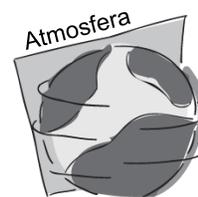


# Introdução



Os cientistas estão investigando a atmosfera. Eles querem entender e prever:

O Clima (temperatura do ar, chuva, neve, umidade relativa, condições das nuvens e pressão atmosférica e o ir e vir das tempestades);

Clima (as condições médias e extremas da atmosfera);

Orçamento de Energia (Interações terra-atmosfera); e

Composição atmosférica (os vestígios de gases e partículas no ar).

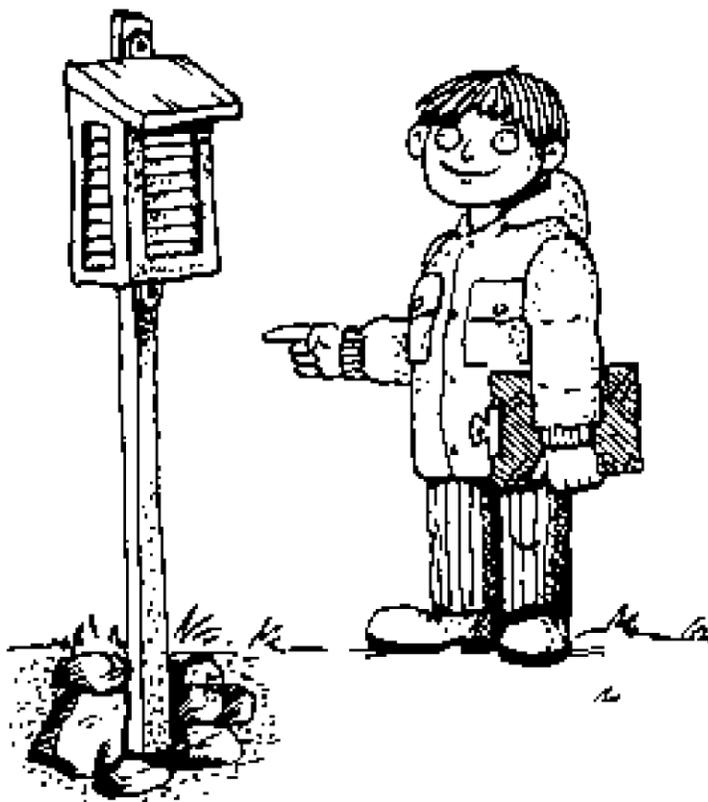
Cada uma dessas características da atmosfera afeta a nós e ao nosso ambiente. O que vestimos e o que podemos fazer hoje fora depende do clima. Está chovendo? Nevando? Ensolarado? Frio?

Como construímos nossas casas e escolas, que culturas cultivamos, que animais e plantas vivem naturalmente ao nosso redor, tudo depende do clima.

A chuva vem principalmente no inverno ou no verão ou todos os dias? Obtemos gelo ou neve? Quanto tempo duram os períodos secos?

A composição da atmosfera afeta a aparência e a sensação do nosso ar e até onde podemos ver. Nos dias em que as nuvens não cobrem completamente o céu, o céu parece azul ou leitoso? Alguma vez tem um tom marrom? O pôr do sol tem muita cor vermelha? Tudo isso depende da composição do nosso ar.

Os cientistas GLOBE querem vários tipos de dados da atmosfera das escolas para ajudar em suas investigações. Como aluno GLOBE, você também pode pesquisar sobre a atmosfera. Você pode investigar o clima local, o clima e a composição atmosférica e como eles variam de um lugar para outro, de estação para estação e de ano para ano. Você aprenderá mais sobre o ar ao seu redor.





## Por que investigar a Atmosfera?

Nós, humanos, podemos viver em terra, mas vivemos, nos movemos e respiramos na atmosfera. A atmosfera nos dá o oxigênio que respiramos e retira o dióxido de carbono que exalamos. A atmosfera filtra as formas mais nocivas da luz solar e retém o calor da superfície da Terra. A atmosfera transporta energia do equador para os pólos, tornando o planeta mais habitável e traz a umidade evaporada dos lagos e oceanos para a terra seca, para que tenhamos água para beber e sustentar nossa agricultura. Somos criaturas da atmosfera e dependemos de sua temperatura, estrutura, composição e umidade que ela carrega.

### **Condições meteorológicas**

No dia-a-dia, queremos saber muitas coisas sobre o clima que encontraremos hoje. Por exemplo, gostaríamos de saber qual será a temperatura do ar e se vai chover para que possamos decidir que tipo de roupa usar; se precisamos levar um guarda-chuva conosco quando saímos; ou se precisarmos usar chapéu e protetor solar para nos proteger dos raios ultravioletas do sol. Queremos ter certeza de que o ar que respiramos é bom para nós. Queremos avisos para que possamos proteger a nós mesmos e nossa propriedade contra tempestades severas.

### **Clima**

Também queremos informações sobre a atmosfera a longo prazo. Agricultores precisam saber se suas colheitas receberão chuva suficiente. Estações de esqui precisam saber se neve suficiente cairá. Os Seguradores Marítimos de áreas atingidas por furacões gostariam de saber quantos furacões devem esperar em um determinado ano e quão fortes serão quando chegarem a terra firme. Quase todo mundo gostaria de saber como será o tempo não só amanhã ou no dia seguinte, mas na próxima semana e qual será o clima daqui a seis meses, um ano ou até dez anos!

As pessoas dizem há muito tempo: "Todo mundo reclama do clima, mas ninguém faz nada a respeito". Hoje, os cientistas estão trabalhando duro para entender e prever toda a gama de fenômenos atmosféricos, de tempestades ao ozônio.

Os cientistas atmosféricos estudam não apenas o que está acontecendo com a atmosfera hoje, mas também porque ela foi de certa maneira no passado e como será no futuro. Embora o controle do clima esteja geralmente além da capacidade humana, os efeitos coletivos da atividade humana influenciam o tempo, o clima e a composição atmosférica.

A compreensão científica da atmosfera e a capacidade de prever seu estado futuro aumentam com a aplicação de leis fundamentais e observações extensas. Como nos preocupamos com a atmosfera em escalas que variam desde fazendas individuais até o globo inteiro e em escalas de tempo que duram desde alguns minutos em tempestades severas até décadas em relação ao clima, são necessárias grandes quantidades de dados.

### **Cientistas Precisam de Dados do GLOBE**

As pessoas costumam pensar que os cientistas sabem o que está acontecendo em todas as partes do mundo, mas isso está longe de ser verdade. Existem muitas regiões onde os cientistas têm apenas a compreensão mais geral de fatores ambientais, como temperatura do ar e precipitação. Mesmo em regiões onde parece haver uma abundância de dados, os cientistas ainda não sabem quanta precipitação e temperatura variam em distâncias relativamente curtas. As estações oficiais de monitoramento meteorológico contribuíram com muitos dados por um século ou mais em alguns locais, enquanto a tecnologia de satélite nos forneceu imagens de grandes áreas a cada 30 minutos e imagens globais pelo menos duas vezes ao dia por décadas. Algumas áreas possuem monitores especiais de gases atmosféricos e, cada vez mais, os aeroportos monitoram ventos, não apenas no solo, mas até alturas de vários quilômetros. Apesar de todos esses esforços maravilhosos, existem lacunas na cobertura. A atmosfera varia significativamente dentro dessas lacunas, e as medições dos alunos GLOBE podem melhorar a cobertura para muitos tipos de observações.

As condições atmosféricas têm um impacto importante nos tipos de plantas e animais que vivem em uma determinada área e até no tipo de solo que se forma ali. As medições que os alunos fazem para a *Investigação da Atmosfera GLOBE* são importantes para os cientistas que estudam meteorologia, clima, cobertura do solo, fenologia, ecologia, biologia, hidrologia e solo.



