3</sup>	N <sup>3</sup>
Doughty, Neal and Floyd	Y-C	Y	Y	N	N	N	N	N	N
IEEE Std 1584b-2011	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N
ARCPRO	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y <sup>4</sup>	Y <sup>4</sup>

**Key:**

1Φ: Single-phase arc in open air.

3Φa: Three-phase arc in open air.

3Φb: Three-phase arc in enclosure (box).

Y: Acceptable; produces a reasonable estimate of incident heat energy from this type of electric arc.

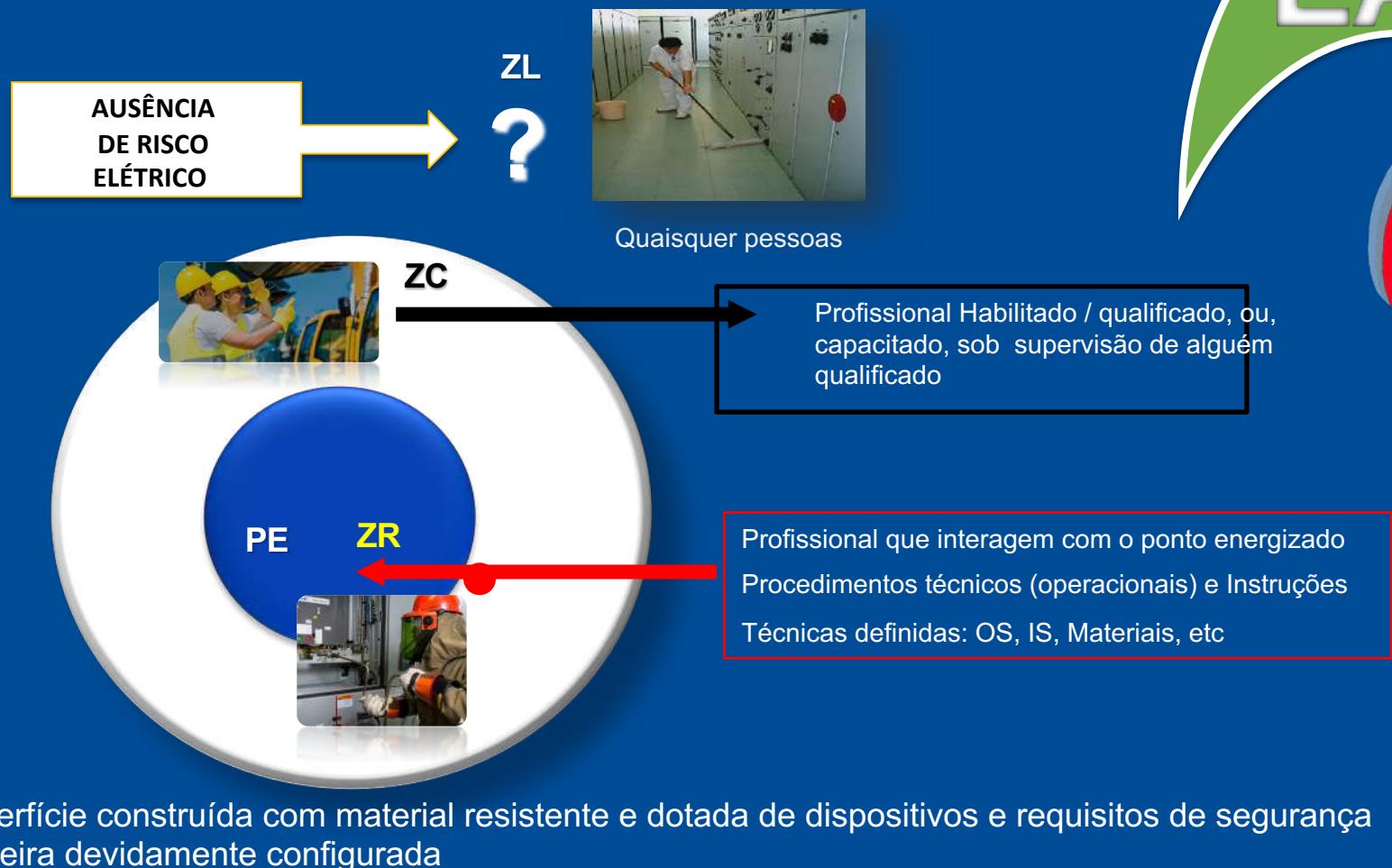
N: Not acceptable; does not produce a reasonable estimate of incident heat energy from this type of electric arc.

