

Kit de Ferramentas



para o Guia do
Professor GLOBE®





Índice

Como divulgar o GLOBE na sua Comunidade	Kit de Ferramentas 4
Introdução ao Sensoriamento Remoto	Kit de Ferramentas 8
Medições e seus Instrumentos GLOBE	Kit de Ferramentas 19
Instrumentos Científicos para Medições GLOBE.....	Kit de Ferramentas 23
Especificações do Instrumento GLOBE	Kit de Ferramentas 29

Como divulgar o GLOBE na sua Comunidade

O Programa GLOBE é um programa mundial de ciência e educação prático, primário e secundário, patrocinado e apoiado por várias agências do Governo Federal dos EUA. Os parceiros do GLOBE (Coordenadores de Países e Parceiros dos EUA) facilitam a implementação do GLOBE em seu país ou dentro de uma área de serviço em seu país.

O Programa consiste em uma comunidade colaborativa composta por agências patrocinadoras, parceiros, treinadores, professores, estudantes (incluindo ex-alunos) e cidadãos interessados. As atividades de extensão podem ajudar a promover o interesse local e o apoio às atividades do Programa GLOBE da sua escola. Esta seção inclui ideias de divulgação, dicas para escrever um comunicado de imprensa e trabalhar com a mídia e exemplos de comunicados de imprensa e artigos. Esses materiais devem ser um ponto de partida.

Para alcançar os melhores resultados, adapte-os à sua escola e comunidade. Além disso, incentive seus alunos a desenvolver suas próprias atividades de divulgação.

Ideias de Divulgação Escolar GLOBE

- Realizar um Evento Casa Aberta ao GLOBE e convide os cidadãos locais (por exemplo, pais, superintendentes da escola, autoridades da cidade, outras autoridades do governo e clubes ambientais) e a mídia a se juntar aos alunos na coleta de observações científicas. Permitir que os alunos demonstrem como eles enviam dados do GLOBE ao banco de dados do GLOBE, bem como recuperam dados na forma de mapas e gráficos de séries temporais (gráficos) para usar em suas pesquisas. Fazer com que os alunos compartilhem qualquer pesquisa que realizaram usando seus dados (como alternativa, eles podem obter pesquisas de outros alunos no site do GLOBE). Incentivar os alunos a explicar como os dados que eles coletam contribuíram para a imagem ou alcance, bem como para a compreensão do ambiente da Terra. Consultar *Trabalhando com a Mídia* nesta seção.
- Programar uma assembleia escolar ou uma reunião com pais e professores para reconhecer professores e alunos do GLOBE.

Os alunos podem fazer apresentações de seus dados e investigações de pesquisa e conversar sobre o que aprenderam.

- Ajudar os alunos a organizar um "Gabinete de Oradores" do GLOBE e buscar oportunidades para abordar empresas e organizações civis locais. Os alunos podem demonstrar o que estão aprendendo sobre ciência, meio ambiente e tecnologia.
- Convidar profissionais locais nas áreas ambiental, científica, geográfica e tecnológica para se encontrarem com os alunos do GLOBE. Isso ajudará os alunos a ver o valor de seu trabalho além da sala de aula, além de ajudar esses profissionais a aprender mais sobre o GLOBE.
- Pedir aos alunos do GLOBE que enviem artigos e fotografias para o jornal local. O jornal local pode apresentar regularmente as observações dos alunos do GLOBE em suas páginas de educação ou de "crianças". As estações de televisão locais podem estar interessadas em incluir os dados do GLOBE em seus relatórios climáticos noturnos ou em recursos científicos e educacionais.
- Mostrar vídeos do GLOBE a pequenos grupos para ajudar a fornecer uma visão geral do Programa ou permitir que seus alunos façam seu próprio vídeo ou apresentação de slides do GLOBE.

Trabalhando com a Mídia

Se você for contatado pela mídia ou decidir procurar cobertura da mídia das atividades do seu programa GLOBE, as seguintes dicas podem ser úteis. O governo local ou o escritório de relações públicas da escola também podem oferecer orientação.

Desenvolvendo sua Mensagem e Conhecendo seu Assunto

Reservar um tempo para decidir exatamente o que você quer que a mídia diga sobre suas atividades do programa GLOBE. Você está procurando a cobertura de um evento específico, como um Evento Casa Aberta GLOBE, ou está esperando uma matéria geral sobre as atividades da escola? Consultar *Redigindo um Comunicado à Imprensa do GLOBE* e verificar as informações atualizadas do programa GLOBE em www.globe.gov para fornecer respostas precisas para perguntas como "Quantos países ou escolas" estão envolvidos?"

Além disso, se você não tiver certeza sobre qualquer aspecto do Programa, envie uma mensagem de e-mail para: help@globe.gov e você receberá uma resposta imediata.

Convites

Você pode optar por convidar apenas uma estação de jornal ou televisão local para visitar sua escola em um determinado momento ou pode realizar um evento para o qual convida toda a mídia local. O convite único é mais fácil de realizar e é mais provável que repórteres e editores sejam atraídos para um "exclusivo". Diversos convites requerem mais preparação e trabalho na execução, mas podem produzir uma cobertura mais ampla das atividades do seu programa GLOBE. Incluir dignitários com os alunos pode ampliar o interesse da mídia, mas os estudantes são "a história". A escolha de um convite único ou múltiplo pode depender do interesse de sua mídia no GLOBE quando você os aborda.

