



# Eletricista Residencial



## MÓDULO II

[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)

INSTALANDO UMA TOMADA .....	3
INSTALANDO UMA LÂMPADA .....	7
DIMMER.....	13
MINUTEIRAS .....	16
COMO EFETUAR A CORRETA EMENDA DE FIOS E CONDUTORES .....	17
INSTALANDO TORNEIRA ELÉTRICA .....	24
COMANDOS ELÉTRICOS.....	25
INDUTORES.....	26
RELÉ TÉRMICO DE SOBRECARGA .....	29
TIPOS DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E COMO MONTÁ-LOS.....	31
SEGURANÇA EM ELETRICIDADE.....	36
PARÂMETROS DA NR 10 PARA TRABALHAR COM SEGURANÇA EM ELETRICIDADE .	39
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO PARA O ELETRICISTA.....	43
PRIMEIROS SOCORROS EM CASO DE CHOQUE ELÉTRICO .....	47
SPDA (SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS) .....	50
SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA .....	59

## INSTALANDO UMA TOMADA

É importante fazer as instalações com cuidado para que não aconteça qualquer acidente e também para que não seja necessário fazer o trabalho novamente, afinal, apesar de ser uma tarefa relativamente simples, é algo que ninguém quer fazer repetidamente.



Antes de aprender como instalar uma tomada, é necessário saber qual o equipamento que irá precisar: uma tomada de 10 A (amperes) ou de 20 A? Esta escolha é muito importante, pois ao escolher a tomada com a capacidade errada, o equipamento possui grandes chances de ser danificado.

### Qual tomada escolher: 10 A ou 20 A?

10 A: possui orifícios e plugues menores (4mm de diâmetro). É utilizado pela maioria dos equipamentos utilizados no dia-a-dia de uma casa, como, por exemplo, televisão, carregadores de celular e computadores. Ideal para ambientes como salas, quartos e escritórios. Sempre verificar no equipamento o total da corrente. Em uma tomada de 10 A, a capacidade não deve exceder 10 A.

20 A: os orifícios e plugues das tomadas são maiores (4,8mm de diâmetro). Este padrão é utilizado por equipamentos que exigem maior capacidade, como geladeira, micro-ondas, aspirador de pó, forno elétrico e máquina de lavar roupas. É recomendado ter este tipo de tomada em ambientes com equipamentos que exijam maior capacidade, como cozinhas, banheiros e lavanderias.

As ferramentas a serem utilizadas para realizar instalações elétricas devem ter cabos emborrachados para evitar acidentes:

- Chaves de fenda ou Philips: para desparafusar e parafusar as instalações;
- Amperímetro: para medir a presença ou não de eletricidade nos fios, bem como sua voltagem;
- Fios de força de 2.5mm<sup>2</sup> de área (essa informação vem escrita na embalagem e, muitas vezes, até no próprio fio), seguindo o padrão brasileiro. Observação: antes de comprar os fios, devem-se verificar os já existentes na instalação para adquirir fios iguais. No caso das tomadas, deverá haver um fio verde



(terra), um fio azul e outro fio que pode ser vermelho ou preto. Se estiver trocando um interruptor, o mais provável é que seja um fio vermelho (fase) e outro azul (retorno);

- Alicates: para descascar os fios;
  - Novos conjuntos de caixa de tomada e/ou interruptor com suporte.
- Observação: na embalagem está escrita a quantidade de amperes e também a voltagem máxima da tomada.



### **Como instalar tomada: cuidados antes de iniciar a instalação**

Antes de tudo, deve-se desligar a chave geral e os disjuntores da residência. Isso é importante para evitar acidentes, garantindo a segurança. Quando se estiver certo de que tudo está desligado, utilizar um amperímetro (instrumento que detecta a voltagem). Outra medida de segurança é a utilização de luvas e sapatos emborrachados para que não haja qualquer risco de choque.

Se o dia estiver chuvoso, é melhor não realizar essa tarefa. Optar por iniciar o trabalho quando o tempo estiver ensolarado, assim se evitam descargas elétricas. Também é importante trabalhar longe da umidade e de equipamentos hidráulicos, sempre utilizando ferramentas que tenham cabos emborrachados, pelo mesmo motivo.

De preferência, escolher um dia mais tranquilo, já que a pressa costuma ser inimiga da perfeição e da segurança. Procurar trabalhar longe de crianças e animais de estimação para que eles não toquem em nenhum equipamento elétrico por engano.

### **Como instalar tomada simples**



Para instalar uma tomada simples são necessários apenas cinco passos:

1. Após desligar os disjuntores, retirar o “espelho” antigo, desparafusando-o. Depois, retirar a tomada existente e todos os seus componentes, como fios, placas e parafusos. Então, conferir os fios presentes na caixa e suas respectivas cores. Pelo padrão brasileiro deverá haver um fio verde (terra), um fio azul e outro que pode ser preto ou vermelho;
2. Os fios já deverão estar desencapados, mas sempre renovar as pontas, assegurando-se de que cerca de 5mm deles estejam sem a capa para conseguir realizar a instalação adequadamente. Para isso, utilizar um alicate e desencapar as pontas dos fios até que esteja tudo certo;
3. Deverá encaixar o fio verde no centro da placa da tomada nova, e os outros em qualquer lado que escolher. Depois disso, parafusar os fios em seus respectivos espaços, de modo que apenas o cobre do fio fique em contato com o parafuso. Isso é importante para que a eletricidade seja conduzida adequadamente;
4. Feito isso, ligar novamente o disjuntor e verificar com um amperímetro a voltagem das entradas laterais se está tudo conforme o desejado. Se estiver tudo certo, desligar novamente a energia e encaixar a tomada na caixinha. Depois, parafusar de maneira a fixá-la;
5. Por fim, encaixar o espelho da tomada de modo a dar o acabamento e ligar novamente o disjuntor para fazer outro teste com o amperímetro. Estando tudo certo, ligar também algum eletrodoméstico e verificar se ele funciona normalmente, como teste final.

### **Como instalar tomada dupla**



Para instalar uma tomada dupla, também, são necessários apenas cinco passos:

1. Idêntico ao processo de instalação da tomada simples;
2. Também idêntico ao processo de instalação da tomada simples;
3. Uma das tomadas é a principal (por onde chega a energia da caixinha) e a outra é a secundária. Para uni-las, é necessário fazer uma ponte entre elas. Para isso, deve-se medir a distância entre as duas tomadas e cortar pequenos fios em um tamanho correspondente, desencapando cerca de 5mm dos dois lados;
4. Terminando de cortar os fios, deve-se encaixá-los nas entradas interiores unindo as tomadas, e então parafusá-los. As cores devem ficar retas, nunca cruzando as fases. Depois, encaixar também os fios da caixinha nas entradas exteriores da tomada principal. Após encaixar, parafusar também para que a energia possa chegar até as duas tomadas;
5. Para finalizar, esse passo também é idêntico ao necessário para instalar a tomada simples;

### **Como instalar interruptor**



Interruptores são ainda mais simples de instalar que as tomadas. A instalação de interruptores usa só a fase e o retorno. A seguir, quatro passos necessários para realizar essa tarefa:

1. Após desligar os disjuntores, retirar o espelho antigo desparafusando-o. Depois, retirar a peça existente e todos os seus componentes, como fios, placas e parafusos. Então, conferir os fios presentes na caixa e suas respectivas cores. Pelo padrão brasileiro, deverá haver um fio vermelho (fase), e um fio azul (retorno);
2. Aqui, o passo é idêntico a instalação de tomada simples e dupla;
3. Deverá encaixar o fio vermelho (fase) da caixinha no interruptor (pode ser em qualquer um dos lados). Depois disso, encaixar também o fio azul (retorno) no lado oposto. Parafusar bem para unir todos os componentes;
4. Feito isso, ligar novamente o disjuntor e verificar se, ao acionar o interruptor, a lâmpada está acendendo e apagando normalmente. Se estiver tudo certo, desligar novamente a energia e encaixar o interruptor na caixinha. Depois, parafusar de maneira a fixá-la e, por fim, encaixar o espelho para dar o acabamento.

## **INSTALANDO UMA LÂMPADA**

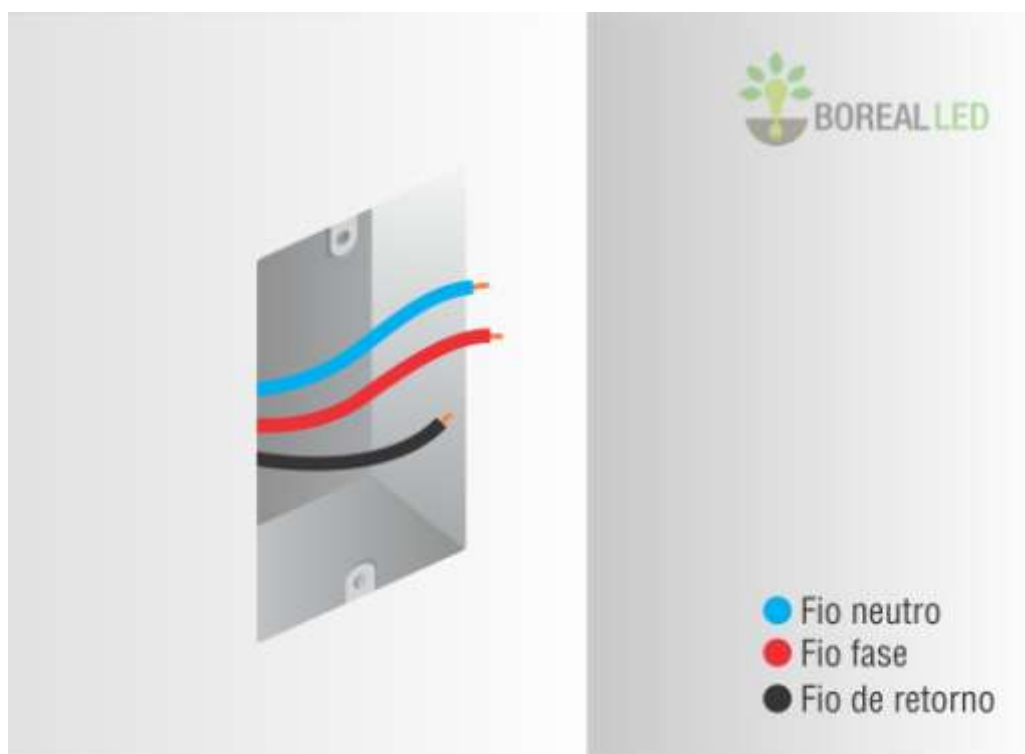
Deve-se certificar que não há nenhuma corrente de eletricidade que possa colocar a segurança em risco e causar danos irreparáveis. Veja os passos a seguir.

1. **Identificar os três tipos de fios que estão visíveis na superfície**



O fio fase é o que vem do disjuntor, desde o quadro de distribuição até onde será instalado o interruptor. Já o fio neutro tem origem no barramento neutro, que é condutor onde está organizada toda a fiação elétrica do projeto no Quadro de Distribuição, e o seu destino segue para qualquer ambiente onde estará o bocal ou recepção da lâmpada. Ele garante a segurança quando houver necessidade de substituí-la. A cor do fio neutro é azul, padronizado para facilitar sua identificação por qualquer usuário, inclusive por aqueles que não têm domínio absoluto sobre eletricidade.

E o terceiro fio chama-se fio de retorno, que tem função essencial de ligar a lâmpada ao interruptor. Para os fios fase e de retorno, não existe regra, mas jamais poderá ser na cor azul claro.

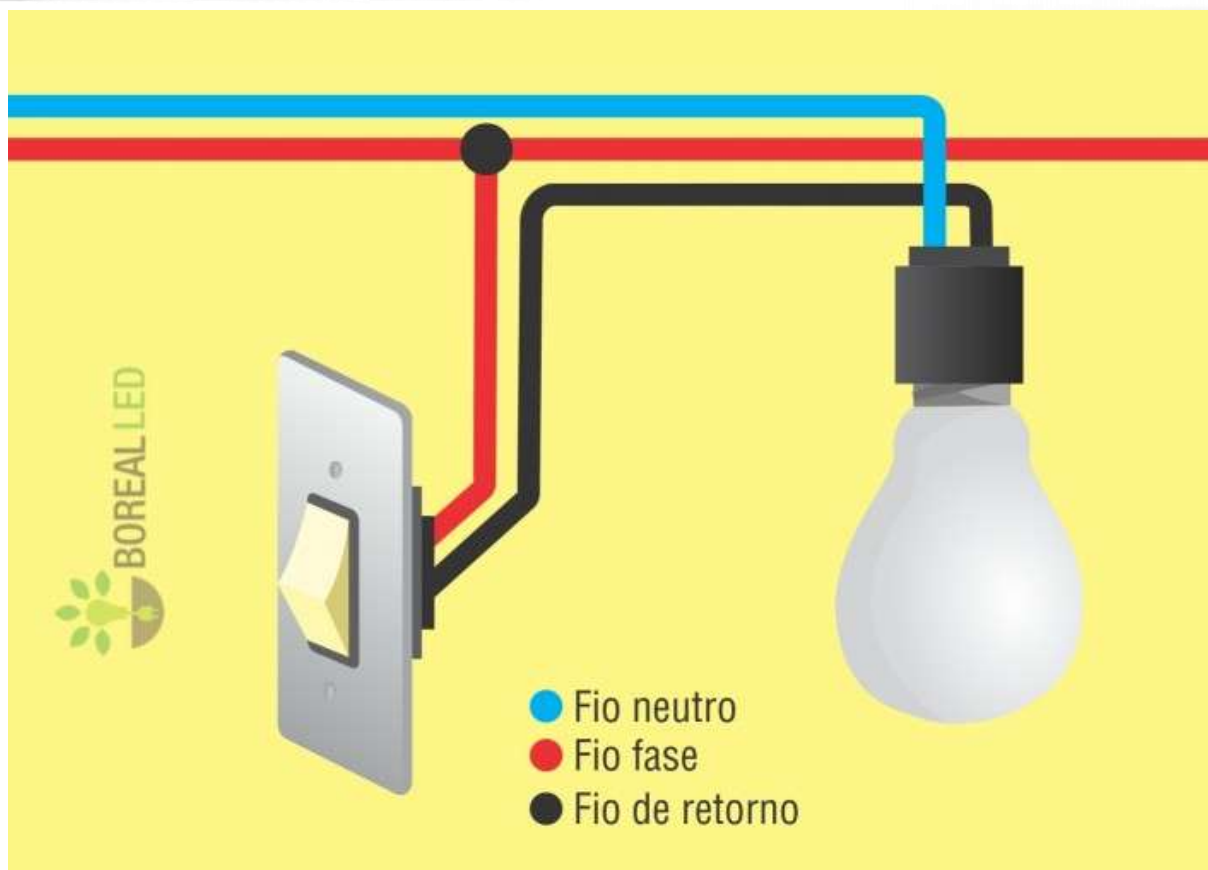


## **2. Levar os fios até as respectivas ligações**

Identificados os fios, é o momento de levá-los até o ponto correto onde será instalado o interruptor, com atenção:

- Levar o fio neutro até o bocal da lâmpada;
- Em seguida, levar o fio fase até o interruptor;
- Na sequência, levar o fio do interruptor, o chamado retorno, até a lâmpada.