Y-C: Acceptable; produces a reasonable, but conservative, estimate of incident heat energy from this type of electric arc.

## DISTÂNCIA DA SEGURANÇA - NR10

Faixa Tensão Nominal em kv	Rr – Raio delimitação entre ZR e ZC Em metros	Rc – Raio dedelimitação ZC eZL
Menor 1	0,20	0,70
10 e 15	0,38	1,38
30 e 36	0,58	1,58
132 e 150	1,20	3,20
480 e 700	5,20	7,20
380 e 480	3,20	5,20
380 e 480	3,20	5,20

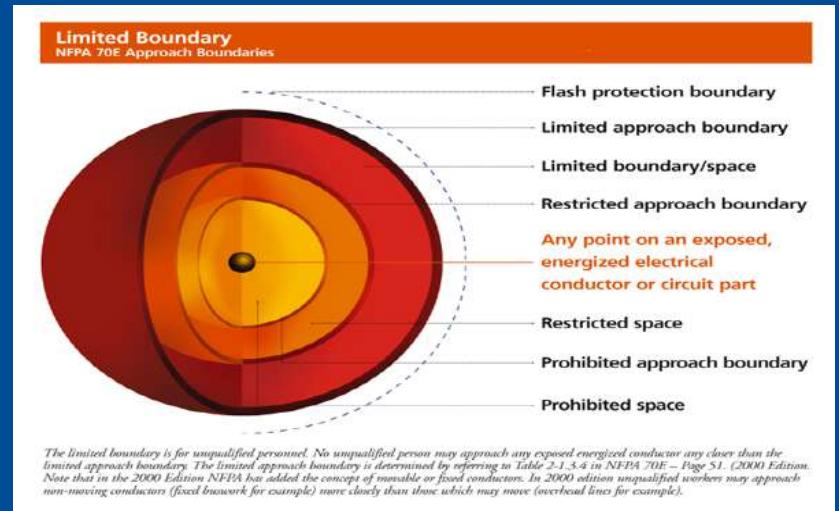
SI



# **ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AO RISCO DE ARCO ELÉTRICO**

**Distância de Segurança - NR10**

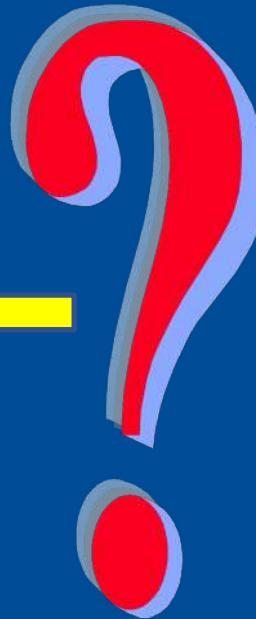
...além das distâncias de segurança para risco de choque elétrico, deve-se considerar também a distância de segurança para o risco de arco elétrico, denominada LAS (LIMITE DE APROXIMAÇÃO SEGURA PARA O RISCO DE ARCO ELÉTRICO)



## SINALIZAÇÃO NO NOVO TEXTO NR10.....

10.6.9 Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 - Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) identificação de circuitos elétricos;
- b) identificação de nível de tensão;
- c) **identificação do fator de risco decorrente do emprego da energia elétrica;**
- e) restrições e impedimentos de acesso;
- f) delimitações de áreas;



## PADRAO SINALIZACAO OHSA 1910



**TERMO DE NOTIFICAÇÃO Nº 10 /2016.  
Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - NR.10**

07 Nos trabalhos em instalações elétricas, **quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes p/ controlar os riscos**, devem ser adotados EPI específicos e adequados às atividades desenvolvidas, conforme NR 6. Subitem 10.2.9.1 da NR.10.