Estabelecendo Contatos Importantes com a Mídia

Se você, seu diretor ou um dos pais do GLOBE conhece alguém em uma organização de notícias, entre em contato primeiro com esse indivíduo. Se você não tiver um contato interno, ligar para o número principal e pedir o nome de repórteres que cobrem questões de meio ambiente, ciência, educação ou tecnologia. Passar alguns minutos no telefone explicando o GLOBE e indicar que você poderá fornecer materiais adicionais, como um folheto ou comunicado de imprensa ou se estiver planejando um evento especial.

Cativar o interesse deles para que eles aceitem um convite para visitar seus alunos. Se você tiver confirmações de figuras públicas importantes, compartilhe isso com o repórter, pois os participantes podem ajudar a convencê-los a participar. Se eles parecerem desinteressados ou apressados, tente novamente depois de algumas semanas ou, melhor ainda, pergunte se há alguém no escritório com quem eles sugerem entrar em contato.

Sincronizando seus Contatos

Os repórteres geralmente precisam de pelo menos uma semana de antecedência para eventos especiais, de preferência mais. Acompanhe seu comunicado de imprensa com uma ligação telefônica. Não tenha medo de ligar no dia anterior para confirmar a presença.

Planejando seu Evento

Para garantir uma boa participação, agende um horário para que seu evento comece antes das 10:00. Verificar se há bastante espaço aberto para câmeras e microfones. Verificar com as organizações de notícias com antecedência se elas precisam de acesso a tomadas elétricas ou se têm outras necessidades especiais. Quando um repórter chegar a um evento, verificar se alguém é responsável por cumprimentá-lo e apresentá-lo ao diretor, ao professor do GLOBE, aos alunos e a todos os VIPs presentes. Preparar um pacote de imprensa para cada repórter com outra cópia do comunicado de imprensa, impressões do GLOBE

Figura TK-1: Uma Amostra de História de Jornal no GLOBE

Project spurs student growth

By Edward Farnsworth
Telegram & Gazette Staff

PROJEC - A hands-on program that joins students, educators, and parents in studying the global environment, is a hit but with a twist: students at Shepherd Hill (Shepherd) Middle School.

"It's not a real science," says lead teacher Anthony R. Saravento. "We're using a three-year program."

The science department at the district high school is providing day-to-day support and releasing information for scientific activities with Global Learning and Observations to Benefit the Environment (GLOBE).

With students in Saravento's sixth-grade science class, information of the world, including information of a weather station, is being recorded, read, and a recording location. The program is open to the community. "We would like to see help on experiments and sharing results," Saravento says.

The weather and soil station are on the Shepherd Hill campus and water readings are made near a nearby pond. Students and parents are invited to Shepherd Hill, about a mile from the school.

WEATHER NOT ALWAYS

It does not take long to find out what has to be done for down to take long to do the actual recording of data," said Saravento. "It's not always easy to find the readings, but we have between 10 and 200 every day of the year."

"We've been working with this program since April," Saravento said. "We're not done. There are 1,000 stations in the United States and other countries participating in this program. We've had a lot of success in the past."

Students in last year's class have been using this station to collect data for the GLOBE program. The station is used for collecting weather and climate data and for recording the amount of rainfall. The station is used to record plant growth through the year.

The Shepherd Hill program has been mostly outside in data. But it will become an in-class activity as the weather turns cold.

Saravento said that the program and part of the program, field readings will be limited. "We'll be able to get some of it done, but we can't get outside."

The program has been well supported by the school's science classes. Saravento says there's a lot of knowledge, but the knowledge by students that will be improved understanding of the planet. There's generally interesting information to share, according to Saravento. For example, more than 1 billion of rain fell in 2011, and that's a record. It's the first time in the world that has generally been within acceptable rainfall levels.



Edward Farnsworth measures the height of a tree outside (Shepherd Hill) with a clinometer.

WATER-ON APPROACH

Saravento and about 50 the sixth grade is a wooded section behind the school, partially off-campus. The sixth-grade students from the Shepherd Hill use the weather station project as a hands-on approach to science.

"It's a lot of fun to see the information that we can get in so many different ways," Saravento said.

The program for the project has brought students to school on weekends. Saravento and Alameda and his parents, Sandra and Joseph A. Jr., are among the volunteers who visit the Shepherd Hill field station when the school is closed.

For more information, contact the school's science department at 1000 Shepherd Hill Road, Shepherd Hill, N.H. 03081. Phone: 603-888-1111.

Usada com a permissão de Telegram & Gazette, Worcester, MA.

Acompanhamento

Após uma visita da mídia à sua escola GLOBE, ligue para a organização de notícias para garantir que ela tenha todas as informações necessárias. Se houver imprecisões significativas na história, você deve notificar educadamente a organização de notícias sobre os erros.

Escrevendo um Comunicado de Imprensa do GLOBE

Cinco pontos são importantes para um bom comunicado de imprensa: **Quem, O Que, Quando, Onde e Por quê**. Se possível, um sexto, **Como**, deve ser incluído. É importante obter todos esses pontos na primeira ou nas duas frases. Usar palavras curtas e escrever frases curtas e parágrafos curtos. Duas frases fazem um bom parágrafo em um comunicado de imprensa. Quase todo comunicado de imprensa pode ser escrito em uma ou duas páginas.