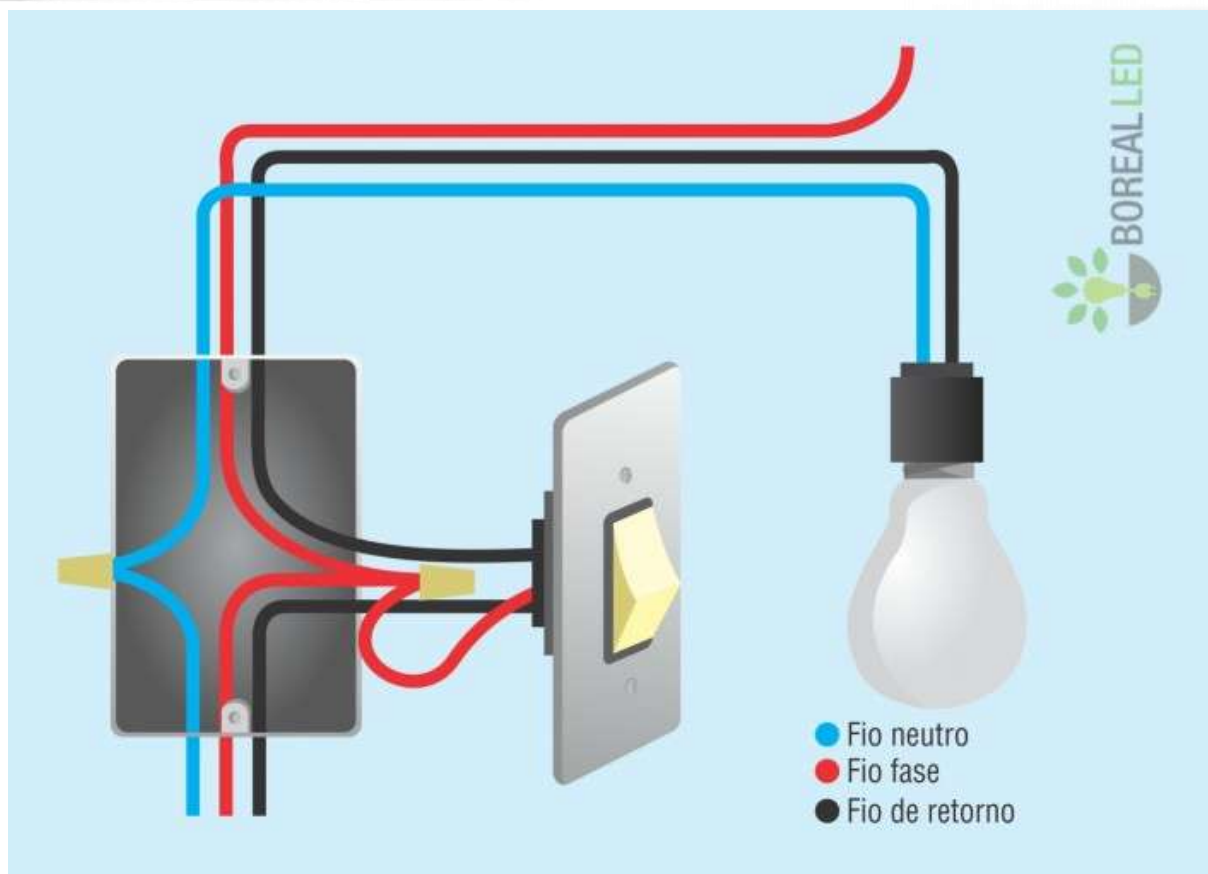




### 3. Fazer a ligação entre os fios

Agora que os fios estão nos devidos lugares, é o momento de conectá-los, uma das pontas, observe a ordem:

- Conectar o fio neutro ao bocal da lâmpada unindo as extremidades e fazendo a vedação com fita isolante;
- Da mesma forma, ligar o fio de retorno ao bocal;
- No interruptor, ligar o fio fase, em um dos parafusos, também chamado de Born, que está no local onde será instalado o interruptor e no outro parafuso ligar o fio de retorno;
- Certificar-se que todos os fios estejam isolados corretamente.



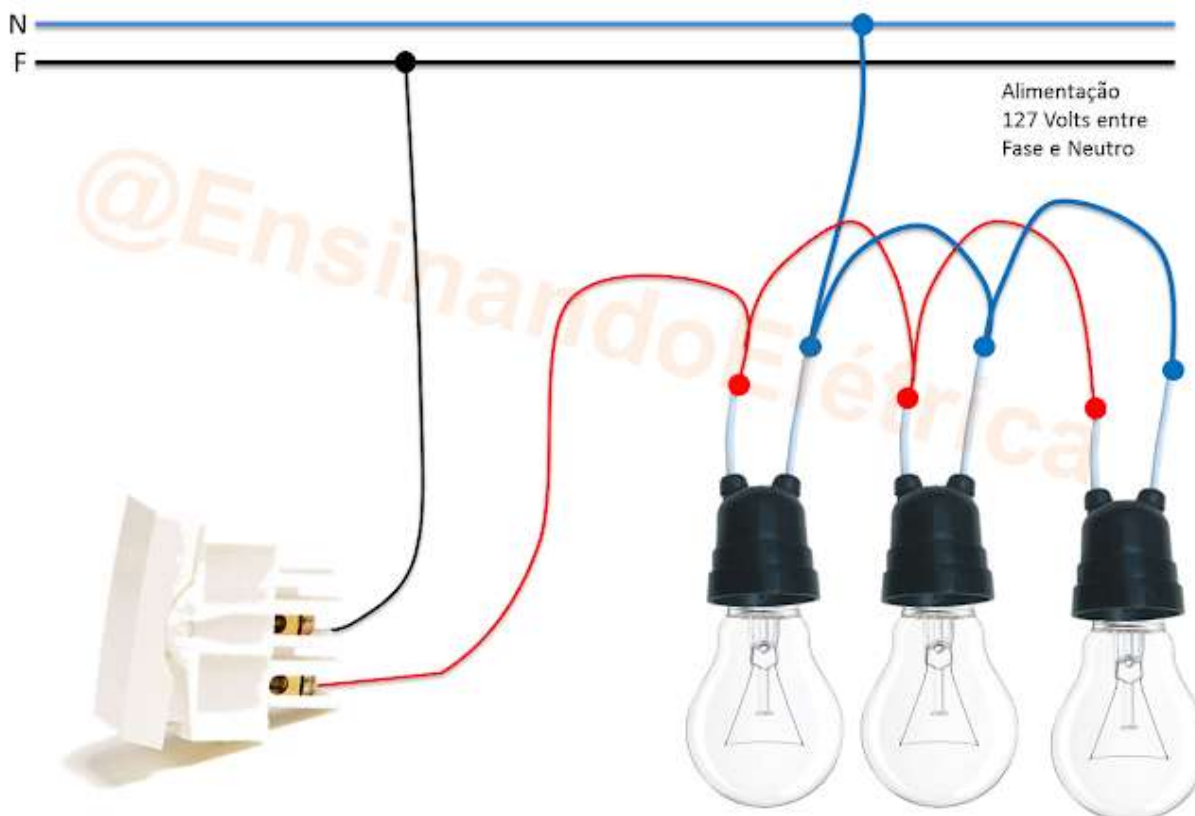
#### 4. Finalizar a instalação do interruptor

Com as conexões realizadas com êxito é hora de colocar a placa de interruptor escolhida, que tem como função o acabamento que melhor combina com a decoração do ambiente.



Conforme a norma NBR5410, a secção mínima para alimentação dos circuitos de iluminação deve ser realizada com fiação 2,5mm tanto para a fase quanto para o neutro, o fio retorno pode-se utilizar fio 1,5mm, mas somente para o retorno. Outro detalhe importante é que a fase sempre deverá ir no parafuso do meio do interruptor, isso é padronizado.

Também, o neutro sempre deve ir ao soquete e nunca a fase, isso protege contra contato direto na fase, podendo ocasionar choque elétrico.



É possível ligar outras lâmpadas no mesmo circuito do interruptor? Sim, desde que a somatória total das lâmpadas não ultrapasse os 10 A, que é a corrente máxima que o interruptor suporta. Então, no caso do exemplo na imagem anterior, daria em torno de 1270 watts de potência se todas as lâmpadas estiverem ligadas em paralelo.

Outra pergunta: deve-se levar o aterramento aos pontos de lâmpada? Sim, a norma pede aterramento em todos os pontos de ligação, tanto em tomadas quanto em pontos de luminárias.

Ainda: onde se liga o condutor terra? O fio terra sempre será ligado na carcaça da luminária. A seguir, um exemplo de luminária onde é possível conectar o fio terra à sua massa (carcaça).



Exemplo de Luminária Tubular: Lâmpadas Fluorescentes 20 watts

Agora, se na ligação, estiver sendo utilizado um simples plafon (conforme imagem a seguir), o cabo terra acaba ficando sem lugar para ser ligado. Poderá ser deixado isolado e parado, pois não há como aterrar nesse tipo de luminária.



Caso o tipo de luminária for o famoso “pé de galinha” (imagem a seguir), poderá ser usado o terra e aterrar ele.





## **DIMMER**

Ao instalar a iluminação em um ambiente, é possível comprar lâmpadas que são capazes de variar a sua intensidade de luz, e assim ajustar o ambiente para as necessidades do usuário. Dessa forma, para controle de tais lâmpadas, utiliza-se um dimmer, que fica na parede como um interruptor e permite efetuar essa regulagem. Portanto, em momentos com mais iluminação externa, é possível regular uma menor intensidade da iluminação interna, por exemplo.



### **O que é um dimmer**

O dimmer é um dispositivo rotativo capaz de controlar a intensidade luminosa emitida por uma lâmpada. Assim, a medida que se gira o botão de comando do

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

dimmer, a intensidade de luz ou brilho emitido pela lâmpada vai variando.

O dimmer também pode ser usado para controle de velocidade de ventiladores ou outros dispositivos em residências ou comércios. Entretanto, é importante destacar que não é qualquer lâmpada que pode ser conectada em um dimmer. Elas precisam especificamente serem fabricadas para serem “dimerizáveis”.



### **O que é uma lâmpada dimerizável**

Antigamente, utilizavam-se as lâmpadas incandescentes, que funcionavam com um filamento de tungstênio. Essas lâmpadas eram todas reguláveis, já que simplesmente variar a corrente que passava pelo filamento iria alterar o seu brilho. Entretanto, as lâmpadas atuais, possuem circuitos que as fazem funcionar. As lâmpadas fluorescentes possuem reatores eletrônicos, enquanto que as lâmpadas de LED possuem circuitos para reduzir a tensão e corrente que chega aos LEDs. Esses circuitos são projetados para trabalhar em 110 V e/ou 220 V especificamente, não sendo possível simplesmente adicionar um potenciômetro em série com a lâmpada e esperar que funcione.

Para isso, existem as lâmpadas dimerizáveis, que possuem circuitos em seu interior que permitem a regulagem do brilho de acordo com a tensão de entrada. Portanto, as lâmpadas dimerizáveis são indicadas para trabalhar com o dimmer.

### **Como funciona o dimmer**

Os dimmers mais antigos funcionam com um resistor variável, isto é, um potenciômetro que limita a corrente elétrica que chega até a lâmpada. Assim, essa limitação de corrente ocorre pela variação da resistência do potenciômetro, sendo que, quanto maior a resistência, maior a oposição à passagem de corrente elétrica. Pela lei de Ohm, é possível calcular a queda de tensão no potenciômetro e a sua

potência dissipada. Entretanto, esse é o maior problema dos dimmers antigos. Um dos principais motivos de se regular a intensidade de luz é otimizar o consumo de energia elétrica. O problema é que, nos dimmers antigos, a energia elétrica continua sendo gasta como se a lâmpada estivesse em sua iluminação máxima, entretanto a energia está sendo transformada em calor e dissipada no resistor variável. Dessa forma, não há nenhuma economia de energia.

