

# NFPA *Journal*®

SEGURANÇA E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS - SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Publicação bilingüe editada por NFPA International Vol. 1 N°6

Publicación bilingüe editada por NFPA International Vol. 1 N°6



## SEGURIDAD EN AEROPUERTOS *Segurança em Aeroportos*



- Precaución en Hangares
- *Cuidados em Hangares*

- Seguridad y Eficiencia Operativa en Aeropuertos
- *Segurança e Eficiência Operacional em Aeroportos*

**Recordamos las víctimas del  
11 de Septiembre**

**Lembrando as  
víctimas do 11  
de setembro**



# MAYOR SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Por Estellito R. Junior,  
Petrobrás/Ingeniería

[estellito@petrobras.com.br](mailto:estellito@petrobras.com.br)



## Accidentes con electricidad

La electricidad constituye un agente físico de elevado potencial de riesgo. Aún en bajas tensiones, representa un peligro para la integridad física y la salud del hombre, dada la posibilidad de accidentes directos (quemaduras, paro cardíaco, paro respiratorio) o indirectos (caídas, golpes) que pueden acarrear graves consecuencias (muertes). También constituye un riesgo al patrimonio, por la posibilidad de accidentes ampliados como incendios y explosiones.

## Las estadísticas

Adoptándose como referencia la media internacional de 5% a 7% de los accidentes de trabajo como pertenecientes a servicios de electricidad (Utilizándose los datos registrados en nuestro país, Brasil, en 1996 de 5.538 accidentes fatales), el número aproximado de muertes debido a los accidentes de naturaleza eléctrica estarían entre 276 y 387. Un triste cuadro. Entidades internacionales vienen efectuando un relevamiento de las causas de heridas y accidentes con electricidad, de manera de conocer mejor la proporción de heridas provocadas por arco eléctrico y por electrochoques. El resultado ha demostrado que el arco eléctrico tiene significativa participación en la estadística y un gran potencial como causante de muertes.

## Peligros del arco eléctrico

El arco eléctrico posee suficiente energía como para quemar ropas, provocar incendios, emitir materiales ionizados y rayos ultravioleta, además de causar sobre-presiones en los compartimientos de los paneles eléctricos. [1]

La exposición al calor producido por el arco eléctrico puede exceder la tolerancia de la piel y causar

quemaduras de segundo y aún de tercer grado. Es interesante observar que, con excepción del agua, los materiales ocupan menos espacio en la forma sólida que en la líquida. También en el pasaje de la forma líquida al vapor se observa que las sustancias aumentan de volumen (la propia agua aumenta 4 veces).

Los conductores eléctricos generalmente son hechos de cobre. Durante una falta de arco la alta temperatura causa al cobre sólido primero su derretimiento y luego su evaporación. En el primer momento, el volumen del cobre aumenta ligeramente, pero al hacerse vapor se registra un aumento de 67.000 (exactamente eso, sesenta y siete mil) veces. A pesar de estar involucrada apenas una pequeña cantidad de cobre, el hecho de producirse una tan rápida expansión resulta en la liberación de una gran cantidad de energía.

Adicionalmente a las fuertes presiones causadas por el cambio de estado del material, las temperaturas extremadamente elevadas que se desarrollan en este instante, calientan el aire de la misma forma que una descarga atmosférica. Relatos de víctimas registran sonidos de explosiones, y entendemos entonces que ocurre un fenómeno similar al de un trueno, que es el sonido provocado por la rápida expansión del aire cuando es calentado por la corriente del rayo.

## ¿Cuándo ocurre?

Entre las actividades sujetas a la ocurrencia de arcos voltaicos, se registran como más frecuentes las siguientes: [2]

- operación prender-apagar de disyuntores con la puerta del panel mal trabada o abierta;
- inserción y extracción de componentes extraíbles con componentes energizados;



c) operación de prueba con las puertas abiertas;  
d) errores en la tarea de medición de la tensión.

La ocurrencia de estos accidentes no estaba restringida a las concesionarias de energía eléctrica, pues ya había registros de quemaduras con arco, como resultado de errores en la actividad de medición de tensión en los CCM de 480 V, en instalaciones industriales. Para salvar vidas y detener el crecimiento de los índices de accidentes en trabajos con electricidad, fue creada la NFPA 70E, *Standard for electrical safety requirements for employee workplaces* (Norma para los requisitos de seguridad eléctrica para lugares de trabajos con empleados)[3]

**La NFPA 70E**

Esta norma no fue concebida para tejer requisitos para el dimensionamiento de instalaciones (lo cual es la función del NFPA 70, Código Eléctrico Nacional, también conocido como NEC); la NFPA 70E tiene como objetivo definir procedimientos y directrices para la ejecución de los trabajos en electricidad con seguridad para los electricistas, incluyendo la especificación de los EPI, la calificación requerida para los profesionales, las prácticas de control de energías peligrosas, la adecuada especificación del instrumental que será empleado y, como novedad, trae un método práctico para evaluación del riesgo y especificación de la vestimenta de seguridad resistente ante la ocurrencia de arco eléctrico. Como en el segmento industrial se venía registrando un creciente número de casos que involucraban arcos voltáticos, varios estudios y pruebas fueron realizados con el objetivo de evaluarse la energía liberada por el arco eléctrico. Una vez estimada la energía del arco y conociéndose la máxima energía soportable para que ocurra una quemadura de segundo grado en la piel humana, es posible especificar una vestimenta que proporcione la protección adecuada.

