



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 1

Eletricidade básica aplicada a Sistemas Fotovoltaicos

Ficha 7

AC-DC: A DISPUTA QUE NÓS GANHAMOS



Por meio da:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



energife

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Diferenciar os dois tipos de corrente elétrica: contínua e alternada;
2. Identificar as situações a que cada uma delas se aplica.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Compreender os circuitos elétricos de corrente contínua e de corrente alternada.
 - Conceitos básicos de circuitos elétricos de correntes elétricas contínua e alternada.



Relação com a Unidade Curricular

Este tema se articula com os demais que se baseiam na geração de energia elétrica a partir de módulos fotovoltaicos e na conversão da energia elétrica gerada para injeção na rede e para consumo. A tensão elétrica gerada pelos módulos fotovoltaicos está na forma de corrente contínua, já a energia fornecida pela rede elétrica e a grande maioria dos equipamentos utilizam tensão na forma de corrente alternada; portanto, os conhecimentos são necessários para a compreensão de todos os processos que envolvem tensão e corrente elétrica.

Eletricidade viajando

Sabemos que a eletricidade está presente em diversas ferramentas do nosso cotidiano. Mas você sabia que a corrente elétrica que faz acender a luz da sua luminária ligada à tomada na parede é diferente da corrente elétrica que faz acender a luz da sua lanterna?



Figura 1: Apesar de serem ferramentas com a mesma função, a luminária e a lanterna usam diferentes tipos de corrente elétrica em seu funcionamento.

Fonte: [Pixabay](#) (a); [Pixabay](#) (b)

Já aprendemos que a corrente elétrica é o fluxo de partículas carregadas ou, mais especificamente, o fluxo de elétrons que circula por um condutor em um circuito elétrico fechado, entre dois pontos, com uma diferença de potencial. Mas um assunto sobre o qual ainda não conversamos é o fato de que a eletricidade pode se apresentar de duas formas: corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC). Ambas são essenciais para o funcionamento dos aparelhos e equipamentos eletroeletrônicos que fazem nossa vida moderna.

Como iremos ver adiante, a diferença fundamental entre a corrente elétrica alternada e a contínua é o sentido do fluxo de elétrons.

Mas podemos já começar a diferenciá-las ao responder a pergunta do primeiro parágrafo, com exemplo sobre seu uso. A luminária ao lado da sua cama, ligada à tomada na parede, por exemplo, usa corrente AC. A fonte da corrente vem de muito longe, e seu movimento em forma de onda a torna uma viajante muito eficiente. Já se você é do tipo de pessoa que gosta de iluminar sua leitura com lanternas, bem, então você é um consumidor de corrente elétrica do tipo DC. Uma pilha comum tem um polo positivo e outro negativo e a carga elétrica (os elétrons) se movem de um polo para outro em um ritmo constante.

Agora, de uma maneira muito interessante, se você está lendo este texto em um notebook, você na verdade está usando os dois tipos de corrente. Ao inserir o plugue na tomada da parede, ele recebe uma corrente alternada (AC) que é entregue ao "carregador" do seu notebook. O "carregador", aquela caixinha preta que fica entre a tomada da parede e o seu computador, é um adaptador que transforma a corrente AC em DC. Assim, o

plugue que sai do “carregador” entrega corrente contínua (DC) para a bateria do notebook. Este, utilizando somente a bateria, funciona apenas com corrente contínua (DC).

A corrente alternada (AC) tornou-se popular no final do século 19 devido à sua capacidade de distribuir energia em baixas tensões. Inicialmente, a energia é conduzida em tensões muito altas. Para trazer essas altas tensões para as baixas tensões necessárias para energizar, por exemplo, uma lâmpada, é necessário um transformador. Um transformador é um equipamento constituído basicamente de bobinas, que baixa a tensão AC de centenas de milhares de volts para distribuição em tensões AC em níveis razoáveis (na casa das centenas) para alimentar a maioria dos equipamentos dos dias atuais. A capacidade de transformar tensões de AC (aumentando e rebaixando) é significativa, pois passou a ser possível transmitir energia muito mais eficientemente ao longo de grandes distâncias.

