



Foto: Shutterstock

## Apresentação

Eletricidade estática é um fenômeno presente na natureza, com consequências severas para a eletrônica, seja na manufatura ou na operação de equipamentos.

Torna-se assim imprescindível a implantação de Procedimentos e de Medidas de Proteção que possam garantir a convivência pacífica com este fenômeno, onde a proteção contra **ESD** (Electrical Static Discharge) deverá responder às necessidades específicas de cada instalação, seja na linha de produção de uma fábrica de semicondutores, seja na manutenção de sistemas de automação/instrumentação em Plantas Industriais.

O fenômeno de eletricidade estática estará sempre presente e, portanto, deverá sempre ser considerado.

E vamos ... que vamos!

**ROBERTO MENNA BARRETO**

PROFESSOR E CONSULTOR

[www.gemc.com.br](http://www.gemc.com.br)





Foto: Shutterstock

# Aterramento para o Controle de Eletricidade Estática - ESD

## O que é Eletricidade Estática e quais as suas consequências?

Quando dois materiais são colocados em contato e esfregados, há transferência de elétrons de um para outro, ficando um carregado positivamente (cedeu elétrons) e outro negativamente (recebeu elétrons). A disposição para ceder ou receber elétrons depende da posição de cada material na Série Tribo-elétrica (Tribo+elétrico).

Isto acontece, por exemplo, quando andamos num carpete com um sapato de sola de borracha, onde nosso corpo fica carregado e a sola mantém a carga devido ao isolamento (a energia vem do esforço mecânico).

Os cenários típicos de geração de carga são mostrados na Tabela a seguir, onde também são apresentados os níveis típicos de tensão. A contribuição da umidade para reduzir o acúmulo de carga, mas que não resolve o problema, também é ilustrada.

Meios de Geração	10-25% RH	65-90% RH
Caminhando no tapete/carpete	35.000V	1.500V
Caminhando em piso de vinil	12.000V	250V
Trabalhando na bancada	6.000V	100V
Pegando saco plástico com peças na bancada	20.000V	1.200V
Trabalhando em cadeira com espuma de uretano	18.000V	1.500V

**Tabela: valores para eletricidade estática em nosso corpo**

Uma carga eletrostática também pode ser criada de outras maneiras em um material, como por indução, bombardeio de íons ou contato com outro objeto carregado. No entanto, o carregamento triboelétrico é o mais comum.

Depois que a carga é criada em um material, ela se torna uma carga “eletrostática” (se permanecer no material). Essa carga pode ser transferida do material, criando um evento de descarga eletrostática ou **ESD** (Electro Static Discharge).

É um fenômeno já há muito controlado, pois desde o século XV que os fortes europeus e caribenhos usavam procedimentos e dispositivos de controle de estática para impedir a ignição por descarga eletrostática de depósitos de pó preto.

Entretanto, é na era da eletrônica que os problemas associados à eletricidade estática assumem uma maior relevância à medida que a nossa vida se torna dependente da eletrônica e os dispositivos eletrônicos, mais rápidos e menores, se tornam mais vulneráveis à ESD.

Como a descarga eletrostática acontece num intervalo de tempo muito pequeno (1 ns de tempo de subida do pulso típico, com banda de frequência dos harmônicos estendendo até 1 GHz), a descarga irá escoar por caminhos pouco ortodoxos, ditados por capacitâncias parasitas e indutâncias mútuas para chegar até aos próprios dispositivos eletrônicos.

O efeito da descarga eletrostática poderá ocasionar um mau funcionamento do Equipamento devido a uma falha, a qual pode variar desde a introdução de um ‘erro lógico’ até à ‘falha de hardware’ propriamente dita, classificada como uma *falha catastrófica* ou um *defeito latente*:

**Falha catastrófica** - Quando um dispositivo eletrônico é exposto a um evento ESD e não funciona mais. O evento ESD pode ter causado um derretimento de metal, quebra de junção ou falha de óxido. O circuito do dispositivo está permanentemente danificado, fazendo com que o dispositivo pare de funcionar.

**Defeito latente** - Um dispositivo exposto a um evento ESD pode ficar parcialmente degradado, mas continuar a desempenhar a função pretendida. Estes são mais críticos de serem identificados e a vida útil do dispositivo pode ser reduzida drasticamente com consequências graves.



## Proteção contra ESD

A proteção da eletrônica contra os efeitos de descargas eletrostáticas é tratada em dois cenários complementares: a proteção no ambiente de operação do equipamento eletrônico e a proteção na fabricação ou manutenção do equipamento eletrônico.

### Proteção no cenário de operação dos equipamentos eletrônicos

A Normalização sobre Compatibilidade Eletromagnética (EMC – Electromagnetic Comatibility), e em particular a Diretiva EMC do CEN/CENELEC/Europa, objetiva garantir o funcionamento correto dos equipamentos eletrônicos nos ambientes de operação a que estão destinados.

No caso particular das descargas eletrostáticas, deve-se garantir o desempenho do equipamento quando submetido a descargas de acordo com os procedimentos de teste e níveis indicados na norma IEC 61000-4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test.

O equipamento é então colocado no mercado com a imunidade necessária aos fenômenos de ESD a que poderá estar sujeito, garantindo-se desta forma uma maior vida útil e maior confiabilidade.

