

# Eletricidade estática: exposições e controles



# Eletricidade estática: exposições e controles

## INTRODUÇÃO

A eletricidade estática é frequente na fonte de ignição de algumas substâncias, tornando-se um real problema nas indústrias. Neste informativo proporcionamos informações gerais, tais como: conceito e a natureza da eletricidade estática, sua origem, os métodos gerais de mitigação e algumas recomendações para sua dissipação.

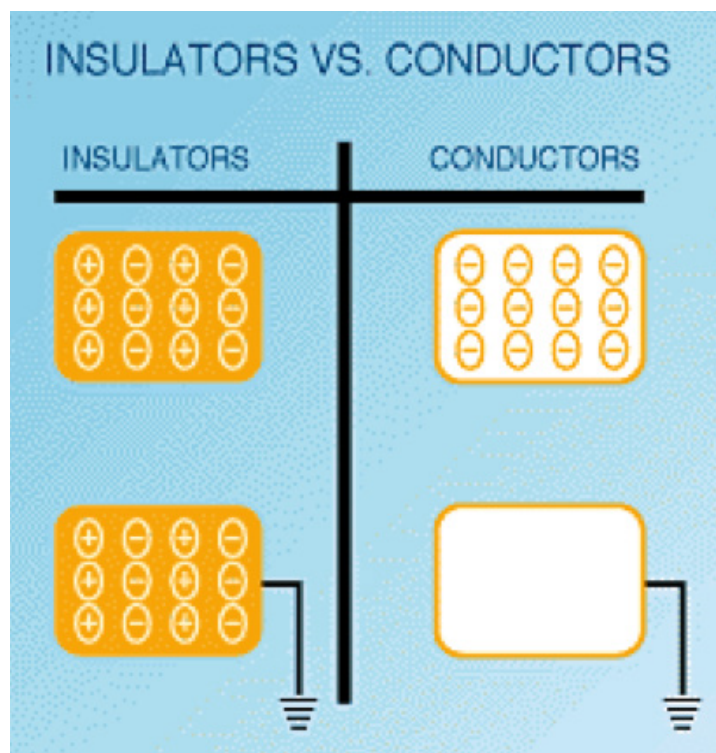
## CONCEITOS E NATUREZA

Para explicar o conceito de eletricidade estática devemos entender a estrutura da matéria. Os átomos são formados basicamente por prótons, nêutrons e elétrons. Os elétrons possuem carga negativa, sendo balanceada pela carga positiva dos prótons presentes no núcleo dos átomos.

Em um corpo neutro, a quantidade de prótons e elétrons é a mesma. Entretanto, através de um dispêndio de energia (mecânica, química, etc) poderemos remover ou adicionar elétrons a esse corpo tornando-o carregado positivamente ou negativamente.

A distribuição eletrônica existente nos átomos dos materiais condutores permite a livre movimentação dos elétrons mais externos. Assim, qualquer campo elétrico nas proximidades desse condutor provocará um deslocamento desses elétrons por toda a extensão de sua superfície redistribuindo a carga ao longo do corpo. Nos materiais isolantes, a distribuição e a estrutura eletrônica dos átomos inibem essa livre movimentação, o que facilita o acúmulo de cargas ou de "eletricidade estática".

Os condutores também podem armazenar cargas elétricas, desde que estejam isolados. Nesse caso, o material isolante impede o livre "fluxo" dos elétrons, mantendo-os estaticamente confinados. Quando ligamos um material condutor estaticamente carregado ao terra, ocorrerá a migração das cargas e a neutralização completa do material. No entanto, para os materiais isolantes, a ligação ao terra não drenará as cargas do material. Assim, podemos conceituar eletricidade estática como o conjunto de fenômenos associados com a "retenção" de cargas elétricas na superfície de um corpo isolante ou de um corpo condutor isolado.



## ORIGEM

A eletricidade estática pode ser gerada principalmente por contato / separação ou por indução.