Lembre-se

- Sempre forneça a data, hora e local exatos do seu evento, incluindo o local para estacionamento na mídia e informações específicas sobre a entrada.
- Forneça pelo menos uma descrição de duas ou três frases do Programa GLOBE geral, incluindo informações sobre o número de escolas e países envolvidos. (Verifique as informações atualizadas www.globe.gov)
- Verifique todos os pontos do seu lançamento para ver se há precisão. Nunca adivinhe datas, horários, locais ou ortografia de nomes.
- Coloque a pessoa de contato da escola e o número de telefone no canto superior do comunicado e imprima o comunicado em papel timbrado da escola.

Figura TK-3: Um exemplo de Comunicado de Imprensa

Exemplo de Comunicado de Imprensa	Nome de contato Telefone Endereço de e-mail Escola
-----------------------------------	---

**ESTUDANTES LOCAIS AUXILIAM OS CIENTISTAS MUNDIAIS
A COLETAREM DADOS AMBIENTAIS**

Aluno na **(NOME DA ESCOLA)** estão se juntando a uma rede internacional de jovens que fazem medições científicas dos sistemas da Terra e compartilham suas observações com outros estudantes e cientistas de todo o mundo usando sistemas de tecnologia de ponta.

(NOME DA ESCOLA) está ingressando no Programa GLOBE, uma parceria internacional de ciência e educação ambiental. Os alunos GLOBE estão contribuindo para uma melhor compreensão do planeta, fazendo observações regulares de pesquisa em milhares de locais ao redor do mundo e compartilhando suas informações pela Internet.

(Nome do professor) participou de um workshop com cientistas e educadores do GLOBE para obter instruções sobre os procedimentos de medição e o sistema de tecnologia da computação do GLOBE.

(INSERIR CITAÇÕES DO PROFESSOR GLOBE)

Os alunos selecionarão um local de estudo perto da escola, onde realizarão medições regulares de várias características atmosféricas, hidrológicas, biológicas e geológicas. Os alunos enviarão seus dados para um banco de dados GLOBE. Seus dados serão combinados com contribuições de outras escolas GLOBE em todo o mundo e disponibilizados a alunos e cientistas para incluir em suas pesquisas científicas sobre a terra e os processos do sistema terrestre. Os dados do aluno GLOBE estão disponíveis para o público em geral em www.globe.gov.

O Programa GLOBE é patrocinado pela NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço) e NSF (Fundação Nacional de Ciência), apoiado pela NOAA (Administração Nacional Oceânica e Atmosférica) e pelo Departamento de Estado dos EUA. O GLOBE é implementado em nome da NASA pela University Corporation for Atmospheric Research. **(Inserir: Suporte local para atividades do GLOBE está sendo fornecido por ...)**

Para obter mais informações, entre em contato (insira o nome e o número de telefone do professor GLOBE)

Introdução ao Sensoriamento Remoto

Introdução

Todos nós percebemos o meio ambiente com nossos sentidos. Alguns sentidos exigem que entremos em contato com o que estamos sentindo - tocamos e provamos. Alguns sentidos nos permitem perceber objetos à distância - nós vemos e ouvimos. Neste segundo caso, estamos sentindo objetos ou fenômenos distantes de nossos olhos ou ouvidos - estamos fazendo sensoriamento remoto. Usando o microscópio, telescópio, câmera e filme, microfone, amplificador e alto-falante, câmera de vídeo e televisão, expandimos nossas capacidades de sensoriamento remoto. Essas tecnologias nos permitem ver mais longe, observar detalhes mais refinados e perceber sinais mais fracos do que nossos sentidos desassistidos.

Nossas capacidades de sensoriamento remoto vêm em um pacote móvel completo com uma fonte de energia e instalações de processamento e armazenamento de dados - viramos nossas cabeças para olhar em diferentes direções, nos deslocamos para obter uma visão melhor ou ouvir com mais clareza, tomar decisões com base no que sentimos e lembramos de visões e sons. Para ver mais do ambiente ao nosso redor, podemos subir uma escada, uma árvore ou uma colina e ter uma visão mais ampla. Até o advento dos balões de ar quente no século 19, essas eram as únicas maneiras de os seres humanos terem uma visão aérea da Terra. Com a invenção das câmeras em meados do século XIX, as pessoas começaram a tirar fotografias aéreas de balões. Uma das primeiras fotografias de balão foi de Boston, Massachusetts, EUA, tirada em 1860 a 1200 pés acima da cidade. Uma foto particularmente intrigante foi tirada do terremoto e incêndio em San Francisco, em 1906, usando uma série de 17 pipas ancoradas a um barco ancorado na baía de San Francisco!

Antes de 1960, os sistemas de sensoriamento remoto mais usados eram baseados na câmera, embora filmes e radares infravermelhos tivessem sido desenvolvidos e usados durante a Segunda Guerra Mundial. O sensoriamento remoto baseado no espaço começou em 1960 com o lançamento do primeiro Satélite de Observação por Infravermelho de Televisão (TIROS I).

A série de satélites TIROS inicialmente se concentrou em fornecer imagens de nuvens e foi a antecessora dos atuais satélites meteorológicos de órbita polar da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA). O primeiro satélite de sensoriamento remoto focado na superfície terrestre foi o Satélite de Tecnologia de Recursos Terrestres (ERTS I), lançado pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) em julho de 1972. Mais tarde, esse satélite foi renomeado para Landsat I e se tornou o primeiro de uma série de satélites Landsat projetados para criar imagens e mapear características da superfície terrestre. Hoje, existem muitos satélites ambientais lançados e operados por vários países e organizações multinacionais.