## **EPI NO NOVO TEXTO NR10.....**

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades devendo contemplar os requisitos de inflamabilidade, além daqueles previstos no anexo 1 - lista de equipamentos de proteção individual da NR 06.

**A especificação do EPI deve considerar a proteção de “ todas as partes do corpo “ expostas ao risco de arco elétrico.**



## **COMPETENCIAS E RESPONSABILIDADES NA SELECAO DO EPI**

Sendo o EPI a última barreira de proteção  
preconizada pela NR10, uma vez definido como  
medida de controle intrínseca...

**SE INADEQUADO, O TRABALHADOR PODERÁ  
SOFRER AS CONSEQUÊNCIAS,**

**Quem se responsabiliza pelo não uso ou pela  
especificação técnica inadequada do mesmo ?**



**Analise caso real !**

**ATIVIDADE DE MANOBRA**

**EM BT EM PAINEL**

**ELETTRICO SEM**

**SEGREGACAO**

**ENERGIA INCIDENTE: 8,5**

**CAL\CM2**



## PROCESSO BÁSICO CONFORME NR1 PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

FONTE	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS	POSIVEIS LESÕES	GRUPO DE TRABALHADORES
PAINÉL ELÉTRICO CORP (TR1-1)	CHOQUE ELÉTRICO CONTATO DIRETO	CONTRAÇÃO MUSCULAR, MORTE	BA5 – QUALIFICADOS
PAINÉL ELÉTRICO CORP (TR1-1)	ARCO ELÉTRICO	QUEIMADURAS, PERDA AUDIÇÃO / VISÃO, MORTE	BA5 – QUALIFICADOS

## PROCESSO BÁSICO AVALIAÇÃO DO RISCO DEVE CONSIDERAR DE FORMA INTRINSECA MEDIDAS DE CONTROLE CONFORME HIERARQUIA ESTABELECIDA PELA NR1 E NR10

FONTE	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS	SEVERIDADE DO DANO (CONSEQUENCIA)	PROBABILIDADE DA OCORRÊNCIA
PAINÉL ELÉTRICO CORP (TR1-1)	CHOQUE ELÉTRICO	LEVE	REMOTA
PAINÉL ELÉTRICO CORP (TR1-1)	ARCO ELÉTRICO	LEVE	REMOTA

## NR 3 - EXCESSO DE RISCO: EXPOSIÇÃO INDIVIDUAL OU REDUZIDO NÚMERO DE POTENCIAIS VÍTIMAS

### FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS    FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO DAS PROBABILIDADES

CONSEQUÊNCIA	PRINCÍPIO GERAL
MORTE	Pode levar a óbito imediato ou que venha a ocorrer posteriormente.
SEVERA	Pode prejudicar a integridade física e/ou a saúde, provocando lesão ou sequela permanentes.
SIGNIFICATIVA	Pode prejudicar a integridade física e/ou a saúde, provocando lesão que implique em incapacidade temporária por prazo superior a 15 (quinze) dias.
LEVE	Pode prejudicar a integridade física e/ou a saúde, provocando lesão que implique em incapacidade temporária por prazo igual ou inferior a 15 (quinze) dias.
NENHUMA	Nenhuma lesão ou efeito à saúde.

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
PROVÁVEL	Medidas de prevenção inexistentes ou reconhecidamente inadequadas. Uma consequência é esperada, com grande probabilidade de que aconteça ou se realize.
POSSÍVEL	Medidas de prevenção apresentam desvios ou problemas significativos. Não há garantias de que as medidas sejam mantidas. Uma consequência talvez aconteça, com possibilidade de que se efetive, concebível.
REMOTA	Medidas de prevenção adequadas, mas com pequenos desvios. Ainda que em funcionamento, não há garantias de que sejam mantidas sempre ou a longo prazo. Uma consequência é pouco provável que aconteça, quase improvável.