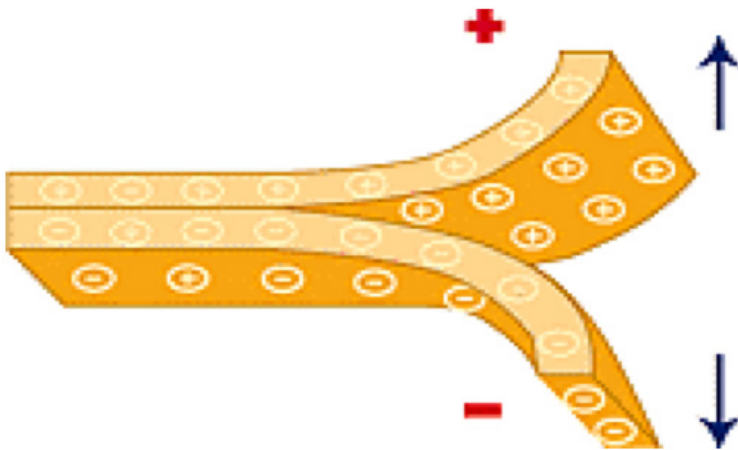
### 1. CONTATO / SEPARAÇÃO

O mecanismo de contato / separação é o mais comum na geração de eletricidade estática, sendo também chamado de fricção ou triboeletrificação.

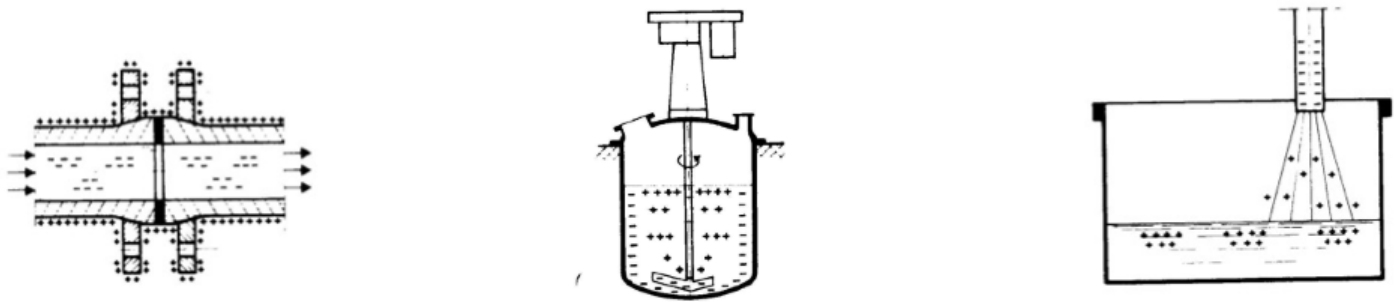
Esse mecanismo ocorre quando duas substâncias ou materiais de diferentes composições são levados a contato com posterior separação. Uma das substâncias irá ceder alguns de seus elétrons para a outra ao longo da superfície. Assim, após a separação das substâncias, uma delas terá um aumento na quantidade de elétrons (e estará negativamente carregada) enquanto que a outra estará carente de elétrons (e estará positivamente carregada). Este mecanismo é agravado pelo

aumento da velocidade de separação, pela menor condutividade das substâncias envolvidas e pelo aumento da área de contato entre as substâncias.

Quando dois materiais diferentes são postos em contato e separados, há a geração de eletricidade estática. Um material adquire excesso de elétrons (negativo) e, o outro, carência de elétrons (positivo).



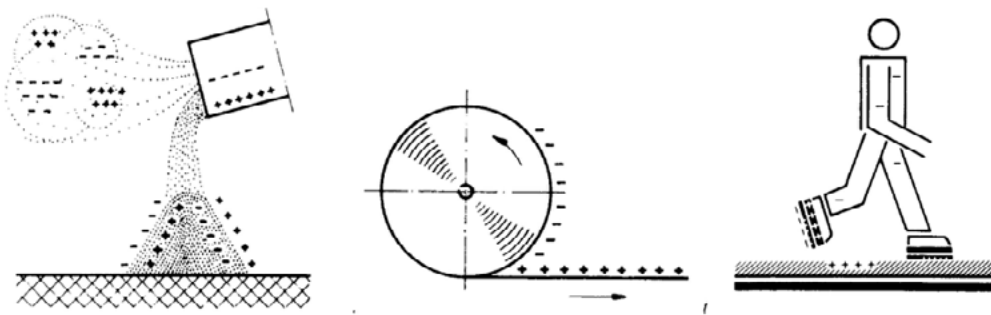
O transporte de fluidos não condutores em tubulações isolantes ou metálicas isoladas pode gerar eletricidade estática por contato / separação pois as substâncias movimentadas trocam elétrons com as paredes das tubulações gerando acúmulo de carga. A agitação em reatores e a carga/descarga de tanques, containers ou tubos também provocam a geração de cargas estáticas.