Inicialmente, os custos associados a essas tecnologias restringiram seu uso a grandes organizações governamentais e privadas. A introdução da Internet para uso público, o poder da computação de mesa e a proliferação de satélites de muitos países abriram essa fronteira para pessoas de todos os lugares. Agora, pequenas faculdades e empresas, escolas primárias e secundárias, planejadores de terras, grupos ambientais e até indivíduos fazem uso da tecnologia de sensoriamento remoto por satélite.

Diversas imagens derivadas de técnicas de sensoriamento remoto aparecem neste guia. Algumas parecem fotografias e, de fato, algumas são fotografias. A *Blue Marble*, talvez a imagem mais famosa da Terra do espaço, é uma fotografia tirada pelos astronautas da Apollo 17 em sua jornada para a Lua em dezembro de 1972. Desde então, muitas imagens da Terra foram capturadas. Ver Figura TK-4. Outras imagens podem parecer pinturas abstratas. Hoje, a maioria das imagens de sensoriamento remoto não são fotografias; são imagens digitais detectadas em detectores de estado sólido e convertidas em números transmitidos, armazenados e exibidos por computadores. Os instrumentos de sensoriamento remoto no Landsat produzem esse tipo de imagem digital. Visite <http://www.globe.gov/landsat> para obter as informações mais recentes sobre como obter imagens do Landsat.

Figura TK-4: A Blue Marble - Dezembro de 2012, fotografada pelo instrumento Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) a bordo do satélite Suomi National NPP.



Fonte: NASA

Quais Propriedades de um Local de Estudo do GLOBE o Mapeador Temático mede?

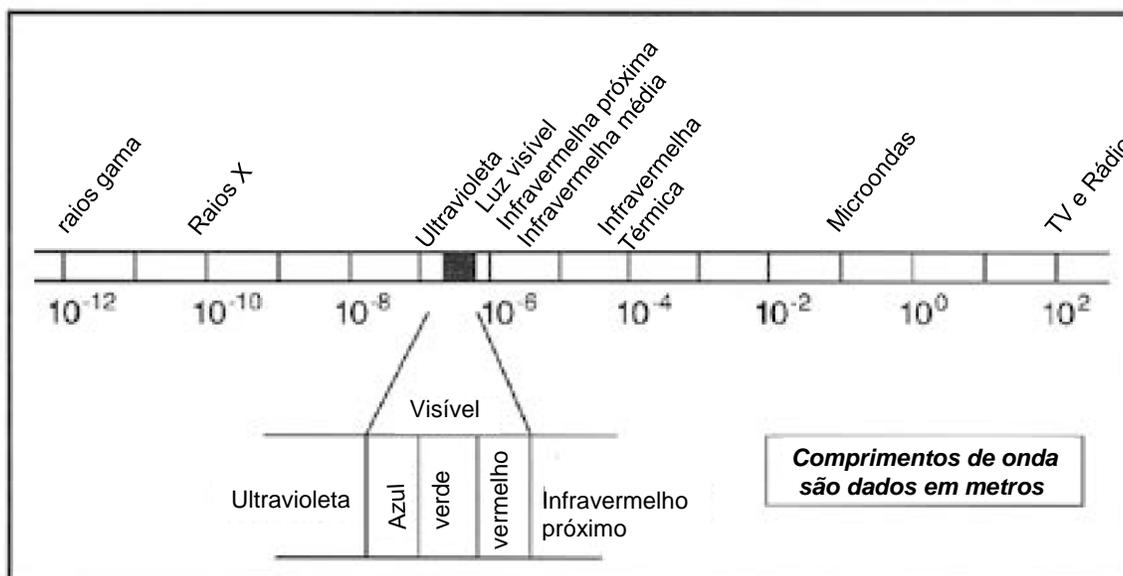
Os sensores do TM registram a luz solar visível e infravermelha (IR) que é refletida da Terra para o espaço. O Mapeador Temático também inclui sensores que detectam radiação infravermelha ou luz emitida pela Terra, mas essa parte dos recursos do TM não é usada no GLOBE.

A luz visível é a *radiação eletromagnética* ou *ondas leves* que podem ser detectadas por nossa principal capacidade de sensoriamento remoto, o olho humano. Dizem que o olho humano nos fornece cerca de 90% das informações que recebemos sobre o meio ambiente. A luz visível, no entanto, é apenas uma pequena parte de um contínuo muito grande de ondas de luz. Ver Figura TK-5. Essa radiação forma um espectro contínuo no qual as diferentes ondas são caracterizadas por seus comprimentos de onda. Os comprimentos de onda são comumente medidos em uma das duas unidades, o *mícron* (micrômetro, μm), em que $1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$ (0,000001 m), ou o *nanômetro* (nm) em que $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ (0,000000001 m).

Os comprimentos de onda mais curtos estão associados aos raios gama, cujos comprimentos de onda são de $10^{-6} \mu\text{m}$, enquanto no extremo longo da escala, as ondas de rádio e TV têm comprimentos de onda de $10^{+8} \mu\text{m}$ (= 100 metros). A luz visível fica perto do meio desse espectro, sendo a luz violeta o menor comprimento de onda e a luz vermelha o maior. Medidos em nanômetros, os comprimentos de onda da luz visível variam de 400 nm para violeta a 700 nm para vermelho.

