

ENERGIA LIMPA



Videotutorial

- Assista ao videotutorial com orientações sobre este projeto.



JULIA CLAXTON/ALAMY/FOTOARENA



WINTON PATNODE/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

(A) Diversos países, incluindo o Brasil, vêm investindo na geração de energia elétrica em parques eólicos com o intuito de que essa tecnologia acarrete menos impactos ambientais. Na imagem, parque eólico em Newhaven, Inglaterra. Foto de 2018.

(B) Diatomáceas são algas majoritariamente marinhas consideradas as grandes produtoras do gás oxigênio que compõe a atmosfera. Na imagem, diatomácea do gênero *Pinnularia*, com cerca de 100 µm de comprimento.

QUESTÕES INICIAIS

Respostas pessoais. Ver **Manual do Professor – Orientações específicas**.

- Que tipo de relação você traçaria entre as duas fotografias?
- Como os elementos apresentados nas fotografias podem influenciar no seu bem-estar?
- Proponha uma hipótese pela qual a atmosfera atue como mediadora em interação entre você, o parque eólico e as diatomáceas.
- Algas microscópicas são as maiores responsáveis pela produção de gás oxigênio liberado na atmosfera. Quanto você acha que vale esse serviço?

OBJETIVOS

- Relacionar a presença e a densidade da atmosfera com a temperatura observada em um planeta.
- Propor e testar parâmetros que interferem no balanço energético de um corpo.
- Quantificar a energia térmica retida pela atmosfera terrestre.
- Produzir material informativo sobre a distinção entre efeito estufa e aquecimento global e a relação entre eles.
- Relacionar mudanças climáticas com perda de serviços ecossistêmicos e com aquecimento global.
- Avaliar a credibilidade de uma fonte de informação.
- Deduzir que os impactos negativos em um ecossistema geralmente se desdobram em efeitos deletérios a outros sistemas.
- Discutir criticamente a valoração financeira dos serviços ecossistêmicos.
- Avaliar a velocidade da transição para modos de geração de energia elétrica que emitam menos gases do efeito estufa.
- Propor modelo simples de energia elétrica e construir um gerador simples a partir de materiais do cotidiano.
- Relacionar certas reações químicas com o armazenamento de energia elétrica.
- Propor um modelo de bateria simples e construí-lo utilizando materiais do cotidiano.
- Conceber e produzir um boletim informativo sobre tema relacionado aos conhecimentos adquiridos no projeto.

JUSTIFICATIVA

A perda ou a significativa alteração de serviços ecossistêmicos é, potencialmente, muito séria para a humanidade, pois deles dependemos para obter água limpa, produzir a maioria dos frutos e legumes para obter o gás oxigênio que respiramos, entre outros. A demanda por energia elétrica é cada vez maior e sua produção é atividade de porte gigantesco que, da forma como é majoritariamente feita hoje em dia, injeta quantidades significativas de gases do efeito estufa na atmosfera. Nesse contexto, é essencial entender o papel da atmosfera e do manejo de um gás que não chega a 1% da composição dela na manutenção da temperatura média do planeta – e os desdobramentos que alterações rápidas demais nesse parâmetro podem ter sobre o clima e, portanto, nos ecossistemas e serviços associados. Refletir sobre tecnologias que permitam gerar e armazenar eletricidade, emitindo pouco ou nenhum gás do efeito estufa, e projetar e montar (ainda que de modo bastante simplificado) sistemas análogos, propicia ampliar e aprofundar o nível de entendimento dos processos e fenômenos envolvidos.

Este projeto, portanto, visa aprofundar conhecimentos teóricos obtidos ao longo dos estudos do Ensino Médio por meio de atividades individuais e colaborativas. As questões propostas em cada etapa, bem como textos e imagens, estimulam o estudante a refletir e conhecer conceitos relativos aos temas apresentados, muitas vezes, sob mais de um ponto de vista, além de levá-lo a uma compreensão nova ou revisitada da realidade.

O pensamento crítico é fundamental para adquirirmos consciência sobre as maneiras como influenciamos os processos que definem o clima em nosso planeta e como as alterações desses processos podem ter consequências desastrosas para a maior parte dos seres humanos. Entender

como o clima, a geração de energia elétrica, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano se relacionam é essencial para ter uma visão mais abrangente dos desdobramentos que decisões em todas as esferas podem ter sobre a sociedade.

TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS

Ao longo deste projeto estão contemplados os seguintes Temas Contemporâneos Transversais:

- Ciência e Tecnologia
- Meio ambiente

SITUAÇÃO-PROBLEMA

A expectativa dos cientistas é de que as mudanças climáticas atinjam em cheio fenômenos tão importantes para nossa existência quanto a polinização das espécies vegetais que consumimos e a disponibilidade de água para consumo e produção de energia elétrica. Embora possa não parecer, praticamente tudo no planeta está conectado e, assim, a geração de energia elétrica pode contribuir para o declínio da polinização e/ou comprometer a produção de gás oxigênio para a atmosfera. Vamos investigar como essa conexão é possível?

Coordenação do Projeto

Sugerimos que o coordenador seja um professor de Ciências da Natureza, visto que as questões ligadas ao fluxo e balanço de energia, bem como a transformação de diferentes tipos de energia em energia elétrica e seu armazenamento são importantes elementos do projeto. A produção do boletim informativo seria muito beneficiada pela participação de professores da área de Linguagens (Arte e Língua Portuguesa).

CONHECENDO O PROJETO

Etapa 1

BALANÇO DE ENERGIA E TEMPERATURA PLANETÁRIA

(2 semanas)

Mobilizar conhecimentos e discussões para entrar em contato com os principais fatores que influenciam na temperatura de um astro; entender que a vida depende de que certa faixa de temperatura ambiente seja mantida; usar os parâmetros estudados para prever resultados em experimentos relacionados à temperatura de certos corpos em determinadas condições.

Etapa 2

EFEITO ESTUFA

(2 semanas)

Produzir cartaz de divulgação científica sobre as diferenças entre efeito estufa e aquecimento global e a relação entre eles.

Etapa 3

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

(1 semana)

Redigir texto de opinião relacionando efeito estufa, aquecimento global, mudanças climáticas, perda de serviços ecossistêmicos e bem-estar/sobrevivência da espécie humana e o que pode ser feito para amenizar seus desdobramentos.

Etapa 4

GERADOR EÓLICO DE ELETRICIDADE

(2 semanas)

Projetar e construir um modelo simples de gerador de eletricidade.

Etapa 5

ARMAZENANDO A ENERGIA DO VENTO

(2 semanas)

Projetar e construir um modelo simples de bateria elétrica.

Etapa 6

RETOMADA DAS ETAPAS E PRODUTO FINAL

(2 semanas)

Definir os detalhes do produto final (boletim informativo e exposição): mensagem que querem passar, conteúdo do boletim e da exposição, atribuição de tarefas, cronograma, produção e montagem.

Etapa 7

AVALIAÇÃO DO PROJETO E AUTOAVALIAÇÃO

(1 semana)

MATERIAIS

- Biblioteca e/ou acesso à internet
- Cartolina
- Pequeno motor elétrico (do tipo encontrado em leitores de DVD/CD etc.) e/ou *cooler* de computador
- Bobina de fio elétrico fino de cobre
- Lâmpadas do tipo LED
- Hélice (pode ser de um brinquedo, feita de papelão ou outro material que permita ser trabalhado e seja rígido o suficiente para não dobrar sob o vento)
- Ímãs de neodímio (ou outros ímãs mais simples) com tamanho adequado à proposta do grupo
- Ventilador ou secador de cabelo (podem ser dispensados se ventar muito na região de sua escola)
- Computador com programa gratuito de edição de texto

Competências gerais da Educação Básica

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades

- (EM13CNT101)** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
- (EM13CNT102)** Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
- (EM13CNT203)** Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT206)** Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Habilidades

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Linguagens e suas Tecnologias

Competências específicas

1. Compreender o funcionamento das diferentes linguagens e práticas culturais (artísticas, corporais e verbais) e mobilizar esses conhecimentos na recepção e produção de discursos nos diferentes campos de atuação social e nas diversas mídias, para ampliar as formas de participação social, o entendimento e as possibilidades de explicação e interpretação crítica da realidade e para continuar aprendendo.

3. Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, ética e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

Habilidades

(EM13LGG104) Utilizar as diferentes linguagens, levando em conta seus funcionamentos, para a compreensão e produção de textos e discursos em diversos campos de atuação social.

(EM13LGG304) Formular propostas, intervir e tomar decisões que levem em conta o bem comum e os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global.

Matemática e suas Tecnologias

Competências específicas

1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.

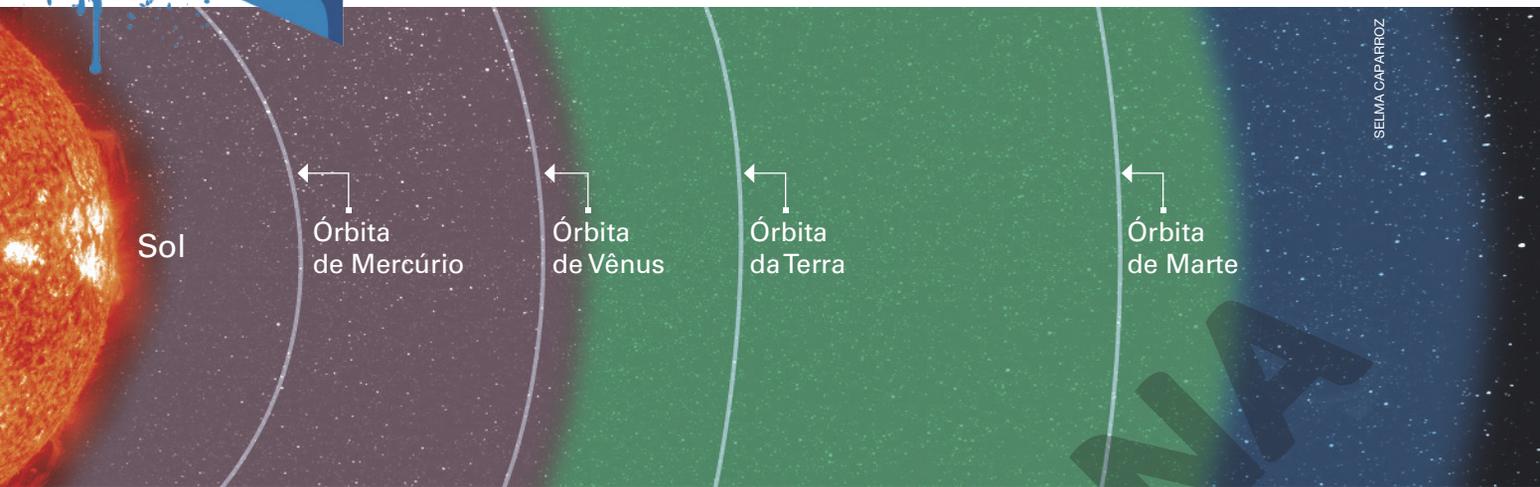
2. Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

Habilidades

(EM13MAT101) Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT201) Propor ou participar de ações adequadas às demandas da região, preferencialmente para sua comunidade, envolvendo medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa.