A resistividade das substâncias é um importante indicador para a geração de eletricidade estática. Líquidos com resistividade maior do que  $10^{10}$  ohm.cm são particularmente suscetíveis a acúmulos de eletricidade estática. Veja a tabela abaixo:

Resistividade de alguns Líquidos e Gases Liquefeitos	
<b>Líquidos não-polares</b>	<b>ohm.cm</b>
Dissulfeto de Carbono	$10^{18}$
Cyclohexano, Gasolina, Diesel, Propano, Butano, Dietil Eter, Benzeno, Xyleno	$10^{15}$
<b>Líquidos polares</b>	<b>ohm.cm</b>
Álcool etílico, Álcool butílico	$10^8$
Acetona, Ácido Acético, Metil Etil Cetona	$10^7$
Isopropanol	$10^6$
Glicol, Acetaldeído, Acetato de Metila	$10^5$
Ácido Fórmico	$10^4$
Ácido Sulfúrico	$10^2$

Processos envolvendo transportes de sólidos também podem acumular cargas estáticas. Dentre eles podemos citar: o transporte de materiais pulverizados através de transportadores pneumáticos; o peneiramento, a mistura, a carga e a descarga de pós não condutores; papéis ou plásticos sendo desenrolados; o caminhar das pessoas sobre os pisos não condutores e o movimento de veículos.



Gases ou vapores também podem acumular eletricidade estática, como exemplo, podemos citar os processos envolvendo spray de líquidos em gases, borbulhamento de gases em líquidos e vazamentos de ar (ou gás) contendo particulados. A eletricidade estática pode também ser transmitida a um corpo descarregado pelo simples contato com um outro corpo carregado. Esse mecanismo pode ser considerado uma espécie mais simples do mecanismo de geração de eletricidade estática por contato/separação. Certos dispositivos eletrônicos (transistores, circuitos integrados, etc) podem ser danificados pelo simples contato de um corpo eletrificado com o componente. Por exemplo, o caminhar de uma pessoa sobre um piso de carpete pode acarretar acúmulos de cargas na ordem de 1.500 a 30.000 volts. O simples contato dessa pessoa com um dispositivo de tecnologia CMOS, que suporta tensões eletrostáticas inferiores a 1.000 volts, poderia danificá-lo totalmente. Componentes de tecnologia mais sofisticada podem danificar-se até mesmo por tensões inferiores a 10 volts.

## 2. INDUÇÃO

O mecanismo da indução ocorre devido à atração ou à repulsão gerada pelas forças de campo elétricas sobre as cargas elétricas do material induzido. A indução também pode causar danos aos componentes eletrônicos. Um corpo eletricamente carregado (pessoa, objeto, etc) pode induzir tensões elevadas nos dispositivos eletrônicos causando ruptura dos materiais semicondutores e inutilização do componente.

## RISCO DE FOGO OU EXPLOSÃO

Os efeitos resultantes do acúmulo de cargas eletrostáticas podem constituir um risco de incêndio ou explosão. Sua geração não pode ser prevenida totalmente, pois seus mecanismos são intrínsecos a uma infinidade de processos.

O acúmulo de carga elétrica não gera, por si só, um risco potencial de fogo ou explosão; deverá também ocorrer uma descarga ou uma rápida recombinação de cargas aliada a outras condições. Assim, para que a eletricidade estática torne-se uma fonte de ignição, quatro fatores devem estar presentes:

- 1) Deve existir um meio efetivo de geração de eletricidade estática (por qualquer mecanismo).
- 2) Deve existir um meio de acumulação dessa eletricidade estática com a permanência de um razoável potencial elétrico.
- 3) Deverá ocorrer uma descarga elétrica com uma energia adequada, e
- 4) A descarga deverá ocorrer em uma mistura passível de ignição.

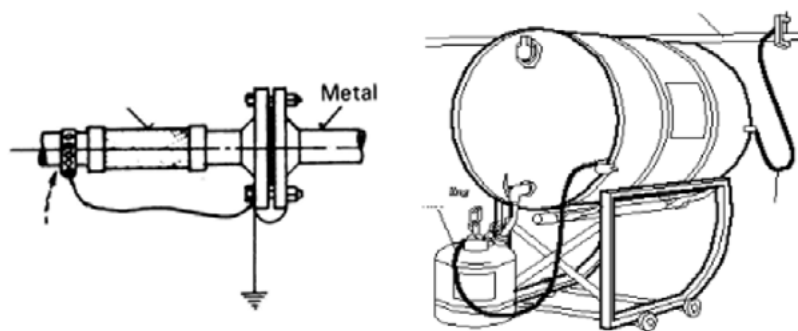
## CONTROLE

O acúmulo de eletricidade estática pode ser prevenido em muitas circunstâncias pelo adequado aterramento dos equipamentos, pela umidificação do ambiente ou pela ionização. As ações corretivas, relacionadas a eletricidade estática deverão ser orientadas de forma a prover dissipação das cargas antes de atingir os potenciais de ruptura, que poderiam ser danosos. Caso existam certos pontos no processo onde não se possa evitar a descarga brusca das cargas acumuladas, deve-se garantir que nenhuma mistura passível de ignição estará próxima desses pontos.