1 Circuitos elétricos de corrente elétrica contínua e alternada

Vamos conversar sobre as diferenças existentes entre os dois tipos de correntes e em que situações cada uma delas se aplica.

Como dissemos anteriormente, a diferença fundamental entre as correntes AC e DC é o sentido do fluxo de elétrons. Na corrente contínua, ou DC (a da lanterna), o fluxo é constante, e se move em uma única direção. Uma maneira simples de visualizarmos essa diferença é que, quando representamos a corrente DC em um gráfico, ela aparece como uma linha reta.

Por outro lado, quando representamos a corrente alternada, ou AC (a da luminária), em um gráfico, ela aparece como um padrão em ondas, que chamamos de senoidal. Isso acontece porque a corrente AC muda de sentido ao longo do tempo.

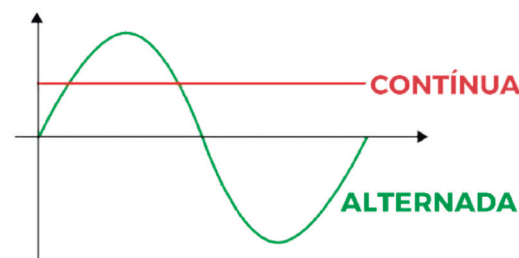


Figura 2: O gráfico mostra as correntes contínua (DC) e alternada (AC) no decorrer do tempo. A corrente DC possui valor constante, por isso é representada por uma linha reta. A corrente AC varia a intensidade e sentido ao longo do tempo, e é representada por uma senoide.

Fonte: [Inbraep](#)

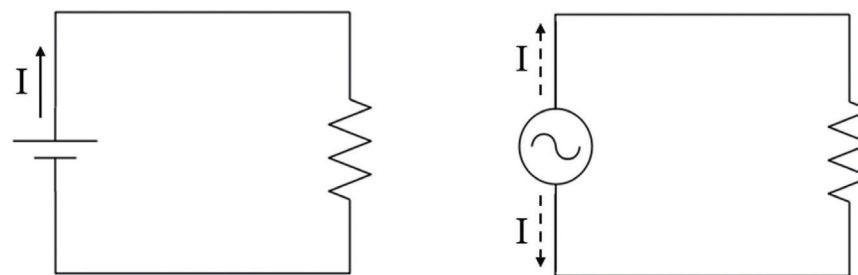


Figura 3: Circuitos alimentados por fontes de tensão DC e AC. O primeiro circuito é alimentado por uma fonte de tensão DC. A corrente gerada nesse tipo de circuito possui intensidade constante e circula sempre no mesmo sentido. O segundo circuito é alimentado por uma fonte de tensão AC, que produz uma corrente com intensidade variável e que alterna o sentido ao longo do tempo.

Fonte: [Citissystems](#)

A corrente contínua pode ser gerada a partir de diferentes fontes, incluindo pilhas e células fotovoltaicas, entre outras. Quando exemplificamos as situações de geração de diferença de potencial elétrico por meio de uma pilha, estávamos ilustrando o caso de uma corrente contínua em um circuito elétrico. A corrente DC também pode ser gerada a partir da corrente AC por meio de um retificador, que funciona como um “adaptador”, que transforma AC em DC, como no caso do notebook discutido anteriormente.