BALANÇO DE ENERGIA E TEMPERATURA PLANETÁRIA



Representação esquemática da zona habitável do Sistema Solar. A zona habitável destacada na cor verde corresponde a uma região não muito perto nem muito longe do Sol, o que favorece a existência de temperaturas amenas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

QUESTÕES INICIAIS

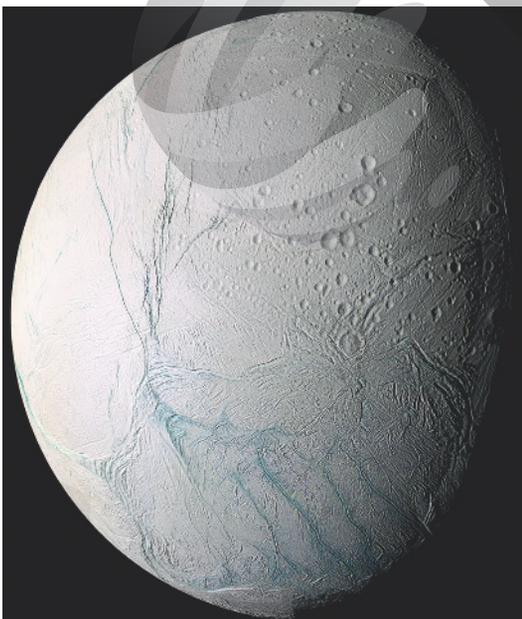
Ver Manual do Professor – Orientações específicas.

- A temperatura na superfície de Vênus é alta o suficiente para derreter chumbo. Em Marte, a temperatura é tão baixa que toda a água que o planeta poderia conter está congelada. A órbita da Terra localiza-se entre as órbitas desses dois planetas, mas aqui as temperaturas são, em geral, amenas o suficiente para que exista água líquida e vida. Quais os fatores que determinam essas diferenças tão grandes entre esses planetas?
- Quais impactos isso tem sobre a vida?

A busca e o encontro de planetas fora do Sistema Solar foi, sem dúvida, um grande triunfo da Ciência. Agora, um dos principais passos a serem dados é descobrir em qual planeta poderia haver formas de vida. Para tanto, é necessário estabelecer critérios, como definir as condições mínimas para a existência de vida.

Apesar de essa descoberta não ser simples como se poderia esperar, a presença de água líquida é ponto indiscutível e necessário para a vida (ao menos de acordo com a forma que conhecemos, existente na Terra). Partindo dessa necessidade de água líquida, é possível traçar ao redor das estrelas uma região na qual seja significativa a probabilidade de existir água líquida. Nessa região, os planetas estariam distantes o suficiente da estrela que orbitam para que nem toda a água existente neles esteja permanentemente na forma gasosa, mas estariam perto o bastante para que nem toda água esteja constantemente congelada. Essa região ao redor da estrela é chamada de **zona habitável**.

Embora esteja fora da zona habitável, existe a possibilidade de que Encélado, uma das luas de Saturno, abrigue vida no oceano que existe sob a superfície congelada.



Apesar de não ser o único fator, a distância de um astro à estrela que orbita determina em grande parte sua temperatura e, portanto, a possibilidade de existir água líquida em sua superfície.

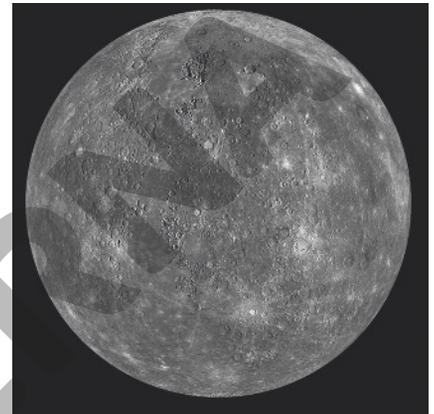
Estar na zona habitável, porém, não é o único ponto a se considerar. Muitos outros fatores contribuem para aumentar ou diminuir a probabilidade de um astro abrigar vida como nós a conhecemos. Outro aspecto importante, por exemplo, é a massa, pois sem massa suficiente toda água seria perdida para o espaço. A composição do planeta é outro fator: seria possível existir vida, mesmo com água líquida, em um planeta gasoso?

Independentemente dos demais fatores, a temperatura da superfície é fator decisivo para a existência de vida. Para atingir determinada temperatura e mantê-la aproximadamente constante, a quantidade de energia que um planeta irradia deve ser igual à quantidade que ele absorve do Sol. A razão entre a quantidade de radiação refletida pela superfície e a quantidade que a atinge é denominada **albedo**. Quanto mais branca for uma superfície, maior a porcentagem de radiação refletida. Uma superfície 100% branca reflete toda a radiação que a atinge (albedo igual a um). Por outro lado, quanto mais escura for uma superfície, menor será seu albedo, pois mais radiação será absorvida. Assim, uma superfície 100% preta absorverá toda radiação que a atingir (albedo igual a zero). Quanto maior for o valor do albedo, mais energia será refletida, logo, menos energia será absorvida. Portanto, quanto maior o albedo menor a temperatura.

O albedo dos astros é resultado da composição de suas superfícies e atmosferas. O albedo dos oceanos é relativamente baixo (aproximadamente 10%), enquanto o da terra firme varia de 15% a 45%. Nuvens e gelo têm albedo elevado. O albedo da Terra (acima) como um todo é de aproximadamente 31%. O albedo de Mercúrio (ao lado) é de aproximadamente 7%.



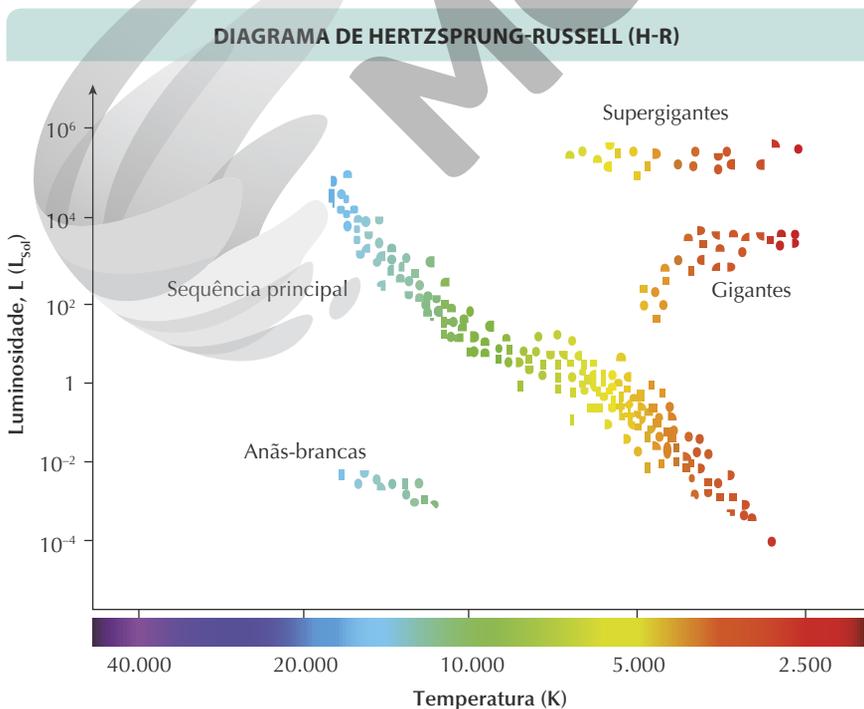
ERIC JAMES/ALAMY/FOTORENA



JHUAPL/NASA

ATIVIDADES

1 Analise as duas figuras a seguir:



GUILHERME LUCIANO

O diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R) mostra a relação entre a luminosidade (L) de uma estrela e sua temperatura Kelvin (K), o que determina sua cor. O Sol apresenta temperatura de 5.780 K.

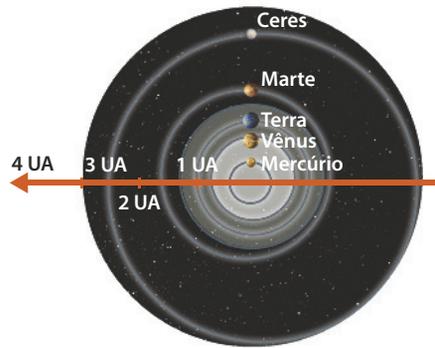
Fonte dos dados: BRINKWORTH, C.; THOMAS, C. *Stars – An overview*. Disponível em: <https://www.le.ac.uk/ph/fulkes/web/stars/o_st_overview.html>. Acesso em: 14 nov. 2019.

Se o Sol fosse uma estrela do tipo anã-branca, o que ocorreria com os limites da zona habitável ilustrados abaixo?

Seus limites estariam mais distantes da estrela, pois esse tipo de estrela é mais quente que o Sol.

ZONA HABITÁVEL NO SISTEMA SOLAR

SELMA CAPARROZ



Representação das estimativas conservadora (cinza-escuro) e estendida (preto) da zona habitável no Sistema Solar (UA = unidade astronômica, unidade de distância, igual à distância média entre a Terra e o Sol; imagem sem escala; cores-fantasia.)

2. A massa está relacionada com a gravidade de um corpo. Se a massa for muito pequena, sua gravidade também o será. A gravidade pode ser baixa o suficiente para não exercer a força necessária para manter água líquida na superfície do astro. Desse ponto de vista, não importa estar ou não na zona habitável, pois a água que se formaria não seria mantida no planeta.

4. a) A cor da pintura (mais escura, menor albedo e maior absorção de energia), a área exposta ao Sol (quanto maior a área, mais energia é recebida), a área de vidro (menor albedo).

b) Há alguns modos de se testar. Por exemplo: espera-se que quanto mais escura for a pintura, maior será a quantidade de energia absorvida pelo planeta C, portanto maior a temperatura do ar em seu interior. Outro modo: medir a luz refletida pela superfície do planeta C com uma máquina fotográfica, uma vez que superfícies de maior albedo requerem maiores velocidades de obturador e/ou diafragmas mais fechados do que superfícies com pequeno valor de albedo, porque refletem maior quantidade de luz.

5. Uma estrutura com valor de albedo o mais alto possível, pois assim mais energia seria refletida, diminuindo a quantidade de energia absorvida e, portanto, diminuindo a temperatura sob a estrutura. Ver **Manual do Professor – Orientações específicas.**

8. a) É mais fresco ficar sob o guarda-sol. Isso ocorre porque o tecido do guarda-sol reflete parte da energia que chega do Sol devido ao seu elevado valor de albedo. Portanto, menos energia chega ao espaço sob ele, o que o deixa menos quente.

b) Sim. Tecidos escuros absorveriam mais energia e esquentariam mais o ar em contato com ele, tornando-o mais quente do que no caso de um tecido claro. No entanto, esse efeito pode ser imperceptível se houver vento.

c) Medir a temperatura do solo e do ar sob um guarda-sol de tecido claro e outro de tecido escuro. Se a hipótese estiver correta, o ar e o solo sob o guarda-sol de tecido escuro deverão estar mais quentes do que aqueles sob o guarda-sol de tecido claro.

9. Deve usar bloqueador com fator de proteção maior do que usaria na praia, pois, além de receber os raios solares, fica exposta aos raios refletidos pela neve, aumentando, portanto, a incidência de energia na parte exposta da pele.