Já os dimmers mais modernos funcionam de uma forma muito mais eficiente. Eles desligam e ligam diversas vezes o circuito, variando a tensão média que chega até a lâmpada. A tensão alternada, que circula pelas instalações elétricas, consiste em uma onda senoidal que varia de  $+V$  a  $-V$  sessenta vezes por segundo, sendo  $V$  igual a 220 volts ou 110 volts, dependendo do local. Assim, a tensão elétrica possui semiciclos positivos, quando a corrente elétrica está fluindo em um sentido, e semiciclos negativos, quando a corrente elétrica está fluindo em outro sentido.

Portanto, o dimmer desliga o fornecimento de energia no semiciclo negativo, e liga novamente no semiciclo positivo. Para regular um maior brilho na lâmpada, o dimmer ligará novamente mais rápido no semiciclo negativo, enquanto que, para regular um menor brilho, o dimmer demorará mais para ligar, fazendo com que menos energia elétrica chegue a lâmpada.



Dessa forma, não há grandes perdas de energia elétrica no interior do componente, já que o dimmer apenas está “chavendo” a corrente elétrica. Assim, o componente torna-se muito mais eficiente em termos de economia de energia elétrica.

### **Como instalar um dimmer**

O dimmer recebe uma fase, proveniente de um disjuntor, e dele sai um cabo de retorno que vai até o ponto de iluminação que será controlado. No ponto de iluminação é conectado também o neutro da instalação elétrica.

A instalação de um dimmer é muito semelhante a instalação de um interruptor comum, podendo ser posicionado no mesmo lugar do interruptor na parede. Entretanto, o dimmer não é indicado para ser utilizado nos seguintes casos:

- Controle de luminosidade de lâmpadas fluorescentes;
- Utilização em lâmpadas dicróicas que possuem transformadores eletrônicos incompatíveis como componente;
- Controle de velocidade de motores elétricos;
- Controle de volume em uma caixa de som;
- Alguns tipos de dimmer não servem para controle de ventiladores de teto.

Portanto, o dimmer é um componente que pode trazer muito conforto desde que seja utilizado corretamente. Sua instalação pode ser feita por qualquer eletricista qualificado.

## MINUTEIRAS

A minuteria é um dispositivo elétrico/eletrônico com a finalidade de acionar cargas, geralmente lâmpadas, por meio de um pulso recebido em um de seus terminais, e tem seu desligamento automático após certo tempo do pulso recebido, tempo esse que pode ser ajustado em seu corpo. Esse valor de ajuste dependerá do fabricante e modelo do dispositivo (minuteria).

### Funcionamento

Ao receber um pulso em um de seus terminais, a minuteria aciona a carga que permanece ligada por um determinado tempo, para que a carga seja acionada novamente basta dar outro pulso em seu terminal. Vale ressaltar que se durante o tempo em que a carga estiver ligada a minuteria receber um novo pulso, a contagem do tempo é reiniciada.





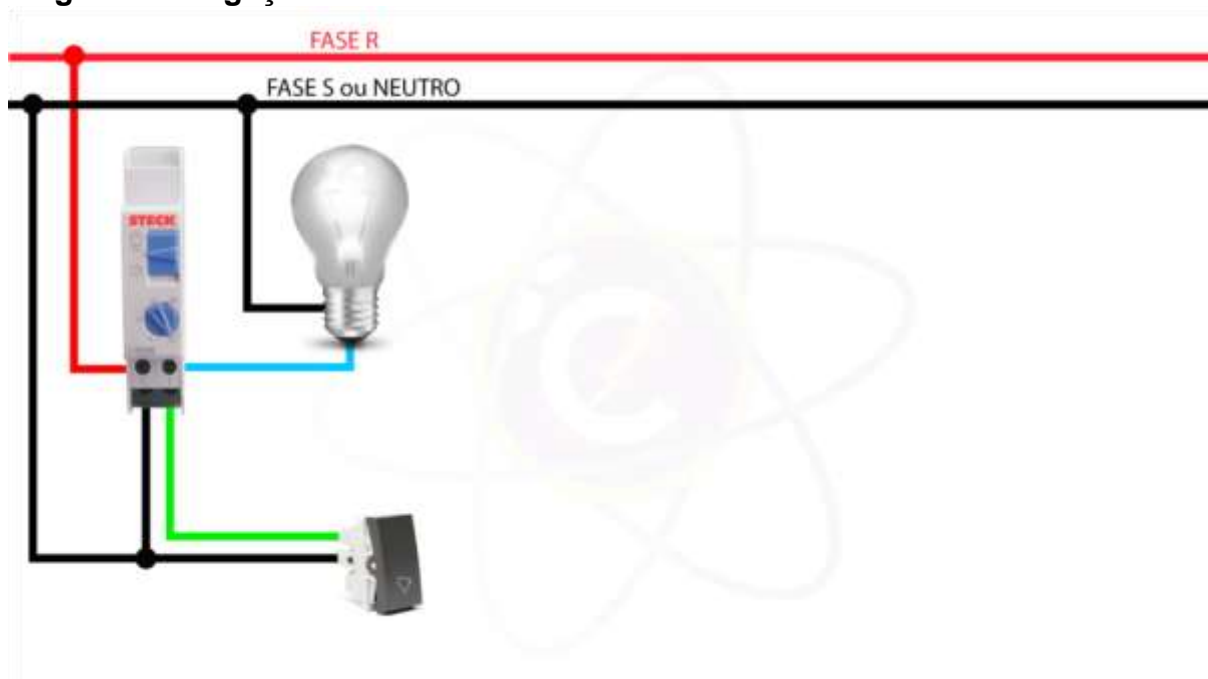
### Locais de utilização

Este dispositivo é adequado para utilização em locais com comprimentos extensos, como corredores, escadarias, galpões e outros semelhantes. Desta forma, o usuário, ao deixar aquele ambiente, apenas aciona um interruptor de pulso que acionará a minuteria e após o tempo ajustado, que deve ser equivalente ao tempo em que o usuário consiga deixar o local, a lâmpada se apagará automaticamente sem precisar de intervenção humana.

### Vantagens

Uma das vantagens que a minuteria apresenta é sua capacidade na quantidade de pontos de acionamento, pois como a minuteria necessita de apenas um pulso para acionar e temporizar a carga, é possível instalar infinitos pontos de pulso de forma que eles estejam em paralelo. Desta forma, qualquer interruptor de pulso que for acionado, a minuteria reconhecerá e acionará a carga (lâmpada).

### Diagrama de ligação



## COMO EFETUAR A CORRETA EMENDA DE FIOS E CONDUTORES

As emendas em condutores numa instalação elétrica residencial ou predial é uma tarefa comum conhecida por qualquer profissional da elétrica, no entanto, seja por mau hábito ou mesmo falta de conhecimento, é comum observar muitos profissionais que pecam nesse quesito, executando emendas que não privilegiam

segurança e funcionalidade.

Além disso, emendas mal feitas costumam ser um dos principais motivos de problemas num circuito, devendo ser evitadas ao máximo para não gerar dores de cabeça futuras.

Emendas num condutor elétrico podem causar perdas significativas por dissipação de calor, caso a emenda não seja feita corretamente ou seja mal isolada. Com o tempo ocorrem desgastes pelo aquecimento que podem inutilizar essa parte da instalação.



Emendas feitas de qualquer maneira, como essa, costumam gerar sobreaquecimento e mal contato na instalação, além de perdas significativas na condutividade

A decapagem das extremidades dos condutores deve ser feita com ferramentas apropriadas, e de um tamanho mínimo de 40 vezes a bitola do fio. Num fio de 2,5mm de diâmetro, por exemplo, o tamanho mínimo a ser decapado em cada ponta é de 10cm para garantir firmeza e melhor condutibilidade do circuito.



Além do tradicional alicate de corte, são também muito úteis os chamados alicates desencapadores que facilitam o trabalho desencapando de maneira semiautomática as diversas bitolas de condutor.

Nunca utilizar estilete para desencapar fios numa emenda por derivação, pois é um instrumento flexível e muito frágil, inadequado para trabalhos robustos. Caso não possuir uma ferramenta especializada, utilizar um canivete apropriado para esse fim. Para isolar bem uma emenda, recomenda-se enrolar uma massa de fita isolante igual à espessura da isolação do próprio fio. Usar pouca fita pode levar à deterioração prematura dessa instalação, especialmente se os condutores não estiverem bem dimensionados e houver sobreaquecimento.

Utilizar sempre o alicate universal para fazer um aperto depois de concluir a emenda, isso ajuda a não deixar pontas salientes capazes de furar a isolação



Para finalização de emendas com fios rígidos, recomenda-se uso de dois alicates universais para garantir mais firmeza.

No caso cabo flexível, nunca torcer os filamentos antes de fazer a emenda. Isso prejudica a condutibilidade, pois provoca menos contato.



Em emendas com fios flexíveis, manter paralelos os filamentos para garantir mais contato entre os condutores

Deve-se fazer a soldagem das emendas elétricas sempre que for possível, para maximizar a resistência mecânica e a condutividade, já que o estanho usado na solda funciona preenchendo todos os espaços deixados pelo trançado da emenda.





Sempre que possível, o uso de conectores específicos para emendas elétricas também é recomendado, sendo vários modelos disponíveis de acordo com a bitola do fio a ser utilizado

### **Emenda do tipo Prolongamento**

É a emenda utilizada para aumentar o comprimento do condutor, feita simplesmente trançando os fios. Nesse tipo de emenda, é importante usar condutores de mesma bitola para não prejudicar demais a condutibilidade do fio.

- **Condutor Rígido:**

Para o fio rígido, deve-se deixar os dois condutores desencapados formando um ângulo de 90°, usando um alicate universal para mantê-los unidos. Com a outra mão apenas girar a parte viva mantendo esse ângulo, até obter um trançado sem sobrepor (encavalar) as espirais.



Quando sobrarem apenas as pontas, finalizar girando com outro alicate, para garantir firmeza e não machucar os dedos.



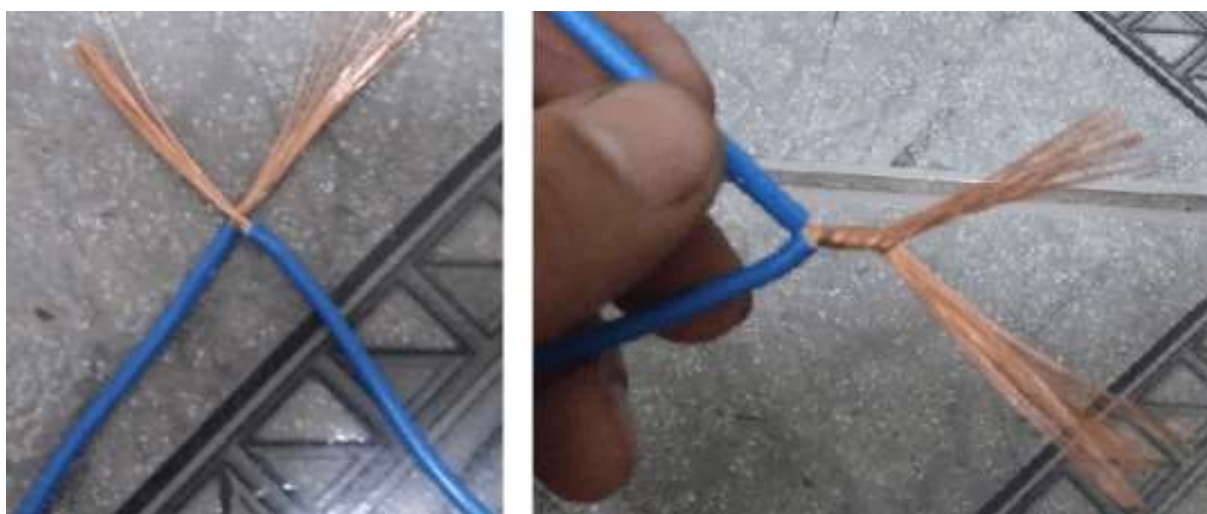


É comum dobrar para dentro a ponta afiada da parte viva, para evitar que perfure a isolação. Essa emenda é conhecida como “rabo de rato” e após isso, está pronto para soldagem e isolação.



- Condutor Flexível:

Assim como no fio rígido, posicionar os condutores com um ângulo de 90°, traçando as pontas com os dedos sempre no mesmo sentido e mantendo esse ângulo.



Para finalizar, usar um alicate universal para apertar e girar o trançado que já foi feito à mão, cortando a ponta afiada. Para isolar, recomenda-se dobrar toda a parte viva sobre o condutor, dando aspecto de fio contínuo.

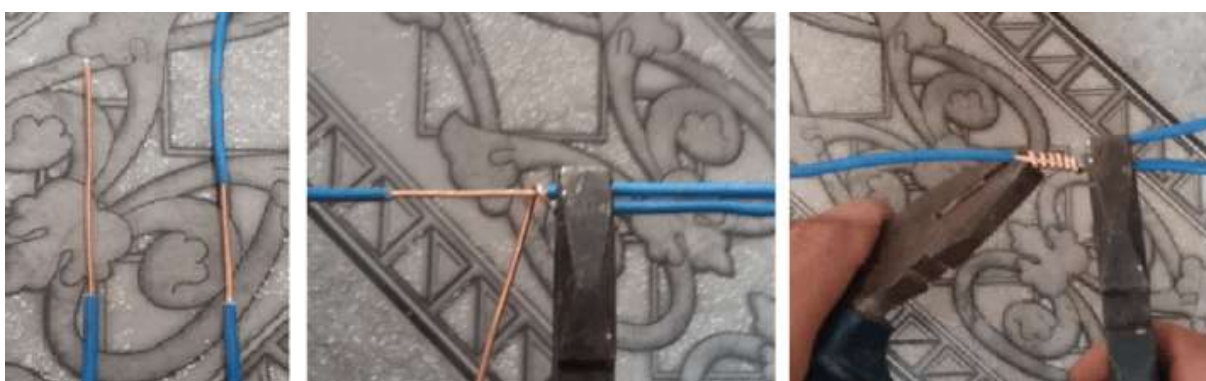


### **Emendas do tipo Derivação**

É a emenda utilizada para derivar outros condutores de uma linha mestra sem cortar seu cobre, apenas desencapando um pedaço interior de sua capa de isolamento e emendendo os fios a partir daí.