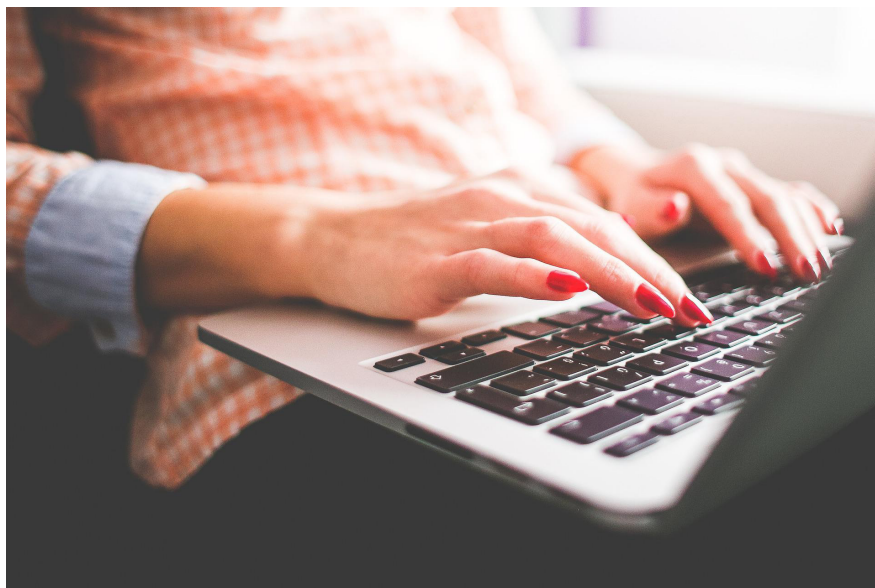


Figura 4: O notebook que usamos para estudar, trabalhar ou navegar pelas redes sociais utiliza o carregador como um “adaptador” que transforma AC em DC.

Fonte: [Pixabay](#)

A maioria dos equipamentos eletrônicos utiliza fontes de energia DC, tais como pilhas e baterias. Mas nem todos os dispositivos elétricos utilizam a corrente DC. Muitos utensílios domésticos, como lâmpadas, motores, lavadoras de roupa e refrigeradores, usam a corrente alternada (AC) obtida diretamente da rede elétrica, por meio das tomadas nas paredes das nossas casas.

A corrente contínua, desenvolvida por Thomas Edison, estabeleceu o padrão das primeiras incursões dos Estados Unidos pelo mundo da eletricidade. No entanto, a dificuldade na conversão da corrente contínua de alta para baixa tensão fez com que se buscassem soluções alternativas e, mais especificamente, a corrente alternada (AC) de Nikola Tesla e George Westinghouse.

Por sua vez, a corrente DC está vivendo um renascimento nos anos recentes. Por quê? Vamos falar sobre isso um pouco mais adiante.

A corrente elétrica alternada (AC)

A corrente alternada (AC) é o padrão elétrico obtido nas tomadas das paredes das nossas casas e é definida como um fluxo de carga que exibe uma mudança periódica em seu sentido.

Como dissemos antes, a corrente alternada pode ser identificada por sua representação gráfica em forma de uma onda senoidal, que vem da função matemática senoide. Para entendermos a função senoidal, vamos utilizar uma circunferência com raio igual a 1. Essa circunferência possui dois eixos: um eixo

horizontal, chamado de cosseno; e, um eixo vertical, chamado de seno. Se imaginarmos que o raio dessa circunferência gira ao longo dos 360º, será criada uma projeção em cada um dos eixos, e essa projeção irá aumentar e diminuir, passando pelos sentidos positivo e negativo de cada eixo.

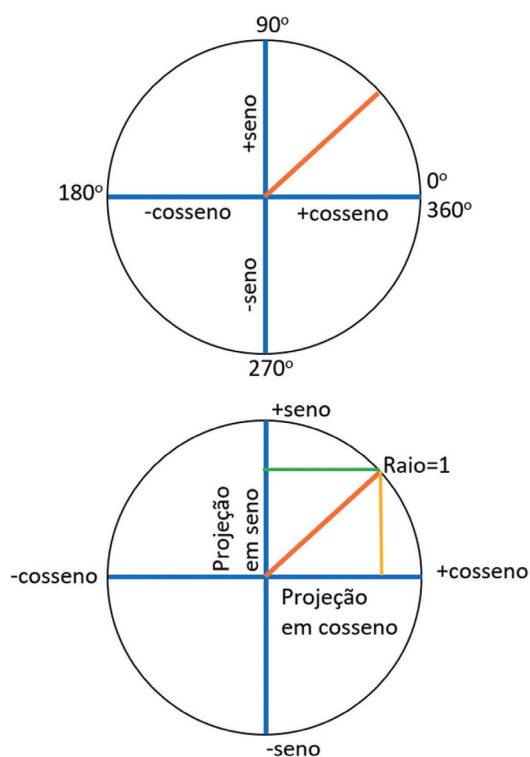


Figura 5: Circunferência utilizada como referência para definirmos os valores das projeções nos eixos seno e cosseno. Na circunferência da esquerda são mostrados os eixos seno e cosseno e as posições dos graus. Na circunferência da direita é mostrado como o raio (em laranja) produz uma projeção em cada eixo (em amarelo no eixo seno e em verde no eixo cosseno).