- 2 Por que planetas de pouca massa perderiam sua água para o espaço, como descrito no texto? Pesquise e descreva o papel da massa de um planeta na manutenção da água líquida existente nele. Esse papel depende da localização do planeta dentro ou fora da zona habitável? Justifique sua resposta.
- 3 Em grupo, discutam se é comum que as superfícies dos planetas apresentem valores de albedo bem variados. Considerando que você obteve mil valores de albedo, como faria para calcular um valor único para o planeta? Explique. **Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.**
- 4 Ainda em grupo, imaginem que um carro representa um planeta, o planeta C.
 - a) Quais características determinariam o albedo desse planeta C?
 - b) Como seria possível testar sua previsão de valores de albedo para diferentes planetas C?
 - c) Registrem suas previsões em uma folha de papel e façam o teste delas. Os resultados obtidos corroboram suas previsões? Se não, quais explicações propõem para o resultado obtido? **Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.**
- 5 Para se abrigar do calor do sol e manter-se o mais frio possível em um deserto quentíssimo, que tipo de cobertura seria mais eficiente: com elevado valor de albedo ou com baixo valor de albedo? Por quê?
- 6 A temperatura de um planeta depende de vários fatores, como o albedo. Levante outros fatores que podem influenciar na temperatura do planeta e justifique suas escolhas. **Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.**
- 7 Imagine um sistema estelar absolutamente idêntico ao Sistema Solar, com um planeta idêntico à Terra em todos os aspectos, mas com o dobro do seu diâmetro. Seria esperado que essa super-Terra fosse mais quente ou mais fria do que o planeta que habitamos? Justifique sua resposta. **Mais quente, pois sendo sua área maior, captaria mais energia.**
- 8 Em dias de muito calor, é mais fresco ficar sob o sol direto ou sob um guarda-sol aberto?
 - a) Proponha uma explicação para isso.
 - b) A cor do tecido do guarda-sol influenciaria nesse resultado? Justifique.
 - c) Proponha um teste para verificar sua resposta e explique como ele comprovaria sua hipótese.
- 9 O albedo da neve é elevadíssimo, embora ela só ocorra em locais bastante frios, nos quais se mantém sólida mesmo em dias de céu aberto. Em um ambiente completamente coberto de neve, deve-se usar bloqueador solar com fator de proteção maior ou menor do que em uma praia? Considere que a areia das praias, em geral, apresenta albedo de valor bem abaixo em relação ao da neve.



Fotomontagem da superfície da Terra vista do espaço, com elementos fornecidos pela NASA. A dinâmica da atmosfera determina o clima no planeta.

QUESTÃO INICIAL

- Vivemos mergulhados na atmosfera e lançamos nela muitas substâncias derivadas de nossas atividades. Por vezes, esquecemos que estamos envolvidos por ela e, talvez, nem desconfiamos do seu papel central e absolutamente necessário. Quais são os efeitos que a atmosfera pode ter na temperatura de um planeta? Como podemos verificar esses efeitos? [Ver Manual do Professor – Orientações específicas.](#)

Além das substâncias que compõem a atmosfera de um planeta, ela pode ser caracterizada por sua pressão média sobre a superfície. Essa medida dá uma ideia de quão densa é a atmosfera.

Veja no quadro a seguir informações sobre a pressão atmosférica, temperaturas previstas e observadas nos planetas selecionados.

CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DOS PLANETAS INTERIORES DO SISTEMA SOLAR				
Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte
Albedo	0,07	0,77	0,31	0,25
Possui atmosfera?	praticamente inexistente	sim, densa	sim	sim, rarefeita
Pressão atmosférica média à superfície ¹	praticamente inexistente	9300 kPa	101 kPa	0,64 kPa
Principais gases presentes na atmosfera	praticamente inexistente	gás carbônico (96,5%) nitrogênio (3,5%) + gases traços	nitrogênio (78,1%) oxigênio (20,9%) vapor de água* (~1%) argônio (0,9%) gás carbônico (0,04%) + gases traços	gás carbônico (95,3%) nitrogênio (2,7%) argônio (1,6%) oxigênio (0,1%) + gases traços
Temperatura prevista ²	437 K / 163 °C	226 K / -47 °C	254 K / -19 °C	210 K / -63 °C
Temperatura observada ²	440 K / 167 °C	737 K / 464 °C	288 K / 15 °C	215 K / -58 °C

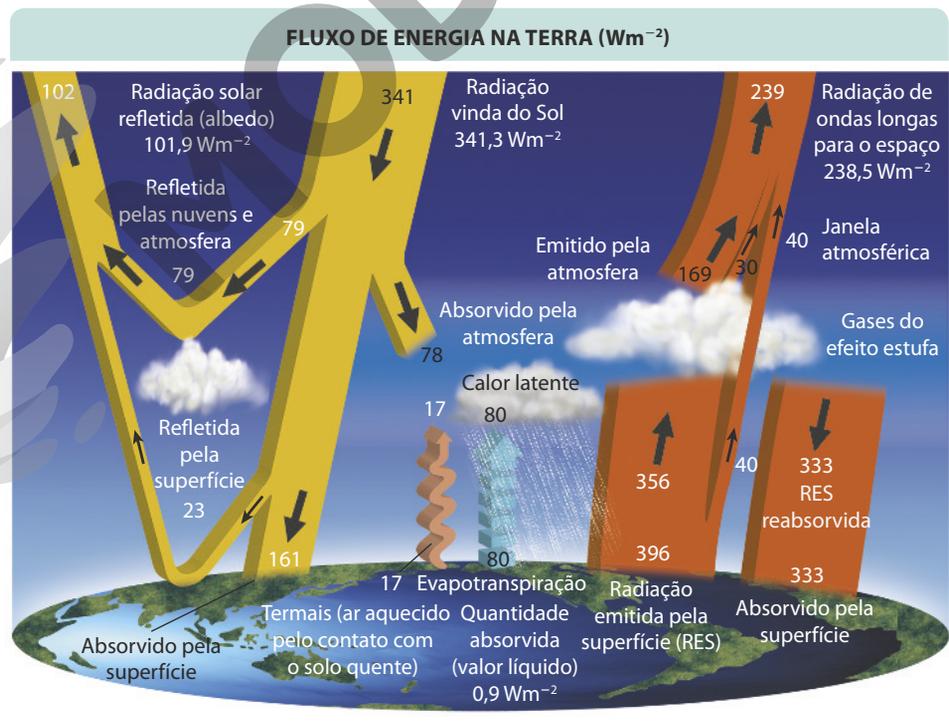
Fonte dos dados: NASA. *Planetary fact sheet – metric*. Disponível em: <<https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

*Varia de acordo com o clima.

1. Medida em kPa (quilo Pascal), que equivale à pressão de 1000 Pa ou 1000 N/m² ou 1000 kg/m · s².

2. Temperaturas em Kelvin (K) e grau Celsius (°C).

Agora, observe a seguir a representação do fluxo de energia da Terra. Os dados são simplificados, pois seria muito difícil e complexo mapear e apresentar todas as transformações de energia envolvidas no balanço energético da Terra. No entanto, é possível determinar algumas grandes categorias.



Espera-se que os estudantes percebam a relação entre a presença de atmosfera relativamente densa com temperatura observada significativamente maior do que a temperatura prevista.

REFLITA

- A partir dos dados apresentados das temperaturas previstas e observadas, qual pode ser o papel da atmosfera na temperatura observada de um planeta?
- O balanço energético da Terra corresponde à diferença entre a energia recebida do Sol e a energia dissipada para o espaço. O que pode ocorrer se o balanço energético for positivo, isto é, o planeta receber mais energia do que dissipa? E se o balanço for negativo?

Note que os valores acompanhados da unidade watt sobre metro ao quadrado (Wm⁻²) da intensidade luminosa são mais precisos, enquanto os demais estão arredondados. Por exemplo, a radiação vinda do Sol apresenta os valores 102 (arredondado) e 101,9 Wm⁻² (valor mais preciso).

Fonte: TRENBERTH, K. E.; FASULLO, J. T.; KIEHL, J. T. *Earth's Global Energy Budget*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2009, 90, 311-323.

Se o balanço energético for positivo, é esperado que o planeta se aqueça. Se o balanço for negativo, espera-se que as temperaturas do planeta diminuam. Espera-se que os estudantes associem essas considerações ao que estudaram sobre albedo e composição atmosférica.

ATIVIDADES

- 1 Deduza como a pressão atmosférica média sobre a superfície (veja no quadro) pode dar uma ideia da densidade da atmosfera de um astro e explique seu raciocínio.
- 2 Observe novamente o quadro anterior e responda:
 - a) Qual a relação entre a pressão atmosférica média sobre a superfície e a diferença entre as temperaturas prevista e observada?
 - b) O que essa relação permite descobrir sobre o papel da atmosfera na temperatura de um astro?
- 3 Analisando o esquema sobre o fluxo de energia na Terra, responda:
 - a) Para saber qual o resultado líquido do fluxo de energia global, deve-se usar os dados arredondados ou os específicos? Justifique sua resposta.
 - b) Calcule o fluxo global de energia e defina se o planeta está em equilíbrio, esquentando ou esfriando. Justifique sua resposta.
 - c) Segundo as informações apresentadas no esquema, explique como o aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera contribuiria para o aumento da temperatura global.

1. Quanto maior for a pressão, maior deve ser a força aplicada ou menor a área na qual ela incide. A força é o produto da pressão pela área. Supondo área e volume constantes, é possível deduzir que quanto maior for a pressão, maior será a força aplicada, portanto maior será a massa envolvida. Quanto mais massa, supondo volume constante, maior a densidade.

2. a) Quanto maior a pressão atmosférica média sobre a superfície, maior será a variação entre as temperaturas prevista e observada. b) Permite descobrir que quanto mais densa for a atmosfera, maior será a temperatura observada em relação à temperatura prevista.

3. a) Os dados específicos, pois os arredondados "omitam" o resultado real. b) Devem ser usados os seguintes valores no cálculo: radiação solar refletida (albedo): $101,9 \text{ Wm}^{-2}$; radiação vinda do Sol: $341,3 \text{ Wm}^{-2}$; radiação de ondas longas para o espaço: $238,5 \text{ Wm}^{-2}$. Assim, temos entrada de energia = $341,3 \text{ Wm}^{-2}$, saída de energia = $101,9 \text{ Wm}^{-2} + 238,5 \text{ Wm}^{-2} = 340,4 \text{ Wm}^{-2}$. Logo, entrada de energia - saída de energia = $341,3 \text{ Wm}^{-2} - 340,4 \text{ Wm}^{-2} = 0,9 \text{ Wm}^{-2}$. Portanto, o planeta está esquentando. c) O aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera aumentará a porcentagem de energia retida no planeta. Quanto mais energia, maior a temperatura.

Fenômenos distintos

Depois dos estudos feitos até aqui, leia os textos a seguir sobre os fenômenos do efeito estufa e do aquecimento global e prepare-se para a proposta que conclui esta etapa.

Efeito estufa e aquecimento global

O efeito estufa é um fenômeno natural e possibilita a vida humana na Terra.

Parte da energia solar que chega ao planeta é refletida diretamente de volta ao espaço, ao atingir o topo da atmosfera terrestre – e parte é absorvida pelos oceanos e pela superfície da Terra, promovendo o seu aquecimento. Uma parcela desse calor é irradiada de volta ao espaço, mas é bloqueada pela presença de gases de efeito estufa que, apesar de deixarem passar a energia vinda do Sol (emitida em comprimentos de onda menores), são opacos à radiação terrestre, emitida em maiores comprimentos de onda. Essa diferença nos comprimentos de onda se deve às diferenças nas temperaturas do Sol e da superfície terrestre.

