



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 2
Fundamentos de energia solar fotovoltaica

Ficha 2
RAZÕES PARA AS ESTAÇÕES



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Relacionar a inclinação do eixo terrestre e o movimento de translação da Terra com as estações do ano;
2. Relacionar de que maneira a latitude influencia as diferenças de radiação solar que chegam à superfície da Terra;



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Compreender a irradiação solar e sua origem.
- Movimento relativo Terra e Sol.



Relação com a Unidade Curricular

Este tema se articula com os demais que discutem a irradiação solar e sua origem, situando os efeitos da insolação no âmbito das estações do ano e das variações observadas em termos de luminosidade e temperatura nas diversas regiões do planeta, quando consideradas suas latitudes e sazonalidades. O conhecimento é essencial para a compreensão de situações em que há redução da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos devido à menor incidência de radiação solar, assim como de diferentes condições de angulação de incidência dos raios solares, com implicações para a eficiência de geração de energia em diferentes regiões do planeta e em diferentes épocas do ano. O tema se articula, ainda, com a medição das grandezas relacionadas com a irradiação solar de forma a subsidiar o conhecimento acerca das melhores formas de aproveitamento da energia solar e sua captação por meio do posicionamento dos sistemas fotovoltaicos para maximizar a energia solar a ser captada.

As quatro estações do ano são quatro mesmo?

Se você mora na região Sul do Brasil, é possível que seu entendimento sobre as quatro estações do ano seja bem próximo daquele ilustrado em muitos livros que vemos por aí: dezembro é um mês quente e ensolarado; março traz um caleidoscópio de folhas coloridas nas árvores; junho é um mês frio, quem sabe até com um pouco de neve; e, setembro explode em flores.



Figura 1: A primavera em Gramado, no Rio Grande do Sul, é marcada pelo colorido das flores.

Fonte: [Flickr](#)

Mas, por mais que você viva nesse ambiente sazonal mágico, não deve ser difícil imaginar que, no resto de nosso país de dimensões continentais, as estações do ano sejam percebidas

de modo diferente. Na verdade, um terço da população da Terra nunca viu neve, e dezembro e janeiro não são dias de praia em todo o planeta. A mudança sazonal com quatro estações bem distintas acontece apenas em duas regiões do globo. E mesmo nelas, as estações são inversas: enquanto é verão em uma, é inverno em outra. Mas por que isso acontece? Vamos responder a essa pergunta tentando responder a outras três, que discutem aspectos fundamentais do movimento relativo Terra e Sol.

1 A distância da Terra em relação ao Sol muda ao longo do ano?

Um astrônomo alemão chamado Johannes Kepler provou, centenas de anos atrás, que as órbitas planetárias são elípticas e que o Sol não está no centro da órbita.

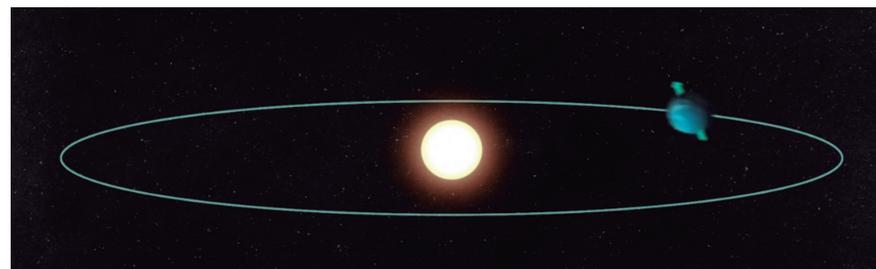


Figura 2: Kepler resolveu uma série de questões matemáticas da época quando provou, no século XVII, que as órbitas planetárias — inclusive a terrestre — são elípticas, em vez de circulares.

Fonte: [YouTube](#)

Ao mesmo tempo em que é verdade que nossa órbita não é perfeitamente circular, as figuras em nossos livros de ciências dão uma impressão exagerada de como nossa órbita é alongada. Na verdade, a órbita da Terra é quase um círculo perfeito.