Nos dois lados do comprimento de onda, a *faixa* de radiação visível é outros comprimentos de valor no sensoriamento remoto. Em comprimentos de onda um pouco maiores que a luz visível, estão as três faixas de luz infravermelha - próxima, média e térmica. Dados visíveis e infravermelhos são usados para avaliar a extensão e a saúde de culturas, florestas e outras formas de cobertura vegetativa.

Figura TK-5: Comprimentos de Onda da Radiação Eletromagnética



Comprimento de onda da luz visível

Luz visível azul: $4,5 \times 10^{-7}$ metros

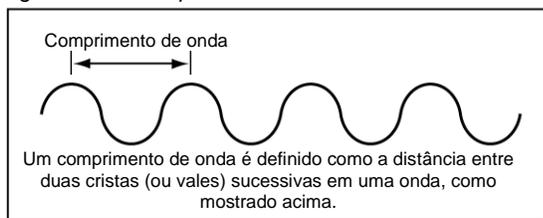
Luz visível verde: $5,5 \times 10^{-7}$ metros

Luz visível vermelha: $6,5 \times 10^{-7}$ metros

Fonte: Globo

Os comprimentos de onda rotulados no diagrama do espectro eletromagnético são o centro de uma faixa (ou banda) de comprimentos de onda para esse tipo de onda. Os tipos de ondas não estão claramente separados. Pense em um arco-íris com faixas de luz vermelha, laranja, amarela, verde, azul e violeta. As cores das ondas de luz visíveis se misturam. Para nossos propósitos, usaremos o comprimento de onda rotulado (centro do intervalo) no diagrama.

Figura TK-6: Comprimento de onda



Quando você pensa nos comprimentos de onda da radiação, pode pensar nas ondas do oceano. Os comprimentos de onda são medidos da crista de uma onda à crista da seguinte. Pense nas ondas que você viu nos lagos ou no oceano. A que distância estavam as cristas dessas ondas?

Em cada banda, o TM mede a intensidade da luz atingindo seu detector de um local específico na Terra e registra essa intensidade como um número que varia de 0 a 255. No sistema de contagem binário ou base 2, são necessários oito dígitos ou locais para contar até 255 e, como cada dígito binário é referido como um bit, diz-se que o TM fornece dados de oito bits. Os detectores e a óptica do TM foram construídos de modo que, a partir da altitude orbital de 705 km do Landsat, o local específico que reflete a luz em um detector individual é de 30 m por 30 m na superfície da Terra. Por esse motivo, o TM é descrito como tendo uma resolução espacial de 30 m. Os objetos na superfície com menos de 30 m serão calculados em média juntamente com o ambiente circundante nas intensidades medidas e não poderão ser vistos diretamente em uma imagem do TM.

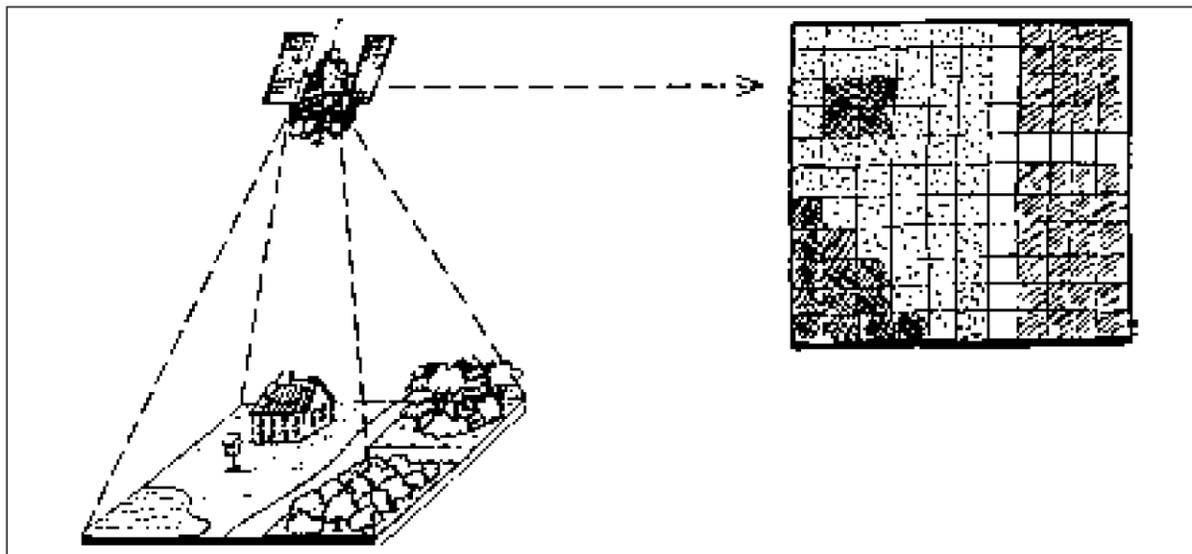
Imagens de Satélite

Uma imagem de uma grande área da superfície da Terra pode ser obtida através da montagem das intensidades medidas em muitas áreas adjacentes de 30 a 30 m. Se você olhar para uma tela de computador ou televisão ou para fotos em jornais ou revistas em quadrinhos através de uma lupa, verá pequenos pontos individuais de cor. Nossos olhos normalmente veem esse conjunto de pontos como uma imagem contínua. Cada um dos pontos é um elemento de imagem ou pixel. Para produzir uma imagem de dígitos usando dados do TM, um computador usa cada valor de intensidade para determinar o brilho de um pixel na tela. Quando totalmente exibido, cada pixel de uma imagem na tela de computação corresponde a um local específico da Terra. Esse conceito pode ser observado na *obstrução* que é aparente quando um se explode ou na ampliação para visualizar uma imagem digital mais de perto. Ver Figura TK-8.