De fato, é a presença desses gases na atmosfera o que torna a Terra habitável, pois, caso não existissem naturalmente, a temperatura média do planeta seria muito baixa, da ordem de $18 \text{ }^\circ\text{C}$ negativos. A troca de energia entre a superfície e a atmosfera mantém as atuais condições, que proporcionam uma temperatura média global, próxima à superfície, de $14 \text{ }^\circ\text{C}$.

Quando existe um balanço [ou equilíbrio] entre a energia solar incidente e a energia refletida na forma de calor pela superfície terrestre, o clima se mantém praticamente inalterado. Entretanto, o balanço [ou equilíbrio] de energia pode ser alterado de várias formas: (1) pela mudança na quantidade de energia que chega à superfície terrestre; (2) pela mudança na órbita da Terra ou do próprio Sol; (3) pela mudança na quantidade de energia que chega à superfície terrestre e é refletida de volta ao espaço, devido à presença de nuvens ou de partículas na atmosfera (também chamadas de aerossóis, que resultam de queimadas, por exemplo); e,

EXPLORE

- Você sabe o que aconteceria se a temperatura da Terra aumentasse em apenas $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$? Leia sobre o impacto que uma mudança aparentemente pequena teria em nosso planeta na reportagem: "Entenda os impactos do aquecimento global se a temperatura subir até $1,5^\circ\text{C}$ ou mais de 2°C ". Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/11/26/entenda-os-impactos-do-aquecimento-global-se-a-temperatura-subir-ate-15c-ou-mais-de-2c.ghtml>>. Acesso em: 17 dez. 2019.

finalmente, (4) graças à alteração na quantidade de energia de maiores comprimentos de onda refletida de volta ao espaço, devido a mudanças na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

Essas mudanças na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera estão ocorrendo em função do aumento insustentável das emissões antrópicas desses gases.

As emissões de gases de efeito estufa ocorrem praticamente em todas as atividades humanas e setores da economia: na agricultura, por meio da preparação da terra para plantio e aplicação de fertilizantes; na pecuária, por meio do tratamento de dejetos animais e pela fermentação entérica do gado; no transporte, pelo uso de combustíveis fósseis, como gasolina e gás natural; no tratamento dos resíduos sólidos, pela forma como o lixo é tratado e disposto; nas florestas, pelo desmatamento e degradação de florestas; e nas indústrias, pelos processos de produção, como cimento, alumínio, ferro e aço, por exemplo.

[...]

IMAGINECHINA/AP PHOTO/GLOW IMAGES



O uso intenso de veículos movidos a combustíveis fósseis é um dos principais agravantes do aquecimento global. Na imagem, tráfego intenso de veículos na China. Foto de 2018.

Aquecimento global

Embora o clima tenha apresentado mudanças ao longo da história da Terra, em todas as escalas de tempo, percebe-se que a mudança atual apresenta alguns aspectos distintos. Por exemplo, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera observada em 2005 excedeu, e muito, a variação natural dos últimos 650 mil anos, atingindo o valor recorde de 379 partes por milhão em volume (ppmv) – isto é, um aumento de quase 100 ppmv desde a era pré-industrial.

Outro aspecto distinto da mudança atual do clima é a sua origem: ao passo que as mudanças do clima no passado decorreram de fenômenos naturais, a maior parte da atual mudança do clima, particularmente nos últimos 50 anos, é atribuída às atividades humanas.

A principal evidência dessa mudança atual do clima é o aquecimento global, que foi detectado no aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, no derretimento generalizado da neve e do gelo, e na elevação do nível do mar, não podendo mais ser negada.

[...]

Fonte: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Efeito Estufa e Aquecimento Global*. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

ppmv: parte por milhão em volume. Imagine que o volume de uma substância foi dividido em um milhão de partes iguais e cada ppmv corresponde a uma dessas partes.

REFLITA

♦ Como as atividades humanas podem afetar o balanço energético da Terra?

Atividades que alteram a composição atmosférica, lançando gases de efeito estufa ou substâncias que alterem o albedo do planeta, por exemplo, interferem na quantidade de energia que é refletida e dissipada para o espaço. Isso afeta diretamente o balanço energético do planeta.

O frio extremo do aquecimento global

O aquecimento global causado pelo homem perturba fortemente as correntes atmosféricas que circulam pelo planeta provocando o aumento da intensidade, da frequência e do impacto de eventos climáticos extremos.

Uma onda de frio extremo sem precedentes atingiu o Canadá esta semana [28 dez. 2017]. As temperaturas estão batendo recordes e podem alcançar até $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ no norte de Ontário. São mínimas que estão de 10 a 20 graus Celsius abaixo da média para a estação e devem durar até o início de janeiro. Na Pensilvânia (EUA) bastaram 48 horas para que a neve atingisse quase 1,5 metro de altura, batendo o recorde de 1956. Também foram registradas temperaturas baixíssimas em Duluth, Minnesota ($-37,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) e Minot, Dakota do Norte ($-29\text{ }^{\circ}\text{C}$). Em Nova York, a temperatura pode chegar a $-12,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ neste fim de semana. O frio extremo está relacionado a uma corrente de ar ártico.

Desavisados ou negacionistas chegam sempre com a mesma pergunta: um frio desses e o pessoal falando em aquecimento global? Como o frio pode ser provocado pelas mudanças climáticas? O fato é que nenhum evento isolado é capaz de provar ou refutar a tese de aquecimento global. Para classificá-los como resultado da alteração do clima é necessário analisá-los ao longo da história. As descobertas da ciência do clima, no entanto, já nos oferecem elementos que permitem relacionar diversos episódios de frio e de calor intenso como situações climáticas relacionadas ao aquecimento global.

O aquecimento global causado pelo homem perturba fortemente as correntes atmosféricas que circulam pelo planeta, de acordo com os Anais da Academia de Ciências dos Estados Unidos (PNAS). O aumento da emissão de gases de efeito estufa aumenta também a retenção de energia nos oceanos e na atmosfera. O efeito deste novo balanço de energia provoca o aumento da intensidade, da frequência e do impacto de eventos climáticos extremos, sejam de frio ou de calor.

Fonte: OBSERVATÓRIO do clima. *O frio extremo do aquecimento global*. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/o-frio-extremo-aquecimento-global/>>. Acesso: 26 nov. 2019.



CREATIVE TOUCH/IMAGING/NURPHOTO/GETTY IMAGES

O aquecimento global altera a dinâmica da atmosfera e, conseqüentemente, provoca diferentes alterações climáticas. Um exemplo são eventos de frio intenso e atípico, como mostra a imagem de Toronto, Canadá.

Foto de 2019.

REFLITA

• A ocorrência de temperaturas atipicamente baixas serve de argumento contra a existência do aquecimento global? Por quê?

Não, pois nenhum evento isolado é capaz de provar ou refutar a tese do aquecimento global. Além disso, a alteração da composição atmosférica causa mudanças climáticas diversas e complexas, não apenas o aumento das temperaturas médias do planeta.

ATIVIDADE

- 1 Em grupo, elaborem um material informativo (em mídia impressa ou digital) que explique a diferença entre efeito estufa e aquecimento global, estabelecendo a relação entre os fenômenos.

Ver **Manual do Professor – Orientações específicas**.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS



A discussão sobre mudanças climáticas não se limita ao ambiente acadêmico. Na imagem, estudantes protestam exigindo medidas efetivas de combate ao aquecimento global, em Sydney, Austrália. Foto de 2019.

QUESTÕES INICIAIS

Respostas pessoais. Ver **Manual do Professor – Orientações específicas**.

- Afinal, qual o problema de o clima mudar?
- Faz realmente diferença um ou dois graus Celsius a mais na média global?

Diante do comprovado aumento na temperatura média do planeta, muitos esforços envolvendo grandes simulações em computador, coleta de dados etc. têm sido realizados para prever os efeitos que podem ser desencadeados por esse processo.

O descongelamento de geleiras, por exemplo, tem ocorrido de modo constante. Ele provoca elevação no nível do mar e representa sério problema para comunidades litorâneas.

O derretimento das calotas polares acarreta a elevação do nível dos oceanos, colocando em risco milhões de pessoas que vivem em comunidades litorâneas ao redor do mundo. Na imagem, comunidade litorânea em Louisiana, Estados Unidos. Foto de 2019.



Ainda trabalhando os possíveis impactos das mudanças climáticas, leia agora o texto a seguir, sobre como os ecossistemas brasileiros podem ser prejudicados, com enfoque na Floresta Amazônica e na Caatinga.

Possíveis impactos de mudança de clima nos ecossistemas do Brasil

Eventos climáticos extremos, como secas induzidas pelo aquecimento global e pelo desmatamento, podem dividir a Amazônia em duas e transformar em Cerrado uma área de 600 mil quilômetros quadrados. O trabalho de Hutyrá et al. (2005) inclui a preparação de um mapa das áreas mais sensíveis da floresta à seca, usando os registros de precipitação dos últimos cem anos. Os autores descobriram que uma faixa de mata correspondente a 11% da área da floresta, que vai de Tocantins à Guiana e atravessa a região de Santarém (Pará), tem padrões de precipitação mais semelhantes aos do Cerrado. Isto é consistente com os cenários futuros gerados pelo modelo do Hadley Centre, que projetam para a Amazônia um clima tipo savana a partir do ano 2050. Essa “Amazônia seca” possui vegetação com maiores índices de **evapotranspiração**, e seus solos tendem a ficar mais secos durante os meses sem água do que solos de regiões muito úmidas, e isso a torna muito mais vulnerável a incêndios florestais, o principal agente de conversão de floresta em savana.

Anteriormente, Oyama e Nobre (2003) estimaram que o desmatamento e o aquecimento pudessem converter até 60% da Amazônia em Cerrado, derivados do modelo de CPTEC com um esquema de vegetação dinâmica. Resultados similares foram achados usando o modelo de Hadley Centre com outro esquema de vegetação dinâmica (Cox et al. 2000, 2004, Betts et al. 2004). O aquecimento e a redução de chuvas na Amazônia apontados por este relatório parecem corroborar as conclusões dos estudos que sugerem a savanização da Amazônia, porém as incertezas são ainda grandes.

Os cenários mais quentes e secos no semi árido do Nordeste projetados pelos modelos climáticos apontam para uma possível aridização desta região, que atualmente apresenta um clima semi árido, com uma estação seca e uma estação chuvosa definidas. Alguns resultados do PROBIO [Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira] (Salati, 2006) apontam esta aridização para climas futuros, em cenários de altas emissões. Isto teria consequências negativas na Caatinga, que é um dos biomas mais ameaçados do Brasil, com grande parte de sua área tendo já sido bastante modificada pelas atividades humanas. A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, e abriga uma fauna e flora única, com muitas espécies endêmicas.