# A Visão Geral

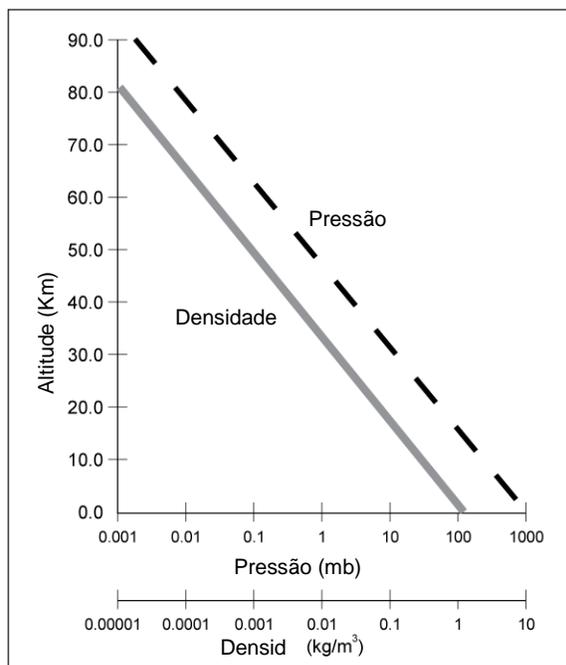
## A Natureza da Atmosfera

A atmosfera da Terra é uma fina camada de gases composta por cerca de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases (incluindo argônio, vapor de água, dióxido de carbono e ozônio). Também existem partículas sólidas e líquidas chamadas aerossóis suspensas nessa camada. A atmosfera é mantida no planeta por gravidade, com o resultado de que a pressão e a densidade atmosféricas diminuem com a altura acima da superfície da Terra. Ver a Figura AT-I-1.

A temperatura também varia com a altura da atmosfera (Figura AT-I-2), mas de uma maneira mais complexa que a pressão e a densidade. Cerca de metade da luz solar que brilha na Terra passa por toda a atmosfera e aquece a superfície. O solo quente aquece o ar na superfície. A temperatura geralmente diminui para alturas de 8 a 15 km, dependendo da latitude. Isso define a atmosfera mais baixa ou a *troposfera* onde a maior parte do tempo acontece.

A luz solar ultravioleta é absorvida pelo oxigênio para formar a camada de ozônio e também é absorvida pelo próprio ozônio. Essa absorção aquece a atmosfera intermediária, fazendo com que a temperatura suba com a altura do topo da atmosfera mais baixa para 50 km (a *estratosfera*) e depois caia com a altura para aproximadamente 80 km (a *mesosfera*).

Figura AT-I-1

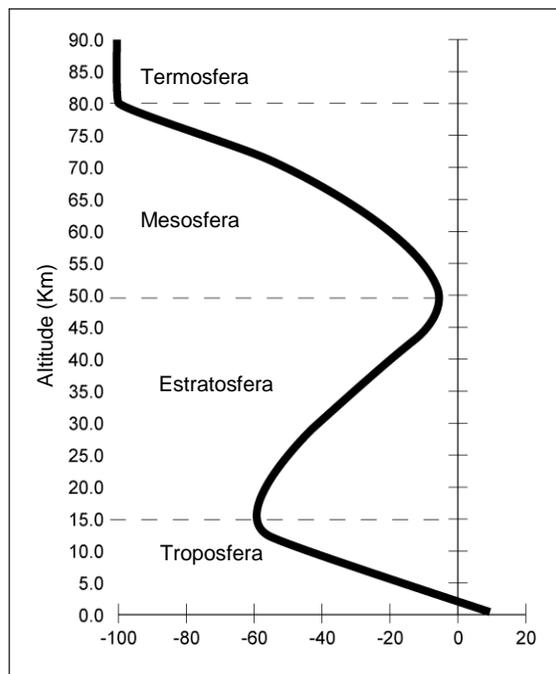


Acima dessa altura, na *termosfera*, a densidade do ar é tão reduzida que muitos fenômenos diferentes começam a ser importantes. Nessas alturas, a absorção de raios-x e extrema luz ultravioleta do sol ioniza os gases da atmosfera e aquece o ar. Os íons são afetados pelo campo magnético da Terra e também pelo vento solar. A grandes distâncias da superfície do planeta, a atmosfera se esvai no *meio interplanetário*. A densidade da atmosfera diminui até que seja a mesma que a do espaço interplanetário.

Existem diferenças na atmosfera em diferentes latitudes e em diferentes alturas. A intensidade da luz solar na superfície da Terra varia com a latitude. A luz solar é mais intensa nos trópicos e menos intensa perto dos pólos. Os trópicos são aquecidos mais que os pólos, e a atmosfera junto com os oceanos transporta calor do equador para os pólos. O resultado é uma circulação em larga escala da atmosfera, descrita no capítulo *Terra como um Sistema*.

Através do movimento da atmosfera, todos os diferentes lugares da Terra estão conectados em escalas de tempo de horas a dias ou meses. Mudanças em uma parte do mundo resultam em mudanças em outras áreas.

Figura AT-I-2





## Condições Meteorológicas e Atmosfera ao Longo dos Tempo

Condições Meteorológicas e clima não são a mesma coisa. Por *condições meteorológicas*, queremos dizer o que está acontecendo na atmosfera hoje, amanhã ou mesmo na próxima semana. Por *clima*, queremos dizer médias das condições meteorológicas, variabilidade e extremos ao longo do tempo. Por exemplo, em uma determinada cidade a temperatura corrente pode ser de 25 °C; isto são as condições meteorológicas. Se, em vez disso, examinarmos os registros climáticos dos últimos 30 anos, poderemos descobrir que a temperatura média naquela cidade naquele dia em particular é de 18 °C (esse é o clima). Também podemos descobrir que, durante esse período de 30 anos, a temperatura nesta cidade variou de 30 °C a 12 °C naquele dia em particular. Portanto, a temperatura corrente de 25 °C não é incomum.

Quando estudamos a história do clima da Terra, notamos que a temperatura e a precipitação em qualquer região variam com o tempo e que a composição da atmosfera mudou. Por exemplo, imagens de certos satélites mostram que grandes rios corriam pelo Deserto Egípcio. Também sabemos que há milhares de anos, geleiras estavam presentes em lugares como a cidade de Nova York, onde hoje o ar condicionado é usado rotineiramente para lidar com o calor do verão. Se a Terra era tão diferente no passado, podemos prever o que pode acontecer no futuro? Prever o clima é um dos principais objetivos da Ciência da Terra atualmente.



## Medições GLOBE

### Que Medições são Feitas?

Diferentes medições do GLOBE são úteis na investigação das condições meteorológicas, clima e composição atmosférica.

#### Condições Meteorológicas

[Cobertura e Tipo de Nuvens](#)

[Cobertura e Tipo de Contrail](#)

[Pressão Barométrica](#)

[Umidade Relativa](#)

[Vapor de Água](#)

[Precipitação](#)

[Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima e](#)

[Corrente](#)

[Temperatura da superfície](#)

[Direção e velocidade do vento](#) (se você tiver equipamento automatizado)

#### Clima

[Cobertura e Tipo de Nuvens](#)

[Cobertura e Tipo de Contrail](#)

[Espessura Ótica do Aerossol](#)

[Umidade Relativa](#)

[Precipitação](#)

[Vapor de Água](#)

[Temperaturas Máxima, Mínima e Corrente](#)

[Temperatura da superfície](#)

[Direção e velocidade do vento](#) (se você tiver equipamento automatizado)

#### Complementado por:

[Temperatura do Solo](#)

[Umidade do solo](#)

[Esverdeamento](#)

[Senescência](#)

#### Composição Atmosférica

[Espessura Ótica do Aerossol](#)

[Vapor de Água](#)

[Humidade Relativa](#)

[Precipitação \(pH\)](#)

[Ozônio de superfície](#)

Suportado por medições de:

[Nuvens](#), [Pressão Barométrica](#), [Direção do Vento](#) e [Temperatura Corrente](#).