FONTE: Recorte da Tabela 3.3 da NR3 – Embargo e Interdição

## EXCESSO DE RISCO: EXPOSIÇÃO INDIVIDUAL OU REDUZIDO NÚMERO DE POTENCIAIS VÍTIMAS

Combinação da situação atual	Consequência	Probabilidade	Excesso de Risco Calculado													
			Nenhuma			Leve			Significativa			Morte/Severa				
	Nenhuma	Rara	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
	Leve	Remota	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P			
		Possível	N	N	P	N	N	N	P	N	N	P	P			
		Provável	N	N	M	N	N	N	M	N	P	M	M	M		
	Significativa	Remota	N	N	M	N	N	N	M	P	M	M	M	M		
		Possível	N	N	M	N	N	M	M	M	M	M	M	M		
		Provável	N	N	S	N	M	M	S	M	M	M	S	S		
	Morte/Severa	Remota	N	N	S	M	M	M	S	M	M	S	S	S		
		Possível	N	M	E	M	S	S	E	S	S	S	S	E		
		Provável	S	S	E	S	S	S	E	S	S	E	E	E		
	Probabilidade de referência		Possível	Rara	Remota	Rara	Provável	Remota	Rara	Provável	Possível	Rara	Remota			
	Consequência de referência		Morte/Severa			Significativa			Leve/Nenhuma							
Combinação da situação Objetivo			Classificação do risco de referência (situação objetivo)													



FONTE: Recorte da Tabela 3.3 da NR3 – Embargo e Interdição

# Apresentação geral da proposta do texto da NR10 com foco no tema Arco Elétrico

Excesso de Risco:

E - Extremo

S - Substancial

M - Moderado

P - Pequeno

N - Nenhum

Excesso de  
Risco Calculado

Bus Name	LL Voltage (kV)	3Phase Bolted Fault (kA) 100%	3Phase Fault Duration (sec)	Configuration	Gap (mm)	Working Distance (mm)	3Phase Arcing Current (kA) at 100%	3Phase Energy (cal/cm^2) at 100%	3Phase Arc Flash Boundary (mm) at 100%
B. PAINEL CORP. SL (TR1-1)	0,38	3,9940	2,0000	GROUND BOX MCC	25	610	2,71	10,08	2.232
B. PAINEL REST. (TR1-2)	0,38	8,8720	0,9000	GROUND BOX MCC	25	610	5,13	9,04	2.088
B. PAINEL LAB. (TR1-3)	0,38	7,7570	2,0000	GROUND BOX MCC	25	610	4,60	17,88	3.164
B. PAINEL CALD. CMA (TR1-4)	0,38	18,7760	0,0600*	GROUND BOX MCC	25	610	9,32	1,15	595
B. PAINEL OFIC. TRAT. (TR1-5)	0,38	23,5330	0,0600*	GROUND BOX MCC	25	610	11,17	1,40	670

CÁLCULO DO NÍVEL DE ENERGIA INCIDENTE DO PAINEL = 10 CAL

NR10: SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE



U				
C				
B				
A				
S	REVISADO		Revisão Inicial	Aprovado Revisor
Revisor				
Revisão	Data			
Nome do Piscador: DPST - Desenvolvimento, Planejamento e Segurança do Trabalho				
Data: 14/12/2019				
Assinatura: Aprovado Bento de Almeida				
Assinatura: DATA:				
Assinatura: DATA:				
Assinatura: DATA:				
Título do Documento: Análise de Exposição aos efeitos Térmicos do Arco Elétrico				
Número: AR 002 DPST SÃO MARTINHO_2020		Revisão: 0	Tametho: A4	