- **Condutor Rígido:**

Desencapa-se um pedaço interior da linha mestra com alicate desencapador ou canivete, assim como a extremidade do fio de derivação. Mantendo os dois cabos juntos com um alicate universal, enrola-se com a outra mão o cobre do condutor de derivação, finalizando com outro alicate universal.



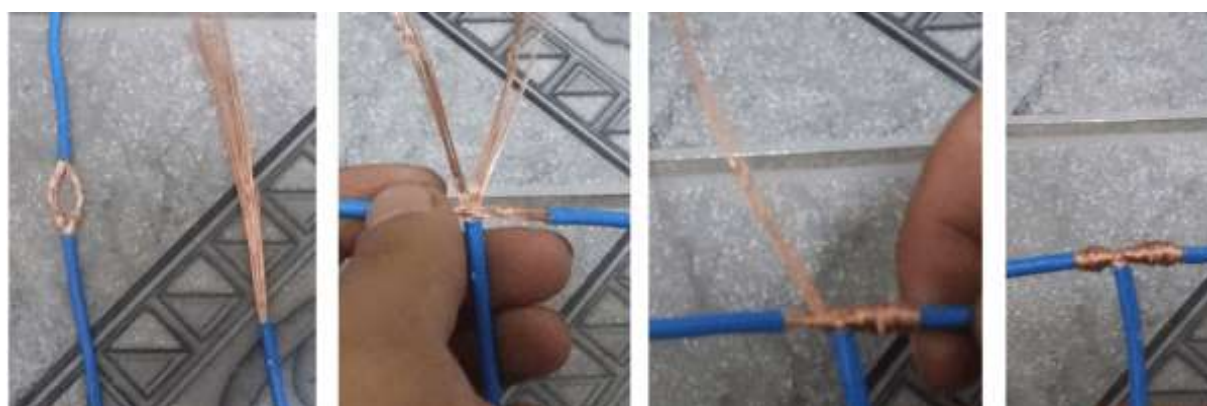


- Condutor Flexível:

Desencapa-se um pedaço da linha guia e a extremidade do fio a ser derivado, segurando os dois juntos com o alicate. Enrola-se o condutor de derivação na linha mestra preenchendo todo o espaço.



Outro modo de fazer essa emenda é afastando um buraco na linha mestra, introduzindo o condutor de derivação no seu interior. Dividindo a derivação em dois segmentos, enrola-se um para cada lado dentro da linha mestra, obtendo uma emenda bastante forte.



Fazer uma emenda de maneira correta é uma competência básica de qualquer profissional da área de elétrica que, apesar de muito simples, é por vezes negligenciada.

Não é raro encontrar instalações defeituosas graças a emendas mal feitas, muito comuns principalmente em fiação destinada a chuveiros e ar condicionado, que tendem a sobreaquecer mais graças ao grande volume de corrente.

Nem sempre as condições são favoráveis para a soldagem das emendas, como acontece em locais confinados como o forro de residências. No entanto, investir num trabalho bem feito gera apreciação dos clientes e evita dores de cabeça futuras,

merecendo um esforço para sempre executar a melhor emenda possível.

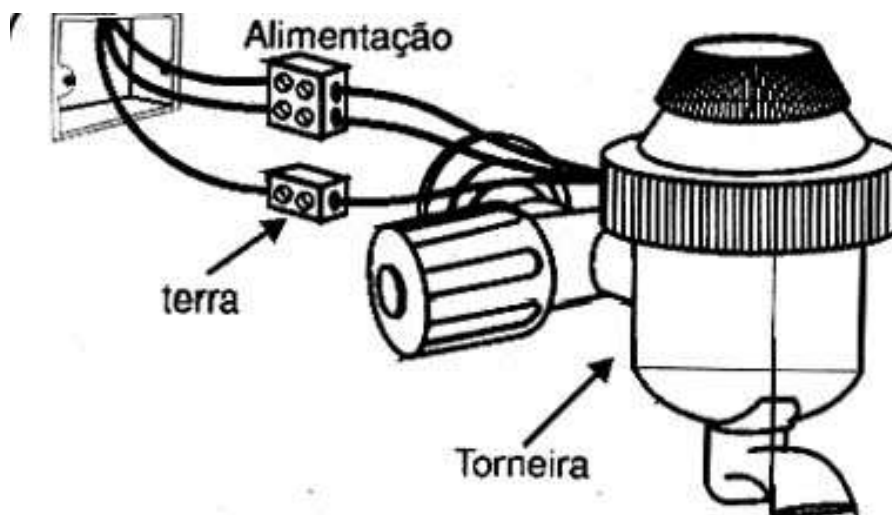
## INSTALANDO TORNEIRA ELÉTRICA

As torneiras elétricas funcionam segundo o mesmo princípio dos chuveiros elétricos. Também há um compartimento onde a água penetra e onde existe um elemento de aquecimento ligado à rede de energia.

A potência deste elemento depende tanto do fluxo de água como da temperatura final desejada, variando tipicamente entre 1.800 e 5.000 W para os tipos comuns. Trata-se, portanto, de um eletrodoméstico de consumo bastante elevado e que exige uma instalação especial capaz de suportar correntes elevadas. Os fios usados nas instalações de torneiras elétricas são os mesmos usados nas instalações de chuveiros, conforme a tensão da rede e a potência.

Também deve ser levada em conta a operação em meio úmido, que exige a precaução especial do fio terra instalado da mesma forma que no caso do chuveiro. Assim, para a instalação de uma torneira elétrica, os procedimentos são os mesmos seguidos na instalação de um chuveiro elétrico.

Na figura a seguir, está ilustrado o modo de fazer a conexão dos fios de ligação da torneira, usando uma barra de terminais com parafusos para maior segurança. Os fios devem ficar em local bem protegido, de modo a evitar o contato acidental que poderia causar choques perigosos.



### Problemas com a torneira

Os problemas que ocorrem com uma torneira elétrica, em princípio, são os mesmos que acontecem com os chuveiros como:

- Problemas de aquecimento devido à pressão da água que podem ser

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**



corrigidos com o uso da arruela de fluxo ou ainda com a mudança da potência do elemento de aquecimento. O pressurizador, em princípio, também pode ser usado na solução de problemas com torneiras, mas não é uma solução considerada ideal, tanto pelo espaço para sua instalação como pelos resultados finais.

- b) Problemas de funcionamento pela abertura dos fusíveis ou disjuntores ou ainda a interrupção dos elementos de aquecimento.
- c) Problemas de choques devido a um aterramento deficiente.

## COMANDOS ELÉTRICOS

### O que é e quais as principais aplicações?

Uma área importante a ser observada quando se fala em construção civil, indústria ou automação é a que diz respeito aos comandos elétricos. Os comandos elétricos são a base de tudo, porque eles são as peças-chaves dos circuitos elétricos que, por sua vez, são os responsáveis pelo funcionamento das máquinas e equipamentos eletrônicos.



Os comandos elétricos mais comuns são compostos por um circuito de força, que pode ser monofásico, bifásico ou trifásico, onde ficam suas cargas (como os motores e transformadores); e por um circuito de comando, onde ficam as lógicas de acionamento dos dispositivos de sinalização e acionamento (como botoeiras).

As finalidades dos comandos elétricos dependem de onde eles serão utilizados. É

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

por meio do acionamento dos comandos elétricos que as máquinas elétricas realizam suas atividades.

Os principais comandos elétricos do mercado podem ser acionados de forma convencional ou eletrônica. No primeiro caso, são utilizados dispositivos eletromecânicos para dar partida no motor. Já no segundo caso, como o nome sugere, são utilizados dispositivos eletrônicos, como inversores de frequência ou softwares.

Para proteger os equipamentos contra alterações na tensão, curtos-circuitos ou mudança de intensidade na corrente elétrica que os alimenta e evitar, assim, que eles sejam danificados, existem os dispositivos de proteção, como fusíveis, disjuntores e relés.

## INDUTORES

Quando se fala em circuitos eletrônicos, é muito comum encontrar indutores. O indutor também é conhecido como bobina ou solenoide. Indutores são dispositivos eletrônicos capazes de armazenar energia em forma de campo magnético. Esse campo magnético é gerado pela corrente elétrica que passa pelo indutor.



A capacidade de armazenar energia em forma de campo magnético é medida pela

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

grandeza Henry (H). Em diagramas de circuitos, pode-se ver a indutância ser representada pela letra L.

Também é possível encontrar a energia armazenada em um indutor descrita em Joules, que corresponde a quantidade de trabalho necessário para estabelecer o campo magnético.

### **Construção de um Indutor**

Normalmente, é construído a partir de um fio de cobre ou outro material condutor enrolado em espiras em torno de um núcleo. O material do núcleo varia de acordo com a aplicação do indutor, assim como o número de espiras. Existem indutores que são mais indicados para altas frequências, outros que são feitos para atingir uma maior indutância.

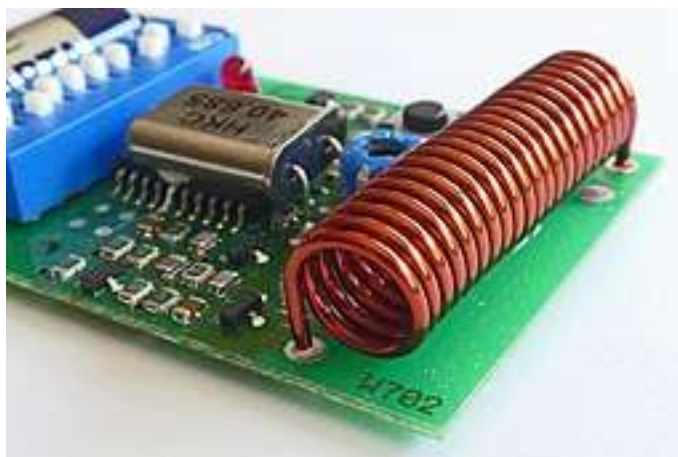


Indutores também podem ser utilizados em Circuitos Integrados, apesar de ser raro, isso porque sua construção ocupa muito espaço, mesmo em pequena escala. Assim, torna-se mais eficiente utilizar um circuito com um capacitor que se comporta como um indutor.

O mais interessante desse componente, é que se pode comprar o fio para as espiras e o núcleo e construir um indutor da forma que desejar. É importante notar que um indutor nunca será o ideal, sempre haverá perdas para diversos fatores. Além da resistência, há também perdas pelas correntes parasitas e pela saturação do material.

### **Aplicações de indutores**





São muito utilizados em conjunto de capacitores para formar circuitos ressonantes. Assim, podem atenuar ou enfatizar frequências, sendo utilizados em processamento de sinais ou circuitos analógicos. São utilizados em recepções e transmissões de rádios e até TV, fontes chaveadas, filtragens de rádio-frequência

Ao acoplar dois ou mais indutores, por meio de um núcleo apropriado, é formado um transformador. Com ele, podem-se converter valores de tensões em corrente alternada. Isso de acordo com a relação do número de espiras de entrada e saída dele. Também é importante considerar as perdas.

### **Tipos de Indutores**

- **Núcleo ferromagnético:** Para atingir maiores níveis de indutância, são utilizados materiais ferromagnéticos no núcleo. Esse material é capaz de aumentar e concentrar o campo magnético. Ocorrem mais perdas nesse sistema.
- **Núcleo laminado:** Um núcleo feito de finas camadas de aço-silício, envolvidas em um verniz. É usado em baixas frequências, como transformadores. Esse conjunto reduz as perdas do componente, por conta da construção de seu núcleo.
- **Núcleo de ar:** Não usam nenhum material em seu núcleo. Apesar de pouca indutância, não apresenta perdas causadas pelo núcleo. É feito para altas frequências.
- **Núcleo de ferrite:** Para altas frequências, eles apresentam um excelente desempenho, pois é utilizado um tipo de cerâmica ferromagnética e não condutora, o que ainda diminui as perdas.
- **Indutor Toroidal:** Utiliza um núcleo de ferrite, porém com um formato de rosca. Assim, o campo magnético possui um caminho fechado para circular, o que diminui consideravelmente as perdas, aumentando o valor da indutância.