## **Medições individuais**

### *Cobertura de Nuvens e Tipo*

As nuvens desempenham um papel importante nas condições climáticas e no clima da Terra. As nuvens também obscurecem (bloqueiam) o solo quando a Terra é vista do espaço. Portanto, os satélites não podem observar o solo quando está nublado e isso pode afetar muitas investigações científicas, como a temperatura da superfície.

*Cobertura e Tipo de Contrail.* Quando um avião a jato passa por uma parte da atmosfera com a combinação certa de umidade e temperatura, ele forma uma nuvem linear. Estes são conhecidos como contrail ou trilhas de condensação. Em algumas áreas, o tráfego de jatos está causando um aumento notável na nebulosidade, o que pode afetar o tempo e o clima. Como parte dos alunos [Protocolos de Nuvem GLOBE](#) - usa os olhos para determinar a porcentagem de céu que controla a cobertura de contrail. Eles também contam os contrails e os categorizam em três tipos, conforme indicado no protocolo. Ao quantificar os contrails presentes no céu, os alunos fornecem informações críticas necessárias para estudar o impacto que esses contrails estão realmente causando as condições meteorológicas que experimentamos.

### *Espessura Óptica do Aerossol*

Pequenas partículas líquidas e sólidas no ar, chamadas aerossóis, na atmosfera afetam se o céu parece azul ou leitoso, claro ou nebuloso. Eles também influenciam a quantidade de luz solar que atinge a superfície da Terra. Usando um fotômetro solar e um voltímetro para medir a intensidade da luz solar atingindo a superfície, alunos e cientistas GLOBE podem determinar as quantidades de aerossol (espessura óptica do aerossol). Os satélites inferem essa propriedade da atmosfera usando sensoriamento remoto, enquanto observações no solo fornecem medições diretas para determinar a concentração de aerossóis. Esses dois tipos de dados se complementam e as medições dos alunos podem ser muito úteis para as poucas estações de monitoramento profissional em terra que atualmente coletam dados de aerossóis.

### *Vapor de Água*

O vapor de água na atmosfera varia consideravelmente no tempo e de um lugar para outro. Essas variações estão relacionadas às condições climáticas e ao clima. Nuvens são formadas a partir de vapor de água. O vapor de água é o principal gás de efeito estufa que ajuda a controlar as temperaturas na atmosfera mais baixa e na superfície da Terra.

Embora a presença de vapor de água próximo à superfície da Terra seja facilmente discernível na forma de nuvens e umidade relativa, ainda existem muitas perguntas sobre o vapor de água atmosférico. Usando um instrumento portátil de vapor de água GLOBE / GIFTS para medir a intensidade da luz solar que atinge a superfície em comprimentos de onda específicos, alunos e cientistas GLOBE podem determinar a quantidade de vapor de água atmosférica presente. Apesar de sua importância, a distribuição global e a variabilidade temporal do vapor de água não são bem conhecidas. Portanto, as medições dos alunos serão úteis para os cientistas, pois trabalham para aprender mais sobre o vapor de água atmosférico.

### *Umidade Relativa*

A quantidade de vapor de água no ar em comparação com a quantidade máxima de ar de vapor de água na mesma temperatura e pressão pode conter é referida como umidade relativa e é expressa em porcentagem. Os satélites podem detectar a quantidade de água na atmosfera, mas geralmente essas medições são médias em grandes regiões ( $\geq 10$ s de quilômetros). A umidade pode variar em distâncias muito menores. Usando um psicrômetro tipo sling ou um higrômetro digital para medir a umidade relativa, os alunos GLOBE podem expandir o conjunto total de dados de umidade e ajudar os cientistas a compreender melhor suas variações em pequenas escalas.

### *Precipitação*

Chuva e neve variam significativamente em distâncias inferiores a 10 km. Para compreender os ciclos locais, regionais e globais da água, precisamos saber quanta precipitação cai em muitos locais diferentes ao redor do mundo. As observações dos alunos usando medidores de chuva e snowboards ajudam a fornecer uma amostragem aprimorada das quantidades de chuva e neve e apoiam uma melhor compreensão das condições climáticas e do clima.

Além de medir a quantidade de precipitação, os alunos GLOBE medem o pH da chuva e da neve derretida. Conhecer o pH da precipitação que cai em uma área específica é geralmente essencial para compreender o pH do solo e dos corpos d'água nessa área. As medições de pH dos alunos estabelecem uma base local para rastrear alterações na entrada de acidez no ambiente e podem ajudar os cientistas a mapear melhor o destino dos produtos químicos atmosféricos.



## Temperatura

A temperatura do ar varia ao longo do dia em resposta ao aquecimento solar direto e de um dia para o outro à medida que os sistemas climáticos se movem pelo mundo. A temperatura média do ar também muda com as estações do ano. Os cientistas querem conhecer os extremos de temperatura e a temperatura média por períodos que variam de 24 horas a um mês, um ano ou mais. Alunos GLOBE medem as temperaturas máxima e mínima por um período de 24 horas, começando e terminando dentro de uma hora do meio-dia solar local. Os cientistas que estudam o clima do nosso planeta estão interessados em descobrir se a temperatura em locais diferentes está mudando e, nesse caso, quais padrões podem ser vistos nessas mudanças. Medições de temperatura local, como as realizadas pelos alunos GLOBE, ajudam os cientistas a responder a essas e outras questões importantes sobre o clima da Terra. O assentamento humano combinado com as variações de altitude e distância dos corpos d'água produzem variações locais de temperatura e as escolas GLOBE fornecem detalhes valiosos para compreender as mudanças, mesmo se houver estações meteorológicas oficiais nas proximidades.

Há uma variedade de opções para medir a temperatura do ar. O método preferido é usar um termômetro digital de múltiplos dias máx./mín, conforme descrito no [Protocolo de Temperaturas do Ar e Solo Máx./Mín./Atuais de Múltiplos Dias Digital](#). Este termômetro registra seis dias de dados de temperatura máxima e mínima e possui uma sonda de solo que permite coletar também a temperatura do solo. Um termômetro de medição máx./mín de um dia, preenchido com líquido ou digital, em forma de U, também pode ser usado como descrito no [Protocolo de Temperatura de Ar Máx./Mín.](#), e deve ser lido e redefinido todos os dias para obter um registro contínuo de temperatura. Além disso, os dispositivos automatizados de que os dados de log podem ser utilizados conforme descrito no [Protocolo de Monitoramento de Temperatura de Solo e Ar Automatizado](#) e [Protocolos de Estação Meteorológica Automatizada](#) que estão disponíveis na versão eletrônica do *Guia do Professor*.

### Temperatura da superfície

Descrita cientificamente, a temperatura da superfície é a temperatura de radiação da superfície do solo. O conhecimento das temperaturas da superfície é essencial para o estudo do ciclo energético - a transferência de calor no ambiente ao seu redor.

A transferência de calor entre os diferentes componentes do ambiente ocorre em seus limites, e as medições de temperatura da superfície fornecem as temperaturas nesses limites. Portanto, as medições da temperatura da superfície ajudam a relacionar as temperaturas do ar, do solo e da água e contribuem criticamente para o estudo do ciclo de energia. Os alunos podem fazer leituras de temperatura da superfície usando um Termômetro Infravermelho Portátil (IRT). As medições das temperaturas da superfície são essenciais para estudos climáticos, comparação com dados de satélite e para melhorar a compreensão do balanço energético global.