## EXCESSO DE RISCO: EXPOSIÇÃO INDIVIDUAL OU REDUZIDO NÚMERO DE POTENCIAIS VÍTIMAS

Combinação da situação atual	Consequência	Probabilidade	Classificação do risco atual (situação encontrada)											
			Nenhuma			Leve			Significativa			Morte/Severa		
	Nenhuma	Rara	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Leve	Remota	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	P
	Possível	N	N	P	N	N	N	P	N	N	P	P	P	P
	Provável	N	N	M	N	N	N	M	N	P	M	M	M	M
	Significativa	Remota	N	N	M	N	N	N	M	P	M	M	M	M
	Possível	N	N	M	N	N	M	M	M	M	M	M	M	M
	Provável	N	N	S	N	M	M	S	M	M	M	M	S	S
	Remota	N	N	S	M	M	M	S	M	M	M	S	S	S
	Morte/Severa	Possível	N	M	E	M	S	S	E	S	S	S	E	E
	Provável	S	S	E	S	S	S	E	S	S	S	E	E	E
Probabilidade de referência			Possível	Remota	Rara	Provável	Possível	Remota	Rara	Provável	Possível	Remota	Rara	Rara
Consequência de referência			Morte/Severa			Significativa			Leve/Nenhuma					
Classificação do risco de referência (situação objetivo)														

PE BT c 2 níveis de energia  
incidente cuja medida controle  
EPI, especificado de forma  
inadequada



FONTE: Recorte da Tabela 3.3 da NR3 – Embargo e Interdição

Excesso de Risco Calculado  
Conforme NR3: S – Substancial

## NFPA 70E:2018



## PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DO RISCO DE ARCO ELETTRICO NR10

### MEDIDAS DE CONTROLE

### ENGENHARIA/COLETIVA

### Administrativa

PROJETOS ESPECÍFICOS EM  
CONFORMIDADE COM NR10

ESTUDOS ELÉTRICOS  
ESPECÍFICOS E OBRIGATÓRIOS

CÁLCULO DO NÍVEL DE  
ENERGIA INCIDENTE

ANÁLISE DE ESPOSIÇÃO AO  
RISCO DE ARCO ELÉTRICO

SINALIZAÇÃO DOS PAINÉIS  
ELÉTRICO – LAS.

PROCEDIMENTOS I  
CAPACITACAO

ESPECIFICAÇÃO ADEQUADA

## ACOES OBRIGATORIAS PARA GESTAO DO RISCO DE ARCO ELETTRICO

**A organização deve adotar medidas de proteção ao risco de arco em conformidade com o PGR, contemplando no mínimo:**

Calculo do nível de energia incidente através de metodologias reconhecidas e adequadas para todos os cenários elétricos existentes contemplando as atividades realizadas pelos trabalhadores.



**Estudo de Exposição ao risco de arco elétrico, evidenciando cenários elétricos e atividades desenvolvidas, e as medidas de controle adotadas, considerando-se a hierarquia da NR10, evidenciado no PGR.**

## INSTALACOES ELETRICAS SEGURAS x MEDIDAS DE CONTROLE

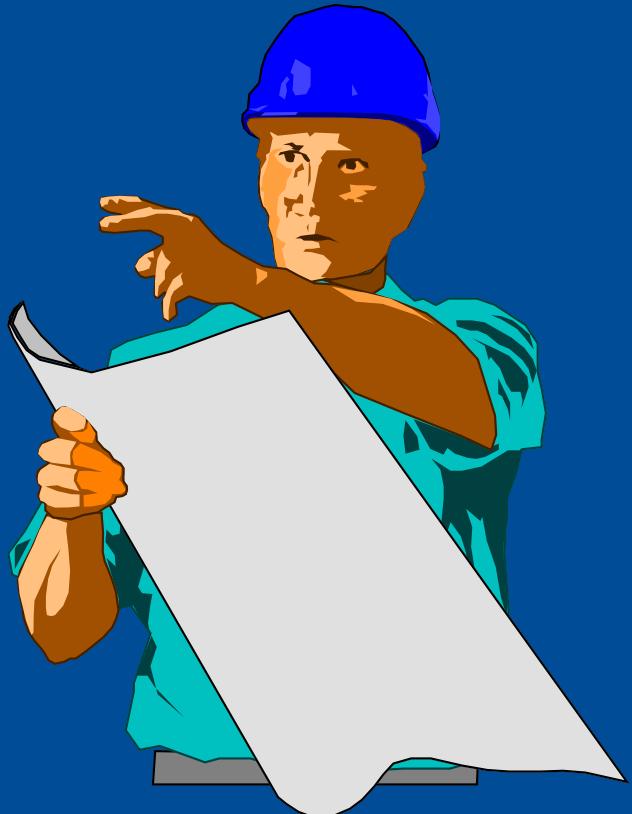
### SITUACAO REAL.....