Para adequação do equipamento à necessidade de proteção contra ESD são implementadas as técnicas pertinentes, que podem incluir: circuitos no interior de gabinetes (blindagem); filtro HF para alimentação AC; cabos de interconexão com isolamento elétrico ou rotas alternativas; invólucro à terra, distância invólucro-miolo; topologia dos circuitos (circuitos sensíveis longe de pontos de descarga); blindagem dos cabos (malha ou sólida); blindagem de trilhas em PCI (guarda ou microstripline); terminação das trilhas para evitar ringing; terminação de pinos não usados; descarregador na zona de penetração; filtro passa-baixa na entrada.

### Proteção no cenário de fabricação e manutenção de equipamentos eletrônicos

Descargas eletrostáticas podem ocorrer durante os processos de fabricação e de manuseio/manutenção de equipamentos eletrônicos, quando a situação se torna mais crítica uma vez que neste cenário tem-se acesso diretamente às PCBs e aos componentes sensíveis a ESD.

Em linhas gerais, a principal causa da estática são as pessoas, quando elas andam pelo chão, movem um objeto, esfregam-se no assento, usam equipamentos, etc, e acumulam eletricidade estática.

O controle de descargas eletrostáticas é consolidado fornecendo-se um caminho para escoamento da carga estática pelo Aterramento primário, através de piso com superfície condutiva adequada, combinado



com calcanhares ou calçado ESD e roupas de proteção contra ESD, ou pelo Aterramento secundário, através de piso com superfície dissipativa e calçado ESD, roupas de proteção contra ESD, correias de pulso e mantas de bancada conectadas a um Ponto de Terra adequado.

## Recomendações para o controle de ESD

As medidas de proteção para o controle de ESD incluem:

- 1. Procedimento:** ao entrar na área crítica, seja de operação, de desenvolvimento ou de manutenção, com equipamentos sensíveis, deverão ser observados os procedimentos ESD na condução dos trabalhos, incluindo:
  - a. Estar conectado ao terminal de terra ao lidar com equipamentos sensíveis
  - b. Vestir Bata ESD e colocar a Pulseira de aterramento quando for manusear qualquer equipamento
  - c. Utilizar um carrinho com proteção ESD e embalagens ESD para o transporte de equipamentos e componentes
- 2. Avisos:** A colocação de avisos e faixas relativos à ESD, definindo Áreas de Proteção contra ESD
- 3. Registro:** Registro dos eventos ESD, se ocorrerem, caracterizando quando foi identificado e em que situações (ao abrir o equipamento na mesa, por exemplo)
- 4. Aterramento:** O Aterramento é a base para o controle de estática - a geração e acumulação de carga eletrostática são reduzidas mantendo-se processos e materiais com o mesmo potencial e fornecendo caminhos de escoamento para a Terra apropriados.

O condutor de aterramento (o fio 'verde') fornece um caminho adequado para trazer materiais de proteção contra ESD e pessoas a um mesmo potencial elétrico. Todos os condutores e materiais dissipativos no ambiente, incluindo o pessoal, devem ser ligados ou conectados eletricamente e vinculados a um Terra conhecido.

- 5. Pulseira:** As pulseiras são o principal meio de aterramento para o pessoal. Como a pessoa e outros objetos aterrados ficam num mesmo potencial, ou quase o mesmo, não pode haver descarga perigosa entre eles. Além disso, as cargas estáticas são escoadas da pessoa para a Terra e não se acumulam.



Foto: Shutterstock

**6. Transporte e Embalagens ESD:** As pessoas lidam com dispositivos sensíveis a ESD no armazenamento, na bancada, no reparo e no laboratório.

A proteção dos componentes sensíveis a ESD também deve ser considerada, a qual é fornecida pelo material da embalagem. A principal função desses produtos usados para embalagem e manuseio de componentes é limitar o possível impacto de ESD na geração de carga triboelétrica, descarga direta e, em alguns casos, campos eletrostáticos.

**7. Bata ESD:** Uma Bata ESD pode ser considerada em algumas áreas de proteção contra ESD, especialmente em salas limpas e ambientes muito secos.

**8. Piso:** Um segundo método para o aterramento das pessoas é um sistema de piso/calçado, usando piso adequado para o controle de eletricidade estática em conjunto com calçados de controle de ESD ou aterramento para pés, por forma a fornecer um caminho de Terra seguro para a dissipação da carga eletrostática, reduzindo assim o acúmulo de carga nas pessoas, gerada pelo simples ato de caminhar.

**9. Ionizadores:** A ionização do ar pode ser um componente dentro de um programa completo de controle de ESD, mas não um substituto para o Aterramento ou outros métodos. Os ionizadores são usados quando não é possível aterrar adequadamente tudo e também como backup para outros métodos de controle de estática.

**10. Humidificadores:** A umidade relativa entre 40% e 60% nas áreas de proteção contra ESD é desejável para redução da eletricidade estática, desde que não resulte em corrosão ou em outros efeitos prejudiciais.

## Conclusão

Em maior, ou menor, intensidade, cada pessoa irá adquirir eletricidade estática no dia a dia e os componentes eletrônicos são sensíveis ao efeito do escoamento desta carga, seja diretamente nos componentes ou indiretamente, por radiação, podendo causar erro lógico ou falha, catastrófica ou latente, sendo esta última a pior situação (o equipamento fica 'pré-falhado').

Portanto, torna-se imprescindível que cada colaborador, que é parte do problema, seja também parte da solução dos problemas relativos a ESD, onde o Aterramento assume a posição chave neste processo. ●

Foto: Shutterstock

CLIQUE  
AQUI  
E VOLTE AO  
SUMÁRIO