Fonte: Elaborada pela autora

Por exemplo, quando o raio estiver em 0º, a projeção no eixo cosseno será 1, e a projeção no eixo seno será 0. Quando o raio estiver em 45º, a projeção nos dois eixos será de aproximadamente 0,7. Em 90º, a projeção no eixo seno será igual a 1, e no eixo cosseno igual a 0. Em 180º, a projeção no eixo seno será igual a 0, assim como em 0º, porém, a projeção no eixo cosseno será negativa, ou seja, igual a -1. Entre 180º e 360º, as projeções vão se repetir, porém no sentido negativo do eixo seno.

Se multiplicarmos o raio por qualquer valor, podemos representar vários valores de tensão ou corrente que se comportam como a função seno ou cosseno.

Se o raio continuar girando, as projeções vão se repetir. Chamamos a isso de volta completa de ciclo. A quantidade de ciclos que acontecem em 1 segundo é chamada de frequência, e possui unidade de medida igual a Hertz (Hz). Como cada ciclo é uma volta completa, ou seja, 360º, que em radianos é igual a 2π , podemos descrever a senoide em termos de frequência angular, ω , que é igual a 2π vezes a frequência em Hertz.

Matematicamente, descrevemos a função seno que varia no tempo como:

$$v(t) = V_m \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Essa função matemática representa uma onda de tensão alternada, que varia ao longo do tempo de forma senoidal. O valor máximo que essa tensão atinge é igual a V_m , e se repete em uma frequência angular, $\omega = 2\pi f$.

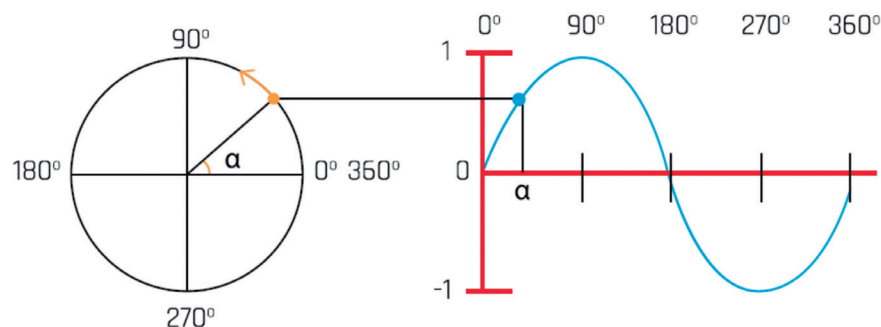


Figura 6: Onda senoidal (em azul) formada pela projeção do raio igual a 1 no eixo seno da circunferência.

Fonte: GIZ; SENAI, 2018.

A parte de cima da curva indica que a corrente está fluindo no sentido positivo, e a parte de baixo da curva significa o ciclo alternado, quando a corrente se move no sentido negativo. É esse vaivém que dá o nome de “alternada” a esse tipo de corrente.

A frequência elétrica é a frequência nominal das oscilações de corrente alternada (AC). A unidade de medida é Hertz (Hz). A frequência elétrica padrão do Brasil é de 60 Hz, ou seja, 60 ciclos por segundo, nesse caso. Isso significa que, em 1 segundo, a tensão e a corrente em uma lâmpada, por exemplo, se igualam a zero por 120 vezes (nos ângulos 0o e 180o, em 60 voltas), fazendo a lâmpada muito brevemente apagar. Não somos capazes de percebê-la se apagando, porque o sistema visual humano pode processar apenas dez a doze imagens por segundo.

A corrente AC é utilizada para alimentar casas e edifícios porque podemos gerar e transportar esse tipo de corrente elétrica, ao longo de grandes distâncias, de modo relativamente fácil e econômico. A corrente alternada pode viajar mais longe que a corrente contínua, o que é uma enorme vantagem quando se trata de entregar energia aos consumidores, desde sua geração até as tomadas de suas residências.