As figuras TK-9 a TK-12 mostram vistas de satélite de aproximadamente a mesma área, o Pease International Tradeport em Portsmouth, New Hampshire, EUA, em várias resoluções espaciais diferentes para demonstrar o efeito do tamanho do pixel na qualidade da imagem.

À medida que o tamanho de um pixel diminui, o número de informações necessárias para criar uma imagem da mesma área de tamanho no solo aumenta. Limitações no armazenamento do computador podem tornar

Figura TK-7: Paisagem em Grade



Isso representa como um satélite vê a cobertura do terreno na Terra como um grupo de unidades de tamanho igual

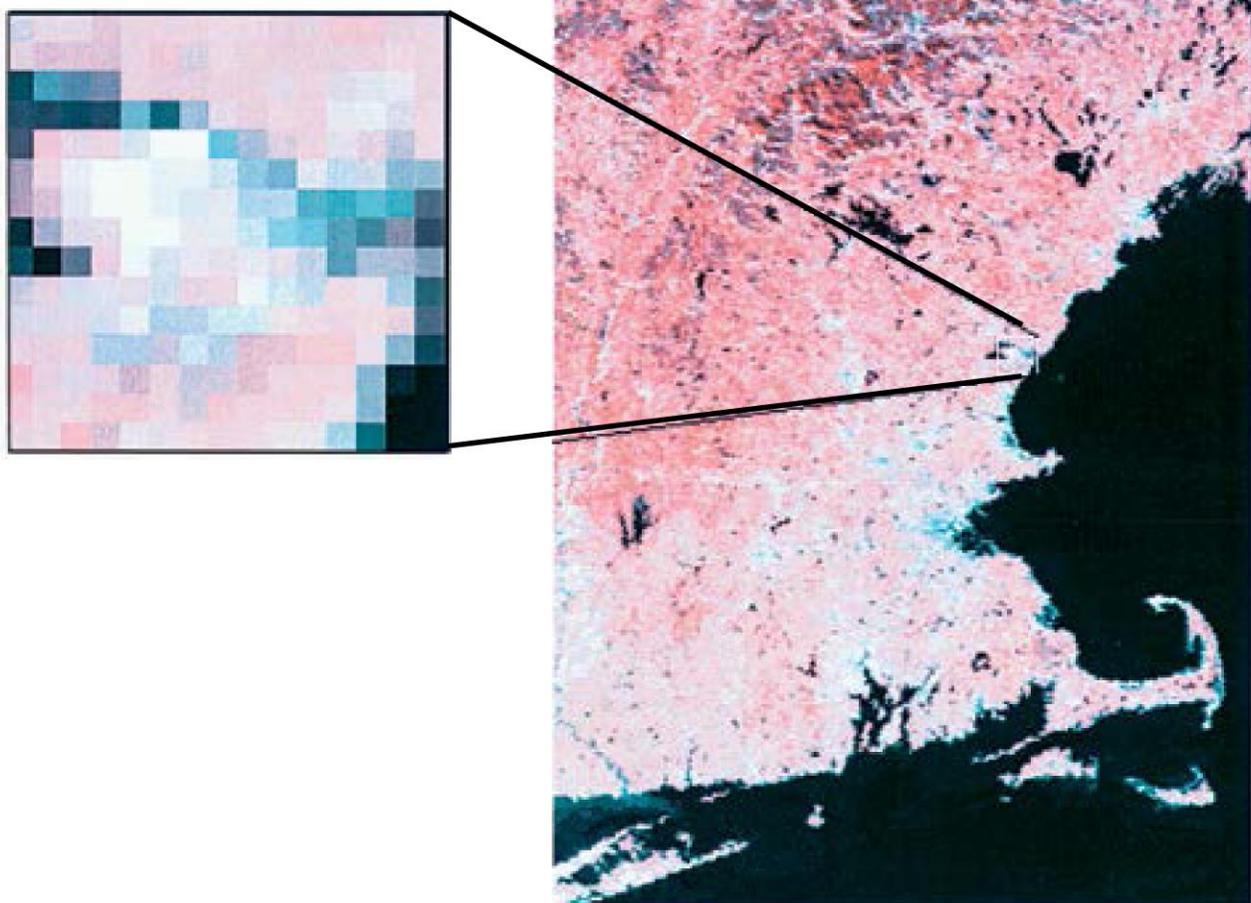
colocadas em uma paisagem.

Cada unidade é chamada de pixel.