Em gênero, as instalações elétricas não contemplam medidas de controle de engenharia para exposição ao risco de arco elétrico onde as condições laborais praticadas expõem diretamente os profissionais ao risco de arco elétrico .



## **ACOES OBRIGATORIAS PARA GESTAO DO RISCO DE ARCO ELETTRICO - GRO**

**Análise de Risco deve documentada, contemplando as medidas de controle adotadas, evidenciando o PLH responsável pelo cálculo do nível de energia incidente, e o responsável pela adoção das medidas de controle adotadas, incluindo o uso de EPI.**



## INSTALACOES ELETRICAS SEGURAS x MEDIDAS DE CONTROLE

Devem ser priorizadas medidas de engenharia para proteção ao risco de choque elétrico e arco elétrico evidenciando no GRO

O uso do EPI é condição intrínseca para atividades de operação e manutenção de instalações elétricas, entretanto, deve-se observar a hierarquia de medidas de controle estabelecidas na NR01.



## **CENARIO ATUAL**

- 1 - Falta de conhecimento PLH, autorizados e SESMT**
- 2 -Predominam estudos de engenharia elétrica e não analise risco**
- 3 - Medidas de controle alicerçadas no uso do EPI , especificados de forma banalizada**
- 4 – Cálculos de energia incidente feitos por “ programas “ sem considerar os diversos cenários laborais existentes comprometendo as empresas e profissionais do SESMT na definição das medidas de controle**
- 5 - Projetos de instalações elétricas não contemplam medidas de engenharia para arco elétrico.**



**EFICACIA DOS EPI ? CULTURA SEDIMENTADA NO CA ??????????**

**MP 905 ??????????????**



## CENARIO ATUAL – EXISTE LACUNA NA LEGISLACAO - VULNERAVEL.....

- 1 – MP 905..... – NÃO MAIS OBRIGATORIO CA
- 2 \_ RA ANIMASEG - SOMENTE E 1 “HOSPEDEIRO”
- 3 – NR10 NÃO MAIS TRATARA DO TEMA , REMETENDO À NR06
- 4 - NR 6 NÃO DEFINE REQUISITOS DE AUDITORIA NO PROCESSO, SOMENTE REQUISITOS DE ENSAIOS
- 5 – LABORATORIOS NÃO ACEITAM “INSERIR NUMERO LAUDO” NOS LOTES DE EPI VISTO SE TRATAREM DE ENSAIOS DE AMOSTRAS E NÃO DE GARANTIA DO PROCESSO
- 6 – INEXISTENCIA DE NORMA TECNICA NACIONAL QUE DEFINA REQUISITOS DE ACEITABILIDADE COM FOCO NO PROCESSO