### Ozônio de superfície

O ozônio (O<sub>3</sub>) é um gás altamente reativo presente no ar ao nosso redor. Conhecer a quantidade de ozônio no ar é importante para compreender a química da atmosfera e seus efeitos na saúde de plantas e animais, inclusive nós. As concentrações de ozônio são medidas em unidades de partes por bilhão (ppb) e podem variar em pequenas escalas espaciais. Medições locais são necessárias para os cientistas acompanharem essas variações locais nas concentrações de ozônio na atmosfera. Os cientistas GLOBE desenvolveram uma técnica simples para os alunos medirem o ozônio em suas escolas, expondo tiras quimicamente tratadas ao ar e medindo sua mudança de cor com um leitor portátil. Essas observações dos alunos complementam e ampliam o número limitado de estações de monitoramento de ozônio atualmente existentes.

### Onde são feitas as medições?

As medições da atmosfera são realizadas no Local do Estudo da Atmosfera. Este local geralmente está localizado no recinto da escola e deve estar a uma curta distância da sala de aula, para que os alunos possam coletar dados diariamente em um período mínimo de tempo. Geralmente, quanto mais aberto o local, melhor. Obstruções significativas devem ser evitadas, incluindo árvores e edifícios próximos aos instrumentos.

Se a sua escola não possui um local adequado no nível do solo para instalação permanente e segura de instrumentos atmosféricos, pode-se considerar o uso de locais de cobertura e equipamentos automatizados. No entanto, as coberturas não são adequadas para o [Protocolo e Temperatura de Superfície!](#) Consulte os protocolos neste capítulo para obter mais orientações.



### Quando as medições são tomadas?

As medições da atmosfera GLOBE devem ser realizadas diariamente, em horários específicos do dia. Ver Figura AT-I-3. A tomada de medições diárias na mesma hora do dia permite uma comparação mais fácil das medições ao longo do ano e em todo o mundo. Para o GLOBE, muitas observações atmosféricas devem ser feitas dentro de uma hora do meio-dia solar local, e leituras da precipitação total diária e temperatura máxima e mínima são aceitáveis apenas se forem feitas dentro desse período de duas horas. Cada uma dessas medições abrange um período de aproximadamente 24 horas, começando dentro de uma hora do meio dia solar local em um dia e continuando até uma hora após o meio dia solar local no dia seguinte. Ver Tabela AT-I-1.

Observações de nuvens e contrail, leituras de umidade relativa, temperatura da superfície e medições de temperatura corrente também são realizadas dentro de uma hora do meio-dia solar local, mas essas observações também podem ser relatadas para outras horas do dia.

O termômetro digital de múltiplos máx./mín. pode ser lido a qualquer momento, desde que tenha sido redefinido dentro de uma hora do meio-dia solar local.

As medições automatizadas são coletadas continuamente em intervalos de 15 minutos. Isso permite uma medição útil da velocidade do vento.

O meio-dia solar local é o momento principal para fazer medições da atmosfera GLOBE. Ver seção sobre como calcular o meio-dia solar. Isso significa que apenas as turmas que se reúnem naquele momento podem participar? Não! Como essas medições não exigem muito tempo para serem realizadas, os alunos das turmas que se reúnem mais cedo ou mais tarde no dia podem ser designados para fazer medições durante o intervalo para o almoço ou durante o recreio do meio do dia.

### Meio-dia Solar

*Meio-dia solar* é o termo usado pelo GLOBE para o momento em que o sol parece ter atingido seu ponto mais alto no céu durante o dia. Um astrônomo, por exemplo, se referiria ao mesmo tempo que *meio-dia local aparente*. O meio-dia solar geralmente não é o mesmo que o meio-dia do seu relógio. A hora do meio-dia solar local depende da sua localização no seu fuso horário, da época do ano e se o horário de verão está ou não em vigor. O meio-dia solar ocorre, no entanto, a meio caminho entre o nascer e o pôr do sol quando o sol cruza o horizonte. É o ponto durante o dia em que as sombras são as mais curtas.

Figura AT-I-3

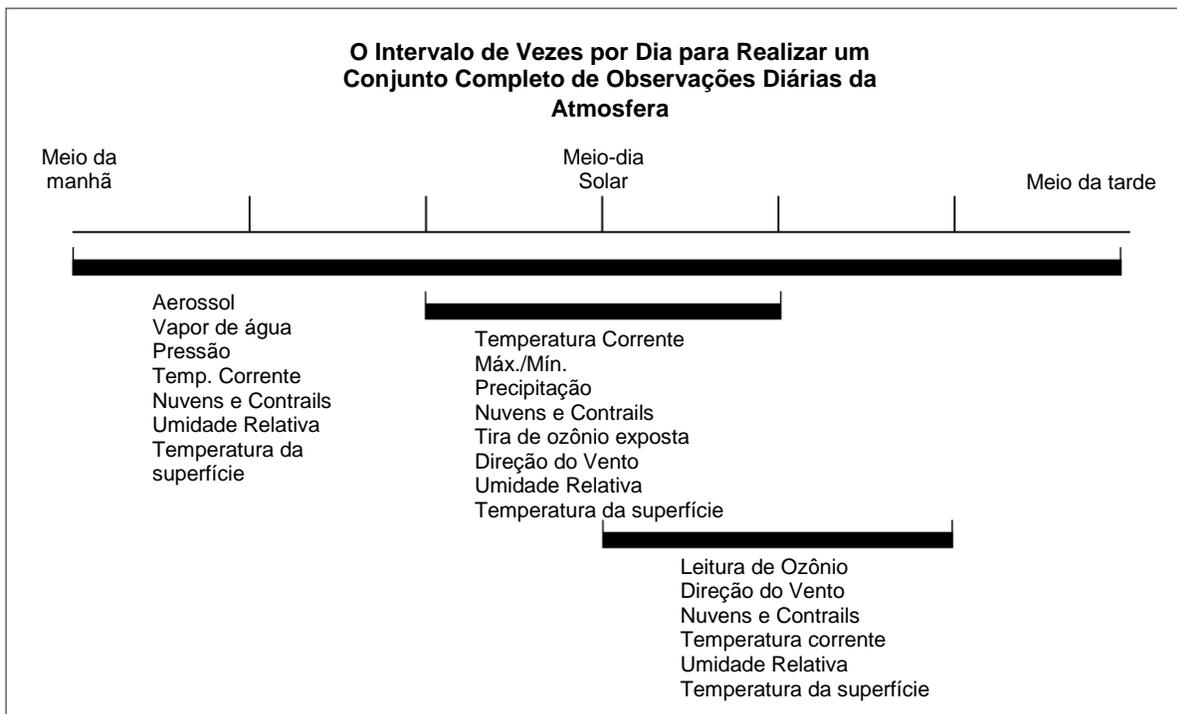


Tabela AT-I-1

Medição	Tomada dentro de uma hora do meio-dia solar local	Outras vezes que medições podem ser tomadas
Cobertura e Tipo de Nuvens e Cobertura e Tipo de Contrail	Sim	Necessário no suporte a aerossóis, vapor de água, temperatura da superfície, ozônio e medições de transparência da água; tempos adicionais são aceitáveis
Vapor de Água de Aerossóis	Variável. O tempo ideal varia de acordo com o local e a estação	Quando o sol estiver pelo menos 30° acima do horizonte ou ao meio-dia solar local, quando o sol não atingir 30° acima do horizonte; tempos adicionais são aceitáveis
Umidade Relativa	Sim para o psicrômetro; a leitura do higrômetro digital pode ser relatada até uma hora depois, ao mesmo tempo que a medição do ozônio	Tempos adicionais são aceitáveis. Necessário em suporte de aerossóis, vapor de água e ozônio.
Precipitação	Sim	Não
Temperatura Corrente	Sim	Necessário para comparação com medições de temperatura do solo e em apoio a aerossóis, vapor de água, ozônio e umidade relativa; tempos adicionais são aceitáveis
Temperatura da superfície	Não necessário	Importante para comparações com medições de temperatura do solo e corrente
Temperaturas Máximas e Mínimas	Sim	Não
Pressão barométrica	Não necessário	Dentro de uma hora das medições de aerossóis e vapor de água, se forem tomadas; caso contrário, conforme conveniente
Ozônio	A observação é iniciada neste momento e concluída uma hora depois	Outros períodos de uma hora são aceitáveis além da medição do meio-dia

Uma maneira fácil de determinar o meio-dia solar local é encontrar um jornal da sua cidade ou de uma nas proximidades que dê horários de nascer e pôr do sol e calcular a média desses horários. Primeiro, converta os dois horários para o relógio de 24 horas adicionando 12 depois do meio-dia, depois adicione os dois horários e divida por dois. Este é o horário do Meio-dia Solar. Ver Tabela AT-I-2.

*Quantos alunos devem estar envolvidos?*

Um único aluno pode fazer qualquer uma das medições da atmosfera. No entanto, é uma boa ideia que um pequeno grupo de alunos faça leituras para que possam testar um ao outro. Também ajuda ter um parceiro para anotar as leituras à medida que são feitas. As medições de aerossóis e vapor de água são difíceis de serem realizadas por uma pessoa sozinha. O GLOBE recomenda equipes de 3 alunos como ideais para a maioria das medições.

Tabela AT-I-2

<b>Exemplo:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Nascer do sol (o relógio antes do meio dia ou de 24 horas é o mesmo)	7:02	6:58	7:03	6:32
Pôr do sol	17:43	17:46	20:09	17:03
Pôr do sol (relógio de 24 horas)	17:43	17:46	20:09	17:03
Nascer + pôr do sol	24 h 45 min	23 h 104 min	27 h 12 min	23 h 35 min
Equivalente (para que o número de horas seja par)	(inalterado)	24 h 44 min	26 h 72 min	22 h 95 min
Divido por 2	12 h 22.5 min	12 h 22 min	13 h 36 min	11 h 47.5 min
Meio-dia Solar Local (arredondado para o minuto mais próximo)	12:23	12:22	13:36 ou 13:36	11:48

Observe que este é um exemplo de aritmética na base 60.

Muitas observações podem ser feitas pelo grupo como um todo ou individualmente e então comparadas. Se as leituras forem feitas individualmente, o grupo deve se lembrar de esvaziar o pluviômetro e redefinir o termômetro somente quando todos os alunos terminarem.

Idealmente, as medições de pH são realizadas por três grupos diferentes de alunos, usando três amostras diferentes de chuva ou neve derretida. Em todos os casos, é esperado fazer três medições. Esses três resultados são calculados e comparados como parte do controle de qualidade dos dados.

A alternância de grupos pela classe (ou turmas) periodicamente dará a todos os alunos a oportunidade de participar. Ter vários grupos fazendo medições de precipitação ou temperatura máxima e mínima em momentos diferentes no mesmo dia é desencorajado, pois abre a porta para confusão ao esvaziar o pluviômetro, redefinir o termômetro máximo/mínimo de 1 dia e relatar os dados.

As estimativas do tipo de nuvem, cobertura de nuvens, tipo de contrail e cobertura de contrail são medições *subjetivas*, portanto, quanto mais alunos envolvidos nessa tarefa, melhor. Cada aluno deve fazer suas próprias leituras; então, os alunos devem chegar a um acordo como um grupo. Não se surpreenda se seus alunos tiverem inicialmente dificuldades com essas estimativas. Até observadores de climas de estação específica debatem sobre o tipo de nuvem que estão vendo, ou exatamente quanto do céu está coberto por nuvens.

À medida que seus alunos se acostumarem com essas observações, eles começarão a reconhecer as distinções mais sutis nos tipos de nuvens.

#### *Quanto tempo leva para fazer as medições?*

A quantidade de tempo necessária para realizar as medições da atmosfera variará dependendo da localização do(s) seu(s) Local(is) de Estudo de Atmosfera, quantos alunos estão na equipe que coletam os dados, a idade e a familiaridade com as medições e as condições reais encontradas em um determinado dia. Ver Tabela AT-I-3.

## Introdução

Você e seus alunos podem investigar a atmosfera em seu próprio local de estudo e cooperar com cientistas e outros alunos para monitorar o ambiente global. A atmosfera é um componente crítico do ambiente global e você pode ajudar a compilar um banco de dados global de medições atmosféricas que ajudarão no entendimento de longo prazo de como a atmosfera está mudando.

Mantenha um registro permanente dos seus dados GLOBE em sua escola. Os dados atmosféricos que os alunos coletam devem não apenas ser enviados ao servidor de dados GLOBE, mas também devem ser registrados permanentemente no Registro de Dados GLOBE da escola. Um bloco de notas das *Folhas de Dados* preenchidas pelos alunos pode

Tabela AT-I-3

Medição	Tempo Aproximado Necessário (em minutos)
Cobertura e Tipo de Nuvens e Contrail	10
Aerossóis, incluindo medições de suporte	15 - 30
Vapor de água, incluindo medições de suporte	15 - 30
Aerossóis e vapor de água combinados, incluindo medições de suporte	20 - 40
Umidade Relativa	5 - 10
Precipitação	5 - 10
PH da precipitação usando medidor, incluindo calibração	10
Manuseio de amostras de neve na sala de aula para obter o equivalente de neve ou geleira	5
Água equivalente à neve quando a neve derreter	5
Temperatura máxima, mínima e corrente de 1 dia	5
Temperatura do Ar e do Solo Máxima / Mínima de Múltiplos Dias	5 - 10
Temperatura da superfície, incluindo medições de suporte	10 - 20
Ozônio implantando a tira e fazendo medições de suporte	10
Ozônio lendo a tira e fazendo medições de suporte	10 - 15
Conjunto completo de medições locais do meio-dia solar: nuvens e contrails, umidade relativa, quantidade e pH da precipitação, temperatura máxima/mínima/corrente, temperatura da superfície e implantação da tira de ozônio*	15 - 25

\* Tomar amostras de aerossóis ou vapor de água com este conjunto deve adicionar apenas 5 a 10 minutos cada.

servir este propósito. Consulte o capítulo Guia de Implementação para obter uma descrição do Registro de Dados e sua importância. Os alunos devem se orgulhar do fato de estarem contribuindo para um conjunto de dados atmosféricos de longo prazo em sua escola.

À medida que o seu conjunto de dados local cresce, você deve envolver os alunos na análise dos dados deles. Cada protocolo deste capítulo inclui uma seção *Análise dos Dados*, que analisa se os dados são razoáveis e descreve o que os cientistas procuram em dados desse tipo. A maioria deles também contém uma amostra de investigação do aluno usando dados do protocolo. Leia estas seções para obter ideias sobre como usar os dados GLOBE para aprender sobre o clima.

Você e seus alunos podem abordar o estudo da atmosfera de várias maneiras diferentes, mas três temas principais que podem ser estudados usando as medições que você faz no GLOBE são: condições climáticas, clima e composição atmosférica. As seções abaixo descrevem como os *Protocolos da Atmosfera* GLOBE contribuem para o entendimento de cada uma dessas áreas que podem fazer parte do seu currículo.

### Condições Meteorológicas

Talvez seus alunos estudem as condições meteorológicas. Nesse caso, o trabalho GLOBE pode se tornar parte integrante dessa aprendizagem. Por "condições meteorológicas", compreendemos a condição corrente e as mudanças de curto prazo na atmosfera. Os alunos podem estar familiarizados com previsões e boletins meteorológicos, e você pode introduzir os protocolos GLOBE pedindo que expliquem o que eles acham que "condições meteorológicas" significa. Eles provavelmente mencionarão coisas como a temperatura, seja chovendo ou nevando, seja nublado, seja ventoso e a direção do vento. Alguns alunos também podem mencionar pressão barométrica, tipos de nuvens e umidade. Todos esses são aspectos do que os meteorologistas querem dizer com "condições meteorológicas" e todos podem ser medidos no GLOBE. Assim, fazendo medições GLOBE, seus alunos podem começar a medir, monitorar, estudar, acompanhar e prever as condições meteorológicas.

Aqui está uma sequência sugerida para a introdução de medições GLOBE através do estudo das condições meteorológicas.

1. As medições de nuvens e de contrail são o local mais fácil para começar. Eles exigem apenas um gráfico de nuvens e o olho humano. É recomendável realizar duas atividades de aprendizagem antes de iniciar os protocolos de tipo de cobertura e tipo de nuvem reais:
  - [Observando, Descrevendo e Identificando Nuvens](#)
  - [Estimando a Cobertura de Nuvens: Uma Simulação](#)
2. Para enviar suas observações de cobertura e tipo de nuvem, você precisa definir um Local de Estudo da Atmosfera e enviar os dados de definição do local ao GLOBE. Você pode fazer isso antes de configurar o abrigo para instrumentos, para que, se houver atrasos na instalação do abrigo, ainda possa definir seu local e enviar seus dados na nuvem.
3. Você também pode começar a fazer leituras de aerossóis, vapor de água, umidade relativa, temperatura da superfície e pressão barométrica sem ter o abrigo do instrumento.
4. As medições de temperatura corrente também podem ser realizadas sem o abrigo para instrumentos. Quando você puder instalar o abrigo para instrumentos, poderá realizar e enviar medições diárias máximas e mínimas da temperatura do ar.
5. A realização e o envio de medições de precipitação líquida requer a instalação de um pluviômetro em um mastro, mas é possível medir a profundidade da neve, o equivalente a líquido e o pH sem a instalação do pluviômetro.
6. Se você usar determinadas estações meteorológicas automatizadas, poderá adicionar velocidade e direção do vento ao seu conjunto de dados GLOBE, seguindo estes protocolos.
7. Você deve verificar as calibrações de seus instrumentos (termômetros, barômetro ou altímetro, psicrômetro tipo sling) antes de começar.

Tente sua mão na previsão. Uma maneira interessante para os alunos usarem os dados que coletam é tentar fazer previsões do tempo usando seus próprios dados e compará-las às de meteorologistas profissionais.

Quem é mais preciso? Quais dados são mais úteis para fazer uma previsão? Quais dados adicionais são utilizados pelos profissionais que não estão disponíveis para os alunos? Há muitas perguntas interessantes que podem ser feitas.

### **Clima**

O clima é outro tópico importante que seus alunos podem estudar e que pode ser explorado usando medições e dados GLOBE. “Clima” é a tendência de longo prazo da atmosfera e outros aspectos variáveis do ambiente. Há um velho ditado, “Clima é o que você espera. Condições meteorológicas é o que você recebe. Clima refere-se a médias e extremos de temperatura, nuvens, precipitação, umidade relativa e seus padrões anuais.

Observando os dados GLOBE de sua própria escola e de outros locais em todo o mundo, os alunos podem começar a apreciar os padrões climáticos e o que os causa. Eles podem observar tendências sazonais, variações baseadas na latitude e variações baseadas na proximidade de grandes corpos de água. Ao usar o arquivo de dados de alunos GLOBE, os alunos podem comparar o clima de suas escolas, escolas próximas e escolas em pontos amplamente variados ao redor do mundo.

Os alunos podem considerar um desafio criar um banco de dados de longo prazo que descreva o clima de sua localidade. A maioria dos jornais publica resumos mensais do clima e os compara às expectativas climáticas. Caso contrário, consulte o meteorologista no aeroporto ou estação de rádio/TV local. Essas climatologias podem fornecer a base para discussões interessantes sobre o que é “normal” para a sua localização. Foi um mês mais úmido que o normal? Mais quente? Mais fresco? Mais nublado? Usando os dados GLOBE e informações climáticas locais, os alunos podem começar a responder a essas perguntas e pensar em como o clima pode estar mudando.

Para estudar o clima, seus alunos usarão os mesmos protocolos de atmosfera que para as condições meteorológicas, exceto que eles não precisam medir ou procurar a pressão barométrica. Medições rotineiras de quantidades diárias de precipitação e temperaturas máximas e mínimas do ar são críticas para o estudo climático. Medições da temperatura e umidade do solo e da fenologia também são importantes no estudo do clima. A temperatura dos corpos d’água e quando estão secos ou congelados também são úteis.



Os alunos podem pensar e debater quais das medições GLOBE são mais importantes para descrever o clima.

Para estudar o clima usando as medições GLOBE, você deseja que seus alunos acessem dados de outras escolas usando o site GLOBE. GLOBE fornece ferramentas gráficas on-line e a capacidade de baixar os dados de uma escola como uma tabela que pode ser importada para outros programas de análise de dados, como uma planilha.

### **Composição Atmosférica**

Talvez seus alunos estudem a composição da atmosfera. Eles podem usar três dos protocolos de atmosfera GLOBE - Aerossóis, Vapor de Água e Ozônio de Superfície - para aprimorar seus estudos. Estes também podem ser considerados aspectos das condições meteorológicas e do clima. Aerossóis e vapor de água afetam a visibilidade e a passagem da luz solar e do calor pela atmosfera, enquanto os níveis de ozônio têm efeitos de curto e longo prazo na vida vegetal e animal e efeitos de longo prazo em todos os materiais expostos à atmosfera.

Esses protocolos podem ser executados sem a instalação de qualquer equipamento permanente; portanto, mesmo que você não consiga instalar um abrigo para instrumentos e um manômetro, você ainda pode fazer essas três medições. No entanto, para o [Protocolo de Ozônio de Superfície](#), será necessário medir a cobertura e tipo de nuvem e contrail, direção do vento e temperatura corrente (usando o protocolo alternativo que não requer o abrigo para instrumentos). Para os [Protocolos de Aerossóis](#) e [Vapor de água](#), é necessário registrar a cobertura e tipo de nuvem e contrail, a umidade relativa e a temperatura corrente, além de medir a pressão barométrica ou obter valores de outras fontes ou do GLOBE.

### **Preparando-se**

Para se preparar para liderar os alunos em uma investigação de atmosfera usando o GLOBE, leia as seções introdutórias do capítulo *Atmosfera* do Guia do Professor GLOBE. Familiarize-se com as informações de base científica fornecidas. Dê uma olhada nas seções *Quais são as Medições Tomadas?*

Decida qual tema ou conjunto de perguntas seus alunos devem seguir e quais medições são apropriadas para o estudo. Pense em como apresentar o GLOBE a seus alunos como uma oportunidade para eles participarem com cientistas e outros alunos no monitoramento do ambiente global e pense em quais projetos e análises seus alunos podem realizar à medida que abordam a atmosfera através das condições meteorológicas, clima ou composição atmosférica.

