

## Eletricidade estática: exposições e controles

---



# Eletricidade estática: exposições e controles

---

## INTRODUÇÃO

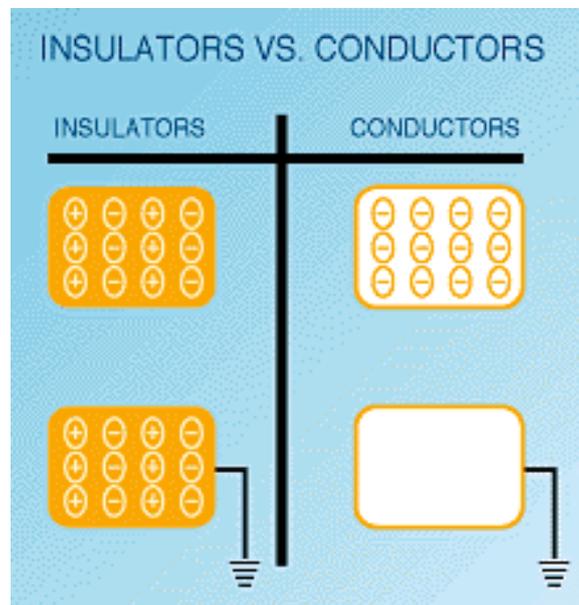
A eletricidade estática é frequente na fonte de ignição de algumas substâncias, tornando-se um real problema nas indústrias. Neste informativo proporcionamos informações gerais, tais como: conceito e a natureza da eletricidade estática, sua origem, os métodos gerais de mitigação e algumas recomendações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

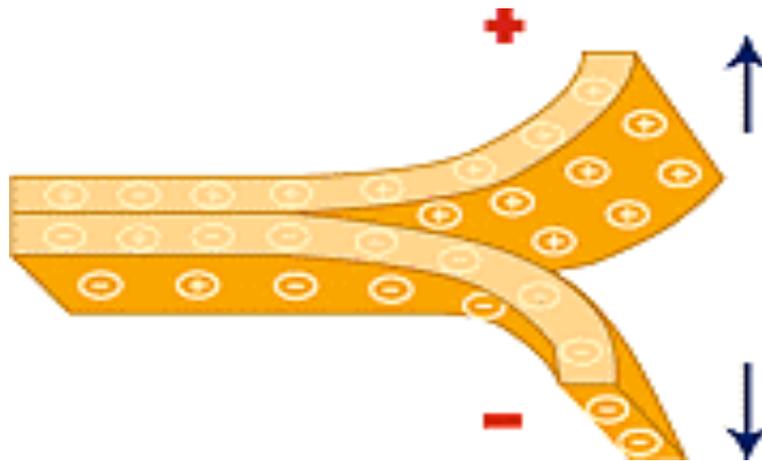
### 1. CONTATO / SEPARAÇÃO

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

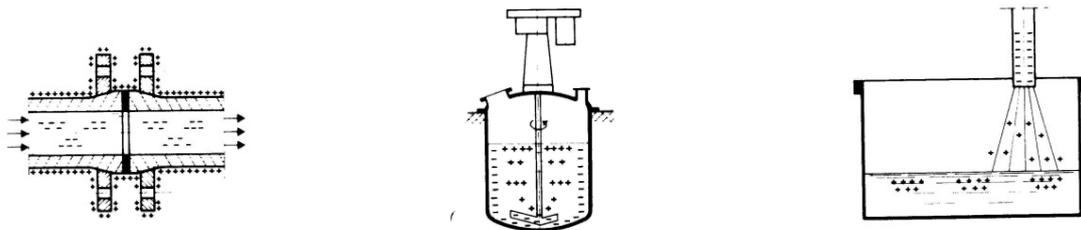
Esse mecanismo ocorre quando duas substâncias ou materiais de diferentes composições são levados a contato com posterior separação. Uma das substâncias irá ceder alguns de seus elétrons para a outra ao longo da superfície. Assim, após a separação das substâncias, uma delas terá um aumento na quantidade 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).



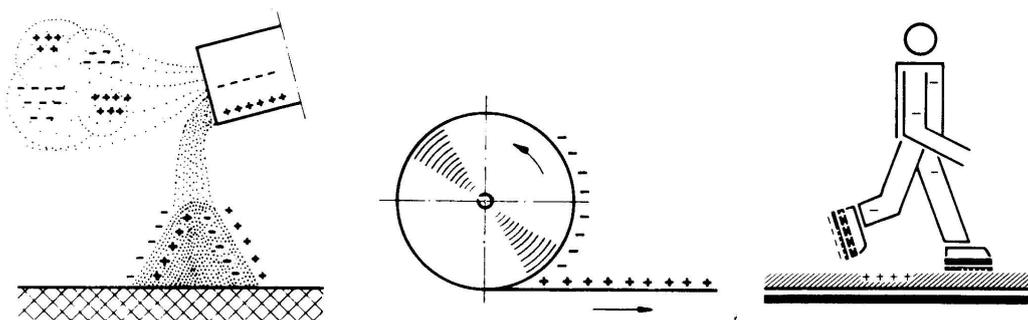
O transporte de fluídos não condutores em tubulações isolantes ou metálicas isoladas pode gerar eletricidade estática por contato / separação pois as substâncias movimentadas trocam elétrons com as paredes das tubulações gerando acúmulo de carga. A agitação em reatores e a carga/descarga de tanques,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

<b>Resistividade de alguns Líquidos e Gases Liquefeitos</b>	
<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>	
Alcool etílico, Alcool butílico .....	$10^8$
Acetona, Ácido Acético, Metil Etil Cetona .....	$10^7$
Isopropanol .....	$10^6$
Glicol, Acetaldeido, 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**

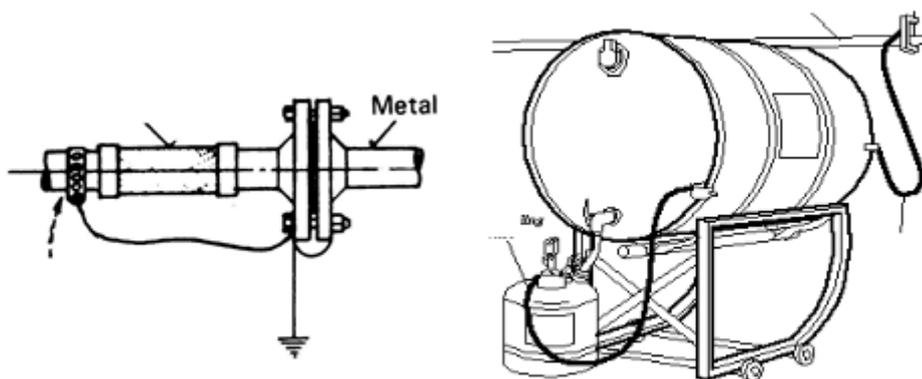
O acúmulo de eletricidade estática pode ser prevenido em muitas circunstâncias pelo adequado aterramento dos equipamentos, pela umidificação do ambiente ou pela ionização.

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.

<b>Fluxos de líquidos não polares em Tubulações</b>							
Tubo $\phi$ (mm) $\leq$	40	50	80	100	200	400	600
Veloc (m/s) $\leq$	7	6	3,6	3	1,8	1,3	1
Fluxo (lpm) $\leq$	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* – 2007 edition.

*NFPA 69 – Standard on Explosion Prevention Systems* – 2007 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 Agosto/2012  
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.