Fonte: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, República Tcheca

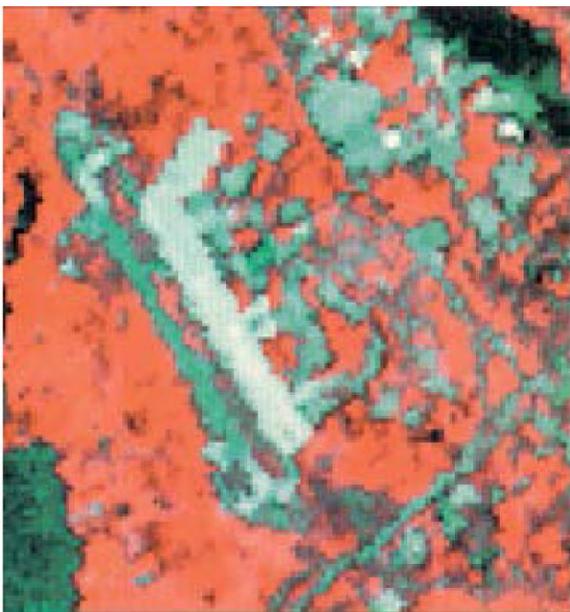
Figura TK-8: Imagem AVHRR

15 pixels x 15 pixels



Fonte: NASA

Uma imagem infravermelha em cores falsas da Nova Inglaterra a partir do sensor AVHRR (Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta) a bordo de um satélite em órbita polar NOAA. Cada pixel nesta cena tem aproximadamente 1,1 km de lado. A seção ampliada mostra uma área de 15 por 15 pixels, aproximadamente do tamanho de um Local de Estudo GLOBE e que inclui aproximadamente a mesma seção de Portsmouth, NH, das Figuras TK-9 a TK-12. Os pixels mais brilhantes nesta seção ampliada representam a área da pista e do pátio de manobras usada para estacionar aeronaves e veículos de serviço.



Landsat Multispectral Scanner – 80m pixel

Figura TK-9

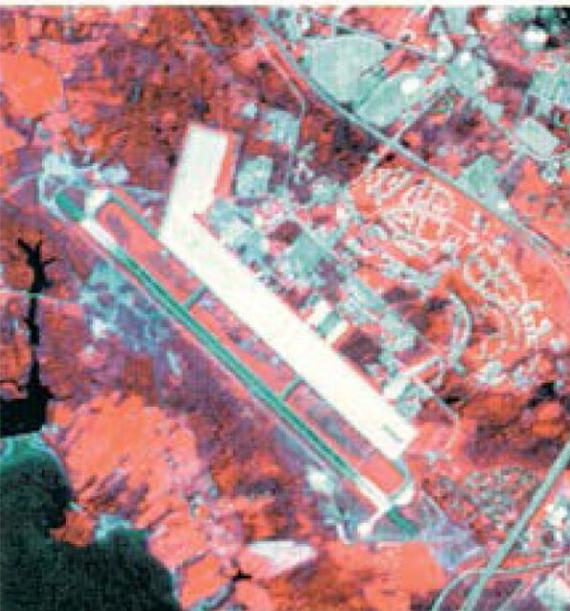
Esta imagem do Mapeador Temático Landsat mostra a mesma área que a Figura TK-8 com o scanner Multiespectral de 80 m de resolução a bordo dos cinco primeiros satélites Landsat. Nesta visão, a área de estacionamento é vista, mas poucos outros detalhes do solo são visíveis.



Landsat Thematic Mapper – 30m pixel

Figura TK-10

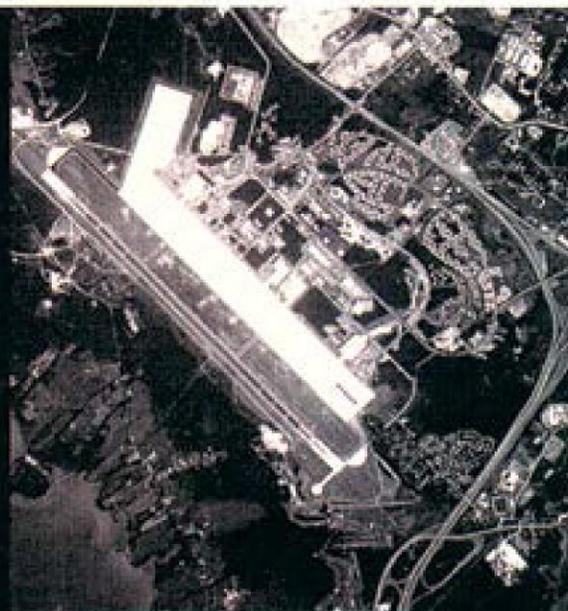
A Imagem do Mapeador Temático Landsat da mesma área que as Figuras TK-8 e TK-9 com 30 m. Nesta visão, as estradas principais são visíveis. Esses dados têm uma resolução alta o suficiente para ver recursos tão pequenos quanto uma casa. Eles são preferidos para muitos tipos de estudos ecológicos e ambientais, pois possuem alta resolução espacial e espectral.



SPOT Multispectral Scanner – 20m pixel

Figura TK-11

Pease, N.H. na resolução de 20 m do Scanner Multiespectral do Satélite francês SPOT. Nesta visão, estradas e estruturas secundárias podem ser vistas.



SPOT Panchromatic Band – 10m pixel

Figura TK-12

Pease, N.H., na resolução de 10 m do gerador de imagens Panchromatic do satélite francês SPOT.

Fonte: Usado com permissão do Programa de Observação Florestal do Dia da Terra, Universidade de New Hampshire, Dr. Barry Rock e Sr. Gary Lauten



Figura TK-13: Área de água do terreno de Canberra, Austrália, visualizada apenas na faixa de infravermelho próximo. Observe que a água parece preta.