Se a idade for apropriada, copie e distribua aos alunos a seção do capítulo intitulada *Por que Investigar a Atmosfera* para lhes dar uma compreensão do porquê de cada medição ser cientificamente importante. Discuta a importância de um banco de dados local global e detalhado para compreender o ambiente e como eles podem contribuir para isso, enviando dados precisos e consistentes ao GLOBE. Envolve os alunos em fazer perguntas que eles possam responder através da coleta e análise de dados.

Revise os protocolos específicos e planeje quais medições seus alunos farão. Sinta-se à vontade para começar com um nível de esforço facilmente sustentado que suporte seus objetivos educacionais, e, depois expanda.

Obtenha os instrumentos necessários e calibre-os, se necessário. Configure o abrigo para instrumentos e o pluviômetro, se estiver medindo a temperatura máxima e mínima e a precipitação líquida.

Faça fotocópias de todas as *Fichas de Dados* e guias de campo de que os alunos precisam.

Prepare um caderno para servir como o Livro de Dados da sua escola.

Em seguida, comece a *Investigação da Atmosfera GLOBE!*



## **Objetivos Educacionais**

Os alunos que participam das atividades apresentadas neste capítulo devem adquirir habilidades de investigação científica e compreensão de vários conceitos científicos. Essas habilidades incluem o uso de uma variedade de instrumentos e técnicas específicas para fazer medições e analisar os dados resultantes, juntamente com abordagens gerais para a investigação. As Habilidades de Investigação Científica listadas na caixas cinzas no início de cada protocolo são baseadas no pressuposto de que o professor concluiu o protocolo, incluindo a seção *Análise dos Dados*. Se esta seção não for usada, nem todas as habilidades de Investigação serão abordadas. Os Conceitos de Ciência estão descritos nos Padrões Nacionais de Educação Científica dos Estados Unidos, conforme recomendado pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA, e incluem os de Ciências da Terra e do Espaço e Ciências Físicas. Os Conceitos de Geografia são retirados dos Padrões Nacionais de Geografia preparados pelo Projeto Padrões Nacionais de Educação. Conceitos de Enriquecimento adicionais específicos para as medições hidrosféricas também foram incluídos. A caixa cinza no início de cada protocolo ou atividade de aprendizagem fornece os principais conceitos e habilidades de investigação científica cobertos. As seguintes tabelas fornecem um resumo indicando quais conceitos e habilidades são abordados em quais protocolos ou atividades de aprendizagem.

Padrões Nacionais de Educação Científica	Protocolos Básicos				Protocolos Avançados				
	Nuvens	Umidade	Precipitação	Temperatura	Aerossois	Ozônio de superfície	Vapor de Água	Temperatura da superfície	Pressão barométrica
<b>Conceitos de Ciências da Terra e do Espaço</b>									
Condições meteorológicas podem ser descritas por medições quantitativas.		■	■	■		■	■		
Condições meteorológicas podem ser descritas por observações qualitativas	■								
Condições meteorológicas mudam de dia para dia e de temporada a temporada	■	■	■	■		■	■		
As condições meteorológicas variam nas escalas espaciais locais, regionais e globais	■	■	■	■		■			
Nuvens se formam por condensação de vapor de água na atmosfera.	■						■		
Nuvens afetam as condições meteorológicas e o clima	■						■		
Formas de precipitação por condensação de vapor de água na atmosfera.		■	■						
A atmosfera possui propriedades diferentes em diferentes altitudes.	■								■
Vapor de água é adicionado à atmosfera através da evaporação e transpiração das plantas	■	■							
A atmosfera é composta por diferentes gases e aerossóis					■	■	■		
O sol é uma importante fonte ou energia para mudanças na atmosfera					■				
O movimento diurno e sazonal do sol no céu pode ser observado e descrito.					■			■	
O teor de vapor de água da atmosfera é limitado pela pressão e temperatura		■							■
A condensação e a evaporação afetam o balanço térmico da atmosfera		■							
Materiais das sociedades humanas afetam os ciclos químicos da Terra						■		■	
Processos dinâmicos como a rotação da Terra influenciam a transferência de energia do sol para a Terra									
A atmosfera mudou sua composição ao longo do tempo							■		
A água circula através da crosta, oceanos e atmosfera							■		
Padrões globais de condições meteorológicas local de influxo de circulação atmosférica							■		

Padrões Nacionais de Educação Científica	Protocolos Básicos				Protocolos Avançados				
	Nuvens	Umidade	Precipitação	Temperatura	Aerossóis	Ozônio de superfície	Vapor de Água	Temperatura da superfície	Pressão barométrica
Os oceanos têm um grande efeito no clima global							■		
A insolação solar impulsiona a circulação atmosférica e oceânica							■	■	
O sol é a principal fonte de energia para os processos de superfície da Terra								■	
O sol é a principal fonte de energia na superfície da Terra.								■	
<b>Conceitos de Ciência Física</b>									
Materiais existem em diferentes estados - sólido, líquido e gás	■	■	■						
O calor é transferido por condução, convecção e radiação.								■	
As substâncias se expandem e contraem à medida que são aquecidas e resfriadas									
A radiação luminosa interage com a matéria							■	■	
O sol é uma principal fonte de energia na superfície da Terra.							■	■	
A energia é transferida de várias maneiras								■	
O calor se move de objetos mais quentes para objetos mais frios.								■	
Luz/radiação interage com a matéria								■	
O Sol é uma importante fonte de energia para mudanças na superfície da Terra.								■	
A energia é conservada.									
<b>Conceitos de Ciências da Vida</b>									
A luz solar é a principal fonte de energia para os ecossistemas.								■	
A energia para a vida deriva principalmente do sol									
<b>Conceitos Gerais de Ciência</b>									
Modelos em escala nos ajudam a compreender conceitos									
Modelos visuais nos ajudam a analisar e interpretar dados								■	

Padrões Nacionais de Educação Científica	Protocolos Básicos				Protocolos Avançados				
	Nuvens	Umidade	Precipitação	Temperatura	Aerossois	Ozônio de superfície	Vapor de Água	Temperatura da superfície	Pressão barométrica
<b>Conceitos de Geografia</b>									
A variabilidade da temperatura de um local afeta as características do sistema geográfico físico da Terra								■	
A natureza e extensão da cobertura de nuvens afeta as características do sistema geográfico físico da Terra	■							■	
A natureza e a extensão da precipitação afetam as características do sistema geográfico físico da Terra			■					■	
Atividades humanas podem modificar o ambiente físico					■			■	
O vapor de água na atmosfera afeta as características do sistema geográfico físico da Terra		■							
Medições de variáveis atmosféricas ajudam a descrever as características físicas de um ambiente									
As características físicas de um local dependem de sua latitude e relação à radiação solar incidente									
As visualizações geográficas ajudam a organizar informações sobre locais, ambientes e pessoas									
A concentração de vapor de água varia significativamente de um lugar para outro e depende da altitude, latitude e clima							■		