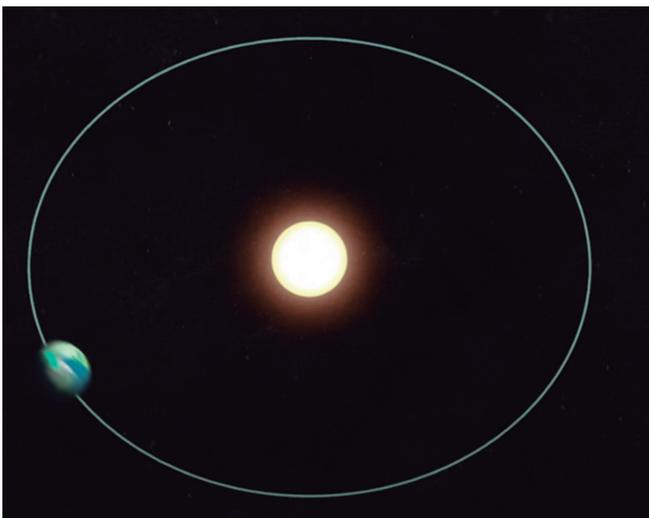


Figura 3: A órbita terrestre é quase um círculo perfeito.

Fonte: [YouTube](#)

Mas Kepler estava correto: a órbita da Terra é quase um círculo perfeito. Tecnicamente, nossa órbita é uma elipse, e o Sol não está exatamente no centro. Isso significa que nossa distância do Sol realmente muda ao longo do ano.

Então, agora, você deve estar pensando que o inverno acontece quando a Terra está mais distante do Sol. Na verdade, não; embora esta seja uma explicação que muitos, equivocadamente, arrisquem dar para justificar a existência das estações do ano.

A Terra realmente está mais perto do Sol em dezembro do que em junho, uns 5 milhões de quilômetros. Faria bastante sentido para nós pensar desse modo, certo? Porque, afinal de contas, para os brasileiros, janeiro é um mês muito quente, aqui no hemisfério sul. Mas verão e inverno ocorrem simultaneamente na superfície de nosso planeta. Quando é verão em Porto Alegre, é inverno em Kagoshima, no Japão. Então, a resposta para a primeira pergunta que fizemos é: "Sim, a distância da Terra em relação ao Sol muda ao longo do ano; mas, não, isso não explica a existência das estações do ano". E se não tem a ver com a distância do Sol, com o que mais pode ter?

2 A Terra fica parada, em uma posição vertical, o ano todo?

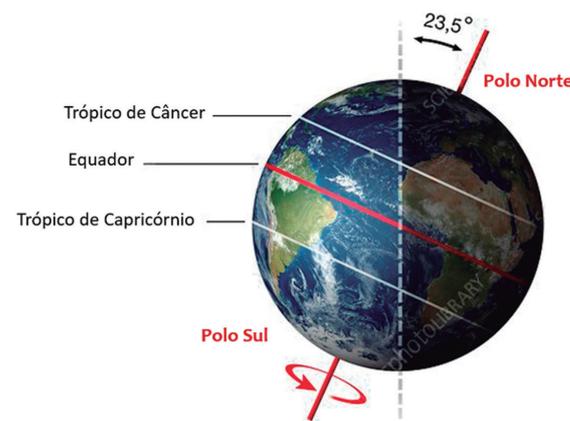


Figura 4: O eixo terrestre (em vermelho) é uma linha imaginária inclinada $23,5^\circ$ em relação ao eixo vertical.

Fonte: Adaptado de [Science Photolibrary](#)

O eixo terrestre é uma linha reta imaginária que cruza o centro da Terra passando por ambos os polos geográficos, Norte e Sul. Esse eixo é inclinado 23,5 graus em relação ao eixo vertical.

Essa inclinação da Terra é uma das principais razões para existirem as estações do ano. Assim, a inclinação do eixo terrestre faz com que, em dezembro, por exemplo, o polo Norte esteja mais afastado do Sol, caracterizando os dias de inverno naquela região, ao mesmo tempo em que o polo Sul está mais próximo, caracterizando seus dias de verão.



Figura 5: A inclinação do eixo terrestre faz com que, no mês de dezembro, ilustrado nesta figura, o polo Norte esteja mais afastado do Sol. Nesta época do ano, quem vive em regiões próximas ao Trópico de Câncer vai sentir o inverno mais intensamente.

Fonte: Elaborada pela autora

Como a inclinação do eixo terrestre no espaço nunca muda, seis meses depois, em junho, quando a Terra estiver do outro

lado do Sol, em função de seu movimento de translação, é a vez do hemisfério Norte estar mais próximo do Sol, caracterizando seus dias de verão, enquanto o hemisfério Sul estará mais longe, caracterizando seus dias de inverno.