### A. ATERRAMENTO

Um material condutor pode ser aterrado por conexão direta à terra ("aterramento") ou por ligação com outro condutor que já está conectado ao terra ("equalização"). Alguns objetos, em certas condições, podem ser considerados inerentemente aterrados devido à boa área de contato com a terra. Dentre os exemplos estão os tubos metálicos subterrâneos (não pintados) e os grandes tanques de estocagem que são instalados diretamente em contato com o solo. Os aterramentos são realizados para minimizar as diferenças de potenciais elétricos entre os objetos e a terra.

As conexões devem ser realizadas com presilhas, soldas ou grampos que permitam um efetivo aterramento entre a estrutura / equipamento e a terra.



## B. CONTROLE DE ESTÁTICA ATRAVÉS DA LIMITAÇÃO DA VELOCIDADE

Como a eletricidade estática é gerada sempre que dois materiais diferentes estão em movimento, um relativo ao outro, a redução dessa velocidade relativa diminuirá a taxa de geração de eletricidade estática. A tabela a seguir apresenta alguns valores máximos de velocidade e fluxo recomendados para líquidos não polares sendo transportados em tubulações, independentemente do material do tubo.

Fluxos de líquidos não polares em Tubulações							
Tubo Ø (mm)	40	50	80	100	200	400	600
Veloc (m/s)	7	6	3,6	3	1,8	1,3	1
Fuxo (lpm)	600	800	1100	1600	3500	10000	17000

Em geral, velocidades inferiores a 1 m/s não produzem acúmulo de carga estática a níveis perigosos, exceto no caso de algumas substâncias como, por exemplo, a dissulfeto de carbono e o éter.

Suspensão de cristais em líquidos não condutores podem produzir acúmulos de carga estática a níveis perigosos, até mesmo em velocidades de 1 m/s.

## C. UMIDIFICAÇÃO

Os materiais considerados não produtores (ou isolantes) possuem alta resistência a mobilidade das cargas, no entanto, como não existe “isolante” perfeito, existirá eventualmente a dissipação das cargas estáticas acumuladas. Assim, qualquer substância que permita aumentar a condutividade superficial de um corpo isolante também se tornará um meio de dissipação das cargas estáticas.

Alguns materiais isolantes comumente encontrados, tais como: madeira, papel, plásticos, concreto ou alvenaria, contêm certa quantidade de umidade em equilíbrio com a umidade do ar, de forma que suas condutividades variam em função da umidade relativa do ar. Isso explica a influência das condições meteorológicas do ambiente sobre a condutividade desses materiais. Assim, sob condições de alta umidade relativa (mais de 50%), esses materiais atingiriam o equilíbrio suficiente para prevenir o acúmulo de cargas estáticas. O tempo para atingir esse equilíbrio varia em função do tipo de material, o que limita a aplicação prática da umidificação atmosférica para o controle da estática. Além disso, a alta umidade poderia aumentar as velocidades de corrosão dos equipamentos e causar desconforto físico aos operadores.

## D. AUMENTO DA CONDUTIVIDADE PELO USO DE ADITIVOS

Primeiramente, é importante notar que o uso de aditivos para aumentar a condutividade dos materiais não evita a geração de eletricidade estática. Eles apenas permitem uma dissipação mais rápida das cargas acumuladas. A adição desses produtos pode ser realizada em materiais sólidos (p.ex. adição de negro de fumo a plásticos para aumentar a condutividade) ou líquidos. O uso de aditivos condutores deve ser implementado em conjunto com o aterramento (item 1), a fim de prover um caminho para a dissipação das cargas.