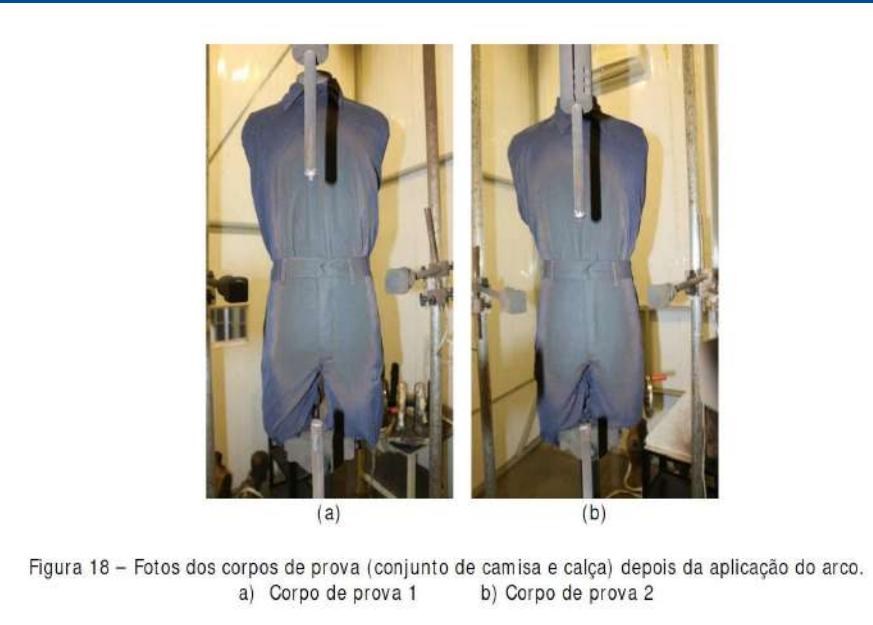


Figura 18 – Fotos dos corpos de prova (conjunto de camisa e calça) depois da aplicação do arco.  
a) Corpo de prova 1      b) Corpo de prova 2

Como fica a situação dos responsáveis pela especificação do EPI ? !

## ATIVIDADES EM CCTOS ELETRICOS DE BT SEM SEGREGACAO QUAIS OS EPI OBRIGATORIOS ??????



EPI

INADEQUADOS ??

PROIBIDOS ??



## **ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AO RISCO DE ARCO ELÉTRICO**

**COMO INTERPRETAR O LAS- LIMITE DE  
APROXIMACAO SEGURA ???????**

**Definições NFPA 70E 2004**

A fronteira de proteção ao risco de arco elétrico é a distância na qual é provável que uma pessoa receba queimadura de segundo grau, assumida quando recebe uma energia incidente de  $5 \text{ J/cm}^2$  ( $1,2 \text{ cal/cm}^2$ )



## **PARADIGMAS.....**

**Considerar somente o calculo de energia incidente como parâmetro para analise de risco.....**

**Especificar EPI considerando somente valor ATPV conforme valor do calculo de energia incidente.**

**Especificar EPI considerando somente o valor do ATPV**



## CONCLUSAO

A revisao da NR10 corrige lacuna existente inserindo de forma explicita a exposicao ao risco de arco eletrico e o LAS, bem como a hierarquia das medidas de controle...



Entretanto, quanto a especificacao , selecao e uso de EPI para protecao ao risco de arco eletrico existe 1 lacuna na legislacao que torna vulneravel a eficacia da protecao aos trabalhadores, assim, essa lacuna deve ser corrigida....

E necesario que as empresas, os PLH e o SESMT busquem capacitacao adequada sobre o tema arco eletrico para avaliacao, interpretecao e aplicacao correta e exequivel da NR10, propiciando segurança eficaz para os profissionais da area eletrica.

**Novos valores p/ autuações MP 905 de 11/11/2019**

NATUREZA DA INFRAÇÃO	LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO AO TRABALHO	NATUREZA PER CAPITA
LEVE	R\$ 1.000,00 a R\$ 10.000,00	R\$ 1.000,00 a R\$ 2.000,00
MÉDIA	R\$ 2.000,00 a R\$ 20.000,00	R\$ 2.000,00 a R\$ 4.000,00
GRAVE	R\$ 5.000,00 a R\$ 50.000,00	R\$ 3.000,00 a 8.000,00
GRAVÍSSIMA	R\$ 10.000,00 a R\$ 100.000,00	R\$ 4.000,00 a R\$ 10.000,00

**Reajuste anual pelo IPCA-E  
pagando no prazo 30% de desconto**

# Muito Obrigado!

Apresentação: Eng. Aguinaldo Bizzo de Almeida

Email: [bizzo@dpst.com.br](mailto:bizzo@dpst.com.br)

SITE: [www.dpst.com.br](http://www.dpst.com.br)

Facebook : [dpstengenharia](https://www.facebook.com/dpstengenharia)

FONES: 14 9 8124 6507 / 14 3262 1857