Padrões Nacionais de Educação Científica	Atividades de Aprendizagem											
	Estimando a Cobertura de Nuvens	Vigilância de Nuvens	Observando Nuvens	Estudando o Abrigo para Instrumentos	Construção de Termômetro	Desenhando a Própria Visualização	Aprendendo a Usar Visualizações	Criando o Mapa de Contorno	Realizando o Relógio de Sol	Cor do Céu	Calculando a Massa de Ar	Ozônio de Superfície do Modelo
<b>Conceitos de Ciências da Terra e do Espaço</b>												
Condições meteorológicas podem ser descritas por medições quantitativas.	■											
Condições meteorológicas podem ser descritas por observações qualitativas			■									
Condições meteorológicas mudam de dia para dia e de temporada a temporada	■	■	■									
As condições meteorológicas variam nas escalas espaciais locais, regionais e globais	■											
Nuvens se formam por condensação de vapor de água na atmosfera.			■									
Nuvens afetam as condições meteorológicas e o clima		■										
Formas de precipitação por condensação de vapor de água na atmosfera.												
A atmosfera possui propriedades diferentes em diferentes altitudes.												
Vapor de água é adicionado à atmosfera através da evaporação e transpiração das plantas												
A atmosfera é composta por diferentes gases e aerossóis										■		
O sol é uma importante fonte ou energia para mudanças na atmosfera												
O movimento diurno e sazonal do sol no céu pode ser observado e descrito.									■			■
O teor de vapor de água da atmosfera é limitado pela pressão e temperatura												
A condensação e a evaporação afetam o balanço térmico da atmosfera												
Materiais das sociedades humanas afetam os ciclos químicos da Terra												
Processos dinâmicos como a rotação da Terra influenciam a transferência de energia											■	

do sol para a Terra												
A atmosfera mudou sua composição ao longo do tempo												
A água circula através da crosta, oceanos e atmosfera												

Padrões Nacionais de Educação Científica	Atividades de Aprendizagem											
	Estimando a Cobertura de Nuvens	Vigilância de Nuvens	Observando Nuvens	Estudando o Abrigo para Instrumentos	Construção de Termômetro	Desenhando a Própria Visualização	Aprendendo a Usar Visualizações	Criando o Mapa de Contorno	Realizando o Relógio de Sol	Cor do Céu	Calculando a Massa de Ar	Ozônio de Superfície do Modelo
Padrões globais de condições meteorológicas local de influxos de circulação atmosférica												
Os oceanos têm um grande efeito no clima global												
A insolação solar impulsiona a circulação atmosférica e oceânica												
O sol é a principal fonte de energia para os processos de superfície da Terra												
O sol é a principal fonte de energia na superfície da Terra.												
<b>Conceitos de Ciência Física</b>												
Materiais existem em diferentes estados - sólido, líquido e gás												
O calor é transferido por condução, convecção e radiação.				■								
As substâncias se expandem e contraem à medida que são aquecidas e resfriadas					■							
A radiação luminosa interage com a matéria												
O sol é uma principal fonte de energia na superfície da Terra.												
A energia é transferida de várias maneiras												
O calor se move de objetos mais quentes para objetos mais frios.												
Luz/radiação interage com a matéria												
O Sol é uma importante fonte de energia para mudanças na superfície da Terra.												
A energia é conservada.												
<b>Conceitos de Ciências da Vida</b>												
A luz solar é a principal fonte de energia para os ecossistemas.												
A energia para a vida deriva principalmente do sol												
<b>Conceitos Gerais de Ciência</b>												
Modelos em escala nos ajudam a compreender conceitos												
Modelos visuais nos ajudam a analisar e interpretar dados								■				■

Padrões Nacionais de Educação Científica	Atividades de Aprendizagem											
	Estimando a Cobertura de Nuvens	Vigilância de Nuvens	Observando Nuvens	Estudando o Abrigo para Instrumentos	Construção de Termômetro	Desenhando a Própria Visualização	Aprendendo a Usar Visualizações	Criando o Mapa de Contorno	Realizando o Relógio de Sol	Cor do Céu	Calculando a Massa de Ar	Ozônio de Superfície do Modelo
<b>Conceitos de Geografia</b>												
A variabilidade da temperatura de um local afeta as características do sistema geográfico físico da Terra					■							
A natureza e extensão da cobertura de nuvens afeta as características do sistema geográfico físico da Terra	■	■	■									
A natureza e a extensão da precipitação afetam as características do sistema geográfico físico da Terra												
Atividades humanas podem modificar o ambiente físico										■		
O vapor de água na atmosfera afeta as características do sistema geográfico físico da Terra												
Medições de variáveis atmosféricas ajudam a descrever as características físicas de um ambiente				■								
As características físicas de um local dependem de sua latitude e relação à radiação solar incidente									■			
As visualizações geográficas ajudam a organizar informações sobre locais, ambientes e pessoas						■	■	■				
A concentração de vapor de água varia significativamente de um lugar para outro e depende da altitude, latitude e clima												

Padrões Nacionais de Investigação Científica	Protocolos Básicos				Protocolos Avançados				
	Nuvens	Umidade	Precipitação	Temperatura	Aerossois	Ozônio de superfície	Vapor de Água	Temperatura da superfície	Pressão barométrica
<b>Padrões Gerais de Investigação Científica</b>									
Usar ferramentas e técnicas apropriadas.								■	
Construir um instrumento ou modelo científico									
Identificar perguntas passíveis de respostas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Projetar e conduzir investigações científicas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Usar a matemática apropriada para analisar dados.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desenvolver descrições e explicações usando evidências.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Reconhecer e analisar explicações alternativas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Comunicar procedimentos e explicações.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Habilidades de Investigação Científica Específicas</b>									
Usar um termômetro para medir a temperatura		■		■				■	
Usar um gráfico de nuvem para identificar o tipo de nuvem	■				■		■	■	
Estima a Cobertura de Nuvens	■				■		■	■	
Usar um pluviômetro para medir a precipitação e chuva equivalente a neve			■						
Usar papel de pH, canetas ou medidores para medir o pH			■						
Usar réguas para medir a profundidade da neve			■					■	
Usar um fotômetro solar e um voltímetro para medir a quantidade de luz solar direta					■		■		
Usar tiras de ozônio e um leitor de tiras para medir as concentrações de ozônio in situ						■			
Usar um cata-vento para identificar a direção do vento						■			
Usar um barômetro ou altímetro para medir a pressão barométrica									■
Usar um higrômetro ou psicrômetro tipo sling para medir a umidade relativa		■					■		
Usar o instrumento para medir o teor de vapor de água na atmosfera									■
Usar um termômetro infravermelho									

Padrões Nacionais de Investigação Científica	Atividades de Aprendizagem											
	Estimando a Cobertura de Nuvens	Vigilância de Nuvens	Observando Nuvens	Estudando o Abrigo para Instrumentos	Construção de Termômetro	Desenhando a Própria Visualização	Aprendendo a Usar Visualizações	Criando o Mapa de Contorno	Realizando o Relógio de Sol	Cor do Céu	Calculando a Massa de Ar	Ozônio de Superfície do Modelo
<b>Padrões Gerais de Investigação Científica</b>												
Usar ferramentas e técnicas apropriadas.						■	■	■			■	■
Construir um instrumento ou modelo científico					■			■				■
Identificar perguntas passíveis de respostas.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Projetar e conduzir investigações científicas.	■	■		■	■				■			
Usar a matemática apropriada para analisar dados.	■					■	■	■			■	■
Desenvolver descrições e explicações usando evidências.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Reconhecer e analisar explicações alternativas.									■			
Comunicar procedimentos e explicações.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Habilidades de Investigação Científica Específicas</b>												
Usar um termômetro para medir a temperatura			■									
Usar um gráfico de nuvem para identificar o tipo de nuvem												
<b>Estima a Cobertura de Nuvens</b>												
Usar um pluviômetro para medir a precipitação e chuva equivalente a neve												
Usar papel de pH, canetas ou medidores para medir o pH												
Usar réguas para medir a profundidade da neve												
Usar um fotômetro solar e um voltímetro para medir a quantidade de luz solar direta												
Usar tiras de ozônio e um leitor de tiras para medir as concentrações de ozônio in situ												
Usar um cata-vento para identificar a direção do vento												
Usar um barômetro ou altímetro para medir a pressão barométrica												
Usar um higrômetro ou psicrômetro tipo sling para medir a umidade relativa												
Usar o instrumento para medir o teor de vapor de água na atmosfera												
Usar um termômetro infravermelho												