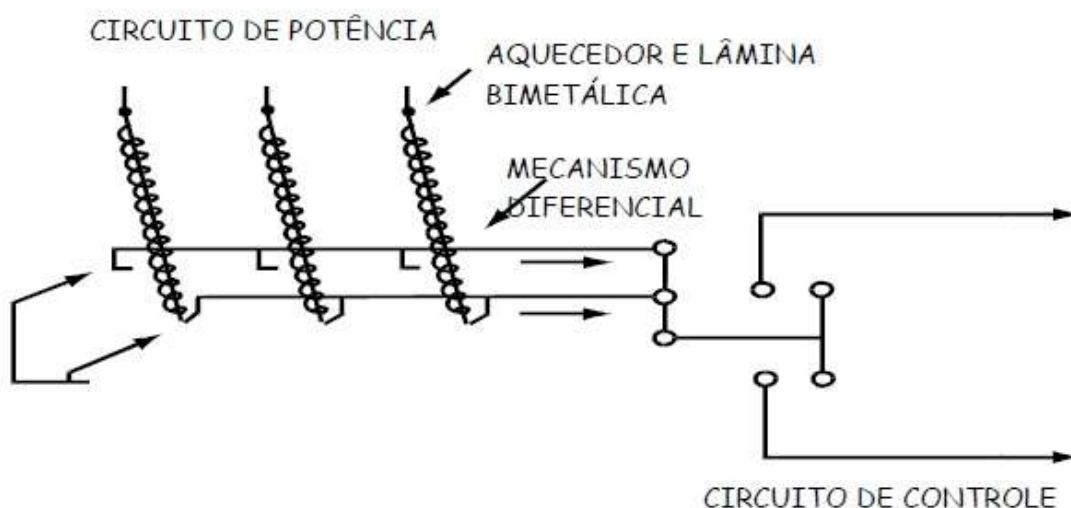


## RELÉ TÉRMICO DE SOBRECARGA

O relé térmico de sobrecarga é um dispositivo de proteção contra sobrecargas elétricas. Esse relé é intercalado nas fases do motor para detectar a intensidade de corrente solicitada pelo motor.

### Como funciona o relé térmico de sobrecarga?

As correntes do motor atravessam as três lâminas bimetálicas dentro de relé. Uma lâmina bimetálica é composta pela junção de dois materiais de coeficientes de dilatação diferentes. No momento que essas lâminas se aquecem, ocorre uma deformação em forma de curva, de forma que seja suficiente para atuar o mecanismo interno do relé.



No momento que o motor sofrer uma sobrecarga (seja ela causada por um esforço fora do normal no eixo do motor ou então por falta de uma das fases), as correntes tendem a aumentar os seus valores, provocando o aquecimento das lâminas bimetálicas. Essas, por sua vez, irão se deformar e atuar o mecanismo de disparo do relé térmico, que atuará sobre os contatos auxiliares 95-96 (NF: Normalmente Fechado) e 97-98 (NA: Normalmente Aberto). Os contatos auxiliares desligam o motor por meio da abertura do seu contator de alimentação. O tempo para o desligamento está relacionado com a corrente de sobrecarga e a corrente ajustada no relé, que se encontra devidamente representada na curva de disparo do relé.

Para proteções efetivas contra falta de fase, aconselha-se utilizar o relé “de falta de fase”, pois sua atuação será imediata se constatada a falta. Os relés de sobrecarga

podem demorar para atuar nessas situações, podendo comprometer o motor.

Uma vez que o relé atuou, o circuito será desenergizado. Deve-se aguardar o tempo para resfriamento das lâminas para que as mesmas voltem ao seu estado de repouso. Em seguida, o relé poderá ser rearmado de forma manual ou será rearmado automaticamente caso essa função esteja habilitada.

A parte frontal do relé pode variar de fabricante para fabricante, mas basicamente eles possuem os mesmos botões. São eles:



- Disco de ajuste de corrente: É através do giro deste disco que é ajustada a corrente na qual o relé irá atuar.
- Botão de teste: É através deste botão vermelho que se pode realizar o teste de inversão dos contatos do relé e constatar se os mesmos estão funcionando.
- Botão de rearme: É através deste botão azul que é possível selecionar o modo de rearme do relé (A = automático / H = manual) e rearmar o relé de forma manual após a sua atuação.
- Indicador de atuação: É através desse pino verde que é possível observar visualmente que o relé atuou.

## Instalação

Os fabricantes de contadores oferecem geralmente modelos de relés térmicos que se encaixam mecanicamente nos contadores por eles fabricados. Nesse caso, as três entradas do relé térmico ficam ligadas automaticamente aos três contatos de carga do contador. Esse é o tipo comum de conexão entre os dois. Existem ainda dispositivos para permitir a montagem do relé térmico separadamente do contador, facilitando assim a realização de comandos elétricos mais complexos.

Após acoplar os dois componentes, os seus contatos auxiliares do relé são inseridos no comando, e no caso de alguma anormalidade, os mesmos comutam e conseguem ao mesmo tempo desligar o comando (contato 95-96) e ligar uma lâmpada de sinalização de defeito (contato 97-98).

## TIPOS DE QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E COMO MONTÁ-LOS

Uma das principais necessidades para que uma residência tenha o máximo de conforto, praticidade e segurança é o bom funcionamento da sua rede elétrica. Quando se fala sobre reformas, é preciso atentar-se aos principais tipos de quadro de distribuição.

Contudo, embora esse item apresente extrema importância, são poucos os indivíduos que sabem como ele funciona, bem como os principais modelos disponíveis no mercado ou, até mesmo, como identificar os itens que o compõem.



### O que é e para que serve um quadro de distribuição?

Também conhecido como painel elétrico, caixa de fusíveis, quadro do disjuntor ou

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**



quadro de luz, o quadro de distribuição reúne a fiação e as conexões elétricas de uma unidade residencial ou comercial.

Existem diferentes tipos de quadro de distribuição. Tais dispositivos também têm como função repartir a alimentação de eletricidade em circuitos independentes, sendo o principal responsável por receber o fluxo de energia que vem da rua.

Um quadro de distribuição conecta cada potência separada a cada aparelho, de acordo com o nível de carga que ele consegue suportar. Operando em perfeitas condições, ele é responsável pela proteção dos aparelhos elétricos existentes, evitando curtos-circuitos e perigosas sobrecargas de energia.

Em seu interior, existe uma série de disjuntores e fusíveis. Isso sem contar a sua fiação, que apresenta função específica para eletrodomésticos, como é o caso das geladeiras, televisores, micro-ondas, ar-condicionados ou máquinas de uso industrial.

### **Quais elementos são utilizados em um quadro de distribuição de energia?**

Existem variados itens que são utilizados em todos os tipos de quadro de distribuição de energia. Os principais deles são:

- O disjuntor geral;
- Os disjuntores dos circuitos terminais;
- O barramento do neutro;
- O barramento de proteção;
- O barramento de interligação de fases.



**Qual o passo-a-passo para instalar um quadro de distribuição?**

O formato de instalação precisa ser realizado de acordo com a norma NBR 5410, que é a responsável por regularizar os sistemas elétricos que se encontram em níveis de baixas tensões.

Também, é importante tomar o máximo de atenção, evitando assim, a ocorrência de choques ou prejuízos financeiros no próprio espaço.

**Ferramentas necessárias**

- Alicate universal;
- Alicate de corte frontal;
- Chave Philips;
- Chave de fenda;
- Arco de serra;
- Cinta de nylon;
- Estilete;
- Fita isolante;
- Disjuntores DIN;
- Pente dentado.

Com os equipamentos necessários, já é possível se preparar e iniciar a instalação. Basta seguir o passo-a-passo:

1. Definir o local onde será instalado o quadro de distribuição. Para

- tanto, considerar checar o desenho do projeto, que costuma apresentar com exatidão essa localidade.
2. Analisar se o modelo escolhido deve ser embutido ou instalado na superfície da parede. Em seguida, distribuir os circuitos de acordo com os fios que estão disponíveis da caixa. Tentar ainda, indicar quais são os aparelhos que deverão ser abastecidos por esses cabos. Esse é o caso das lâmpadas, da geladeira, dos chuveiros, entre outros.
  3. Encaixar os circuitos na caixa conforme a maneira em que os fios foram distribuídos. Feito isso, colocar os disjuntores com base nas informações do fabricante do produto. Caso houver dúvidas, conferir o manual de instalação.
  4. Manter os disjuntores conectados por meio do chamado “sistema jumping”. Também há a possibilidade de cumprir essa etapa utilizando a alimentação fase.



5. Conectar todos os circuitos de fase, neutro e terra. Esse processo deve ser realizado diretamente no disjuntor termomagnético, além do disjuntor residual diferencial. As duas opções são excelentes para garantir mais segurança contra curtos-circuitos ou correntes de altas tensões.
6. Com cautela, colocar a parte que une os disjuntores sobre o suporte que corresponde ao quadro. Aproveitar para preparar o suporte que receberá o barramento terra e neutro.
7. Fazer as conexões de fios dos barramentos: terra, neutro e os cabos de alimentação fase. É importante realizar essa etapa diretamente nos



disjuntores correspondentes.

8. Terminar o serviço fechando a tampa, parafusando os pontos específicos e testando o quadro de disjuntores. Para certificar de que o equipamento está funcionando corretamente, realizar esse teste em algum aparelho eletrônico disponível.

### **Quais os tipos de quadro de distribuição presentes no mercado?**

Conhecer os tipos de quadro de distribuição contribui para escolher o mais adequado para a residência. Na hora de escolher entre os diferentes tipos de quadro de distribuição, é necessário ficar atento às reais necessidades de instalação. Em lojas especializadas, poderão ser encontrados dois tipos de quadro de distribuição.



O primeiro é a versão de embutir. Ele precisa ser instalado no interior de uma parede. Já o de sobrepôr é, geralmente, fixado na superfície por parafusos, permanecendo à mostra. Ambos estão disponíveis em diversos tamanhos e formatos e tais opções ainda variam de 4 até 48 disjuntores ou mais.

Qualquer um dos tipos de quadro de distribuição pode ser instalado numa residência. Contudo, a escolha dependerá do projeto e das especificações da obra. O ideal é analisar com cautela e eleger o modelo mais seguro e capaz de suprir as necessidades.



### **Como escolher a melhor opção para a obra?**

Para acertar na escolha, é importante resolver essa questão logo no início da obra, ou seja, na etapa em que o projeto ainda está sendo desenvolvido. O primeiro ponto a ser analisado é o tipo de edificação, se o equipamento será instalado em um prédio de apartamentos, em um edifício comercial ou em uma residência comum.

Com essas informações em mente, ficará mais fácil definir a modalidade de circuito que deverá constar na entrada principal, sendo as principais opções:

- Monofásico;
- Bifásico;
- Trifásico.

No mercado atual, os consumidores encontram os tipos de quadros de distribuição produzidos por diferentes marcas e com materiais distintos. As alternativas mais indicadas e utilizadas pelos profissionais são aquelas fabricadas a partir de aço inox, uma vez que apresentam alta capacidade de proteção e longa durabilidade.

## **SEGURANÇA EM ELETRICIDADE**

O choque elétrico é o risco mais conhecido por quem pensa em segurança em eletricidade. Grande parte das pessoas, incluindo aquelas que nunca trabalharam com eletricidade, já tomou pelo menos um choque elétrico.

No entanto, esse está longe de ser o único risco para quem trabalha com instalações elétricas. Por causa dos riscos que serão elencados a seguir, é que a segurança em eletricidade merece toda a atenção.

### **Choque elétrico**

O corpo humano é condutor de eletricidade. Quando o corpo entra em contato com a

corrente elétrica, esta é conduzida para a terra ou para outro elemento condutor. Isto é o choque elétrico, que causa calor e contrações musculares.

As consequências do contato com a corrente elétrica dependem da intensidade da corrente e do tempo de exposição. De qualquer maneira, podem variar desde queimaduras até paradas cardíacas. Tal desorganização do arranjo fisiológico dos elementos químicos das células provocada pelo choque elétrico pode levar à morte.



### **Arcos elétricos**

O choque causado pelo contato direto com a corrente elétrica não é o único risco à segurança em eletricidade. O chamado arco voltaico é a transmissão de corrente por um meio a princípio isolante, como o ar. Ele ocorre, em geral, devido à conexão e desconexão de dispositivos elétricos e em caso de curtos-circuitos.

O calor produzido por um arco elétrico pode exceder facilmente a tolerância da pele. As consequências são queimaduras de segundo ou até mesmo terceiro grau. Há casos de arcos elétricos que, inclusive, têm energia suficiente para queimar roupas e provocar incêndios.





### **Queimaduras**

O contato com corrente elétrica pode provocar queimaduras. Também podem ocorrer queimaduras no caso de contato direto com elementos condutores de eletricidade. É, aliás, uma das mais graves lesões causadas ao corpo humano decorrentes de problemas com segurança em eletricidade.

Queimaduras causadas por eletricidade podem ser, inclusive, mais graves do que as causadas por fogo, por causa do chamado “fator iceberg”. Ou seja, a lesão externa não representa a gravidade da lesão interna. Esta, no caso de queimaduras decorrentes de contato com corrente elétrica, é sempre bem maior do que a epidérmica.

Também nesse caso, o caminho da corrente pelo corpo é determinante para a extensão e as características da lesão. Tratamento inadequado pode agravar ainda mais a situação de alguém que sofreu queimaduras por falta de segurança em eletricidade. Em caso de acidentes com eletricidade o correto é desligar imediatamente a eletricidade e acionar a emergência.



**Outros riscos**

Quem sofre com falta de segurança em eletricidade está sujeito a outros riscos ainda. Caso o trabalho seja em altura, por exemplo, um choque elétrico, ainda que leve, pode levar a quedas. Há, ainda, riscos decorrentes de exposição a campos eletromagnéticos, explosões e choques acústicos, dentre outros.

Um risco que merece atenção por parte de quem trabalha com instalações elétricas é o de ataques de insetos. Há postes e subestações que estão infestados de abelhas ou marimbondos, por exemplo.

**Causas de falta de segurança em eletricidade**

A principal causa de acidente de trabalho com eletricidade está relacionada à negligência. Ou seja, ao não atendimento aos procedimentos recomendados de segurança em eletricidade.

Dentre os fatores pontuais que acarretam em acidentes, pode-se citar:

1. Uso incorreto de equipamentos por falta de qualificação ou cuidado;
2. Uso de equipamentos e ferramentas para tarefas diferentes daquelas para as quais foram concebidos;
3. Uso de equipamentos ou ferramentas danificados;
4. Realização de tarefas em equipamentos que não estão desligados da corrente elétrica;
5. Uso incorreto de EPIs (equipamentos de proteção individual).