3 Aplicações de circuitos elétricos de correntes elétricas contínua e alternada

Apesar de muitos dos dispositivos elétricos e eletrônicos atuais utilizarem a corrente contínua (DC) em função de seu fluxo e tensão contínuos, hoje nossa vida não seria a mesma sem a corrente alternada (AC). Os dois tipos de correntes são essenciais à vida moderna e não é possível considerar uma melhor que a outra.

A corrente alternada domina o mercado da eletricidade, mesmo quando a corrente precisa ser imediatamente convertida em sua forma DC. Isso porque, como vimos, a corrente DC não é capaz de viajar por tão longas distâncias — entre as usinas geradoras de energia e nossas casas — quanto a corrente AC. Além disso, a corrente alternada é mais fácil de ser produzida em função da maneira como os geradores funcionam; e o sistema, como um todo, é mais barato de operar.

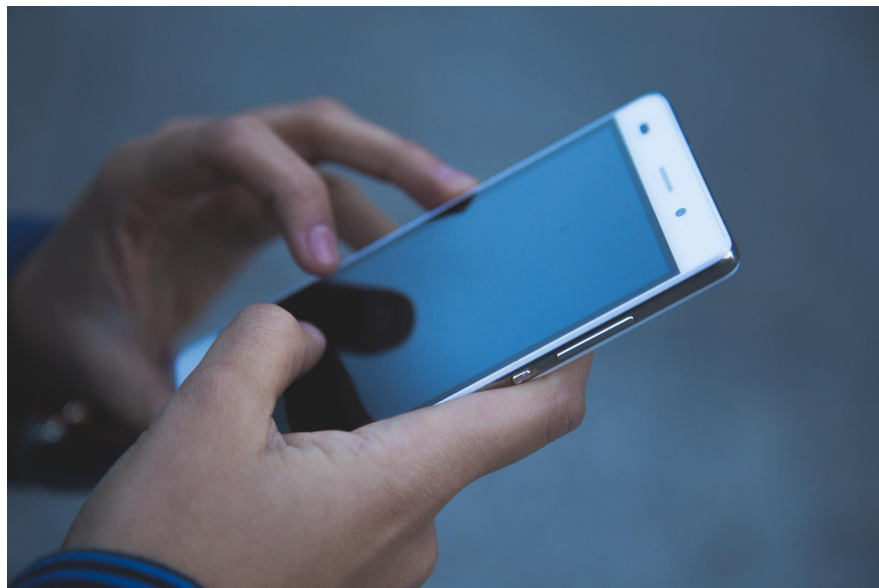


Figura 7: Ao utilizarmos nossos smartphones de forma portátil, eles utilizam energia contínua (DC), mas apenas porque eles foram antes carregados, sendo sua energia adaptada da corrente alternada (AC) ao serem plugados na tomada.

Fonte: [Pixabay](https://pixabay.com)

A corrente DC entra em jogo primariamente quando um dispositivo precisa armazenar energia em baterias para uso futuro, como smartphones, laptops, geradores portáteis e lanternas, entre outros. Esses utensílios móveis precisam de baterias. As baterias são carregadas ligando um “adaptador” à tomada da sua casa, convertendo corrente alternada (AC) em corrente contínua (DC) que será armazenada na bateria.

As correntes AC e DC continuarão sua “disputa” pela cena elétrica no mundo residencial e dos negócios de uma maneira cada vez mais complementar. Em conjunto com a ascensão dos LEDs, das células fotovoltaicas, dos veículos elétricos e dos eletrônicos móveis, os avanços na energia DC também ascendem, com métodos continuamente em desenvolvimento para o transporte e a conversão desse tipo de corrente, em maiores e menores voltagens, com menos perdas de energia.

Amplificadores

Como uma expansão desta aula, você pode ouvir o episódio 1, “Corrente Contínua e Corrente Alternada” do podcast Volt Ampere.