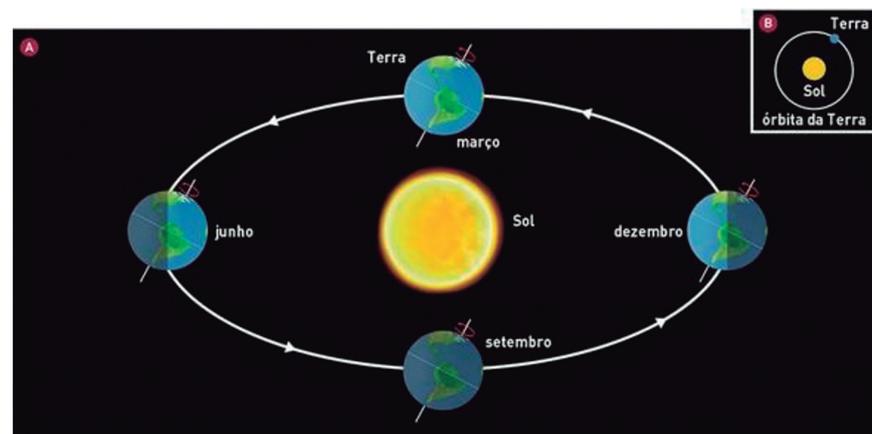


Figura 6: Movimento de translação da Terra ao redor do Sol. Note a quantidade de luz que o polo Sul recebe nos meses de dezembro e junho. Para isso, basta prestar atenção na metade inferior do globo, muito mais clara em dezembro (verão) que em junho (inverno).

Fonte: [Semear Educação](#)

O fato de o polo Sul estar mais próximo do Sol nos meses de janeiro e fevereiro significa que receberá mais horas de luz e, portanto, os dias naquela parte do planeta serão mais longos. É comum, em Porto Alegre, por exemplo, que os dias no verão cheguem a ter 14 horas de duração, enquanto as noites durem 10 horas. Essa parte da Terra aquece por mais tempo do que esfria. Como isso acontece dia após dia, há um efeito geral de aquecimento.

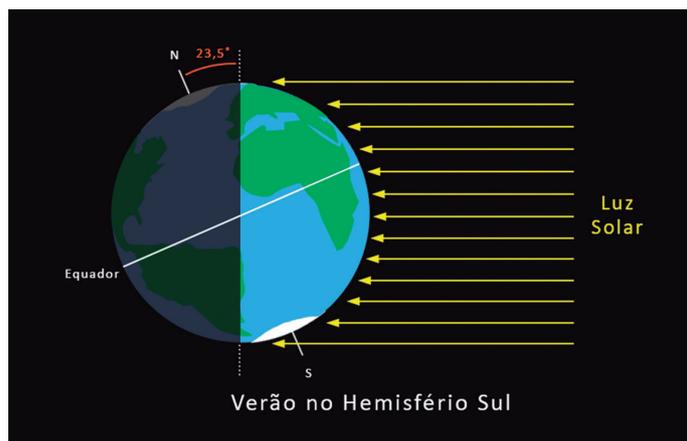


Figura 7: O movimento de rotação da Terra ao redor do seu próprio eixo dura 24 horas. No verão do hemisfério Sul, por exemplo, porque recebemos mais quantidade de luz solar em função da inclinação do eixo terrestre, os dias são mais longos e essas 24 horas envolvem mais tempo de luz (e aquecimento) do que de escuridão (e resfriamento).

Fonte: [YouTube](#)

O contrário ocorre no inverno, com os dias durando apenas 10 horas, e as noites 14 horas! Há muito mais horas de tempo frio do que quente, e dia após dia, isso resulta em um resfriamento. Então respondemos à segunda pergunta: “Não, a Terra não fica parada em uma posição vertical o ano todo”. O eixo terrestre é inclinado 23,5 graus em relação ao eixo vertical, e essa inclinação se mantém a mesma no espaço enquanto a Terra realiza seu movimento de translação ao redor do Sol. Essa é uma das principais explicações para a existência das estações do ano.

O interessante é que, à medida que vamos para o sul, o número de horas de luz do dia no verão aumenta. De fato, durante o verão

no polo Sul, o Sol nunca se põe. Então, não se trata apenas de horas de luz diárias. Tem que haver outra peça importante neste quebra-cabeça, ou não haveria icebergs no mar nem neve na Antártida o ano todo.