**PARÂMETROS DA NR 10 PARA TRABALHAR COM SEGURANÇA EM ELETRICIDADE**

Basicamente, todas as orientações para trabalhar com segurança em eletricidade

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

estão na NR 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade. O objetivo da NR 10 é justamente garantir segurança e saúde aos trabalhadores que realizam instalações e serviços em eletricidade.

A NR 10 estabelece, por exemplo, medidas de controle para trabalhos em eletricidade. São três as principais medidas de controle de risco em instalações elétricas:

1. Medidas de proteção coletiva;
2. Medidas de proteção individual;
3. Procedimentos de trabalho.

É preciso atentar que, para segurança em eletricidade, em grande parte dos casos, as medidas são complementares. Ou seja, a segurança em eletricidade é decorrente de medidas tomadas em conjunto. Além disso, a NR 10 exige documentações e certificações que comprovem o desempenho de tais medidas e dispositivos de segurança em eletricidade.

A NR 10 também determina medidas de segurança em projetos e na construção, montagem, operação e manutenção de equipamentos. Da mesma maneira, estabelece orientações para segurança em instalações elétricas desenergizadas e energizadas.



### **Qualificação profissional**

A NR 10 regulamenta, inclusive, a habilitação necessária para que profissionais trabalhem com segurança em eletricidade. De acordo com a NR 10, há três tipos de profissionais aptos a trabalhar em instalações elétricas:

- Profissional qualificado: aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino;



- Profissional habilitado: aquele trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe;
- Profissional capacitado: aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:
  - Receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e
  - Trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

**Normas da ABNT complementares à NR 10**

- NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- NBR 5418: Instalações elétricas em atmosferas explosivas;
- NBR 13534: Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde;
- NBR 13570: Instalações elétricas em locais de afluência de público;
- NBR 14639: Posto de serviço – instalações elétricas.

**Responsabilidades determinadas pela NR 10**

A NR 10 determina que, para trabalhar com segurança em eletricidade, há responsabilidades para a empresa e os trabalhadores.

Assim, cabe à empresa:

- Informar os trabalhadores acerca dos riscos aos quais estão expostos;
- No caso de acidentes de trabalho com eletricidade, propor e adotar medidas

preventivas e corretivas;

- Promover ações de controle de riscos em suas instalações elétricas;
- Oferecer, quando cabível, denúncia aos órgãos competentes.

Da mesma maneira, cabe aos trabalhadores:

- Zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões;
- Responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde;
- Comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

#### **Dicas para trabalhar com segurança em eletricidade**

- Determinar os EPIs adequados: estabelecer EPIs de acordo com cada atividade a ser exercida: óculos de segurança, protetores auriculares, capacetes, roupas e calçados próprios. Não ser negligente quanto à qualidade e validade dos EPIs;
- Escolher as ferramentas certas: não improvisar utilizando ferramentas para finalidades diversas daquelas para as quais foram concebidas;
- Priorizar a qualidade do projeto: os profissionais do projeto devem indicar condições que serão executadas e utilizadas as instalações, a projeção dos cabeamentos e a instalação de painéis elétricos seguros
- Atenção máxima a detalhes: ao desenergizar as fontes de eletricidade o profissional toma a principal precaução para garantir sua segurança em eletricidade;
- Investir em capacitação: procurar sempre se atualizar quanto às exigências da NR 10 e outras normas regulamentadoras pertinentes.



## **EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO PARA O ELETRICISTA**

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para eletricitista são equipamentos utilizados para salvaguardar o trabalhador que exerce a sua função em áreas que envolvem eletricidade. Esses equipamentos são obrigatórios, e seu uso pode garantir a vida de um profissional em casos de acidentes.

No passado, muitos trabalhadores se arriscavam nesses setores, pois não haviam leis claras sobre a utilização dos EPIs. É por isso que, hoje, muitos especialistas consideram as Normas Regulamentadoras (NRs) referentes aos EPIs um grande avanço na questão da segurança do trabalho.

### **Por que utilizar os EPIs para eletricidade?**

Embora muitas pessoas associem os perigos da área apenas ao choque elétrico, um trabalhador que está em contato frequente com altas correntes está correndo vários outros riscos.

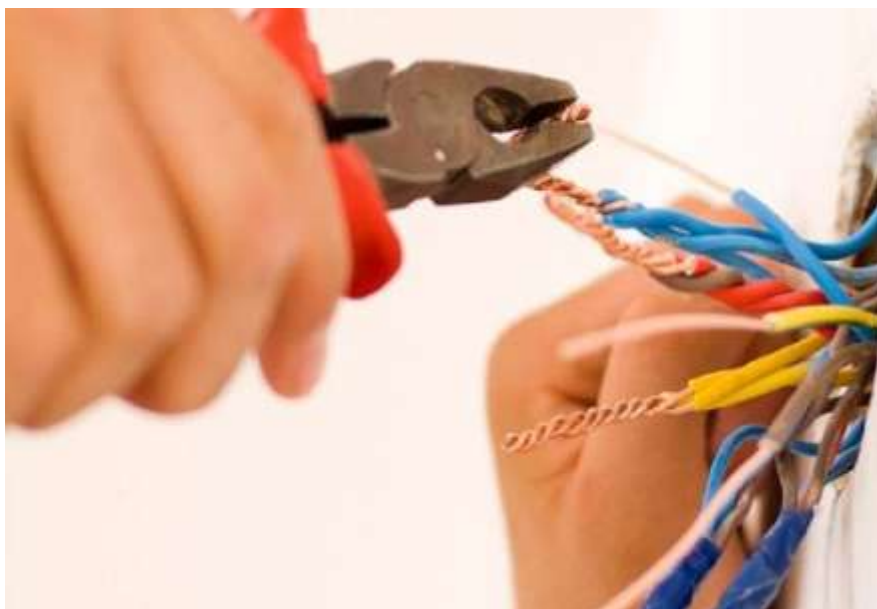
Sem dúvida, o choque elétrico é o maior e o mais comum risco que um trabalhador se expõe durante sua rotina. Ele acontece quando alguma parte do corpo entra em contato com uma corrente elétrica, e a pessoa não está utilizando os equipamentos corretos.

Outra situação comum no setor é o trabalho em altura. Muitas vezes, os eletricitistas precisam subir em postes ou grandes edificações para realizar a manutenção dos fios elétricos. Mesmo que não haja nenhum problema na parte técnica, o risco de queda existe a todo o momento, e qualquer uma acima de 2 metros pode ser fatal.

O trabalho externo é outra situação comum na rotina de um eletricitista. Com isso, ele se mantém exposto, quase que diariamente, à inalação de poeira e ao contato direto com fenômenos climáticos, como umidade e chuva.



A eletrocussão é o pior cenário em um acidente elétrico, pois é a morte causada pela exposição a uma carga letal. Ela acontece quando uma corrente elétrica passa pelo corpo de uma pessoa e atinge órgãos vitais, como o cérebro e coração, levando o indivíduo a óbito.



### **O que diz a legislação sobre o uso de EPIs para eletricitista?**

A legislação brasileira foi alterada para exigir o uso de equipamentos de proteção individual durante a realização de atividades envolvendo eletricidade. Atualmente, existem duas NRs voltadas para a proteção do trabalhador nessa área: a NR 10, já falada anteriormente, que fala diretamente das condições de trabalho em instalações elétricas; e a NR 6, focada no uso de EPIs por parte dos trabalhadores.

### **NR 6: Norma Regulamentadora N° 6**

A NR 6 não diz respeito apenas aos EPIs para eletricitista, mas sobre o uso dos Equipamentos de Segurança Individual em diferentes áreas. Essa é a norma que especifica quais são os deveres dos empregadores em relação à distribuição de EPIs para os funcionários, sempre enfatizando que isso deve ser feito de forma gratuita e antes do início de qualquer serviço.

A NR 6 também enfatiza que tanto o empregador quanto o trabalhador podem ser punidos caso não cumpram sua parte em relação aos equipamentos de proteção.

**Quais são os benefícios em utilizar os EPIs?**

O maior benefício em utilizar EPIs para eletricitista, sem dúvida, é a segurança do trabalhador. O trabalhador dessa área fica bastante exposto a acidentes e contratempos, alguns até letais. Os EPIs são as ferramentas que permitem aos profissionais executarem suas funções de maneira mais tranquila.

Em relação ao empregador, o maior benefício é a certeza de estar agindo perante a lei. As NRs são claras e diretas, por isso, devem ser seguidas à risca e não interpretadas convenientemente.

Caso algum acidente ocorra durante a realização do trabalho, e fique constatado que os funcionários não estavam utilizando os EPIs, a empresa pode sofrer consequências gravíssimas, como, por exemplo, multas em dinheiro, sanções judiciais e paralisação.

**Quais são os principais EPIs para eletricitista?**

- Capacete de segurança:

Quando o profissional entra em um canteiro de obras ou em cenários de plena atividade, ele corre o risco de receber pancadas e choques na cabeça. É o capacete que vai protegê-lo de um trauma maior, podendo ser o principal diferencial entre uma sequela simples e algo mais grave no trabalhador.

- Botinas de segurança:

As chamadas botinas de segurança são os calçados que todo trabalhador deve utilizar durante a execução de suas funções. Sendo para o setor elétrico, esses calçados não devem conter nenhum tipo de metal, precisando ser obrigatoriamente

desenvolvidos com materiais isolantes.



- Luvas de proteção:

As luvas de proteção devem seguir o mesmo esquema dos calçados, sendo de borracha ou materiais semelhantes. São as luvas que ajudam o trabalhador a executar suas atividades sem preocupar-se com choques e queimaduras diretamente nas mãos.

- Cinto de segurança:

Como explicado, é muito comum que os eletricitistas trabalhem em grandes alturas fazendo a manutenção de fios e etc. Para conseguirem movimentar-se com maior autonomia, eles utilizam o cinto de segurança com trava no local.

- Vestimentas especiais para eletricitistas:

Essas vestimentas são roupas próprias para eletricitista. São diferenciadas, pois não apresentam nenhum tipo de material condutor de eletricidade. Entre as peças que compõem as vestimentas especiais, estão os uniformes, as camisas e as calças.





Não há dúvida sobre o quanto os EPIs para eletricitista são essenciais para o trabalhador da área. O uso correto desses equipamentos pode até mesmo salvar a vida de um profissional. No entanto, como apontam as próprias NRs, é preciso investir também em treinamentos para garantir que os EPIs sejam utilizados de maneira apropriada e tragam os resultados esperados por todos.

## **PRIMEIROS SOCORROS EM CASO DE CHOQUE ELÉTRICO**

Um choque elétrico é um ferimento potencialmente fatal. Saber aplicar primeiros socorros em uma pessoa que tenha sido eletrocutada é importante para reduzir o risco de complicações e possivelmente de morte decorrente.

### **O que é um choque elétrico?**

Um choque elétrico acontece quando uma pessoa entra o contato com uma fonte viva de energia elétrica. É uma reação física à passagem de correntes elétricas através do corpo. Variam de reações suaves até choques perigosos que podem afetar os tecidos no corpo.

O perigo de um choque elétrico depende de quão alta a tensão é, qual parte do corpo é afetada e o tipo de corrente. Os efeitos físicos podem variar das queimaduras à falha severa de algum órgão interno, à parada cardíaca e à morte, em casos mais graves.



Crédito de imagem: Microgen/Shutterstock

### **Causas de um choque elétrico**

A eletricidade de baixa tensão geralmente não causa ferimentos sérios aos seres humanos. Por outro lado, a eletricidade de alta tensão (mais de 500 volts) pode conduzir a sério dano de tecido.

Entre crianças, contudo, os ferimentos significativos podem ocorrer quando forem expostas a uma baixa tensão de aproximadamente 110 a 220 volts, que é encontrada na corrente das casas. Podem ser eletrocutados por aparelhos eletrodomésticos, por cabos de extensão e por cabos elétricos.

### **Sinais e sintomas de um choque elétrico**

Os efeitos físicos de um choque elétrico no corpo dependem principalmente de quatro fatores:

- A quantidade de corrente que passa através do corpo;
- O trajeto tomado da corrente através do corpo;
- A quantidade de tempo a corrente permanece passando através do corpo; e
- A frequência da corrente.

Os efeitos físicos de um choque elétrico dependem da quantidade de corrente. A corrente abaixo de 1 miliampere não causa nenhum efeito físico. A pessoa pode sentir um fraco formigar com um 1 miliampere e de um choque ligeiro com uns 5 miliamperes. Contudo, para correntes entre 6 e 25 miliamperes, a pessoa pode sentir um choque doloroso e alguma perda de controle muscular.