## E. IONIZAÇÃO DO AR

Sob certas circunstâncias, o ar pode tornar-se suficientemente condutor para dissipar as cargas elétricas. Os ionizadores (ou neutralizadores de carga estática) são equipamentos que geralmente utilizam alta tensão para ionizar o ar, tornando-o “condutor”. Outros métodos de ionização do ar podem também ser utilizados, tais como: por radiação, chama, etc. Na instalação desses equipamentos para o controle do acúmulo de cargas estáticas, deve-se considerar as condições ambientais (poeira, temperatura, etc) do local e a proximidade do equipamento em relação aos estoques, máquinas e pessoas. Também é importante salientar que esses equipamentos não previnem a geração de eletricidade estática; eles apenas ionizam o ar (ou gás), reduzindo o acúmulo de cargas estáticas à níveis controláveis.

## F. CONTROLE DE MISTURAS PASSÍVEIS DE IGNIÇÃO (INERTIZAÇÃO, VENTILAÇÃO OU RELOCAÇÃO)

Existem muitas operações envolvendo o manuseio de materiais ou equipamentos não condutores que não permitem soluções completas para o controle da eletricidade estática. Assim, pode ser desejável ou essencial, dependendo da natureza do risco dos materiais envolvidos, prover outros meios suplementares para mitigar danos por descarga estática:

- a)** Em locais confinados (fechados) contendo misturas passíveis de ignição, tais como, em tanques de processo, pode-se utilizar gás inerte para reduzir esses riscos. Em operações que são normalmente conduzidas em “atmosfera” acima do limite superior de explosividade, a adição de gás inerte poderia ser realizada nos momentos em que a mistura atingisse a faixa de explosividade.
- b)** Ventilação pode ser aplicada em muitas situações para diluir uma mistura gasosa, passível de ignição, até um nível abaixo de sua faixa de explosividade. Pode-se também direcionar o fluxo de ar para prevenir que solventes inflamáveis ou poeiras se aproximem de uma operação onde riscos de descargas eletrostáticas não são controlados.
- c)** Equipamentos que estão localizados em áreas de risco e que podem ser removidos para áreas seguras, sem prejuízo da produção, deveriam ser relocados. A relocação deve ser utilizada sempre que possível, pois reduz os riscos de danos causados pelo acúmulo de eletricidade estática nas áreas críticas.

## CONCLUSÃO

Eletricidade estática é um fenômeno bem conhecido, mas pouco entendido que afeta muitas indústrias e diversos ambientes. Seu entendimento é de fundamental importância para o gerenciamento de risco das empresas, pois permite identificar os riscos, estimar os potenciais de perdas e agir de forma a prevenir eventuais descargas estáticas nas áreas de risco.

## REFERÊNCIAS

### NFPA

*NFPA 77 – Recommended Practice on Static Electricity – 2019 edition.*

*NFPA 69 – Standard on Explosion Prevention Systems – 2019 edition.*

*Engineering Fact Sheet – Static Electricity – Control Measures – Zurich Risk Engineering, September 8, 1986.*

*Controlling Static Generation In Carpets, Darryl D. Allen, Manager Engineering, Desco Industries Inc., 1993*

## Zurich Brasil Seguros

Av. Jornalista Roberto Marinho, 85 - 23º andar  
Brooklin Novo – 04576-010  
São Paulo, SP – Brasil

Publicação do Departamento de Risk Engineering da Zurich Brasil Seguros S.A.  
Edição Digital nº 01 - Atualizada em Dezembro/2020

Para receber outros informativos ou obter maiores informações, contatar o  
Departamento de Risk Engineering da Zurich.

E-mail: [engenharia.riscos@br.zurich.com](mailto:engenharia.riscos@br.zurich.com)

A informação contida nesta publicação foi compilada pela Zurich a partir de fontes consideradas confiáveis em caráter puramente informativo. Todas as políticas e procedimentos aqui contidos devem servir como guia para a criação de políticas e procedimentos próprios, através da adaptação destes para a adequação às vossas operações. Toda e qualquer informação aqui contida não constitui aconselhamento legal, logo, vosso departamento legal deve ser consultado no desenvolvimento de políticas e procedimentos próprios. Não garantimos a precisão da informação aqui contida nem quaisquer resultados e não assumimos responsabilidade em relação à aplicação das políticas e procedimentos, incluindo informação, métodos e recomendações de segurança aqui contidos. Não é o propósito deste documento conter todo procedimento de segurança ou requerimento legal necessário. Esta publicação não está atrelada a nenhum produto em específico, e tampouco a adoção destas políticas e procedimentos garante a aceitação do seguro ou a cobertura sob qualquer apólice de seguro.