3 Quantidade de luz é suficiente para aquecer uma região?

Se as horas de luz diárias fossem a única coisa a determinar a temperatura média de uma região, o polo Sul seria o lugar mais quente da Terra no verão do hemisfério Sul. Seria assim porque essa região do planeta recebe 24 horas de luz diárias em dezembro, por exemplo — veja a Figura 7 para lembrar. Então, o que acontece, já que a Antártida é conhecida por suas geleiras e clima sempre frio? Acontece que a Terra é redonda! E vamos trazer mais um elemento para entendermos a quantidade de calor que chega nas diferentes partes do globo e, portanto, a existência das estações do ano: a latitude.

A latitude é o principal fator influenciando as diferenças de radiação solar que chegam na superfície da Terra. Devido à forma esférica do planeta, os raios solares atingem as várias zonas terrestres com inclinação diferente. Essa inclinação, que chamamos de obliquidade, influencia a quantidade de energia solar que chega à superfície da Terra, conforme caminhamos do Equador em direção aos polos. A Figura 8 ilustra bem essa situação. Um feixe de luz A atinge a região do Equador (zona intertropical) incidindo de modo perpendicular à superfície do planeta. Um feixe de luz B, de igual intensidade, atinge a zona

temperada do norte de modo oblíquo à superfície. Note que a área coberta pelo feixe A é menor que a área coberta pelo feixe B. Isso significa que a mesma quantidade de energia vai aquecer uma área cada vez maior, conforme caminhamos do Equador para os polos. A área B, portanto, será mais fria que a área A.

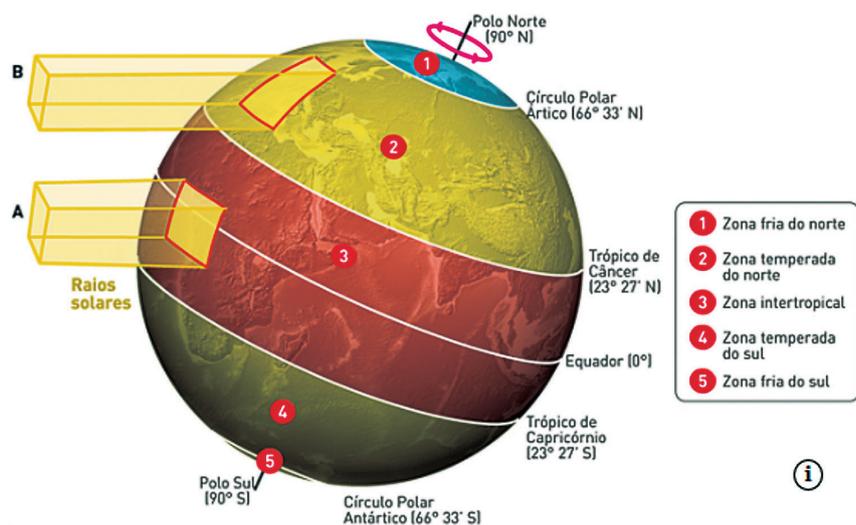


Figura 8: Dois feixes de luz, A e B, de igual intensidade, recobrem áreas de diferentes dimensões, dependendo de seus graus de incidência sobre as diferentes latitudes do planeta.

Fonte: [We love geography](http://www.welovegeography.com)

Além disso, quanto maior a inclinação dos raios solares, maior a extensão de atmosfera que os raios têm de atravessar, perdendo "no caminho" mais energia, que ainda vai se espalhar por uma área maior.

A terceira pergunta, então, está respondida: "Quantidade de luz não é suficiente para aquecer uma região". Ainda que o polo Sul esteja recebendo 24 horas de luz diárias no verão para aquecer, a luz solar recebida é muito espalhada e transmite pouca energia. Além disso, o polo Sul tem muito o que compensar. Ele esteve esfriando sem luz solar por 6 meses direto, durante o inverno.

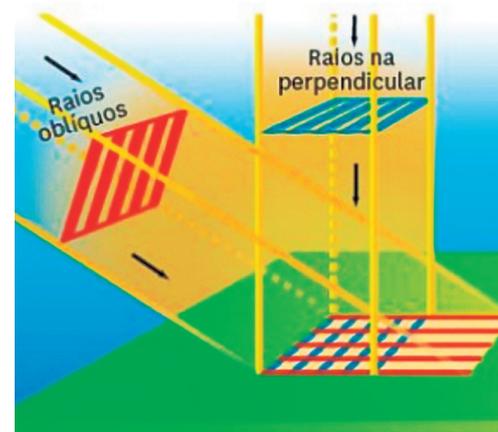


Figura 9: À medida que a latitude aumenta, o ângulo de incidência dos raios solares diminui e a massa atmosférica atravessada aumenta, o que faz com que as perdas por absorção, reflexão e difusão sejam maiores e, portanto, a quantidade de radiação recebida diminua.