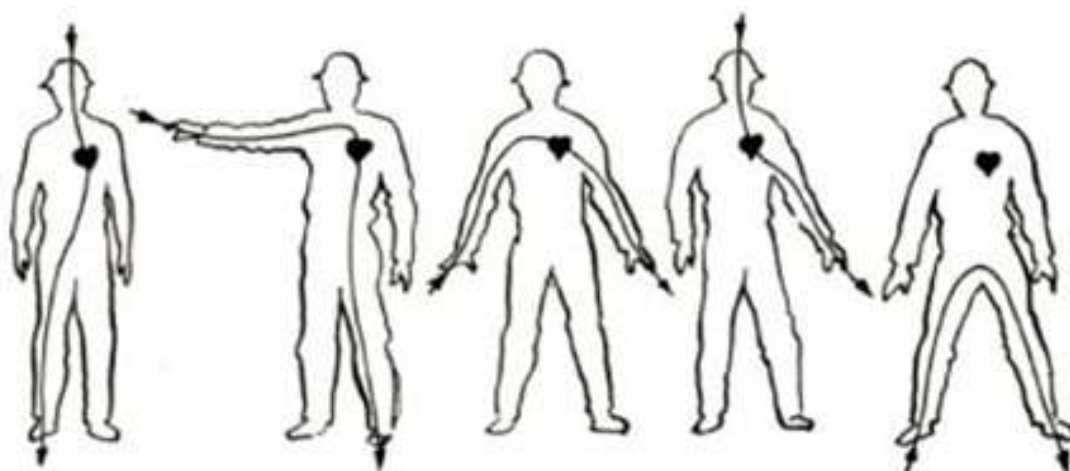
As correntes elétricas entre 50 e 150 miliamperes podem causar a apreensão respiratória, a dor intensa e forte contração muscular. Em alguns casos, a morte é

possível. Para as pessoas expostas às correntes entre 1.000 a 4.300 miliamperes, a morte é provável, já que a pessoa pode ter dano no nervo, a contração muscular e a parada da ação de bombeamento rítmico do coração.

A exposição às correntes de em torno 10.000 miliamperes pode causar queimaduras graves e a parada cardíaca. A morte é bem mais provável.

Os sinais e os sintomas os mais comuns incluem:

- Perda de consciência;
- A dificuldade da respiração ou parada da respiração;
- Queimadura onde a corrente passante deixou o corpo;
- Parada cardíaca; e
- Ausência do pulso.



### **Choque elétrico: O que fazer?**

A primeira etapa a fazer é desligar a fonte de alimentação, ou seja, desligar a fonte dos elétricos, desconectar a máquina ou o interruptor fora da caixa do fusível. Não tocar na vítima até que se tenha certeza que a fonte de alimentação está desligada.

Ter cuidado nas áreas que estão molhadas, como banheiros, áreas da piscina e terras molhadas. A água pode conduzir eletricidade.

Se desligar a fonte de alimentação não for possível, usar um material que não conduza a eletricidade para separar a pessoa da fonte elétrica. Pode ser usado um cabo de madeira da vassoura ou todos os objetos de madeira secos.

Assim que a vítima estiver livrada da fonte elétrica, deve ser encaminhada para atendimento em uma ambulância ou da ajuda médica. Ao esperar a ambulância, devem-se aplicar os primeiros socorros.

Avaliar primeiramente a condição da pessoa. Verificar se o paciente está consciente e respirando. Em casos graves, o paciente pode ter um fraco ou nenhum pulso. Respiração também pode ter parado.

Se a pessoa estiver inconsciente e parar a respiração, começar a reanimação



cardiopulmonar (RCP). Posicionar a palma da mão no centro do peito, um pouco acima da extremidade do osso esterno. Colocar uma mão sobre a outra. Empurrar com força suficiente para comprimir a região. Fazer 30 compressões.

Após cada sequência de compressões, dar duas respirações boca a boca. Fazer isso inclinando a parte traseira da cabeça e levantando o queixo. Fechar o nariz da vítima e criar um selo completo. Juntar a boca na boca da vítima, jogar o ar pra dentro da boca e ver se a caixa torácica vai se inflar.

### ***Inclinar cabeça***



### ***Jogar o ar dentro da boca***



Continuar fazendo compressões do tórax e respirações boca a boca até que a ajuda médica chegue. Um choque elétrico pode ser fatal. A atenção médica imediata é importante para impedir agravamento dos ferimentos e possível morte.

## **SPDA (SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS)**

Popularmente conhecido como para-raios, o seu objetivo principal é minimizar/impedir o impacto das descargas atmosféricas.

### **O que é SPDA?**

O SPDA serve para proteger pessoas, edifícios, prédios, tanques, tubulações, entre outros, contra descargas atmosféricas. A função do SPDA é direcionar e dissipar as descargas atmosféricas por um caminho seguro até a terra. Ele evita/minimiza os danos oriundos de tais descargas em construções e pessoas.

Nem sempre o sistema é totalmente eficiente, mas ele reduz os riscos consideravelmente. Ele também não evita que a descarga aconteça, visto que é um

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

fenômeno natural.



Imagem: bgtconsultoria.com.br

O SPDA é, basicamente, composto por um subsistema de captação, um subsistema de descidas, um subsistema de aterramento, um subsistema de equipotencialização e definições de distâncias de segurança. O responsável por interceptar as descargas atmosféricas que atingiriam a construção é o subsistema de captação. O subsistema de descidas conduz a corrente da descarga até o subsistema de aterramento, o qual escoar a corrente da descarga na terra.

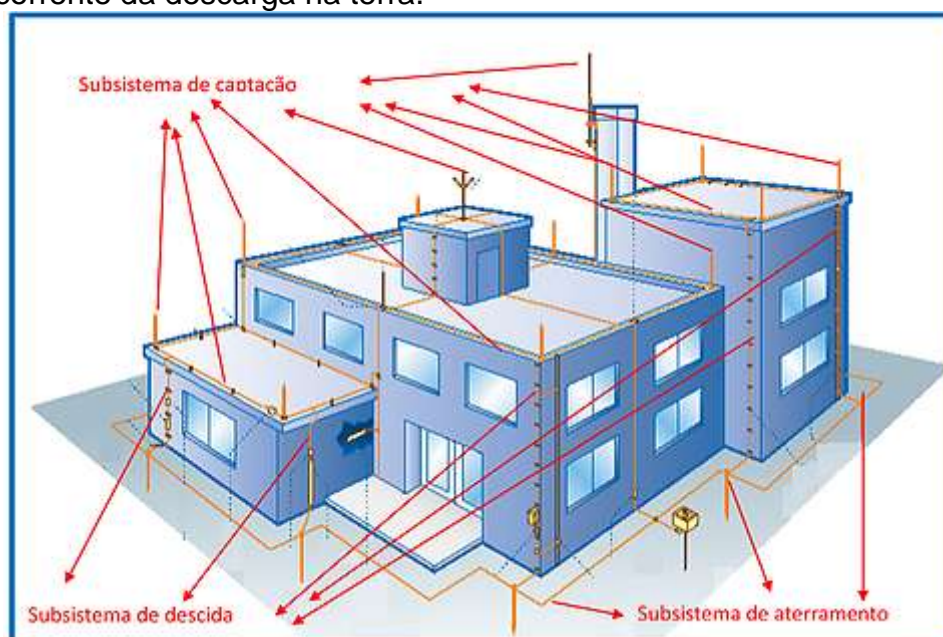


Imagem: iptegenharia.com

**Para que serve o SPDA?**

De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo. Caem mais de 50 milhões de raios em solo brasileiro todos os anos. Esses dados mostram que há motivos suficientes para instalar um SPDA.



Imagem: vnsplash.com

**Como funciona**

O para-raios é um dispositivo usado para proteger as edificações e sua função básica é criar um caminho seguro para a descarga elétrica. Ele é parte de um sistema completo de proteção contra raios.

Há três componentes básicos em um para-raios. As hastes agem como um terminal para uma descarga atmosférica e a maioria é um objeto pontiagudo. Já os cabos condutores transportam a corrente das hastes até o solo. Por último, há as hastes de aterramento, que são barras enterradas e nas quais os cabos condutores estão ligados.

**Quais são os tipos?**

Os tipos de para-raios mais usados são três. O primeiro é o para-raios de Franklin. Nele, o volume de proteção é determinado por um cone, sendo que a altura da



construção e o nível de proteção são considerados no dimensionamento. Ainda, há uma haste metálica onde ficam os captadores e um cabo de condução que atinge o solo, no aterramento, levando a energia da descarga elétrica. É indicado para construções altas e com pouca área horizontal.



Imagem: footele.com.br

Os para-raios de Melsens usam como princípio de funcionamento a gaiola de Faraday. É muito usado em galpões e edifícios com baixa altura, mas grande área horizontal. Consiste em instalar captores formados por condutores horizontais. A forma na qual os cabos são dispostos se torna o receptor da descarga atmosférica. A teoria da gaiola de Faraday diz que o campo elétrico no interior de uma superfície condutora eletrizada é nulo. Assim, uma malha de fios metálicos é instalada no telhado e recebe as descargas.



Imagem: sabereletrica.com.br

Por outro lado, há os para-raios que usam o método eletrogeométrico (ou método da esfera rolante). Este método se baseia na delimitação do volume de proteção dos captores de um SPDA. É possível usar hastes, cabos ou os dois. A “esfera” no nome é porque consiste em criar uma esfera fictícia. Os locais em que ela tocar a edificação, a descarga também pode tocar, sendo necessário proteger tais pontos. É usado para construções muito altas e/ou com uma arquitetura complexa.

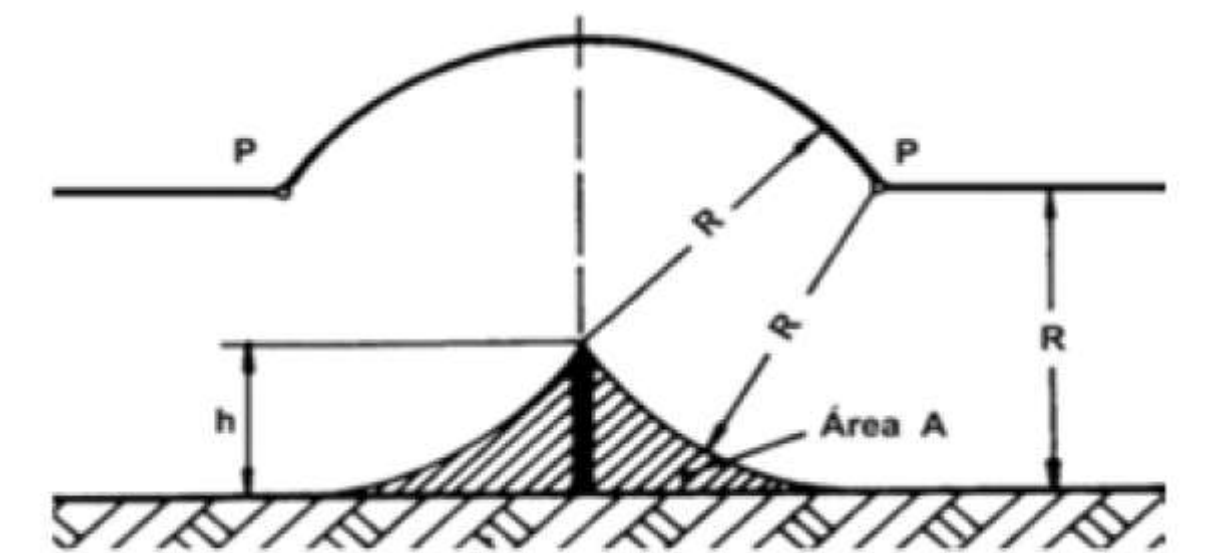


Imagem: osetoreletrico.com.br

Existem também os para-raios radioativos, os quais tiveram sua produção e instalação no Brasil suspensas há muitos anos. O radioisótopo usado era o Américo 241. Neles, os captores possuem formato de discos sobrepostos.



#### **ABNT NBR 5419/2015 – SPDA**

No Brasil, a ABNT NBR 5419/2015 contém as normas para a proteção contra descargas elétricas. Na hora da instalação, vários fatores devem ser considerados.

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

Além do projeto em si, é necessário considerar outros elementos, como índice ceráunico da região (relacionado ao número de dias de trovoada em um local por ano), número de pessoas, média de raios da região e outros. No site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) é possível consultar a densidade de descargas atmosféricas para cada local do Brasil.

A NBR 5419/2015 afirma, ainda, que o SPDA é a principal e mais eficaz medida de proteção contra descargas atmosféricas. Segundo a norma, o SPDA é dividido em externo e interno. O externo é destinado a interceptar uma descarga atmosférica para a estrutura, conduzir a corrente da descarga atmosférica para a terra de forma segura e dispersar a corrente da descarga atmosférica na terra. Por outro lado, o objetivo do SPDA interno é reduzir os riscos com centelhamentos perigosos dentro do volume de proteção criado pelo SPDA externo por meio de ligações equipotenciais ou distância de segurança entre os componentes do SPDA externo e outros elementos.



### **Classes do SPDA**

A NBR 5419/2015 também classifica o SPDA em 4 classes diferentes. Cada uma delas está relacionada a um nível de proteção (NP). Para cada NP há um conjunto de parâmetros máximos e mínimos das correntes das descargas atmosféricas. As diversas tabelas com os dados são encontradas na própria norma.



**Softwares para projeto de SPDA**

Para um SPDA ser bem projetado, é necessário considerá-lo desde o projeto da construção. Assim, é possível aumentar a eficiência e reduzir custos, visto que não será necessário fazer adaptações após a obra ficar pronta para instalar o sistema. Alguns softwares podem auxiliar no projeto, como:

- **QiSPDA:**

É um software que conta com um sistema de verificação visual do dimensionamento. É possível visualizar se a estrutura está totalmente protegida ou não. O software permite, ainda, dimensionar o projeto pelos métodos da gaiola de Faraday, Franklin e eletrogeométrico. Ele também gera o memorial de cálculo, tudo em concordância com a NBR 5419/2015.

- **CADDPROJ Elétrica:**

Esse software auxilia no desenho, análise, classificação de risco e etapas complementares para os métodos de Faraday, Franklin e eletrogeométrico. O dimensionamento é feito de acordo com a NBR 5419/2015

- **Autopower:**

O módulo do SPDA também é adequado à NBR 5419/2015. Ele permite que o usuário dimensione o sistema manipulando as áreas que serão protegidas.