Confira em: <https://hexatronic.com.br/2018/09/04/episodio-01-corrente-continua-e-corrente-alternada>



Tecnologia em foco

A tecnologia educacional tem papel de destaque na formação profissional. Como proposta de expansão da aula, você pode se beneficiar imensamente do simulador “Kit para Montar Circuito AC – Lab Virtual” da “PhET Interactive Simuglations – University of Colorado Boulder”, que mostra o comportamento dos elétrons em circuitos elétricos DC e AC.

The screenshot displays the PhET Circuit Construction Kit: AC - Virtual Lab interface. On the left, a vertical toolbar lists components: Wire, Battery, AC Voltage, Light Bulb, Resistor, Capacitor, Inductor, and Switch. The central workspace shows a circuit with an AC voltage source (highlighted in yellow), a light bulb, and a resistor. Two graphs show the voltage waveform over time. The control panel at the bottom includes settings for Voltage (10.00 volts), Frequency (0.25 Hz), and Phase Shift (0°). On the right, there are checkboxes for 'Show Current' (Electrons and Conventional), 'Labels', 'Values', and 'Stopwatch'. Below these are icons for Voltmeter, Ammeter, and Current Chart. At the bottom right, there is an 'Advanced' button and the PhET logo.

Fonte: [PhET](https://phet.colorado.edu/)



Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

O fluxo de corrente DC ocorre sempre em um único sentido, e as polaridades da tensão não se invertem, ou seja, o positivo é sempre positivo e o negativo é sempre negativo. Todas as conexões do sistema fotovoltaico do lado DC são diferenciadas como positivas e negativas, não podendo ser trocadas de forma alguma! Então, é importante verificar com muita atenção as polaridades em cada ponto da instalação.



Situações de avaliação

Parte dos equipamentos que usamos no dia a dia funciona com corrente DC, e parte funciona com corrente AC. Analise os equipamentos da sua casa e tente identificar com qual tipo de corrente eles funcionam e se há alguma conversão interna no tipo de corrente. Além disso, pesquise o porquê do uso desse tipo de corrente.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Estado da Educação

Camilo Sobreira de Santana

Secretário de Educação Profissional e Tecnológica

Getúlio Marques Ferreira

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Fábio de Medeiros

APOIO TÉCNICO

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Diretor Nacional

Michael Rosenauer

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Julia Giebeler Santos

Coordenação do material

Roberta Knopki (GIZ)

Marco Antonio Juliatto (MEC)

Instalador de Sistemas Fotovoltaicos

Fichas de Conteúdo

Organização

Roberta Knopki (GIZ)

Projeto Instrucional

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)
Anderson Castanha

Autoria

Livia Mendes (IFNMG)

Design Instrucional

Nina Machado (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Revisão de Língua Portuguesa

Patrícia Sotello

Projeto Gráfico e Diagramação

André Guimarães S. (Yellow Carbo Design)

Abril de 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Instalador de sistemas fotovoltaico [livro eletrônico] :
fichas de conteúdo / coordenação Roberta Hessmann Knopki, Marco Antonio Juliatto. --
1. ed. -- Brasília, DF : Ministério da Educação :
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit - GIZ, 2023.

PDF

Vários autores.

ISBN 978-85-92565-07-7

1. Energia - Fontes alternativas 2. Energia solar fotovoltaica 3. Instalações elétricas I. Knopki, Roberta Hessmann. II. Juliatto, Marco Antonio.

23-149831

CDD-621.47

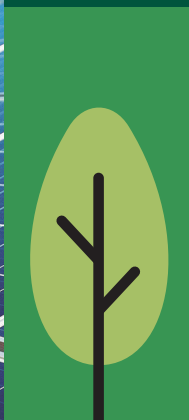
Índices para catálogo sistemático:

1. Energia solar fotovoltaica : Engenharia 621.47
Henrique Ribeiro Soares - Bibliotecário - CRB-8/9314

INFORMAÇÕES LEGAIS

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente a posição do Ministério da Educação ou da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

A duplicação ou a reprodução do todo ou partes (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e a distribuição deste material para fins não comerciais é permitida, desde que o Ministério da Educação e a GIZ sejam citados como fonte da informação. Para usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição do todo ou partes, é necessário o consentimento por escrito do MEC e da GIZ.



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos