

Secretaria  
de Educação e  
Esportes



GOVERNO DE  
**PER  
NAM  
BU**CO  
ESTADO DE MUDANÇA

# ATMOSFERA E CLIMATOLOGIA

Material de apoio à ação docente

**Secretário de Educação e Esportes**

Alexandre Schneider

**Secretária Executiva de Gestão de Rede**

Karen Martins Andrade Pinheiro

**Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação**

Tárcia Regina da Silva

**Secretário Executivo do Ensino Médio e Profissional**

Gilson Alves do Nascimento Filho

**Secretário Executivo de Articulação Municipal**

Natanael Silva

**Secretário Executivo de Administração e Finanças**

Gilson Monteiro Filho

**Secretário Executivo de Obras**

Rafael Cunha

**Secretário Executivo de Esportes**

Luciano Leonídio

**Secretaria Executiva de Gestão de Pessoas**

Rafaela Ramos

**Elaboração**

*Milton Matos Rolim*

*Leandro Severino de Oliveira*

**Equipe de coordenação**

*Janine Furtunato Queiroga Maciel*

**Gerente Geral de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGPEM/SEMP)**

*Rômulo Guedes e Silva*

**Gestor de Formação e Currículo  
(GGPEM/SEMP)**

*Andreza Shirlene Figueiredo de Souza*

**Chefe da Unidade de Formação e Currículo do Ensino Médio (GGPEM/SEMP)**

**Revisão**

*Ana Caroline Borba Filgueira Pacheco*

*Andreza Shirlene Figueiredo de Souza*

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>5</b>
1. Por dentro dos conceitos	6
<b>ESTADOS FÍSICOS, MUDANÇAS DE ESTADO E DIAGRAMA DE FASES</b>	<b>6</b>
Expandindo as ideias	9
Saiba mais	9
Momento de Atividades	10
2. Por dentro dos conceitos	14
<b>PRESSÃO DE VAPOR</b>	<b>14</b>
Expandindo as ideias	16
Saiba mais	17
Momento de Atividades	17
3. Por dentro dos conceitos	18
<b>CONSTITUIÇÃO E CONCENTRAÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO</b>	<b>18</b>
Expandindo as ideias	22
Saiba mais	23
Momento de Atividades	24
4. Possibilidade(s) Avaliativa(s) (Momento mão na massa para o estudantes)	28
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a).

Esse material busca subsidiar a/o docente sobre temas que já estão presentes na Formação Geral Básica (FGB) e no cotidiano docente. Especificamente, estamos falando da Unidade Curricular **Atmosfera e climatologia**, presente na *trilha Meio Ambiente e Sociedade*, que será cursada por nosso estudante, no **3º** Ano do Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco, com base na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos.

Esta Unidade Curricular, é organizada a partir dos eixos estruturantes Investigação Científica e Empreendedorismo.

As **habilidades** da Unidade Curricular, são:

**Investigação Científica** - (EMIFCNT02PE) Levantar e testar hipóteses sobre a composição atmosférica, suas propriedades e benefícios para o meio ambiente no desenvolvimento fazendo relação sobre as degradações ambientais que afetam o clima e a atmosfera, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequadas à investigação científica.

**Empreendedorismo** - (EMIFCNT10PE) Avaliar como conhecimentos, recursos e oportunidades (relacionados à composição atmosférica, suas propriedades e benefícios para o meio ambiente) podem ser utilizados na concretização de projetos produtivos, considerando as ações antrópicas e naturais identificando as degradações ambientais que afetam o clima e a atmosfera através das tecnologias disponíveis para caracterização dos impactos socioambientais.

Nesse contexto, a **ementa** da Unidade Curricular Atmosfera e climatologia propõe:

“Análise do efeito pressão x temperatura a partir do diagrama de Fases para Gases da Atmosfera. Identificação do Equilíbrio Líquido-Vapor (ponto de ebulição e condensação). Pesquisa sobre a Pressão Máxima de Vapor; - Estudo da umidade relativa do Ar (ponto de orvalho). Pesquisa sobre a constituição e a concentração do ar atmosférico. Reconhecimento das atividades antrópicas naturais e industriais que interferem no ar atmosférico. Compreensão dos parâmetros de controle para o entendimento dos impactos na atmosfera”.

Diante disso, esta Unidade Curricular aprofunda os conceitos de estudo dos gases, diagrama de fases, gráficos pressão X temperatura, mudança de fases e outros de terminologia, de tal forma a aprofundar os conceitos vistos no 2º ano do EM.

Este material de apoio traz sugestões para nortear a prática pedagógica do professor em sala de aula, que poderá utilizar-se de outros materiais e pesquisas que lhes forneçam subsídio para sua prática docente. A intencionalidade aqui é trazer contribuir trazendo alguns dos principais temas e conceitos presentes na ementa da Unidade Curricular, além de atividades que possam ser utilizadas em sala.

A partir de agora, convidamos você, professor/a, a explorar conosco as próximas **seções**.



## ESTADOS FÍSICOS, MUDANÇAS DE ESTADO E DIAGRAMA DE FASES

Nesta seção veremos os temas da ementa: “Análise do efeito pressão x temperatura a partir do diagrama de Fases para Gases da Atmosfera”. “Identificação do Equilíbrio Líquido-Vapor (ponto de ebulição e condensação)”. Para tanto, é importante iniciarmos nossa Unidade Curricular, com uma revisão para compreensão dos estados físicos da matéria e as mudanças de estado a partir da perspectiva da energia envolvida, bem como o estado de agregação das moléculas/partículas mediante cada estado físico associado.

Por definição, os **estados físicos** da matéria são as formas que a matéria se apresenta na natureza mediante condições de pressão, temperatura e das forças intermoleculares que atuam nas espécies envolvidas.

No estado **sólido**, a matéria possui volume e forma definidos pois as partículas estão unidas, ou seja, possuem alto estado de agregação, vibrando em posições fixas, assim sendo, possuem baixa energia cinética. No estado **líquido**, a matéria apresenta volume definido e forma ajustável, as partículas estão próximas mas podem se mover livremente. Já no estado **gasoso**, as partículas possuem baixo estado de agregação e alta energia cinética, dessa forma, a matéria nesse estado não possui forma nem volume definidos, ocupando todo o espaço disponível. A matéria ainda pode apresentar o estado de plasma (estado ionizado) e outros ainda menos comuns em condições extremas de temperatura e pressão, no entanto, para o estudo da atmosfera e do clima, a compreensão desses três estados físicos supracitados são suficientes.

A mudança de estado, por sua vez, pode ocorrer em detrimento da alteração de algumas variáveis, tais como temperatura e pressão. Para cada mudança de estado, as quais conhecemos como transformações físicas, há uma nomenclatura associada. Podemos observar tais mudanças elucidadas na figura abaixo:

## ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E MUDANÇAS DE ESTADO

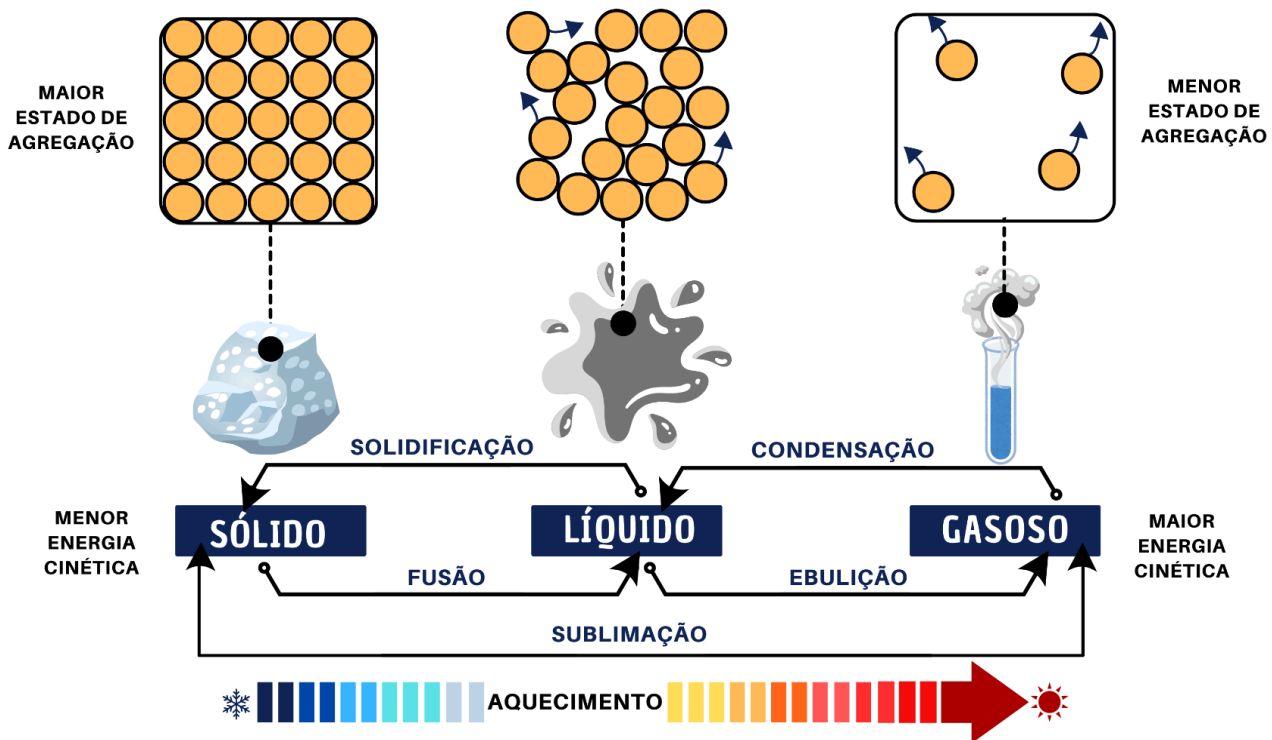


Figura 1: Mudanças de estado físico.  
Fonte elaborada pelo autor.

De acordo com Almeida (2024) as fases da matéria podem ser representadas, termodinamicamente pelo gráficos pressão X temperatura, ou seja, pelo diagrama de fases.

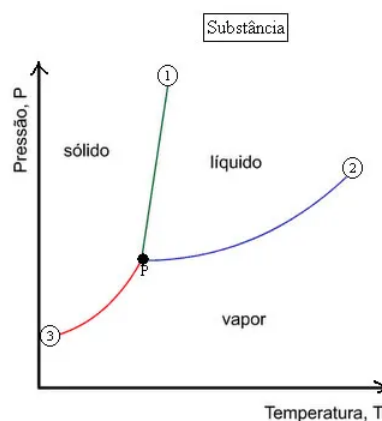


Figura 2: Diagrama de fases. Disponível em: [Diagrama de Fases - Brasil Escola](#). Acesso em 19 jul. 2024.

**A curva 1**, é o limite entre as regiões das fases líquida e sólida, representando a curva de fusão, na qual os estados líquido e sólido, da substância, estão em estado de equilíbrio.

**A curva 2**, é o limite entre as regiões das fases de vapor e líquido, representando a curva de vaporização, coexistindo, em equilíbrio, os estados de vapor e líquido.

**A curva 3**, é o limite entre as regiões das fases de vapor e sólido, representando a curva de sublimação, onde estão em equilíbrio os estados de vapor e sólido, da substância. (ALMEIDA, 2024)

O **ponto P** é um ponto comum às três curvas e é denominado ponto triplo ou ponto tríplice, neste ponto as três fases – sólido, líquido e gasoso, estão em equilíbrio. O ponto triplo da água ocorre quando a mesma está à temperatura  $0,01^{\circ}\text{C}$  sob pressão de 611,73 pascal. Água nas três fases, representando o ponto tríplice

### Curva de Fusão

A curva de fusão é avaliada sob dois aspectos: para substâncias que se dilatam na fusão (grande parte das substâncias) e para substâncias que se contraem na fusão (água, bismuto, ferro e antimônio). Grande parte das substâncias: o aumento da pressão é seguido do aumento da temperatura de fusão. Água – Bismuto – Ferro – Antimônio: o aumento da pressão é seguido de diminuição da temperatura de fusão.

### Curva de Vaporização

A vaporização pode ocorrer de duas formas: por ebulição ou por evaporação. A temperatura de vaporização por ebulição depende da pressão de tal forma que à medida que aumentamos a pressão, a temperatura de ebulição também aumenta.

A vaporização por evaporação é um processo que pode ocorrer sob pressão atmosférica, independente da temperatura (moléculas de um líquido, por exemplo, não possuem a mesma velocidade; algumas mais velozes conseguem escapar da superfície do líquido, fazendo com que o mesmo evapore).

### Curva de Sublimação

Sólido ou vapor que se encontra abaixo da pressão do ponto triplo, se aquecido ou resfriado respectivamente, passa diretamente de uma fase para outra."

Disponível em: [Diagrama de Fases - Brasil Escola](#). Acesso em 13 maio 2024.

É observado, experimentalmente, que a **variação de pressão** sobre uma substância corresponde a uma mudança de temperatura de ebulição e fusão (AUGUSTO, 2024).

### Variação da Pressão na Fusão

As substâncias, em sua maioria, quando recebem calor no processo de **fusão** (mudança da fase sólida para fase líquida), aumentam seu volume. Isso porque, recebendo calor, é aumentado o grau de agitação dos átomos e moléculas do corpo, aumentando assim o seu volume. Mas, existem algumas substâncias que mostram um comportamento contrário no processo de fusão, recebendo calor para mudar da fase sólida para a fase líquida diminuindo seu volume. Podemos destacar, entre essas substâncias, o bismuto de ferro, o antimônio e a água. Observa-se que ao terem um aumento na pressão, substâncias que aumentam seu volume na fusão, também aumentam sua temperatura de fusão. As que reduzem o volume, diminuem a temperatura de fusão. Uma característica do comportamento da água é o volume aumentar na solidificação (mudança da fase líquida para a fase sólida), o que explica a ocorrência de rompimento de garrafa fechada e cheia da água no congelador (AUGUSTO, 2024).

### Variação da Pressão na Ebulição

Durante a ebulição (mudança da fase líquida para fase gasosa), recebendo calor, o líquido aumenta seu volume. Para uma pressão específica, cada substância, tem a sua temperatura própria de ebulição (para a água a ebulição, a pressão de 1 atm, é a temperatura de  $100^{\circ}$ ), aumentando a pressão do líquido será provocada um aumento na temperatura de ebulição, dificultando a passagem da fase líquida para a fase gasosa. Esta característica é usada em panelas de pressão, onde os vapores formados pelo aquecimento da água não podendo escapar do interior da panela, pressionam a superfície da água. Como visto, aumentando a pressão, aumenta a temperatura de ebulição e assim a água atinge temperaturas superiores a  $100^{\circ}\text{C}$ , cozendo os alimentos de forma mais rápida que na panela sem pressão (AUGUSTO, 2024).



Aqui o aluno encontra os principais conceitos relacionados ao diagrama de fases e sua utilização para entender fenômenos envolvendo mudanças de estado físico, ou fases, em relação a temperatura e pressão a que a substância está submetida.



### Expandindo as ideias

Aqui o professor deve buscar aplicações dos objetos de conhecimento estudados, como por exemplo o caso do GLP (gás liquefeito de petróleo) que ao ser colocado no botijão faz aumentar a pressão em seu interior até atingir um valor chamado pressão de vapor, quando a pressão para de se elevar e o gás começa a se liquefazer, isto é, se tornando líquido que se deposita no fundo do recipiente. O vídeo [#1 - Propriedades coligativas | Pressão máxima de vapor original](#), mostra como funciona a pressão de vapor. No vídeo [A pressão pode derreter o gelo? - Veritasium - Legendado](#), é apresentado o comportamento do gelo quando submetido a pressão superior à atmosférica.

O professor poderá utilizar metodologias ativas, neste caso poderá usar a “Sala de aula invertida”, colocando como tarefa precedente a aula, que os alunos assistam e analisem os dois vídeos aqui citados, fazendo a discussão na aula.

Propriedades coligativas | Pressão máxima de vapor original

[#1 - Propriedades coligativas | Pressão máxima de vapor original](#). Acesso em 13 maio 2024.

A pressão pode derreter o gelo? - Veritasium - Legendado. Disponível em:

[A pressão pode derreter o gelo? - Veritasium - Legendado](#). Acesso em 13 maio 2024.



### Saiba mais

Nesta seção pode se apresentar aos estudantes, os vídeos dos links abaixo para revisão do que foi estudado nesta seção. No caso de pedir que os alunos assistam antes de discutir na aula, será a aplicação da metodologia ativa “sala de aula invertida”.

**Simuladores:** Outra atividade que pode ser explorada igualmente é a utilização da simulação [Estados da Matéria - Ligação Atômica, Potencial de Interação, Dipolo - Simulações Interativas PhET](#), ou outras simulações disponíveis neste mesmo site.

Também é possível explorar experimentos que os alunos podem fazer de forma simples, como a evaporação e condensação de éter em uma seringa de injeção, ou utilizando gelo como no vídeo apresentado acima, no item “Expandindo as ideias”.

**Vídeo:** Diagrama de fases I. Disponível em: [Diagrama de fases](#).

**Vídeo:** Diagrama de fases II. Disponível em:

[Mudanças de fase - Entenda o diagrama de fases.](#)

Simulações gratuitas podem ser encontradas no site: [Estados da Matéria - Ligação Atômica, Potencial de Interação, Dipolo - Simulações Interativas PhET](#).



## Momento de Atividades

### Atividade 1: Experimentação para construção de conceitos de mudanças de estado físico

#### Proposta 1: Laboratório ou para onde se possui material básico de laboratório

Nesta atividade você pode propor aos estudantes um momento de investigação em torno de um experimento simples para compreensão das mudanças de estado associados às temperaturas de fusão e ebulição. É interessante dividir a turma em grupos e separar kits de experimentação para cada grupo desenvolver sua prática no laboratório e fazer suas anotações. Caso não seja possível, o experimento pode ser desenvolvido de forma demonstrativa pelo professor.

Em caso da atividade ser desenvolvida pelos grupos de estudantes, sob supervisão, é interessante preparar um roteiro experimental e nele anexar a tabela para preenchimento.

#### Materiais (considerando um kit)

- 05 tubos de ensaio com rolhas de vedação;
- 01 béquer de 150 mL;
- Fonte de calor (Bico de bunsen ou vela);
- Pinça de madeira;
- Termômetro;
- Tripé e tela de amianto/aquecimento ou suporte universal com argolas (caso a fonte seja bico de bunsen ou vela), o aquecimento também pode ser feito sob chapa aquecedora ou mini fogareiro elétrico, se houver.
- Pedacos de naftalina, 50 mL de água destilada, iodo elementar, uma ponta de espátula de açúcar, cloreto de sódio, enxofre em pó e limalha de ferro (ou outro material metálico).

#### Procedimento Experimental

1. Colocar uma pequena quantidade dos materiais em cada tubo de ensaio e disponha-os sob aquecimento um por vez, na sequência estabelecida pela tabela do roteiro, para observação dos estudantes e preenchimento das colunas “tempo de aquecimento” e “houve mudança no material?”.

Material	Tempo de aquecimento	Houve mudança no material?	Temperatura de Fusão	Temperatura de Ebulição
Limalha de ferro				
Açúcar				
Cloreto de Sódio				
Enxofre				
Naftalina				
Iodo				

**Adendo ao Professor:** É importante estipular um tempo máximo de aquecimento para (3 minutos se a chama for quente, ex.: bico de gás ou 5 minutos se a chama for fria, ex.: vela). Esse tempo limite será

necessário, tendo em vista que a limalha de ferro e cloreto de sódio não passarão por transformações devido às altas temperaturas necessárias para que isso ocorra.

2. O professor deve questionar aos estudantes:

- a) Porque alguns materiais passaram por transformações sob aquecimento no experimento vivenciado e outros não?
- b) Entre os materiais que sofreram transformações, o que foi observado no açúcar, na naftalina e no enxofre?

Com os experimentos executados e as discussões levantadas deve seguir para o segundo experimento.

### Procedimento Experimental

1. Transferir aproximadamente 50 mL de água destilada para o béquer e colocá-lo sob aquecimento em contato com termômetro para observação de temperatura.
2. Construir tabela para preenchimento do intervalo de tempo a cada 10° C (30, 40, 50, até 100°C). Os estudantes devem observar que ao chegar em 100° C, o sistema vai passar um longo tempo nesta temperatura em fervura (ebulição), tal fato será importante para compreensão da temperatura de ebulição. Por definição, em substâncias puras os patamares das temperaturas de fusão e ebulição são constantes para que a mudança de estado aconteça.

### Informações de segurança:

1. Para execução do aquecimento em tubos de ensaio deve-se aquecer em movimento para que a fonte de calor não fique somente sob um ponto do vidro e cause o rompimento do mesmo.
2. Os tubos em aquecimento jamais devem ser direcionados para o lado onde há pessoas observando o experimento, nem para quem está o realizando.
3. Vidrarias quentes e frias tem o mesmo aspecto, por este motivo, toda atenção ao manuseá-las para evitar queimaduras. Para este tipo de prevenção é que se usam pinças de madeira, outro material que pode auxiliar são luvas térmicas de cozinha.
4. As rolhas são de grande importância, tendo em vista que no caso da naftalina, iodo e enxofre haverá evaporação/sublimação e, com elas, os vapores não escapam.
5. O termômetro deve estar em contato com a água, no entanto deve ser colocado sobre suporte, nunca nenhum estudante deve ficar segurando o equipamento com as mãos, tendo em vista que o vapor da água pode causar queimaduras.

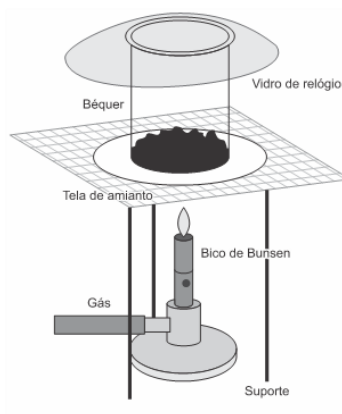
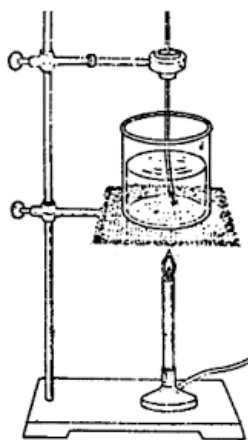
### Exemplos de uso e montagem de equipamentos:

- a) Aquecimento de tubos com pinça de madeira



Fonte: Google Imagens.

- b) Opções de montagem de equipamento para aquecimento de água em béquer. Vale salientar que aquecimento em chapas aquecedoras e mini fogões elétricos também são viáveis.



Fonte: Google Imagens

Professor, ao final da atividade experimental você pode solicitar aos estudantes em seus grupos um relatório da prática experimental mediante modelo sugerido por você. Para o relatório, deve-se pedir a pesquisa dos dados de temperaturas de fusão e ebulição para preenchimento das colunas restantes da tabela presente no roteiro, apresentada acima. Lembrando que um modelo ideal de relatório experimental deve conter capa, introdução, materiais e métodos, resultados e discussões dos dados e observações experimentais, respostas de questões que podem ser elaboradas e anexadas ao roteiro experimental, conclusões e referencial. É interessante perceber que ter um roteiro da prática é imprescindível para a execução do experimento e também para redação do relatório. E ainda tem mais, fotografias dos experimentos são bem vindas nos relatórios.

Com a devolução e correção, pode ser feita uma discussão sobre os resultados mediante os valores pesquisados de temperaturas de fusão e ebulição e, a partir daí, construir-se os conceitos de pontos de fusão e ebulição e, até mesmo, a construção do conhecimento acerca do diagrama de fases.

## Proposta 2: Investigação por simuladores para a não possibilidade de uso de laboratório

Utilizando o Phet Colorado, investigar situações de exposição de diferentes materiais a fonte de calor. Através do simulador “Formas de Energia e Transformações” disponível: [Energy Forms and Changes](#), o professor pode demonstrar em projeção o fornecimento de energia e o comportamento dos diferentes materiais. Neste simulador é possível observar o comportamento de um tijolo, um cubo de ferro, água e azeite ao aumento de temperatura. Com o flag da energia marcado e adicionando um termômetro em cada sistema é possível acompanhar o fluxo de energia e a transformação, se houver.

Pode-se iniciar com o questionamento de como se comporta cada material mediante aquecimento e fazer o aquecimento comparativo de dois em dois e em uma planilha acompanhar o comportamento mediante tempo de aquecimento.

É interessante usar também nessa proposta o simulador “Estados da Matéria” disponível em [States of Matter: Basics](#), para investigar e avaliar o comportamento da matéria mediante a variação de temperatura e pressão. O simulador ainda apresenta o diagrama de fases e, a partir dessa simulação pode-se construir os conceitos de pontos de fusão e ebulição, bem como a compreensão do diagrama de fases.

## Atividade 2: Debate

Os alunos poderão debater sobre o vídeo abaixo e sua compreensão do ponto de fusão de um material. A colher que desaparece (o GÁLIO e o seu PONTO DE FUSÃO BAIXO).

Disponível em: [▶ A colher que desaparece \(o GÁLIO e o seu PONTO DE FUSÃO BAIXO\)](#) . Acesso em 13 maio 2024.

### Atividade 3: Questões

1. (UFMS-RS) Assinale falso (F) ou verdadeiro (V) em cada afirmativa.

- ( ) A água pode evaporar a uma temperatura menor do que 100°C.
- ( ) A sensação de frio ocasionada pela evaporação da água sobre a pele deve-se à absorção de energia da pele pelo líquido.
- ( ) A velocidade de evaporação da água não depende da pressão externa.

A sequência correta é

- a) V - V - F.
- b) F - F - V.
- c) F - F - F.
- d) V - F - F.
- e) V - V - V.

2. (PUC-MG) Na questão a seguir assinale a afirmativa INCORRETA.

- a) Todos os materiais expandem-se quando aquecidos.
- b) A temperatura de fusão de uma substância depende da pressão.
- c) Durante uma mudança de fase, a temperatura permanece constante.
- d) A temperatura em que a água ferve depende da pressão.

3. Veja na tabela abaixo as temperaturas de fusão e ebulição de algumas substâncias:

Material	Temperatura de fusão °C	Temperatura de ebulição °C
Água	0	100
Álcool	-114	78
Ácido acético (presente no vinagre)	17	118
Fenol	41	182
Clorofórmio	-63	61

À temperatura de 80°C, quais dessas substâncias estarão no estado líquido:

- a) Álcool, Água e Clorofórmio;
- b) Água, Ácido acético e Clorofórmio;
- c) Água, Ácido acético e Fenol;
- d) Ácido acético, Fenol e Clorofórmio;
- e) Álcool, Fenol e água

4. Sobre as mudanças de fase da matéria, assinale a alternativa incorreta:

- a) A pressão externa à qual uma substância é submetida interfere em sua mudança de fase;
- b) O aumento da superfície livre ocupada por um líquido favorece a sua evaporação;
- c) A velocidade em que uma substância evapora depende de sua temperatura;

d) O fato de uma substância em estado líquido estar em ambiente fechado ou aberto não interfere em sua evaporação.

As questões acima estão disponíveis em: [Lista de Exercícios sobre mudanças de fase](#). Acesso em 14 maio 2024.



## Por dentro dos conceitos

# PRESSÃO DE VAPOR

Nesta seção vamos estudar o tópico da ementa que diz: “*Pesquisa sobre a Pressão Máxima de Vapor; - Estudo da umidade relativa do ar (ponto de orvalho).*” Denominamos pressão máxima de vapor aquele tipo de pressão em que as fases gasosa e líquida coexistem em equilíbrio.

"No estudo da Termodinâmica aprende-se que a evaporação é um fenômeno físico que ocorre em qualquer temperatura, pelo fato de a superfície ficar exposta ao meio ambiente. É certo então dizer que sem fornecer calor à água ela evaporará. A evaporação ocorre porque as moléculas com maior velocidade conseguem escapar através da superfície livre do líquido. Sendo assim, na evaporação a temperatura do líquido diminui, pois quando as moléculas com maior velocidade escapam, a energia cinética diminui.

Quando se coloca em um recipiente fechado certa quantidade de água, à determinada temperatura, logo se inicia o processo de evaporação da água contida no recipiente. Algum tempo depois, a evaporação dentro do recipiente isolado irá parar. Ao cessar a evaporação dentro do recipiente isolado, ele estará saturado de vapor, isto é, estará cheio de vapor de água."

"A pressão interna no recipiente é exercida pelo próprio vapor de água, logo, dá-se o nome à pressão interna de pressão máxima de vapor e o vapor contido no recipiente é denominado vapor saturante. Se porventura a temperatura do líquido aumentar, ele começará a evaporar-se novamente; em consequência disso, aumentará também a pressão interna.

Com isso, conclui-se que:"

"aumentando a temperatura  
↓  
aumenta-se a energia cinética das moléculas  
↓  
mais moléculas escapam da superfície do líquido  
↓  
mais vapor  
↓  
aumenta-se a pressão"

Disponível em: [O que é pressão máxima de vapor?](#). Acesso em 14 maio 2024.

Então quando temos um recipiente com líquido ele atinge um equilíbrio entre a fase líquida e de vapor que, no caso de recipiente aberto, é a pressão atmosférica. No caso de recipiente fechado esta pressão pode ser aumentada de duas maneiras: a primeira é colocando mais gás dentro do recipiente, como no caso citado na seção anterior sobre o botijão de gás que, conforme aumenta a pressão do gás aumenta a quantidade de gás que se liquefaz. A outra maneira de aumentar a pressão máxima de vapor é aumentando a temperatura, como é o caso da panela de pressão.

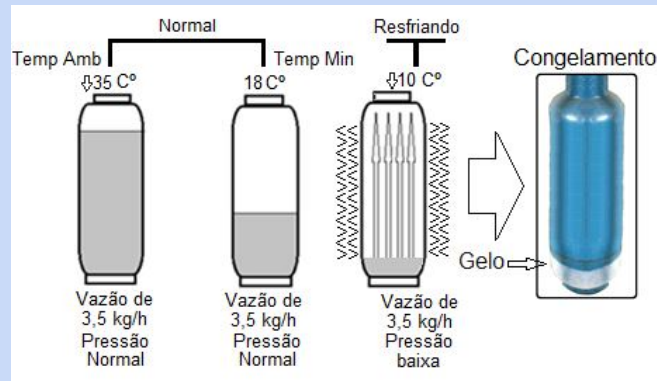


Figura 3 - Botijões de GLP.

Na Figura acima, vemos o processo de resfriamento, o consumo acima da capacidade de vazão dos botijões, pode fazer com que o gás saia rápido. A transformação do líquido para vapor acelerada pode fazer o botijão resfriar ou até congelar, neste caso a pressão do botijão também diminui.

Disponível em: <https://groups.google.com/g/clubedosengeheiroscivis/c/DtdmRmhnrig?pli=1>. Acesso em 19 jul. 2024.

Na figura acima podemos ver a situação em que o gás saindo rápido do botijão acaba resfriando o mesmo, não tendo tempo de absorver calor do meio ambiente para manter a temperatura. Esta redução de temperatura causa uma redução da pressão de vapor.

Na figura abaixo temos a representação de uma panela de pressão em funcionamento. Quando a panela é colocada no fogo a temperatura da água aumenta, liberando mais vapor e aumentando a pressão. A válvula com pino é responsável por manter a pressão constante e em um valor adequado para cozimento acima da temperatura de 100°C, que é a temperatura da água na pressão atmosférica, ou na pressão das panelas comuns. A panela de pressão tem ainda uma válvula de segurança que, caso haja problemas com a válvula com pino e a pressão aumente muito, a válvula de segurança se rompe liberando o vapor e evitando que a panela exploda.

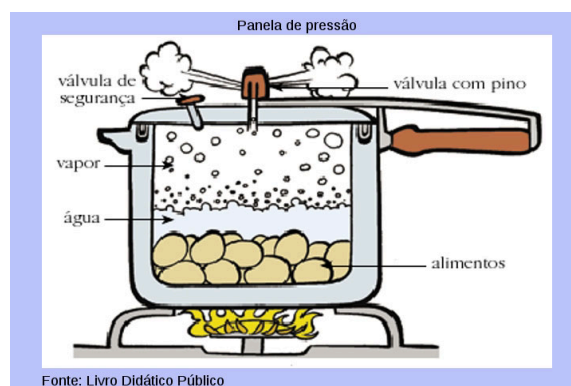


Figura 4 - Panela de pressão.

Disponível em: <http://www.chaim.com.br/home/eventos.asp?id=45#top> Acesso em 14 maio 2024.

Na panela de pressão, conseguimos uma temperatura maior no cozimento dos alimentos. Isto acontece porque o aumento da temperatura, provoca um aumento da pressão, aumentando assim a temperatura de ebulição da água, ou seja a temperatura a qual o alimento está sujeito.

### Relação com a sensação de conforto e desconforto

O ponto de orvalho pode ser usado como indicação do desconforto térmico, fazendo-se uma relação com o trio temperatura, pressão e umidade.

Quando a temperatura está alta, o aparelho termorregulador do corpo usa a evaporação da transpiração para resfriar o corpo, tendo o efeito de refrescância ligação direta com a taxa em que o suor evapora. Essa taxa depende do quanto de umidade há no ar e o quanto de vapor de água ele ainda consegue conter. Se o ar está saturado de umidade, o suor não evaporará. O corpo produzirá suor para manter a temperatura em sua normalidade, mesmo se essa taxa de produção for maior que a de evaporação. Logo, mesmo sem fazer algum esforço adicional, você pode ficar suado em dias úmidos. É a não evaporação do suor que causa desconforto em tempos muito úmidos.

O desconforto também ocorre quando o ponto de orvalho está baixo (por volta de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). O ar muito seco pode causar fissuras e irritação na pele, causando ressecamento também do aparelho respiratório. As condições ideais de locais fechados, por recomendações, é uma temperatura entre  $20$  e  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  com a umidade relativa entre  $20$  e  $60\%$  (com ponto de orvalho entre  $-4.5$  e  $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .[2] Aqueles que estão acostumados ao clima continental, costumam sentir desconforto quando o ponto de orvalho está entre  $15$  e  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A maioria dos habitantes dessas áreas consideram o ponto de orvalho acima de  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  opressivo.

Confira a tabela abaixo:

Ponto de Orvalho $^{\circ}\text{C}$	Sensação no ser humano <sup>[3]</sup>	Umidade relativa a $32\text{ }^{\circ}\text{C}$	Sensação Térmica dos $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ com a umidade
Maior que $29\text{ }^{\circ}\text{C}$	Opressão Severa. Casos de morte por <a href="#">hipertermia</a>	85% ou mais	$47\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $54\text{ }^{\circ}\text{C}$
$26-28\text{ }^{\circ}\text{C}$	Altíssimo. Mortal para doenças relacionadas à <a href="#">asma</a>	73-84%	$42\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $46\text{ }^{\circ}\text{C}$
$24-26\text{ }^{\circ}\text{C}$	Extremamente desconfortável. Consideravelmente opressivo	62-72%	$38\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $41\text{ }^{\circ}\text{C}$
$21-24\text{ }^{\circ}\text{C}$	Muito úmido, desconfortável	52-61%	$35\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$
$18-21\text{ }^{\circ}\text{C}$	De certa forma desconfortável para a maioria das pessoas no limite superior	44-51%	$33\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$
$16-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	OK para maioria, porém todos percebem a umidade no limite superior	37-43%	$32\text{ }^{\circ}\text{C}$
$13-16\text{ }^{\circ}\text{C}$	Confortável	31-36%	$31\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $32\text{ }^{\circ}\text{C}$
$10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$	Muito confortável	26-30%	$30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $31\text{ }^{\circ}\text{C}$
$< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Um pouco seco para alguns	25% ou menos	$27\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Disponível em: [Ponto de orvalho – Wikipédia, a enciclopédia livre](#). Acesso em 14 maio 2024.



### Expandindo as ideias

1 - Uma ideia de como medir o ponto de orvalho em um ambiente é apresentada no vídeo abaixo. O professor poderá orientar os alunos a fazerem o experimento e explicar o resultado.

Ponto de Orvalho I.

Disponível em: [Ponto de Orvalho](#). Acesso em 14 maio 2024.

O vídeo abaixo pode ser utilizado para complementar esta atividade.

Ponto de Orvalho II.

Disponível em: [Umidade Atmosférica - Meteorologia - PP Avião](#). Acesso em 14 maio 2024.



2 - Outra atividade que pode ser desenvolvida é a medição do ponto de ebulição da água na altitude da escola. A altitude pode ser encontrada na internet. Para isso os alunos podem assistirem e debaterem o vídeo abaixo, antes de fazerem a medida. As dificuldades de execução do experimento são uma oportunidade de aprendizado sobre a diferença entre teoria e prática.

Disponível em: [ÁGUA FERVE A 100°C?](#). Acesso em 14 maio 2024.



### Saiba mais

Nesta seção, se apresenta outras atividades, que podem ser iniciadas com algum vídeo ou site da internet, que apresentem o tema da pressão de vapor e ponto de orvalho. Poderá ser utilizada a forma de “sala de aula invertida” ou seminários.

Indique onde os alunos podem encontrar o tema desta seção, para que façam a busca de informações e de atividades que possam ser realizadas por eles.

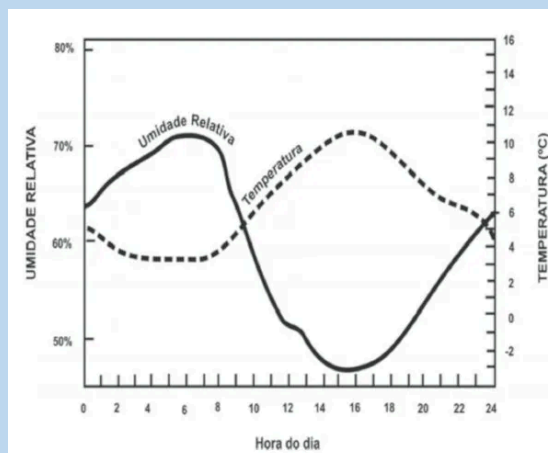
**Vídeo:** O vídeo abaixo é um exemplo de informação que os alunos podem tomar como início das atividades de pesquisa.

Disponível em: [Como se formam as nuvens? | Minuto da Terra](#). Acesso em 14 maio 2024.



### Momento de Atividades

1. (Enem - 2009) Umidade relativa do ar é o termo usado para descrever a quantidade de vapor d' água contido na atmosfera. Ela é definida pela razão entre o conteúdo real de umidade de uma parcela de ar e a quantidade de umidade que a mesma parcela de ar pode armazenar na mesma temperatura e pressão quando está saturada de vapor, isto é, com 100% de umidade relativa. O gráfico representa a relação entre a umidade relativa do ar e sua temperatura ao longo de um período de 24 horas em um determinado local.



Considerando-se as informações do texto e do gráfico, conclui-se que

- a) a insolação é um fator que provoca variação da umidade relativa do ar.
- b) o ar vai adquirindo maior quantidade de vapor de água à medida que se aquece.
- c) a presença de umidade relativa do ar é diretamente proporcional à temperatura do ar.

d) a umidade relativa do ar indica, em termos absolutos, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera.

e) a variação da umidade do ar se verifica no verão, e não no inverno, quando as temperaturas permanecem baixas.

2. Sobre a influência da maritimidade e das massas de ar na umidade atmosférica, assinale a alternativa correta:

a) Nas áreas litorâneas, a umidade do ar tende a ser menor, haja vista o reduzido índice de evaporação das águas oceânicas.

b) Nas regiões continentais, a umidade do ar tende a ser menor, visto que o ar nessas áreas é mais seco por causa do baixo índice de evaporação das águas.

c) Uma massa de ar carregada de umidade tende a provocar menos chuva na região à qual se dirige.

d) Massas de ar seco tendem a provocar chuvas nas regiões afetadas por elas.

3. Há uma relação entre o regime de chuvas no Brasil e a Floresta Amazônica. Sobre essa relação, assinale a alternativa incorreta:

a) A Floresta Amazônica, por meio da evapotranspiração, emite à atmosfera bastante ar úmido, que conseqüentemente se condensa em forma de chuva.

b) A presença dos “Rios Voadores” é o elo entre o regime de chuvas no Brasil e a Floresta Amazônica. Os Rios Voadores são correntes de ar muito úmidas que se transformam em chuva. Essa umidade é proveniente – em boa parte – da Floresta Amazônica.

c) A taxa de evaporação da Floresta Amazônica é pouco representativa. O regime de chuvas é influenciado basicamente pelas massas de ar oriundas dos oceanos.

d) Não há nenhuma alternativa incorreta.

Disponíveis em: [Lista de Exercícios sobre umidade do ar - Mundo Educação](#). Acesso em 14 maio 2024.



### Por dentro dos conceitos

## CONSTITUIÇÃO E CONCENTRAÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO E ATIVIDADES ANTRÓPICAS

Nesta seção veremos o tópico: “A constituição e a concentração do ar atmosférico, o reconhecimento das atividades antrópicas naturais e industriais que interferem no ar atmosférico e a compreensão dos parâmetros de controle para o entendimento dos impactos na atmosfera”.

### Composição Atmosférica

A nossa atmosfera é a camada de ar que envolve a terra e é essencial para a vida no planeta. Por ser uma camada gasosa é influenciada diretamente pela pressão, temperatura e gravidade. Ela é composta principalmente por nitrogênio (cerca de 78%) e oxigênio (cerca de 21%), com pequenas quantidades de outros gases como argônio e dióxido de carbono, que corresponde a 99,998% do total de sua composição. Além desses gases majoritários, a atmosfera terrestre ainda tem vapor de água e traços de outros gases.

O Nitrogênio é o mais abundante gás na atmosfera. Tem papel fundamental na vida terrestre para a formação de uma série de moléculas nitrogenadas, tais como proteínas, ácidos nucleicos e clorofila. Diversas formas de vida dependem de complexos processos biológicos e químicos (ciclo do nitrogênio) que converte esse nitrogênio ( $N_2$ ) precursor, na formação de nitratos ( $NO_3^-$ ).

O Oxigênio, por sua vez, é vital para a maioria das formas de vida. Participa dos processos de combustão (oxidação), para respiração e metabolismo de diversos seres vivos. É precursor para a formação da camada de ozônio na estratosfera, a qual protege o planeta e as formas de vida do poder destruidor das emissões ultravioleta incidentes.

O oxigênio ainda pode gerar outros compostos a partir da reação química com o nitrogênio através de processos biológicos e atmosféricos para a formação de óxidos. O uso de fertilizantes nitrogenados também pode gerar o aumento de alguns desses compostos na atmosfera, mas veremos isso quando discutimos as ações antrópicas.

A atmosfera é dividida em cinco camadas distintas com base em suas características, a citar, as mudanças de temperatura, composição química e densidade. Cada uma das camadas é delimitada por "pausas", nas quais as maiores mudanças ocorrem. A atmosfera se estende por centenas de quilômetros, da superfície do planeta até o ambiente interplanetário. A figura abaixo elucida essas divisões:



Figura 5: Camadas da atmosfera terrestre  
Disponível, extraído e adaptado de: [Indicadores de altura y temperatura](#). Acesso em 19 jul. 2024.

A poluição atmosférica é causada pelo lançamento de grandes quantidades de partículas na atmosfera, que levam a impactos ambientais e problemas na saúde das pessoas. Entre as substâncias poluentes estão os aerossóis, poeiras industriais, fumaças negras, ácidos, solventes e hidrocarbonetos. O nível da poluição do ar, em diversos países, encontra-se acima do aceitável pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (MAGALHÃES, 2024).

As atividades humanas ou antropogênicas também liberam grande quantidade de gases tóxicos e poluentes:

- Industrialização
- Queimadas
- Veículos e queima de combustíveis fósseis
- Mineração

- Uso de aerossóis
- Produção de energia elétrica

Disponível em: [Poluição do Ar ou Atmosférica: causas e consequências](#). Acesso em 14 maio 2024.

### **Ações antrópicas negativas para o meio ambiente**

Atualmente, a sociedade apresenta um modo de produção e ação sobre o meio ambiente cada vez mais insustentável. Muitos recursos da natureza têm sido usados pelo homem de maneira desregrada, demonstrando certa despreocupação com a sua disponibilidade. A industrialização associada à mentalidade consumista de produção e consumo exagerado desencadeou ações que visam apenas à obtenção de lucro, aumentando então os problemas socioambientais, visto que produzir mais requer explorar mais os recursos naturais.

A ação do homem tem acelerado a degradação da natureza. Desmatamentos, poluição de rios, mares e florestas, e o uso indevido da água e de energia, por exemplo, vêm provocando alterações diversas. O que antes parecia distante da nossa realidade agora já faz parte do cotidiano de muitas pessoas, como o racionamento de água, o horário de verão em alguns países como alternativa para diminuir o consumo de energia, inundações recorrentes, secas devastadoras e mudanças climáticas.

São exemplos de impactos ambientais agravados pela ação antrópica:

#### **→ Agravamento do aquecimento global**

O meio ambiente passou a ser alvo de discussões frequentes a partir do século XX, quando o aquecimento global, a extinção de diversas espécies em todo o mundo e o esgotamento dos recursos naturais tornaram-se pauta dos principais estudos relacionados às ações antrópicas. A maior parte dos estudiosos relacionam o aquecimento global ao excesso de gases poluentes (gases do efeito estufa) emitidos para a atmosfera. A camada de gases que se forma acaba impedindo que a radiação solar disperse-se, o que provoca um aquecimento anormal do planeta. As causas do aquecimento global também estão associadas ao desmatamento e à queima de combustíveis fósseis.

#### **→ Maré Negra**

O derramamento de petróleo provocado pela extração falha tem prejudicado a vida marinha. As algas não conseguem fazer fotossíntese e, conseqüentemente, não há produção de oxigênio, colocando em risco toda a vida marinha.

#### **→ Desflorestamento**

Uma das ações antrópicas mais vistas refere-se à retirada da vegetação para a agropecuária ou para a indústria madeireira. As conseqüências do desflorestamento são a perda de habitat de muitas espécies de animais, empobrecimento dos solos nas regiões em que a vegetação é retirada, alteração das condições climáticas da região afetada, entre outros problemas ambientais.

#### **→ Uso inadequado dos recursos hídricos**

A falta de água já é uma realidade em várias partes do mundo em virtude do uso indevido dos recursos hídricos pelo homem. São exemplos de ações antrópicas que podem afetar a água:

1. Uso irregular da água para irrigação de monoculturas por meio do desvio das águas de mananciais por parte de agricultores e fazendeiros;
2. Uso intenso de agrotóxicos nas lavouras, que acabam atingindo o solo e, com as águas das chuvas, podem chegar aos lençóis freáticos, contaminando-os e prejudicando a qualidade da água;
3. Poluição de rios e mares com derramamento de esgoto.

### → Processo de urbanização

A multiplicação das cidades em razão do crescimento populacional tem causado alterações no meio ambiente. Muitas cidades não foram planejadas e acabam ocupando áreas de preservação, alterando o curso dos rios e diminuindo a área verde, que é essencial à manutenção da vida humana.

É uma necessidade mundial buscar iniciativas que diminuam os impactos negativos causados ao meio ambiente pela ação do homem. Atualmente, há inclinações para ações que visem ao desenvolvimento sustentável, ou seja, que haja um desenvolvimento que utilize os recursos naturais de maneira adequada e sem comprometer a sua disponibilidade para as gerações futuras, com o objetivo de se discutir o que é possível fazer para preservar o meio ambiente.

Hoje em dia, há tendências de desenvolvimento sustentável para minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acoes-antropicas-no-meio-ambiente.htm>. Acesso em 14 maio 2024.

### Efeito estufa e ação humana

Apesar de a maioria dos artigos encontrados em revistas ou na internet atribuírem à ação antrópica, a responsabilidade pelo aquecimento global, existem controvérsias no meio acadêmico com relação a esta conclusão. Abaixo citamos as principais correntes a este respeito.

O Aquecimento Global é um dos temas mais debatidos, durante os últimos anos, tanto na comunidade científica quanto em outros espaços da sociedade mundial. Ainda existe atualmente, as contestações chamadas de “céticas” que vêm se tornando cada vez mais conhecidas. Segundo Pena (2022) existem três linhas principais de argumentação com relação às chamadas Mudanças Climáticas.

- 1) A primeira linha de argumentação se baseia em dados do IPCC, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, órgão ligado à ONU (Organização das Nações Unidas). Esta linha de argumentação baseia-se na elevação das temperaturas em função da emissão dos chamados gases-estufa, como o CO<sub>2</sub> (gás carbônico), CH<sub>4</sub> e o CFC (clorofluorcarboneto). Segundo estes dados, cerca de 90% das alterações climáticas foram causadas pelo homem e apenas 10% são naturais. Entre os mais conhecidos defensores dessa tese, está o ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, que organizou um documentário chamado Uma Verdade Inconveniente.
- 2) Na segunda linha, alguns cientistas, apesar de aceitarem a existência do Aquecimento Global, defendem que se trata de um processo natural, pois o Sol seria o principal fator que influencia o clima da Terra, e não os gases atmosféricos. Assim, com o aumento das atividades solares, aconteceria o aquecimento médio das temperaturas no planeta. Entre os principais defensores, aparece o professor Timothy Ball, PhD pela Universidade de Londres. Entre outras críticas, contestam a ameaça representada pelos gases-estufa. Alguns cientistas afirmam que o CO<sub>2</sub> é benéfico para a atmosfera terrestre, pois estimula o desenvolvimento e crescimento das vegetações. Por essa linha, se o CO<sub>2</sub> representasse uma ameaça, o planeta Marte seria mais quente que a Terra, pois sua atmosfera é composta em mais de 95% por esse gás. No entanto, suas temperaturas são, em média, de -50°C
- 3) Em uma terceira linha, há um grupo que afirma que o Aquecimento Global se trata de uma teoria que jamais foi provada. Para eles seria uma estratégia, de “alarmismo”, dos países desenvolvidos para evitar o aumento do consumo e do padrão de vida do mundo subdesenvolvido, o que envolveria outras questões políticas e que não possuem validade científica. Entre seus defensores pode-se destacar Timothy Oke, climatólogo canadense, Ricardo Augusto Felício, climatólogo e professor da USP, e Luiz Carlos Molion, meteorologista da Universidade Federal de Alagoas.

Disponível em: [Aquecimento global existe mesmo?](#). Acesso em 24 mar. 2022.

Apesar da controvérsia citada, podemos nos basear na segunda Lei da Termodinâmica para afirmar que a utilização de combustíveis fósseis é mais prejudicial ao Meio Ambiente, que as energias não

combustíveis, devido a alta geração de entropia. Assim a migração de combustíveis fósseis, ou até mesmo biocombustíveis, para outras fontes de energia, como a solar e eólica, reduziria muito o impacto da atividade humana sobre o Meio Ambiente. Outro aspecto importante é o desmatamento, que podemos considerar uma forma de aumento de entropia no ambiente.

Com relação aos parâmetros de controle de emissões atmosféricas, é demasiado complexo para ser abordado neste trabalho, por isso deixaremos apenas a indicação, abaixo, da legislação no texto.

### O que são emissões atmosféricas?

As emissões atmosféricas nada mais são do que o lançamento na atmosfera de qualquer matéria líquida, sólida ou gasosa. De acordo com a Resolução [CONAMA nº 491](#), que fala sobre os padrões de qualidade do ar, emissão atmosférica ou poluente atmosférico consiste em “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade.”

Disponível em: [Emissões atmosféricas: o que são e como minimizar o seu impacto?](#). Acesso em 14 maio 2024.



### Expandindo as ideias

Você pode aprofundar os temas buscando ligação com fenômenos naturais que estão causando, por exemplo, as chuvas em Pernambuco no ano de 2022, as enchentes no Rio Grande do Sul e as altas temperaturas registradas no Brasil e no mundo através de reportagens, vídeos etc., podem ser utilizados como ponto de partida para os alunos desenvolverem uma pesquisa de aprofundamento dos temas vistos neste item. O vídeo abaixo é um exemplo de material que pode ser utilizado para dar início a uma atividade de pesquisa e expansão do tema.

Alerta: ciclone subtropical em alto mar ganha força na altura do Sudeste | Canal Rural.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pBVOHv1rTz0>. Acesso em 15 maio 2024.

A figura abaixo também pode ser ponto de partida para pesquisa sobre eventos climáticos, sua ocorrência no Brasil e suas causas.

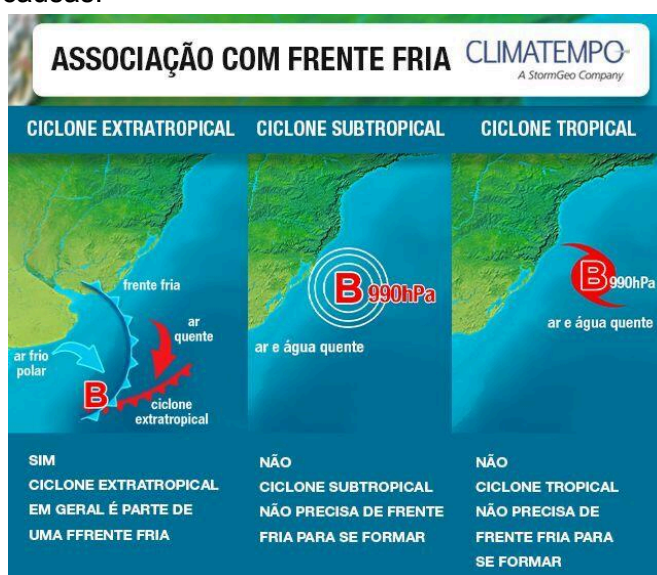


Figura 5: Ciclones.

Disponível em: [Ciclone extratropical, subtropical e tropical: qual a diferença?](#). Acesso em 15 maio 2024.

Professor, você pode explorar também os ciclos biogeoquímicos do carbono, do nitrogênio, do oxigênio, da água e de outras espécies químicas para abordar o que a influência antrópica pode favorecer nesses ciclos e quais os impactos causados ao meio ambiente.

Além disso, você pode apresentar soluções científicas para a redução desses impactos ambientais na atmosfera através do uso de biocombustíveis, agropecuária sustentável e fontes renováveis para a produção de energia, por exemplo. Até que ponto tais soluções são viáveis? Qual o papel político e social pelas demandas de sustentabilidade?

Para entender as urgências de sustentabilidade do planeta, a Organização das Nações Unidas faz um apelo global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, através dos seus objetivos para o desenvolvimento sustentável. Seis desses objetivos dialogam diretamente com a atmosfera e o clima, os quais estão elencados abaixo.



Figura 6: Objetivos da ONU para um desenvolvimento sustentável  
Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 19 jul. 2024.

Nesse sentido, vale construir uma compreensão dos malefícios da emissão excessiva de gases poluentes na atmosfera a partir de combustíveis fósseis em contrapartida a soluções sustentáveis como os biocombustíveis, por exemplo. No tópico “Saiba mais” você encontrará alguns artigos, materiais e vídeos voltados para a compreensão química dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis para aprofundar as discussões sobre soluções possíveis para a crise climática.



### Saiba mais

Professor, você pode ir além! Muitas temáticas atuais envolvem atmosfera e climatologia. Neste tópico será possível explorar e incrementar a discussão científica para fortalecer os conceitos apresentados nesta seção.

**Artigo:** *Química Atmosférica: A Química sobre nossas cabeças. Química Nova na Escola.*

Disponível em: [Química Atmosférica](#). Acesso em 18 jul. 2024.

**Artigo:** *Petróleo: um tema para o ensino de Química, Química Nova na Escola.*

Disponível em: [Petróleo: um tema para o ensino de química](#). Acesso em 18 jul. 2024.

**Artigo:** *Abordagem do tema biocombustíveis no Ensino Médio: textos de divulgação científica em foco. Química Nova na Escola.*

Disponível em: [Abordagem do tema biocombustíveis no Ensino Médio](#). Acesso em 18 jul. 2024.

**Material:** *Os grandes Ciclos Biogeoquímicos do planeta, Embrapa.*

Disponível em: [Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta](#). Acesso em 19 jul. 2024.

**Material:** *Química do petróleo, Prof. Marcos Villela Barcza, e-disciplinas, Universidade de São Paulo.*

Disponível em: [Petróleo.pdf](#). Acesso em 18 jul. 2024.

**Material:** *Cenário dos biocombustíveis no Brasil, Agência Nacional do Petróleo (ANP).*

Disponível em:

<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes-palestras/2023/arquivos/2023-11-08-symone-araujo-relop.pdf>. Acesso em 18 jul. 2024

**Vídeo:** Para apresentar aos estudantes durante a socialização da composição da atmosfera terrestre e alterações inseridas por fenômenos naturais e antrópicos.

Disponível em: [▶ CAMADAS DA ATMOSFERA](#) Acesso em: 18 jul. 2024.

**Vídeo:** Uma problematização interessante a partir do conceito de atmosfera pode ser as ideias terraplanistas, que vão contra toda evidência científica. Um vídeo interessante é do canal Nostalgia de Felipe Castanhari, com participação de Leon e Nilce do canal Coisa de nerd.

Disponível em: [▶ A TERRA É PLANA? Com Leon e Nilce - Nostalgia Ciência](#) . Acesso em 18 jul. 2024.

**Vídeo:** Outra problematização atual que envolve o tema é a colonização de Marte, o planeta vermelho, neste vídeo Felipe Castanhari e Iberê Thenório (Manual do Mundo) discutem aspectos científicos do porquê a ciência estuda nosso planeta vizinho e quais razões envolvem a busca (atmosfera e climatologia), inclusive como se discute o aumento proposital da temperatura de Marte, é um ponto de partida para a problematização das ações antrópicas no nosso planeta.

Disponível em: [▶ Como tornar MARTE habitável? Com Iberê e Castanhari](#) . Acesso em 18 jul. 2024.

**Vídeo:** As árvores são feitas de ar, Canal Manual do Mundo com Iberê Thenório, possibilidade de compreensão do papel da vegetação no equilíbrio atmosférico. O vídeo ainda sugere um experimento para identificação de amido de plantas na presença de na ausência e na presença de  $CO_2$ , para compreensão do ciclo do carbono em relação à atmosfera.

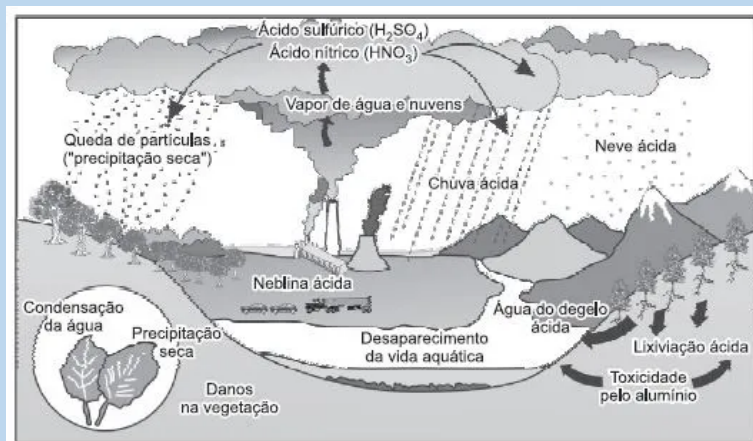
Disponível em [▶ As ÁRVORES são FEITAS de AR! #Descarbonização Ep. 1](#) . Acesso em 18 jul. 2024.



## Momento de Atividades

### Atividade 1: Questões

1) (Enem 2013) Esquema ilustrativo de problema atmosférico relacionado ao ciclo da água



No esquema, o problema atmosférico relacionado ao ciclo da água acentuou-se após as revoluções industriais. Uma consequência direta desse problema está na

- redução da flora.
- elevação das marés.
- erosão das encostas.
- laterização dos solos.
- fragmentação das rochas.

2) (Enem 2014) O uso intenso das águas subterrâneas sem planejamento tem causado sérios prejuízos à sociedade, ao usuário e ao meio ambiente. Em várias partes do mundo, percebe-se que a exploração de forma incorreta tem levado a perdas do próprio aquífero.



No texto, apontam-se dificuldades associadas ao uso de um importante recurso natural. Um problema derivado de sua utilização e uma respectiva causa para sua ocorrência são:

- a) Contaminação do aquífero — Contenção imprópria do ingresso direto de água superficial.
- b) Intrusão salina — Extração reduzida da água doce do subsolo.
- c) Superexploração de poços — Construção ineficaz de captações subsuperficiais.
- d) Rebaixamento do nível da água — Bombeamento do poço equivalente à reposição natural.
- e) Encarecimento da exploração sustentável — Conservação da cobertura vegetal local.

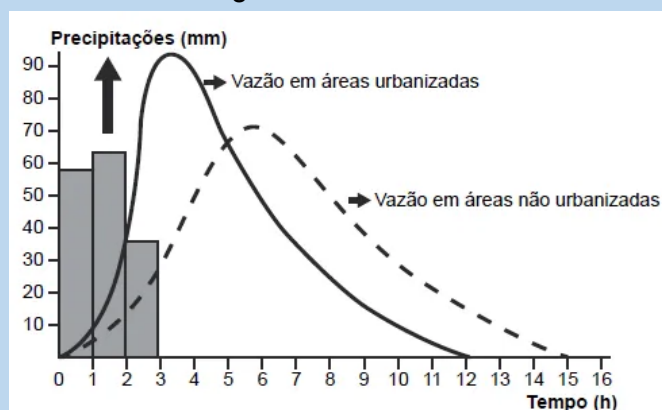
3) (Enem 2019) A pegada ecológica gigante que estamos a deixar no planeta está a transformá-lo de tal forma que os especialistas consideram que já entramos numa nova época geológica, o Antropoceno. E muitos defendem que, se não travarmos a crise ambiental, mais rapidamente transformaremos a Terra em Vênus do que iremos a Marte. A expressão “Antropoceno” é atribuída ao químico e prêmio Nobel Paul Crutzen, que a propôs durante uma conferência em 2000, ao mesmo tempo que anunciou o fim do Holoceno — a época geológica em que os seres humanos se encontram há cerca de 12 mil anos, segundo a União Internacional das Ciências Geológicas (UICG), a entidade que define as unidades de tempo geológicas.

SILVA, R. D. Antropoceno: e se formos os últimos seres vivos a alterar a Terra?  
Disponível em: [www.publico.pt](http://www.publico.pt). Acesso em: 5 dez. 2017 (adaptado).

A concepção apresentada considera a existência de uma nova época geológica concebida a partir da capacidade de influência humana nos processos

- a) eruptivos.
- b) exógenos.
- c) tectônicos.
- d) magmáticos.
- e) metamórficos.

4) (Enem 2018) Gráfico com dinâmica hidrológica em áreas urbanizadas e áreas não urbanizadas



Disponível em: [www.biologiasur.org](http://www.biologiasur.org).  
Acesso em: 14 jul. 2015 (adaptado).

A dinâmica hidrológica expressa no gráfico demonstra que o processo de urbanização promove a:

- a) redução do volume dos rios.
- b) expansão do lençol freático.
- c) diminuição do índice de chuvas.

- d) retração do nível dos reservatórios.
- e) ampliação do escoamento superficial.

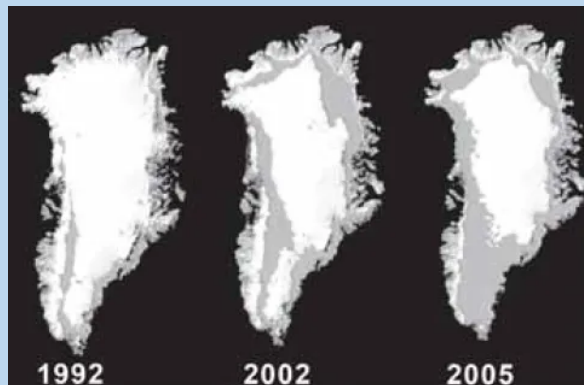
#### 5) TEXTO I

Os problemas ambientais são consequência direta da intervenção humana nos diferentes ecossistemas da Terra, causando desequilíbrios no meio ambiente e comprometendo a qualidade de vida.

Disponível em: [www.repository.utl.pt](http://www.repository.utl.pt).  
Acesso em: 29 jul. 2012.

#### TEXTO II

Imagem mostra deterioração das geleiras da Groenlândia ao longo dos últimos anos.



Disponível em: [www.netuno.eco.br](http://www.netuno.eco.br).  
Acesso em: 29 jul. 2012.

As imagens representam as geleiras da Groenlândia, que sofreram e sofrem impactos, resultantes do(a):

- a) ilha de calor.
- b) chuva ácida.
- c) erosão eólica.
- d) inversão térmica.
- e) aquecimento global.

Todas as questões estão disponíveis em: [Enem: lista de exercícios sobre problemas ambientais](#). Acesso em 15 maio 2024.

**Obs:** O professor poderá encontrar as respostas bem como outras questões no endereço citado

### Atividade 2: Seminários Ciclos Biogeoquímicos

Professor você pode dividir os estudantes em grupos e propor a apresentação de seminários para que cada grupo apresente o ciclo biogeoquímico de alguma espécie, carbono, oxigênio, nitrogênio, fósforo e água. Pode ainda propor a construção de cartazes representativos desses ciclos.

#### Processo avaliativo

Você consegue avaliar os conceitos científicos e habilidades como comunicação, oratória, criatividade e capacidade de trabalho em grupo. É interessante, para o processo avaliativo, trabalhar com fichas de acompanhamento dos grupos com seus estudantes para que cada habilidade seja avaliada.

### Atividade 3: Experimentação para compreensão da produção de biocombustível

#### Proposta 1: Laboratório ou para onde se possui material básico de laboratório

Nesta atividade você pode propor aos estudantes a produção de etanol pela fermentação do caldo da cana com fermentação biológica e posterior destilação fracionada. Em caso da atividade ser desenvolvida pelos grupos de estudantes, sob supervisão, é interessante preparar um roteiro experimental e nele anexar a tabela para preenchimento.

#### Materiais (considerando um kit)

- 01 balde com tampa
- 01 garrafa PET com tampa (500 mL);
- 01 mangueira cristal de 1 polegada;
- 01 kit de destilação (balão de destilação, condensador, suporte universal, garras, fonte de calor, termômetro, rolhas e mangueira de látex, erlenmeyer, conforme figura 7);
- Caldo de Cana;
- 1 colher de chá de CaO (cal virgem);
- 01 pacote de fermento biológico (para pão);
- 01 recipiente para armazenar o destilado.

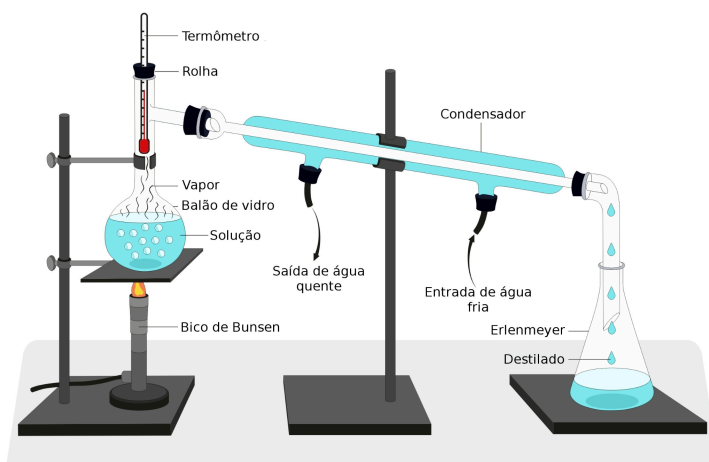


Figura 7: Sistema de Destilação  
Fonte: Google imagens.

#### Procedimento Experimental

1. Fazer um furo na tampa do balde e da garrafa para que passe a mangueira de cristal e ambos os recipientes se conectem através dela. Evite deixar espaço para entrada de ar.
2. Colocar na garrafa PET o cal virgem com 100 mL de água destilada. Ela terá a função de aprisionar o gás carbônico produzido no processo de fermentação.
3. Despejar no balde o caldo de cana e adicionar o fermento biológico mexer e deixar em repouso, fechado por 24h.
4. Após o repouso, coar o caldo da cana e transferir o líquido para o balão de destilação.
5. Ligar a fonte de calor e acompanhar a temperatura até que entre 78 - 80°C se evapore o primeiro destilado (etanol) e armazenar.
6. Para testar o combustível extraído, o professor pode umedecer um algodão com auxílio de uma pinça e atear fogo para comprovar a existência de etanol.

**Importante:** Quando a temperatura começar a subir muito rápido, desligue a fonte de calor e retire o destilado para armazenamento. Se isso não ocorrer, você pode coletar outros líquidos como água, por exemplo, se a temperatura chegar a 100 °C.

**Dica de segurança:** Jamais deixe os estudantes sem supervisão e, sobretudo, no momento de testar o biocombustível, se certifique estar longe do recipiente de armazenamento do restante dele e do balão de destilação.

#### Processo avaliativo

Professor, você pode elaborar questões que envolvam tanto a prática experimental, quanto a produção de biocombustíveis. Você ainda pode requerer um relatório experimental para entrega e posterior correção.

#### **Atividade 4: Júri Simulado**

Nessa proposta, é possível promover um júri simulado no qual a turma é dividida em três grupos (dois grupos de debatedores e um júri popular). Os estudantes debatem sobre um tema proposto até chegar a um veredicto. O papel do professor é o de coordenar a prática, delimitando o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. Como sugestões de temas pode-se propor biocombustíveis ou da agropecuária sustentável em detrimento do crescimento econômico e do desenvolvimento social. Com essa atividade habilidades como boa oratória, persuasão e poder argumentativo podem ser avaliados, além de, claro, qualidade científica dos argumentos.



#### **Possibilidade(s) Avaliativa(s) (Momento mão na massa para o estudantes)**

Uma proposta de avaliação final e entrega de um produto pedagógico é a divisão da turma em grupos para uma exposição científica, na qual haverá a produção de diferentes experimentos que envolvam a temática da Unidade Curricular, tais como medição de umidade relativa do ar, produção e manejo sustentável na agricultura (produção de biofertilizante, por exemplo), reprodução experimental de chuva ácida, experimentos que envolvam produção de gás e seu comportamento diante de pressão ou temperatura etc. Tudo isso, claro, sob orientação do Professor e apoio interdisciplinar, se for possível.

Além disso, pode-se sugerir a separação da turma em grupos que, ao longo do semestre, desenvolvam pesquisas. Outra sugestão seria a realização de uma culminância ao final do semestre, onde os alunos possam apresentar o resultado do trabalho desenvolvido ao longo do semestre. Sugere-se ainda a elaboração de murais, feiras, entrevistas, propostas de intervenção na comunidade. Atividades que colocam em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da Unidade Curricular trabalhada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Frederico Borges de. Diagrama de Fases; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/diagrama-fases.htm>. Acesso em 13 maio 2024.

AUGUSTO, N. ESCOLA, Brasil. "Influência da Pressão na Mudança de Fase"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-influencia-pressao-na-mudanca-fase.htm>. Acesso em 13 maio 2024.

CHAIM Supermercado. Disponível em: <http://www.chaim.com.br/home/eventos.asp?id=45#top> Acesso em 14 maio 2024.

CICLONE. Disponível em: <https://tempoagora.uol.com.br/noticia/2024/02/17/ciclone-extratropical-subtropical-e-tropical-qual-a-diferenca-4122>. Acesso em 15 maio 2024.

MAGALHÃES, L. Poluição do Ar. Disponível em: [Poluição do Ar ou Atmosférica: causas e consequências - Toda Matéria](#). Acesso em 14 maio 2024.

MARQUES, D. O que é pressão máxima de vapor. Disponível em: [O que é pressão máxima de vapor?](#) Acesso em 14 maio 2024.

MUDO EDUCAÇÃO I. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-mudancas-fase.htm>. Acesso em 14 maio 2024.

MUNDO EDUCAÇÃO II. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-umidade-ar.htm#questao-6165>. Acesso em 14 maio 2024.

MUNDO EDUCAÇÃO III. Disponível em: <https://exercicios.brasilescola.uol.com.br/exercicios-geografia/enem-lista-de-exercicios-sobre-problemas-ambientais.htm>. Acesso em 15 maio 2024.

PENA, R. F. Aquecimento Global existe mesmo? Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquecimento-global-existe-mesmo.htm>. Acesso em 24 mar. 2022.

SILVA, F. A. PROJETO PARA CENTRAL DE GÁS (GLP). Disponível em: <https://groups.google.com/g/clubedosengeheiroscivis/c/DtdmRmhnrig?pli=1>. Acesso em 14 maio 2024.

SOUSA, Rafaela. "Ações antrópicas no meio ambiente"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/acoes-antropicas-no-meio-ambiente.htm>. Acesso em 14 maio 2024.

WIKIPÉDIA. Ponto de Orvalho. Disponível em: [Ponto de orvalho – Wikipédia, a enciclopédia livre](#). Acesso em 14 maio 2024.

CARDOSO, A. A., MACHADO, C. M. D., PEREIRA, E. A. Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo, Química Nova na Escola, nº 28, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>. Acesso em 18 jul. 2024.

SANTA MARIA, L. C., et al. Petróleo: um tema para o ensino de Química, Química Nova na Escola, nº 15, 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>. Acesso em 18 jul. 2024.

BARCZA, M. V., Petróleo, e-disciplinas, Universidade de São Paulo. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4565994/mod\\_resource/content/1/Petr%C3%B3leo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4565994/mod_resource/content/1/Petr%C3%B3leo.pdf). Acesso em 18 jul. 2024.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo (ANP). Cenário dos Biocombustíveis no Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes-palestras/2023/arquivos/2023-11-08-symone-araujo-relop.pdf>. Acesso em 18 jul. 2024.

ADUAN, R. E., VILELA, M. F., REIS JUNIOR, F. B. Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta, Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569371/1/doc119.pdf>. Acesso em 19 jul. 2024.

Minuto da Terra. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YSCTgsE4dsc>. Acesso em: 14 mai. 2024.