**Laudo SPDA: elaboração, renovação e manutenção do sistema**

Um laudo de SPDA contém informações sobre as condições atuais da instalação do SPDA, como a deterioração e corrosão de captores, condição da equipotencializações, a integridade física dos condutores do eletrodo de aterramento para os subsistemas de aterramento não naturais, medições, registros fotográficos,

ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) e outros. Assim, o laudo técnico de SPDA descreve os resultados da inspeção técnica e contém recomendações e instruções sobre ela.

### **Quem pode fazer e assinar o laudo?**

Segundo a Decisão Normativa 070/2011, os profissionais que podem exercer atividades de projeto, instalação e manutenção de SPDA são: engenheiro eletricista, engenheiro de computação, engenheiro mecânico-eletricista, engenheiro de produção (modalidade eletricista), engenheiro de operação (modalidade eletricista), tecnólogo na área de engenharia elétrica e técnico industrial (modalidade eletrotécnica). Com exceção do técnico industrial (modalidade eletrotécnica), todos os outros também podem exercer as atividades de laudo, perícia e parecer profissional.



Imagem: quatroases.com.br

As informações devem constar na ART. Ainda, de acordo com a ABENC (Associação Brasileira de Engenheiros Civis), após um recurso contra a decisão normativa, o TRF (Tribunal Regional Federal) confirmou que o engenheiro civil também possui atribuição para projetar e executar o SPDA.



### **Inspeção**

A inspeção de um SPDA deve ser feita durante a construção da estrutura, após a instalação do sistema, após alterações ou reparos ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica. Além disso, deve ocorrer inspeção semestral que aponte pontos deteriorados no sistema e, periodicamente, deve ser realizada uma inspeção por profissional habilitado e capacitado, emitindo documentação pertinente, em intervalos de um ano para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa, e três anos para as demais estruturas. Porém, vale ressaltar que é necessário consultar as normas estaduais e as do Corpo de Bombeiros para verificar se não há um prazo mais restritivo.



### **Manutenção**

A manutenção deve ser feita observando as recomendações provenientes da inspeção. Ainda, o profissional que elabora a documentação deve indicar um prazo de manutenção, seja ela imediata ou preventiva.

### **Quando o SPDA é obrigatório?**

Também, é preciso saber se uma edificação deve ou não ter SPDA. O sistema é exigido por normas para determinados locais. Então, para verificar se um local precisa ou não de um SPDA, é preciso consultar a legislação pertinente, incluindo a ABNT NBR 5419/2015 e as normas estaduais, como a do Corpo de Bombeiros, e outras, se houver. Com os dados da edificação em mãos é possível averiguar a necessidade de um SPDA e, em caso afirmativo, definir qual tipo de sistema é



melhor para o local. O dimensionamento fica a cargo de um profissional habilitado.

## **SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA**

### **O futuro do Sistema Elétrico de Potência**

O Sistema Interligado Nacional possui dimensões continentais e tinha uma matriz energética de característica hidrotérmica até 2010, época que a geração Eólica ganhou força no território brasileiro, fornecendo, em 2020, cerca de 9,3% de toda a energia elétrica consumida no Brasil, e ainda está em crescimento. Além disso, atualmente, a energia solar é responsável por 1,8% da demanda brasileira, fonte de energia que por sua vez era insignificante há 10 anos e que hoje está em pleno crescimento.

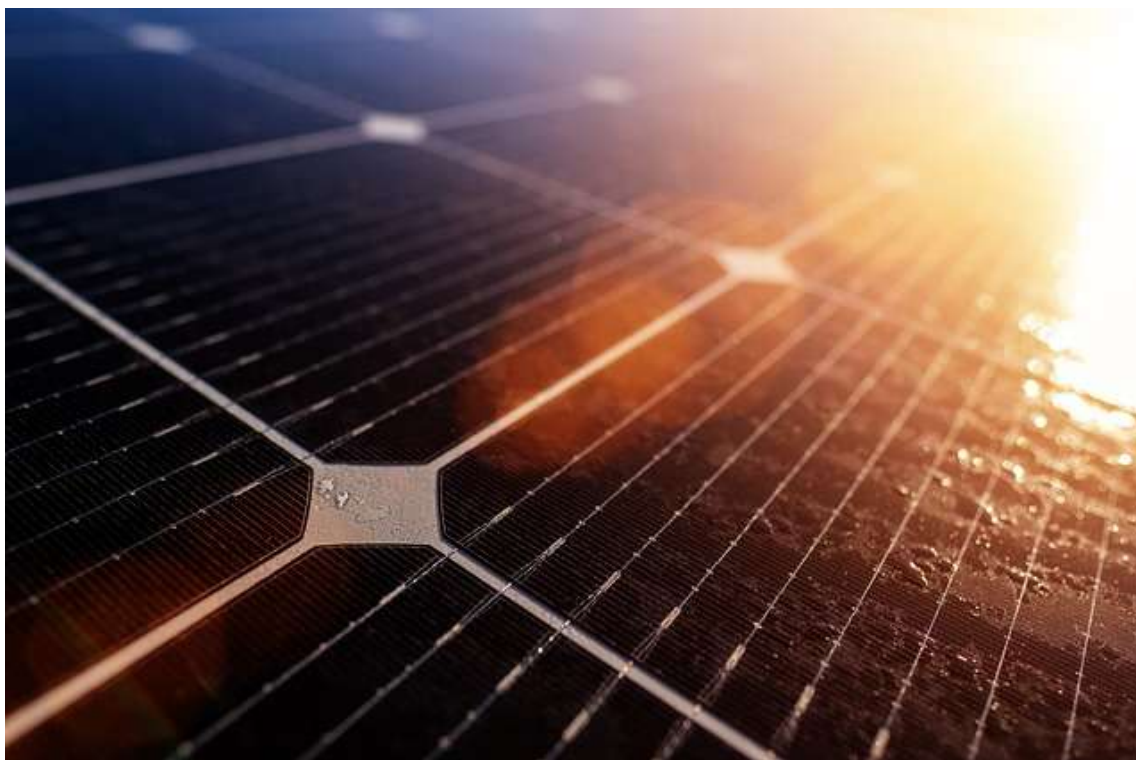


A perspectiva de aumento dessas fontes renováveis está relacionada diretamente com a inserção dos Recursos Energéticos Distribuídos (RED) na matriz energética brasileira. Essa, por sua vez, busca diversificar os tipos de fontes geradoras devido a redução da capacidade de regularização dos reservatórios (falta de chuvas, por exemplo) e o consequente despacho quase contínuo das termelétricas na última década.

Os REDs têm aumentado devido a redução nos custos de investimentos, parcerias público-privado, maior propagação das tecnologias de telecomunicação e controle. Além disso, a crescente do REDs se deve às vantagens que esses podem trazer para o sistema, como: aumentar a confiabilidade do Sistema Elétrico de Potência

**[WWW.CEPEDCURSOS.COM](http://WWW.CEPEDCURSOS.COM)**

(SEP), obter uma matriz energética mais limpa e descentralizada e tornar o sistema menos dependente dos preços dos combustíveis fósseis e da sazonalidade das chuvas, além de permitir a maior participação do consumidor tanto na geração, quanto na gestão do consumo da sua própria energia.



### **O que são Recursos Energéticos Distribuídos (REDs)?**

Os Recursos Energéticos Distribuídos (RED) são tecnologias de geração e/ou armazenamento de energia elétrica, localizados dentro dos limites da área de uma determinada concessionária de distribuição. Os REDs abrangem também:

- Geração distribuída (GD): solar, eólica, hídrica, biogás;
- Armazenamento de energia: baterias;
- Veículos elétricos (VE) e estrutura de recarga;
- Eficiência energética;
- Resposta da demanda (RD).

Mas, como tudo, os REDs possuem prós e contras. Atualmente, ganham destaque os impactos técnicos que os REDs ocasionarão no Sistema Interligado Nacional (SIN). Por exemplo, com a necessidade de novos pontos de geração e consumo, fontes principalmente intermitentes, como geradores eólicos e fotovoltaicos estão sendo instalados numa taxa que poderá provocar mudanças severas na operação e na dinâmica dos sistemas elétricos.





O recente crescimento, associado à característica dos REDs, indica que haverá uma transformação profunda nos sistemas elétricos, que hoje são predominantemente operados com recursos de maior porte e gerenciados de forma centralizada. Neste contexto, a transição de um modelo centralizado para um modelo mais distribuído deve alterar os fluxos de energia e aumentar significativamente a complexidade dos sistemas elétricos, demandando novas práticas de planejamento da expansão e operação das redes. A figura principal exemplifica o modelo atual e futuro do SIN. Diante de um cenário futuro, no qual os REDs ganham uma participação de destaque, alguns dos impactos decorrentes de sua elevada penetração aos sistemas de distribuição são:

- Possibilidade de inversão de fluxos de Potência nos pontos de conexão de sistemas de distribuição, cuja capacidade de geração excede sua demanda local;
- Sobreensões mais frequentes, devido a elevada injeção de potência, por exemplo;
- Desequilíbrio entre carga e geração, dada à maior intermitência das fontes;
- Impacto na controlabilidade dos sistemas de grande porte, refletidos na sua estabilidade;

No entanto, ao mesmo tempo que os RED impõem desafios, pode haver diversos benefícios, além dos que já foram citados, associados à sua integração ao sistema, como:

- Ao considerar a proximidade entre geração e consumo, os REDs podem



propiciar a redução de perdas elétricas.

- Estudos indicam que os REDs instalados em locais ideais e operados no momento certo, podem oferecer confiabilidade suficiente para os operadores do sistema.
- Redução do custo sistêmico de atendimento à demanda, fazendo possíveis usinas de custo elevado não serem acionadas.
- Substituindo ou postergando investimentos convencionais em infraestrutura.

Assim, a inserção dos REDs implica em profundas mudanças no setor elétrico. De maneira geral algumas são citadas a seguir:

- Correção das consequências técnicas da crescente inserção de REDs
- Adaptações necessárias ao planejamento de expansão;
- Adaptações dos modelos de mercado econômico e socioeconômico;
- Adaptações das normas regulamentadoras atualmente vigentes;

Como pode ser visto, existem vantagens e desvantagens sobre a inserção dos REDs no sistema brasileiro, porém não há indícios de retração de sua aplicação no Brasil, mesmo com o sistema brasileiro sendo um dos mais complexos do mundo. Isso se deve ao fato do Brasil possuir dimensões continentais, com regiões propícias para as diversas fontes renováveis, e, claro, possuir demanda e potencial de crescimento para aplicação dos REDs. Além da questão “Brasil”, os objetivos ambientais e consequências socioeconômicas dos REDs são fatores que impulsionam o seu desenvolvimento.

**REFERÊNCIAS**

<https://escola.britannica.com.br/artigo/eletricidade/481213#:~:text=Introdu%C3%A7%C3%A3o,e%20enviada%20atrav%C3%A9s%20de%20cabos.>

<https://p3r3.com/introducao-a-eletricidade/>

<https://www.todamateria.com.br/leis-de-ohm/>

<https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/circuitos-eletricos>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-sistema-trifasico-bifasico-e-monofasico/>

<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-um-transformador.htm>

<https://www.cursorr10.com/quais-ferramentas-o-eletricista-precisa>

<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-em-geral/testes-de-baterias/como-usar-um-multimetro-digital>

<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/conheca-as-etapas-do-projeto-eletrico/>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/entendendo-projetos-eletricos/#:~:text=O%20projeto%20el%C3%A9trico%20%C3%A9%20a,plantas%20e%20layout%20e%20etc.>

<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/como-dimensionar-eletródutos/>

<https://escoladaeletrica.com/como-funciona-um-disjuntor-termomagnetico/>

<https://www.triider.com.br/blog/como-instalar-tomada/>

<https://blogdaliga.com.br/como-ligar-uma-simples-lampada/>

<http://conectafig.com.br/diy-como-instalar-uma-tomada/>

<https://blog.borealled.com.br/como-instalar-interruptor-luz-lampada/>

<https://atomeletrica.com.br/minuteria-passo-a-passo/#:~:text=Ao%20receber%20um%20pulso%20em,outro%20pulso%20em%20seu%20terminal.>

<https://www.sabereletrica.com.br/emendas-de-fios/>

<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/eletrica-domiciliar/2937-el034.html>

<https://www.sabereletrica.com.br/como-dimensionar-disjuntor/>

<https://neoipsum.com.br/tipos-de-eletródutos-e-qual-voce-deve-usar/>

[https://athoselectronics.com/como-funciona-indutor/#:~:text=Indutores%20s%C3%A3o%20dispositivos%20elétr%C3%B4nicos%20capazes,pela%20grandeza%20Henry%20\(H\).](https://athoselectronics.com/como-funciona-indutor/#:~:text=Indutores%20s%C3%A3o%20dispositivos%20elétr%C3%B4nicos%20capazes,pela%20grandeza%20Henry%20(H).)

<https://lgnservicos.com.br/indutores/>

<https://blog.tocaobra.com.br/tipos-de-quadro-de-distribuicao/#:~:text=Um%20quadro%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20conecta,e%20perigosas%20sobrecargas%20de%20energia.>

<https://www.sienge.com.br/blog/seguranca-em-eletricidade/>



**CENTRO PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

[https://www.news-medical.net/health/Electric-Shock-First-Aid-\(Portuguese\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Electric-Shock-First-Aid-(Portuguese).aspx)

<https://engenharia360.com/tudo-sobre-spda/>

**WWW.CEPEDCURSOS.COM**

**CNPJ: 12.579.969/0001-48 BASE LEGAL N°5.154(MEC) N°04/99 ART°11**