**Características de la vestimenta de protección contra arcos:**

Al contrario de lo que muchos creen, las ropas normales de trabajo no proporcionan la seguridad adecuada en caso del arco. Otra confusión cometida por el usuario es la exigencia de vestimentas que posean tratamiento químico antiinflamatorio para usar como protección contra el arco. La norma ASTM F-1959-99 [4] reglamenta al respecto y prevé que las características deben mantenerse a lo largo de la vida útil. Como estos tratamientos químicos de las vestimentas antiinflamatorias más comunes pierden las características durante el uso, no pueden ser consideradas como compatibles con la norma ASTM F-1959-99 y, por lo tanto, no deben ser utilizadas.

El parámetro adoptado por la ASTM es el ATPV - Arc Thermal Performance Value (Valor de Desempeño de Arcos Térmicos). Este factor de protección asociado al tejido identifica la máxima energía térmica incidente [cal/cm<sup>2</sup>] que el tejido puede soportar antes de que el usuario sufra quemaduras de segundo grado. Cuanto mayor el ATPV, mayor es la resistencia de la ropa.

**Cómo definir correctamente la ropa de protección**

La norma NFPA 70E define cuatro clases de ropa de protección, cada una para una determinada franja estimada para la energía liberada por el panel eléctrico.

Como ejemplo práctico, veremos a continuación como utilizar la NFPA 70E para especificar una vestimenta adecuada

para el trabajo en partes energizadas de un CCM 600 V, con puertas abiertas para permitir la ejecución del trabajo de medición de tensión.

• **Primer paso:** Buscar en la tabla 3-3.9.1 la categoría de riesgo de esta actividad. Encontraremos que para un panel con corriente de cortocircuito de 65 kA, tiempo de abertura del disyuntor en 2 ciclos (0.03s), la categoría del riesgo es 2\*.

• **Segundo paso:** Identificada la categoría del riesgo para la tarea programada, debe consultarse la tabla 3-3.9.2, para verificar los EPI recomendados para esta actividad y el ATPV requerido para la vestimenta de protección.

• **Tercer paso:** Conociendo el ATPV correspondiente, consultamos la tabla 3-3.9.3 de la NFPA 70E para obtener la descripción de la composición de la vestimenta exigida para un trabajo seguro. Como resultado encontraremos una indumentaria compuesta de: camisa de manga larga y pantalón largo, guantes de cuero y casco.

**Conclusiones:**

La NFPA 70E fue la primera norma en reconocer al arco eléctrico como un riesgo a ser evaluado para la ejecución de trabajos en electricidad. La última revisión (2000) incluyó tablas para la selección de los tipos de indumentaria adecuada para situaciones sujetas a la ocurrencia del arco eléctrico. La adopción de las directrices de la NFPA 70E, se revela altamente beneficiosa para la seguridad de los electricistas del segmento industrial.



CATEGORÍA DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DE LA INDUMENTARIA (número total de capas)	GRAMAJE Total g/m <sup>2</sup>	MÍNIMO ATPV O EBT
0	Algodón no tratado (1)	153 - 237	NO APLICABLE
1	Camisa y pantalón, ambos en fibra resistente a las llamas. (1)	153-271	5
2	Ropa interior de algodón; pantalón y camisa en fibra resistente a las llamas. (2)	305-407	8
3	Ropa interior de algodón; pantalón, camisa y delantal, todos en fibra resistente a las llamas. (3)	542-678	25
4	Ropa interior de algodón; pantalón, camisa y delantal de doble capa, todos en fibra resistente a las llamas. (4)	813-1107	40

**Referencias bibliográficas:**

[1] Lee, Ralph H. "The other electrical hazard: electric arc blast burns". IEEE, Vol. 1A-18, No 3, p. 246 may/june 1982.

[2] Rangel Jr., Estellito - "Segurança para eletricitistas". In: VI Encontro de engenharia elétrica Petrobrás, Rio de Janeiro, 2001.

[3] NFPA 70E - Standard for electrical safety requirements for employee workplaces. NFPA, Quincy, USA, 2000.

[4] ASTM- F-1959-99 - Standard test method for determining the Arc Thermal Performance Value of textile materials for clothing by electric arc exposure method using instrumented sensor panels. USA, 1999.