O *World Wildlife Found* – WWF [...] publicou um relatório em 2006 sobre os impactos de aumentos de 2 a 3 °C na temperatura global do planeta em vários setores. Em termos de ecossistemas, o relatório sugere que existe 43% de risco de transformação de florestas para sistemas não florestais, assim como riscos de uma alteração permanente dos **sumidouros de carbono** para fontes de carbono em áreas tropicais-chaves como a Amazônia. [...] As mudanças seriam mais radicais para um aquecimento de até 3 °C, com um risco de 88% de transformação de florestas para sistemas não florestais e riscos de perdas florestais na Amazônia. Risco bem maior de uma alteração permanente dos sumidouros terrestres de carbono para fontes de carbono. Danos irreversíveis para a Amazônia, resultando em seu colapso. Consequentemente, mais de 40% da Amazônia se transformará em Cerrado. Os resultados sobre

Evapotranspiração: perda de água de um ecossistema para a atmosfera, causada pela evaporação do solo e pela transpiração das plantas.

Sumidouro de carbono: transformação dos gases do efeito estufa que acontece em florestas e oceanos. Recebe esse nome pois captura o carbono presente no ar e o transforma em oxigênio.

a Amazônia pareceram ser consistentes com os cenários propostos por Cox et al. (2000, 2004) e Betts et al. (2002), ainda que o estudo do WWF não indique as fontes de informação nas quais se basearam para projetar os impactos de mudanças climáticas nos ecossistemas sendo, portanto, as incertezas bastante grandes.

O IPCC TAR [*Intergovernmental Panel on Climate Change – Third Assessment Report*] sugere que as inundações associadas com a elevação do nível do mar poderiam ter consequências e graves impactos nas áreas mais baixas na foz do rio Amazonas. A taxa média de elevação do nível de mar durante os últimos 100 anos tem sido estimada em 1,0-2,5 mm por ano, e tem sido estimada em até 5 mm/ano em climas mais quentes. Aumentos na temperatura e mudanças na precipitação e vazões do rio, juntamente com a elevação do nível do mar vão ter impactos significativos nos habitats dos manguezais e criarão novas ondas de inundações. A elevação do nível do mar poderia eliminar os manguezais em aproximadamente 1%/ano. Este efeito poderia causar mudanças na distribuição de espécies e afetar a pesca na região, onde os peixes usam os manguezais como refúgio e berçário.

[...]

Fonte: MARENGO, José A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade* – Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. p. 132-133. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/livro%20completo.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2019.

▶ Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes identifiquem as ameaças citadas na matéria e reconheçam que, provavelmente, a extensão e a biodiversidade desse bioma serão muito menores daqui a cem anos, a menos que mudanças drásticas na ação humana sobre a região sejam feitas em breve.

REFLITA

♦ Com base nas previsões feitas no texto, como você imagina a Amazônia daqui a cem anos?

CARL DE SOUZA/AFP



As simulações feitas indicam que a Floresta Amazônica ficará mais suscetível a incêndios. Na imagem, vista aérea da fumaça proveniente de queimada próximo a Porto Velho, Rondônia. Dados revelam o mais alto número de focos de incêndio no Brasil desde 2013. Foto de 2019.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Agora, leia este texto e então responda às questões a seguir.

Os rios voadores são “cursos de água atmosféricos”, formados por massas de ar carregadas de vapor de água, muitas vezes acompanhados por nuvens, e são propelidos pelos ventos. Essas correntes de ar invisíveis passam em cima das nossas cabeças carregando umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Essa umidade, nas condições meteorológicas propícias como uma frente fria vinda do sul, por exemplo, se transforma em chuva. [...]

A floresta amazônica [...] puxa para dentro do continente a umidade evaporada pelo oceano Atlântico e carregada pelos **ventos alísios**. [...] a umidade cai como chuva sobre a floresta. Pela ação da evapotranspiração das árvores sob o sol tropical, a floresta devolve a água da chuva para a atmosfera na forma de vapor de água. Dessa forma, o ar é sempre recarregado com mais umidade, que continua sendo transportada rumo ao oeste para cair novamente como chuva mais adiante.

Propelidos em direção ao oeste, os rios voadores (massas de ar) recarregados de umidade – boa parte dela proveniente da evapotranspiração da floresta – encontram a barreira natural formada pela Cordilheira dos Andes. Eles se precipitam parcialmente nas encostas ao leste da cadeia de montanhas, formando as cabeceiras dos rios amazônicos. Porém, barrados pelo paredão de 4.000 metros de altura, os rios voadores, ainda transportando vapor de água, fazem a curva e partem em direção ao sul, rumo às regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil e aos países vizinhos. [...]

Por incrível que pareça, a quantidade de vapor de água evaporada pelas árvores da floresta amazônica pode ter a mesma ordem de grandeza, ou mais, que a vazão do rio Amazonas (200.000 m³/s), tudo isso graças aos serviços prestados da floresta.

Estudos promovidos pelo INPA [Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia] já mostraram que uma árvore com copa de 10 metros de diâmetro é capaz de bombear para a atmosfera mais de 300 litros de água, em forma de vapor, em um único dia – ou seja, mais que o dobro da água que um brasileiro usa diariamente! Uma árvore maior, com copa de 20 metros de diâmetro, por exemplo, pode evapotranspirar bem mais de 1.000 litros por dia. Estima-se que haja 600 bilhões de árvores na Amazônia: imagine então quanta água a floresta toda está bombeando a cada 24 horas! [...]

Fonte: PROJETO rios voadores. *Fenômeno dos rios voadores*. Disponível em: <<https://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

Ventos alísios: é o nome dado aos ventos úmidos que partem dos trópicos em direção ao Equador, graças ao aquecimento diferenciado entre as regiões do globo terrestre, provocando chuvas.

ATIVIDADES

Ver **Manual do Professor – Orientações específicas**.

1. Não. Os ecossistemas citados inserem-se em biomas que se interconectam e se influenciam mutuamente. Desse modo, os desdobramentos das alterações em um sistema podem atingir outros, mesmo distantes.

- 1 Somente os ecossistemas citados no texto acima serão afetados pelas mudanças climáticas? Justifique sua resposta.
- 2 As populações que vivem em cidades estarão livres dos efeitos causados pelas mudanças climáticas? Justifique sua resposta.

Não. As cidades também compõem um ecossistema (urbano) e são influenciadas por outros ecossistemas, vizinhos ou não.

Aquecimento global de 1,5 °C

Em outubro de 2018, o IPCC publicou um relatório especial sobre os impactos do aquecimento global de 1,5 °C, concluindo que limitar o aquecimento global a 1,5 °C exigiria mudanças rápidas, profundas e sem precedentes em todos os aspectos da sociedade.

Com benefícios claros para as pessoas e ecossistemas naturais, o relatório constatou que limitar o aquecimento global a 1,5 °C, em comparação com os 2 °C, poderia garantir uma sociedade mais sustentável e equitativa.

Enquanto as estimativas anteriores se concentravam em estimar os danos se as temperaturas médias subissem 2 °C, este relatório mostra que muitos dos impactos adversos das mudanças climáticas virão na marca de 1,5 °C.

O relatório também destaca vários impactos das mudanças climáticas que poderiam ser evitados ao limitar o aquecimento global a 1,5 °C, em comparação a 2 °C ou mais. Por exemplo, em 2100, a elevação global do nível do mar seria 10 cm mais baixa com aquecimento global de 1,5 °C, em comparação com 2 °C.

A probabilidade de um oceano Ártico livre de gelo marinho no verão seria uma vez por século com o aquecimento global de 1,5 °C, em comparação com pelo menos uma vez por década com 2 °C. Os recifes de corais declinariam de 70 a 90% com o aquecimento global de 1,5 °C, enquanto praticamente todos (> 99%) seriam perdidos com 2 °C.

O relatório conclui que limitar o aquecimento global a 1,5 °C exigiria transições “rápidas e de longo alcance” na terra, energia, indústria, edifícios, transportes e cidades.

As emissões globais líquidas de dióxido de carbono causadas pelo homem (CO₂) precisariam cair cerca de 45% em relação aos níveis de 2010 até 2030, atingindo o ‘zero líquido’ por volta de 2050. Isso significa que quaisquer emissões remanescentes precisariam ser equilibradas pela remoção do CO₂ da atmosfera.

Fonte: ONU. *Aquecimento global de 1,5 °C*. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

REFLITA

De acordo com o texto, é correto afirmar que com o aquecimento global limitado a 1,5 °C os impactos das mudanças climáticas seriam pequenos? Justifique sua resposta.

Não, o texto propõe que os impactos seriam menores, mas não pequenos. Por exemplo, a perda de corais é estimada em mais de 99% no caso de aumento de 2 graus e de 70 a 90%, no caso de aumento de 1,5 °C. Nos dois cenários é possível notar que a perda é elevadíssima, mas ela é menor no caso de menor aumento da temperatura global.

Serviços ecossistêmicos e o ser humano

A natureza não cobra nenhum valor financeiro pelos serviços que presta. Em 2008, a associação alemã Helmholtz de pesquisas (*Helmholtz Association of German Research Centres*) divulgou que 153 bilhões de euros era a estimativa feita por um grupo de entidades e cientistas europeus para o valor da polinização realizada pelos insetos das principais culturas utilizadas como alimento no mundo. Calcularam ainda que o desaparecimento desses polinizadores geraria um gasto extra entre 190 e 310 bilhões de euros.

Vamos entender um pouco melhor as relações entre os serviços ecossistêmicos e os seres humanos. Para isso, leia o texto e analise o esquema a seguir.

Funções dos ecossistemas

As interações entre os elementos de um ecossistema são chamadas de funções ecossistêmicas. Alguns exemplos destas funções são a transferência de energia, a **ciclagem** de nutrientes, a regulação de gases, a regulação climática e do ciclo da água.

Essas funções geram serviços ecossistêmicos quando os processos naturais subjacentes a suas interações desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano. Um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais do que um serviço ecossistêmico.

Ciclagem: ciclo de nutrientes absorvidos do solo pelas raízes das plantas, e que, ao se decomporem, ficam disponíveis no solo para outras plantas.

Serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios da natureza para as pessoas. Eles são vitais para o bem-estar humano e para as atividades econômicas. Existem diferentes formas de classificar os serviços ecossistêmicos. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), publicada em 2005, classifica os serviços ecossistêmicos em quatro categorias: provisão, regulação, culturais e de suporte, também chamados de apoio ou *habitat*. Atualmente, com a iniciativa da Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) e da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES), são consideradas três categorias: provisão, regulação e culturais.

Os serviços ecossistêmicos de suporte passaram a ser considerados, nos sistemas mais recentes de classificação, não como uma categoria, mas como funções ecossistêmicas (processos ecológicos como produção de oxigênio atmosférico, ciclagem de nutrientes, formação e retenção de solos e ciclagem da água) que são necessárias para a produção de todos os demais serviços ecossistêmicos.

Alguns autores e instituições se referem aos serviços ecossistêmicos como sinônimos de serviços ambientais. Entretanto, há uma tendência mais recente entre os especialistas em distingui-los de forma que os serviços ecossistêmicos se referem à contribuição da natureza para as sociedades e os serviços ambientais como as ações humanas que melhoram os serviços ecossistêmicos.

Serviços ambientais

Os serviços ambientais são todas as atividades humanas que favorecem a conservação ou a melhoria dos ecossistemas e, como consequência, contribuem com a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos. Por exemplo, a restauração de uma área de preservação permanente com o plantio de mudas vai melhorar o ecossistema de vegetação nativa na beira do rio e assim favorecer o serviço de regulação do fluxo de água e de controle da erosão.