Fonte: [Slide Share](https://www.slideshare.net/IldaBicacro) – Ilda Bicacro

Com isso, fica fácil você entender que, para perceber as quatro estações do ano do jeito que muitos livros didáticos as descrevem, vai depender do lugar do planeta em que você vive. Isso porque cidades que se localizam próximo à linha do Equador (como Recife, por exemplo), recebem incidência solar (luz e calor) o ano

inteiro. Nessas localizações, quase não se percebem variações sazonais. Já cidades localizadas mais acima ou abaixo da linha do Equador receberão menor incidência solar, em compensação, apresentarão estações do ano bem delimitadas (como Porto Alegre, por exemplo). Ou seja, as quatro estações, na verdade, só são quatro se você morar em uma parte do planeta em que

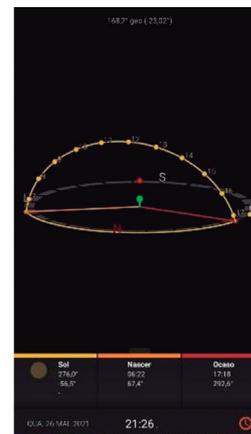
o movimento relativo Terra e Sol resultar na percepção bem marcada de primavera, verão, outono e inverno! Então, quando as estações mudarem, onde quer que esteja, agora você pode apreciar não apenas a beleza de cada nova estação mas também a complexidade astronômica que as trazem até você.

Amplificadores

Como uma expansão desta aula, você pode pensar na obliquidade da incidência dos raios solares do ponto de vista da Terra. Discuta com seus colegas de que maneira, quem está no Brasil, por exemplo, percebe como varia a trajetória diária descrita pelo Sol, ao longo do ano: no solstício de verão, no hemisfério Sul, o Sol descreve sua trajetória mais alta, enquanto no solstício de inverno, descreve-a mais baixa. Além disso, discuta com eles que, em função da latitude do local, a trajetória do Sol será inclinada em relação ao plano horizontal.

Tecnologia em foco

A proposta de expansão da aula mencionada acima pode se beneficiar imensamente do aplicativo O caminho do sol, que mostra a localização do Sol, que muda de acordo com a estação; e o Sun Surveyor Lite, que traz informação para a posição do Sol para qualquer data e hora.





Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

Um grande vilão da energia solar fotovoltaica é a sombra. Ela afeta diretamente a produção de energia e pode inviabilizar a instalação em um determinado local. A sombra pode existir por diversos obstáculos: antenas, caixas d'água, árvores ou prédios, entre outros. O importante é que, quando não for possível retirar ou descolar esse objeto causador, seja feita uma análise detalhada de como a sombra afetará o possível local de instalação, já que, como sabemos, em função do diferente posicionamento e trajetória do Sol, a sombra incidirá de forma diferente, ao longo do ano, no mesmo local.

Fonte: [Arion](#)



Situações de avaliação

Para obter a melhor eficiência do sistema fotovoltaico e a maior produção de energia elétrica, os módulos fotovoltaicos devem ser posicionados para receber a irradiação solar de forma perpendicular. De acordo com o que foi mostrado anteriormente, discuta acerca de para qual direção uma instalação deve estar apontada para gerar melhor performance em instalações situadas no hemisfério Sul. Caso o posicionamento adequado não seja viável, de que forma a ineficiência na produção de energia pode ser compensada com o sistema instalado? Discuta ainda a potencialidade associada ao aumento do número de módulos fotovoltaicos, a orientação e a inclinação dos módulos.

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

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Revisão Técnica

Eduardo Shiguelo Hoji (IFSP)

Design Instrucional

Cristine Barreto (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

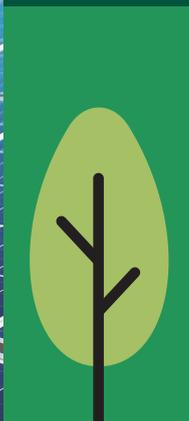
Índices para catálogo sistemático:

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