[...]

Capital natural

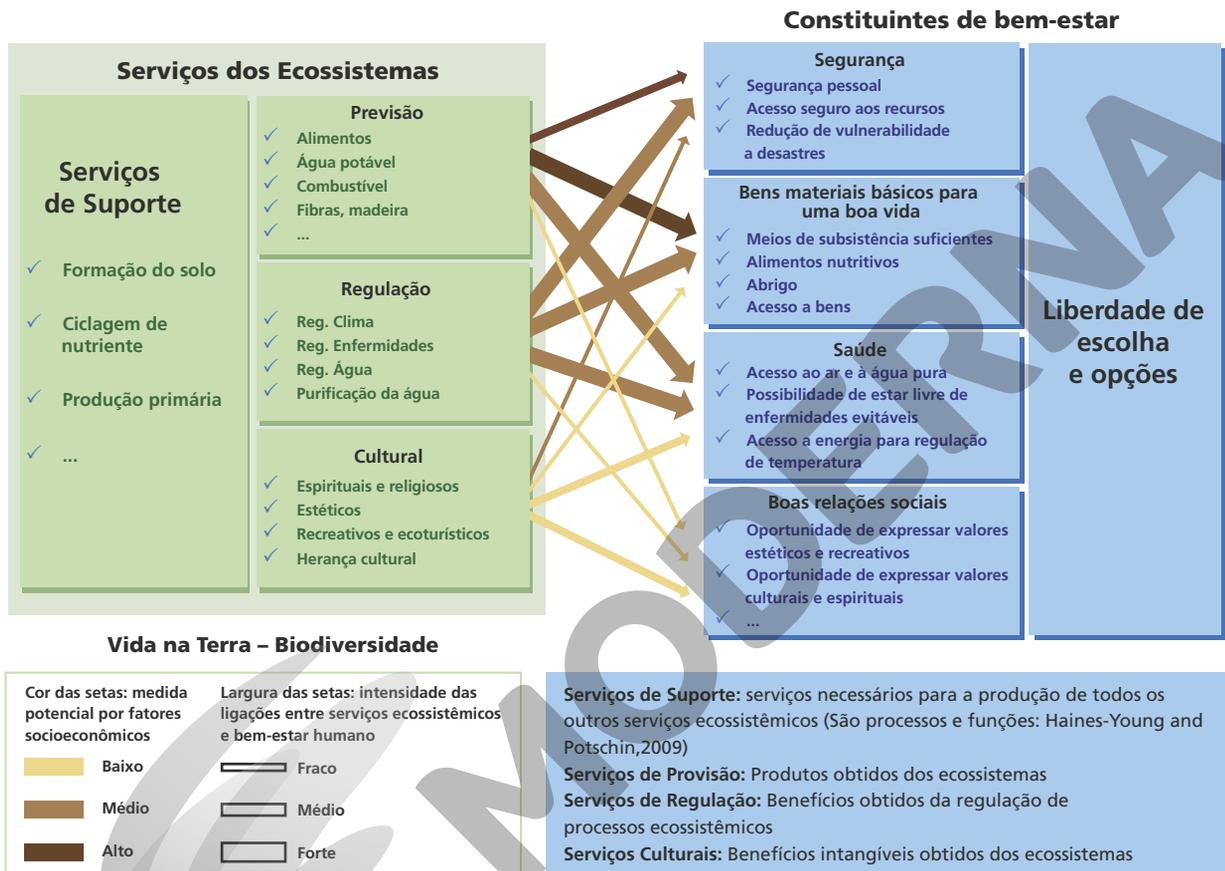
Outro conceito que se confunde com o de serviços ecossistêmicos é o de capital natural.

O capital natural é o estoque ou reserva provida pela natureza que produz valor para as pessoas (economia e bem-estar), incluindo ecossis-

temas, espécies, água doce, minerais, ar, oceanos e processos naturais. Esse valor pode estar sendo produzido no presente ou constituir uma reserva para o futuro. O termo capital natural é um termo baseado nos princípios da economia. [...]

Fonte: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Serviços ecossistêmicos*. Disponível em: <<https://mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html#capital-natural>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

DIAGRAMA DAS RELAÇÕES ENTRE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E OS CONSTITUINTES DO BEM-ESTAR HUMANO



SELMA CAPAPROZ

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

REFLITA

✦ Você acha que é beneficiado por serviços ecossistêmicos? Explique.

Espera-se que os estudantes reconheçam que todos são beneficiados por serviços ecossistêmicos, desde a provisão de alimentos até os benefícios relacionados ao bem-estar e à cultura.

ATIVIDADE

1 Com base no que viu até agora, você acha possível o ser humano viver independentemente dos serviços ecossistêmicos? Tentativas de estabelecer valores para serviços ecossistêmicos, para ecossistemas, para relações ecológicas, espécies etc. refletem o seu real valor?

Escreva um pequeno texto relacionando: efeito estufa, aquecimento global, mudanças climáticas, perda de serviços ecossistêmicos e bem-estar/sobrevivência da espécie humana e o que pode ser feito para amenizar seus desdobramentos.

Resposta pessoal. Ver **Manual do Professor – Orientações específicas**.

GERADOR EÓLICO DE ELETRICIDADE



PATRICK PLEUJAP PHOTO/GLOW IMAGES

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Usinas termoeletricas que queimam carvão mineral são responsáveis por grande parte da energia elétrica gerada em países do hemisfério Norte. Essa atividade acrescenta milhares de toneladas de gases de efeito estufa na atmosfera todos os anos. Na imagem, termelétrica a carvão na Alemanha. Foto de 2019.

QUESTÃO INICIAL

Qual é a relação entre a produção de energia elétrica e o aquecimento global?
Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.

O combate às mudanças climáticas pode se dar de várias formas. Uma delas é por meio do uso de tecnologias que emitam menos ou nenhum gás do efeito estufa. Essa estratégia pode ser aplicada aos mais variados aspectos da vida moderna. Alguns exemplos são o uso preferencial de transportes que não utilizem combustível fóssil, a diminuição das queimadas e dos rebanhos de gado e a geração de eletricidade, este muito relevante dada sua gigantesca demanda.

Segundo relatório da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* ou IEA), em 2018 as emissões de carbono relacionadas à geração de energia aumentaram 1,7%, atingindo valor histórico de 33.1 gigatoneladas de gás carbônico (Gt CO₂). Embora as emissões do total de combustíveis fósseis também tenham aumentado, o setor de geração de energia elétrica respondeu por aproximadamente dois terços do aumento registrado. O uso de carvão mineral sozinho passou de 10 gigatoneladas de gás carbônico (Gt CO₂). China, Índia e Estados Unidos foram responsáveis por 85% do aumento líquido nas emissões registradas.

Alguns aspectos são importantes para entender as possibilidades de atuação diante de hábitos comuns nos dias atuais e dos dados significativos que têm sido coletados.

Leia o texto a seguir.

[...]

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cataventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água.

[...]

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, estas têm potencial para atender uma significativa parcela do **Sistema Interligado Nacional (SIN)** com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade citada anteriormente.

Entre os principais impactos socioambientais negativos das usinas eólicas destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são devidos ao ruído dos rotores e variam de acordo com as especificações dos equipamentos [...]. Segundo o autor, as turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e mais barulhentas que os aerogeradores de hélices de alta velocidade. A fim de evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Os impactos visuais são decorrentes do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas. Os impactos variam muito de acordo com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas. Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, esses impactos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego, arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional.

Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.) [...]. De acordo com este autor, essas interferências variam muito, segundo o local de instalação da usina e suas especificações técnicas, particularmente o material utilizado na fabricação das pás. Também a possível interferência nas rotas de aves deve ser devidamente considerada nos estudos e relatórios de impactos ambientais (EIA/RIMA).

Fonte: AGÊNCIA Nacional de Energia Elétrica do Brasil. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. Capítulo 6 – Energia eólica. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2019.

Sistema Interligado Nacional

(SIN): conjunto de instalações e de equipamentos que possibilitam o suprimento de energia elétrica nas regiões do país.

REFLITA

As turbinas eólicas podem ser instaladas em qualquer região do país? Por quê?

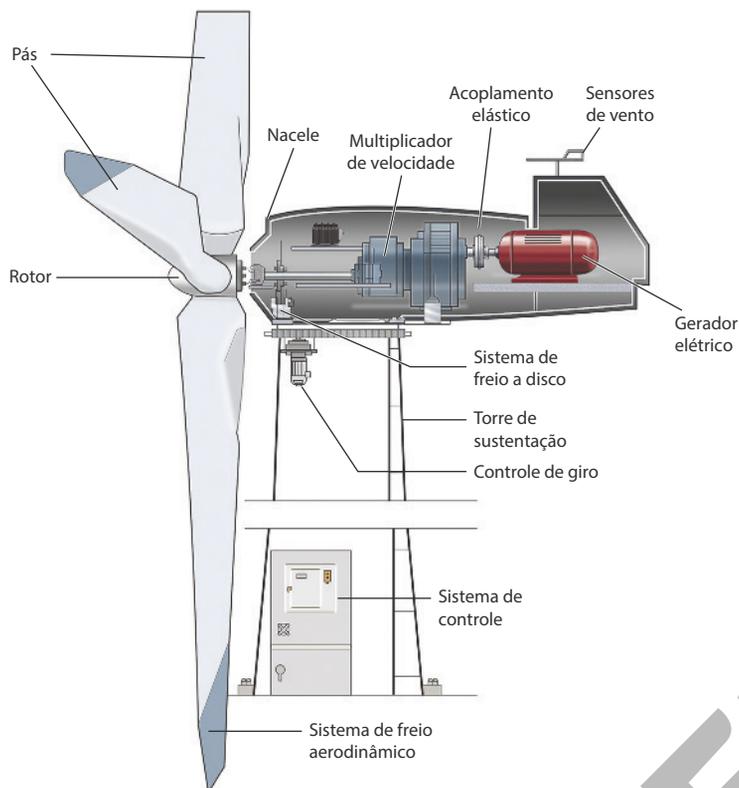
Não, elas devem ser instaladas em regiões onde o regime de ventos seja suficiente para garantir a geração de energia elétrica na maior parte do ano. Em regiões de pouco vento, a instalação desses equipamentos não compensa o investimento.

Parque eólico na região de Mataraca, na Paraíba. Essa região é popularmente conhecida como “Vale dos ventos”. Foto de 2019.



CADU ROLIM/FOTOGAREVA

ESQUEMA DE TURBINA EÓLICA



SELMA CAPARROZ

A ação do vento sobre as pás faz com que o rotor gire, movimentando o eixo, no interior da nacele, que tem sua velocidade aumentada pelo multiplicador de velocidade e que, finalmente, aciona um gerador elétrico que produz eletricidade.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA (CBEE) / UFRE. 2000. Disponível em: <<http://www.eolica.com.br>>. Acesso em: 8 jan. 2020.

Gerador eólico na prática

Organizados em grupos, observem os materiais abaixo, usados na montagem de um gerador eólico bastante simples.

PIXEL ENFORCER/SHUTTERSTOCK



Pequeno motor elétrico.



Hélice de plástico usada em brinquedos.



Bobina de fio elétrico fino.

ELENA09/SHUTTERSTOCK



KRASOWITZ/SHUTTERSTOCK

Fios elétricos são feitos de bons condutores de eletricidade. As lâmpadas do tipo LED funcionam com consumo muito baixo de energia.

ARQUIVO/DOTTA2

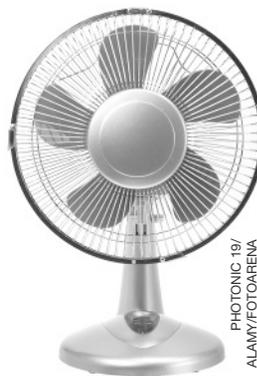


Pequeno motor elétrico do tipo usado em leitores de CD/DVD.



CODDIE/DEPOSIT PHOTOS/ GLOW IMAGES

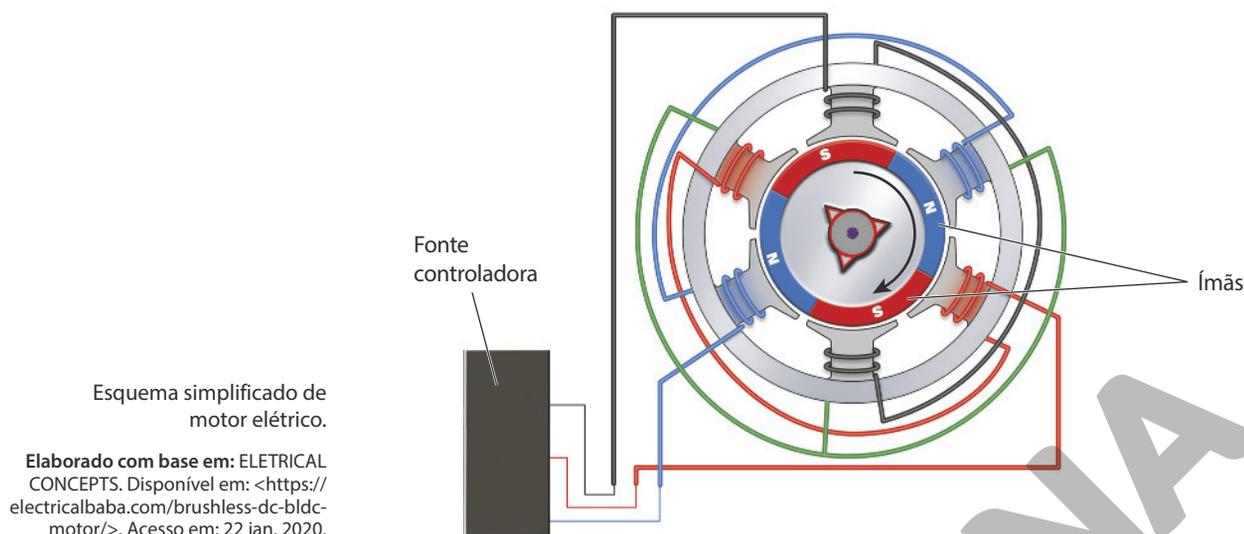
Ímãs de neodímio, que criam um campo magnético bastante potente.



PHOTONIC 19/ ALAMY/FOTARENA

Para produzir energia cinética, tanto um ventilador como um secador de cabelo são excelentes.

Quando a eletricidade passa pelos fios até o motor elétrico, ela cria um campo magnético nos componentes internos do motor que é transformado em movimento e transmitido ao seu eixo. Veja no esquema a seguir:



SELMA CAPARROZ

Quando os fios das bobinas são eletrizados pela energia fornecida pela bateria, criam um campo magnético que faz os ímãs se moverem, girando o eixo ao qual estão ligados. Esse processo pode ocorrer no sentido contrário também, ou seja, o movimento dos ímãs eletriza os fios das bobinas.

Agora, discutam em grupo sobre um protótipo que utilize os materiais apresentados para gerar energia elétrica e acender a lâmpada tipo LED. Vocês não precisam usar todos os materiais apresentados e podem incluir outros materiais, desde que não sejam destinados a gerar eletricidade – isto é, podem ser para compor a estrutura de sustentação, para unir as peças etc.

Registrem detalhes desse protótipo em um documento físico ou digital (papel ou arquivo digital), incluindo os seguintes itens:

- quais componentes seriam utilizados, além dos que foram definidos aqui;
- como a montagem do gerador deve ser feita;
- como ele funcionaria (o que geraria a eletricidade, de onde e para onde ela fluiria);
- qual estrutura o sustentaria.

A proposta do grupo deve conter todas as informações necessárias para a montagem e o funcionamento do gerador.

Organizem a apresentação da proposta para toda a turma. Depois, reservem um momento para perguntas dos grupos e discussão de pontos que julgarem relevantes.

Para uma próxima aula a ser combinada com o professor, cada grupo deve providenciar os materiais necessários para montar o protótipo e testar seu funcionamento.

1. a) Alguns fatores são número de giros por minuto que o eixo dá e velocidade do vento.
- b) A intensidade do brilho da luz pode ser usada como indicador. Quanto maior o brilho, mais intensa a corrente elétrica.
- c) Sim. O formato e a área influenciam na quantidade de vento que as hélices são capazes de captar; portanto, o quanto de movimento elas são capazes de realizar. Logo, esse fato pode influenciar na velocidade do eixo do rotor.

ATIVIDADE

- 1 Depois do trabalho desenvolvido nos protótipos, reúnam-se nos mesmos grupos e discutam as questões a seguir:
 - a) Quais fatores influenciam na quantidade de energia elétrica produzida?
 - b) Com os materiais do protótipo montado, como é possível medir a intensidade da corrente elétrica gerada?
 - c) O formato e a área das hélices podem influenciar na geração de eletricidade? Justifique.

ARMAZENANDO A ENERGIA DO VENTO



MILES/ALAMY/FOTORENA

Algumas embarcações apresentam geradores eólicos de eletricidade. Na imagem, um barco com turbina eólica na Inglaterra. Foto de 2015.

QUESTÕES INICIAIS

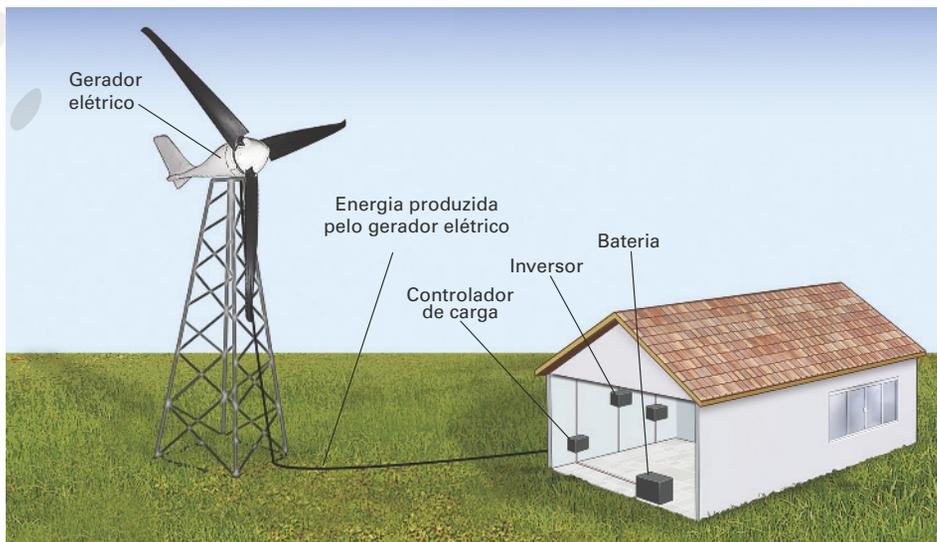
Ver Manual do Professor – Orientações específicas.

- É possível armazenar a energia dos ventos? Como? Por que isso é importante?
- Como garantir fornecimento de eletricidade mesmo na ausência de ventos?

Enquanto há vento, os geradores eólicos transformam a energia cinética deles em energia elétrica. No entanto, se o vento para ou é insuficiente para girar as pás do gerador eólico, a produção de eletricidade também para. Essa, obviamente, é uma situação indesejável. Como fazer para contorná-la?

Em sistemas isolados, a eletricidade gerada pela turbina passa por um controlador de carga (que evita sobrecargas ou descargas exageradas das baterias) e é armazenada em baterias. O inversor é responsável por transformar a corrente contínua (CC) das baterias em corrente alternada (CA), tipo que é utilizada para a alimentação de eletrodomésticos.

Fonte: ELETROVENTO ENERGIA ALTERNATIVA. Disponível em: <<http://eletrovento.com.br/pagina/saiba-mais/sobre-energia-eolica/47>>. Acesso em: 8 jan. 2020.



SELMA CAPARROZ

Os dois tipos de sistemas eólicos básicos são o isolado da rede de distribuição de eletricidade (*Off-Grid*) e o conectado à rede (*Grid-Tie*). Os sistemas isolados podem ser encontrados em locais remotos (fazendas, embarcações etc.) ou de custo elevado para se conectar à rede elétrica.

Atualmente, no Brasil, os Sistemas Conectados complementam (caso mais comum) a energia elétrica convencional (advinda principalmente de hidrelétricas). Em outros casos, podem até mesmo substituir a rede elétrica baseada em geradores tradicionais.

Nos sistemas isolados, há a necessidade de se ter algum meio de acumulação da eletricidade produzida. A solução é utilizar baterias para armazenar a energia produzida pelos geradores.



FRED TANNEAU/AFP/GETTY IMAGES

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Há baterias usadas em barcos que acumulam a energia produzida por geradores eólicos.

Solar, eólica e baterias formam trio imbatível contra combustíveis fósseis

Os tempos do carvão e do gás como fontes de energia atrativas para se investir, tanto pelo baixo custo quanto pela flexibilidade de responder às altas e baixas da demanda na rede, estão cada vez mais próximos do fim.

Segundo uma análise da *Bloomberg New Energy Finance* [BNEF], o carvão e o gás enfrentam uma ameaça crescente a sua posição no *mix* mundial de geração de eletricidade, como resultado das “espetaculares” reduções nos custos das tecnologias de geração **eólica** e **solar** e, principalmente, com a expansão do mercado de **baterias** para armazenamento de energia.

Para todas as tecnologias, o relatório da BNEF analisou os custos nivelados da eletricidade [...], que cobre todas as despesas de geração de uma planta nova, como custos de desenvolvimento de infraestrutura, licenciamento e permissões, equipamentos e obras civis, finanças, operações, manutenção e matéria-prima.

A análise destaca que as energias eólica e solar fotovoltaica vêm reduzindo sistematicamente seus custos nivelados de eletricidade e aumentando sua posição competitiva, graças à queda dos custos de capital com tecnologias mais baratas, ganhos em eficiência e aumento de leilões em todo o mundo.

No primeiro semestre de 2018, por exemplo, o LCOE global de referência para a energia eólica terrestre é de US\$ 55 por megawatt-hora (MWh), 18% abaixo dos primeiros seis meses do ano passado, enquanto o equivalente para a fotovoltaica solar é de US\$ 70 por MWh, também 18% abaixo.

Além disso, o desenvolvimento do mercado de baterias de armazenamento tem aumentado a capacidade das fontes renováveis responderem às solicitações de rede para aumentar ou diminuir a geração de eletricidade a qualquer hora do dia, flexibilidade outrora garantida por usinas de carvão e gás.

Segundo a BNEF, as baterias independentes estão cada vez mais rentáveis e começando a competir em preço com outras tecnologias. Desde 2010, os custos das baterias de íons de lítio para armazenamento caíram 79% [...]. Dados da consultoria indicam uma queda no preço de US\$ 1.000 por kWh em 2010 para US\$ 209 por kWh em 2017.

Segundo os analistas da BNEF, algumas usinas a carvão e gás existentes ainda exercerão um papel importante por muitos anos na matriz energética mundial, mas o “argumento econômico” para a construção de novas capacidades de carvão e gás está, claramente, perdendo espaço.

Fonte: BARBOSA, Vanessa. *Solar, eólica e baterias formam trio imbatível contra combustíveis fósseis*. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/solar-eolica-e-baterias-formam-trio-imbavel-contra-combustiveis-fosseis/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

Bateria de água guarda energia eólica e garante força quando não venta

[...] A tecnologia envolvida na produção e armazenamento de energia eólica acaba de ganhar uma nova e importante aliada: a água. Na Alemanha, mais precisamente na cidade de Gaildorf, ao nordeste de Stuttgart, a Max Bögl Wind AG está construindo a mais alta turbina eólica do mundo. E, por incrível que pareça, não é só a imensa altura da máquina – até 178 metros medidos da ponta mais alta da pá rotatória ao chão – que está chamando atenção. Ao pé da turbina, uma imensa caixa-d’água elevada foi instalada para funcionar como uma “bateria de água”. A novidade vai permitir que a turbina distribua energia gerada pelo vento para os consumidores da região mesmo quando suas pás estiverem paradas – ou seja, quando não tiver vento.

O sistema funciona da seguinte maneira: quando os ventos estão fortes e o nível de consumo de energia elétrica da região abaixo da média, o excedente de energia produzido pelas turbinas, que seria perdido, é redirecionado para bombas de água instaladas em um lago próximo. Acionadas, as bombas passam a jogar água para uma caixa que fica ao pé da turbina, mas elevada em relação ao lago.

[...]

O líquido permanece ali, armazenado, até que a demanda por energia aumente a ponto de as turbinas não darem conta – ou simplesmente quando as turbinas não estão girando por falta de vento. Nesse momento,

→ O principal argumento é o financeiro. Esses modos de gerar energia elétrica estão em alta pois seus custos diminuíram.

REFLITA

- ◆ Qual o principal argumento que pode justificar a ascensão de maneiras mais sustentáveis de se gerar eletricidade?
- ◆ Frente aos possíveis cenários resultantes do aquecimento global, o que você acha desse argumento? Ele é suficiente?

→ Respostas pessoais. Atente para a argumentação e a estruturação lógica do texto apresentado.

Embora, seja possível dizer que esse dispositivo cumpre a função de armazenar energia, ele não pode ser considerado uma bateria porque essa armazenagem não ocorre na forma de energia química. Ao usar o excedente de energia gerado para bombear água para um reservatório elevado, esse sistema armazena energia potencial gravitacional, que é posteriormente convertida em energia cinética e, finalmente, em energia elétrica.

REFLITA

O dispositivo mencionado na matéria pode ser considerado uma bateria?

1. Sim. A energia cinética dos ventos pode ser convertida em energia química e ser acumulada em baterias.

2. Resposta variável. No caso de escolas com acesso à rede de distribuição de eletricidade, sistema ligado não é condição necessária, mas pode ser desejável, já que o fornecimento de energia não seria comprometido com o uso das baterias. Em escolas sem acesso à rede de distribuição de energia tradicional, o uso de baterias é obrigatório.

a água em elevação é liberada e a gravidade a empurra duto abaixo na direção de um gerador hidrelétrico, no nível do lago, que produz energia a ser distribuída na região. Em síntese: a energia do vento é estocada na água, que funciona como uma bateria que a armazena para consumo em momentos de necessidade.

Cada caixa de água tem capacidade para armazenar o equivalente a cerca de 70 Megawatt-hora (MWh). [...] em 2018, todo complexo deve produzir cerca de 10 gigawatt-hora – o suficiente para abastecer 2,5 mil casas com quatro pessoas, segundo estimativas da Max Bögl Wind.

[...]

Fonte: JUNTOS pela água. *Bateria de água guarda energia eólica e garante força quando não venta*. Disponível em: <<https://www.juntospelaagua.com.br/2017/11/14/bateria-de-agua-guarda-energia-eolica-e-garante-forca-quando-nao-venta/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

ATIVIDADES

- 1 É possível armazenar a energia dos ventos? Justifique sua resposta.
- 2 Se existisse um projeto com o objetivo de equipar a sua escola com geradores eólicos, seria necessário utilizar baterias para acumular energia elétrica? Considere em sua resposta sistemas ligados e isolados da rede.
- 3 A região onde fica a escola poderia se beneficiar de geradores eólicos de energia elétrica? Pense em quais seriam os pontos que devem ser considerados para a instalação ou não desse tipo de gerador. *Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.*
- 4 Você acredita que com um único modo de gerar energia elétrica seria possível resolver a questão das emissões e da demanda por energia elétrica? Escreva um pequeno texto sobre desse tema. *Resposta pessoal. Ver Manual do Professor – Orientações específicas.*

ETAPA

6

RETOMADA DAS ETAPAS E PRODUTO FINAL

Ao longo das etapas deste projeto, você foi convidado a refletir, rever e criar. Parte dos produtos obtidos pode ser utilizada na elaboração do produto final, que resume e consolida uma análise crítica de processos variados e complexos que conectam fenômenos planetários ao cotidiano de cada um de nós.

Para o produto final deste projeto, o boletim informativo e a apresentação, toda a turma deverá se organizar, dividir tarefas e juntar esforços para compor o material necessário (textos, fotos, ilustrações técnicas e artísticas, diagramação e impressão), as mídias a serem usadas no dia da apresentação (como fotografias e vídeos relacionados às etapas do Projeto, seus produtos e/ou assuntos relacionados; experimentos e protótipos construídos e texto explicativo etc.); a organização do evento (quando, onde, para quantas pessoas, quem arrumará o espaço e recursos como cadeiras, som, projetor etc.) e a viabilização (autorizações que devem ser obtidas, prazo para convites e boletins estarem impressos, como fazer a distribuição dos convites e preparar o espaço para o evento, cuidar da limpeza e da organização ao devolver o espaço utilizado etc.).

Boletim informativo e apresentação

Organizem um cronograma para a criação dos materiais (textos, fotos, vídeos, experimentos e o que mais forem apresentar). Definam a mensagem que pretendem passar por meio do material impresso e criem um “esqueleto” dos assuntos e de sua sequência (como cada assunto se conecta com o anterior e com o seguinte).

Para compor esse material, aproveitem os textos que foram elaborados ao longo do Projeto. Seleccionem aqueles que julgarem mais relevantes ou reúnam-se e criem um texto consolidado do consenso do grupo sobre o tema.

Enriqueçam o material com fotos e ilustrações, novos textos que a turma julgar relevantes, tanto de autoria própria (que deve ser a maior parte do material apresentado), como de terceiros (que devem ser usados com moderação e atribuição de fonte e autoria).

Incluam no boletim propostas relacionadas ao tema central. Por exemplo, se a intenção for incentivar o investimento em energia alternativa para diminuir as emissões de gases do efeito estufa, indique onde as pessoas podem se informar mais sobre o assunto, como podem contribuir para a diminuição de emissão de gases de efeito estufa, mesmo sem utilizar energia elétrica de fontes mais sustentáveis e menos poluidoras, como é possível atuar social e politicamente para que essa transição para o uso de geradores menos poluentes seja mais efetiva e rápida etc.

Um boletim deve apresentar as informações mais relevantes sobre o tema abordado. Elas precisam ser transmitidas de maneira clara, concisa e de fácil leitura e compreensão pelas pessoas. Para isso, textos, imagens, cores, tamanho e tipo de letra e distribuição das informações são itens essenciais para a confecção.

No dia da apresentação do boletim informativo, aproveitem para expor os protótipos de gerador eólico produzidos. Criem pequenos cartazes explicativos e, se possível, organizem-se para ficar próximo dessas instalações e explicar aos visitantes o que está acontecendo e como aquilo se relaciona com a mensagem geral do boletim.

Se possível, convidem pessoas ligadas a causas ou movimentos (ONGs, poder público, pesquisadores etc.) que estudam ou tratam do tema para visitar o evento ou, idealmente, para participar como palestrante. Registrem o evento com fotos e vídeos como forma de reportar à comunidade a iniciativa, quem participou e o que foi discutido. Se for possível, convidem redes de notícias locais para acompanhar e divulgar o evento na comunidade.

Após distribuir o boletim informativo aos participantes, procurem obter a opinião deles, perguntando:

- o que mais agradou em relação ao aspecto visual do boletim;
- quais informações mais chamaram a atenção;
- se o boletim trouxe alguma informação nova para eles;
- se foram estimulados a conhecer melhor as relações entre energia, temperatura do planeta, ecossistemas saudáveis e bem-estar humano;
- se a percepção deles sobre a mensagem geral mudou após a leitura.

Para colher essas informações e saber se a mensagem que pretendiam transmitir foi assimilada, é possível criarem uma pesquisa *on-line* e solicitar às pessoas que a respondam.

Tentem obter também a opinião de pessoas que trabalham com *design*, diagramação, redação, ilustração e infografia para saber o que elas acharam das informações apresentadas, do texto final elaborado, da apresentação do material etc.

AVALIAÇÃO DO PROJETO E AUTOAVALIAÇÃO

Depois de ter produzido vários tipos de materiais ao longo do projeto, elaborado o boletim informativo e organizado a apresentação, você vai refletir sobre seu desempenho individual e coletivo no desenvolvimento do Projeto. Para lembrar cada etapa, faça no caderno um quadro como no modelo a seguir e registre nele o que foi feito em cada uma delas.

ETAPA 1

BALANÇO DE ENERGIA E TEMPERATURA PLANETÁRIA

O que eu fiz nessa etapa?

Qual foi o aprendizado principal adquirido?

ETAPA 2

EFEITO ESTUFA

O que eu fiz nessa etapa?

Qual foi o aprendizado principal adquirido?

ETAPA 3

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

O que eu fiz nessa etapa?

Qual foi o aprendizado principal adquirido?

ETAPA 4

GERADOR EÓLICO DE ELETRICIDADE

O que eu fiz nessa etapa?

Qual foi o aprendizado principal adquirido?



ETAPA 5

ARMAZENANDO A ENERGIA DO VENTO

O que eu fiz nessa etapa?



Qual foi o aprendizado principal adquirido?

ETAPA 6

RETOMADA DAS ETAPAS E PRODUTO FINAL

O que eu fiz nessa etapa?



Qual foi o aprendizado principal adquirido?

Autoavaliação

Agora, pense como foi seu desempenho durante este projeto. Para isso, você poderá preencher em seu caderno um quadro como este, atribuindo os critérios abaixo para as perguntas:

	Ruim	Regular	Bom
Compreendi o significado de cada etapa?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
Compreendi as informações obtidas em cada etapa?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
Relacionei as etapas entre si para entender a ligação entre os assuntos trabalhados?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
Realizei as atividades individuais?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
Contribuí com os grupos dos quais participei?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
Atuei de forma ativa no desenvolvimento e na finalização do projeto?	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>