Fonte: EROS Data Center

impraticável usar dados de alta resolução ao estudar áreas muito grandes. O objetivo de uma investigação deve, portanto, ser considerado ao decidir qual satélite ou outro sensor remoto usar. Para o GLOBE, o tamanho de pixel de 30 m por 30 m do Landsat é o mais apropriado. Com esse tamanho de pixel, a área de 15 km por 15 km de um local de estudo GLOBE pode ser coberta por uma imagem de 512 pixels por 512 pixels.

Nossos olhos podem ver em cores e também em preto e branco. Se apenas uma banda de dados do TM for usada para construir uma imagem, ela pode ser totalmente representada usando 256 tons diferentes de cinza que nossos olhos percebem como quantidades de brilho. Ver Figuras TK-12 e TK- 13. A gama completa de cores que vemos pode ser produzida combinando três cores diferentes, como vermelho, verde e azul na tela do computador ou amarelo, vermelho e azul ao misturar tintas. Ver Figura TK-14. Na tela do computador ou em uma imagem impressa, cada pixel é produzido por uma combinação de vermelho, verde e azul. Isso nos permite ver imagens de três bandas diferentes de dados do TM simultaneamente. Se permitirmos que a intensidade da banda vermelha do TM determine a quantidade de vermelho no pixel correspondente, a banda verde determine a quantidade de verde e a banda azul a quantidade de azul, a imagem resultante será semelhante àquela que nossos olhos veriam olhando para a superfície da Terra e é referida como uma imagem visível.

Como alternativa, a parte vermelha de cada pixel pode ser determinada pela intensidade da luz infravermelha próxima detectada pelo TM, a verde determinada pela intensidade da luz vermelha e a azul determinada pela intensidade da luz verde para produzir uma imagem **infravermelho de cor falsa** correspondente aproximadamente ao filme da câmera sensível ao infravermelho. A Figura TK-15 mostra essa imagem de uma área de terra e água em Praga, na República Tcheca. Outras combinações de bandas também são possíveis, mas em cada caso estamos limitados pela capacidade de nossos olhos de ver no máximo três bandas do TM em uma única imagem.

Padrões espectrais

Vamos considerar o que as diferentes cores significam. Quando a luz solar branca (composta por todas as cores) for incidente em um objeto, algumas são absorvidas e outras são refletidas. Por exemplo, um objeto que aparece em vermelho reflete a luz vermelha enquanto absorve todas as outras cores. Ver Figura TK-16. Se toda a luz incidente for refletida, o objeto parecerá branco, enquanto que se toda a luz for absorvida, o objeto parecerá preto.

A chave para interpretar dados multiespectrais é compreender as propriedades de refletância de diferentes superfícies ou objetos visualizados pelo sensor. A tendência de um objeto de refletir ou absorver a radiação solar em diferentes comprimentos de onda dá origem ao seu **padrão espectral**. Ver Figura TK-14. Assim como uma pessoa pode ser identificada por sua imagem, os padrões espectrais e espaciais podem ser combinados para identificar um objeto ou recurso de superfície detectado remotamente. Podemos prever os padrões espectrais de objetos dentro da faixa de luz visível, pois essa é a região espectral que vemos. Por exemplo, preveríamos que o oceano tivesse uma refletância mais alta nas bandas espectrais azuis e o oceano pareceria azul em uma imagem visível porque a maior parte da luz que entra no oceano é absorvida, enquanto apenas a luz azul é refletida. Esperamos que a vegetação tenha alta refletância em verde porque as folhas são verdes e assim por diante.

O TM não se limita a detectar apenas na faixa visível. Os cientistas aprenderam a interpretar padrões de refletância fora da região espectral visível e, em muitos casos, é essa informação invisível que explica o poder das imagens.

multiespectrais. A radiação no infravermelho próximo (NIR) é quase completamente absorvida pela água, enquanto a terra e particularmente a vegetação têm alta refletância na região do NIR

Assim, as bandas NIR são úteis para diferenciar terra e água. Além disso, as bandas NIR são úteis para localizar e identificar diferentes espécies de vegetação e para determinar se determinadas plantas são ou não saudáveis ou doentes. As bandas de infravermelho médio (MIR) são sensíveis ao teor de umidade e, portanto, também são úteis em estudos de vegetação.

Órbitas e Instrumentos de Satélites e Tempo e Frequência de Observação

Outro aspecto importante do sensoriamento remoto por satélite é a frequência da cobertura, ou seja, com que frequência o satélite passa por um local na superfície da Terra. Isso é determinado pela órbita em que o satélite é colocado e pela largura da área que ele representa na superfície da Terra. Quanto maior a altitude orbital, maior o tempo necessário para o satélite orbitar a Terra. Como regra geral, quanto menor o tamanho dos pixels em um instrumento de sensoriamento remoto, menor o seu campo de visão. A órbita do Landsat e a largura da área da imagem da TM foram escolhidas para fornecer cobertura

de todos os lugares na superfície da Terra pelo menos uma vez a cada 16 dias (exceto para pequenas regiões ao redor dos polos que nunca são fotografadas).

A órbita também foi escolhida para que o Landsat sempre passasse por cima à mesma hora local todos os dias. No equador, esse horário é em torno das 9h45. Tais órbitas são chamadas síncronas ao sol. Os ângulos do sol, sombras e outros efeitos visíveis nas imagens do TM permanecem semelhantes ou variam lentamente de maneiras previsíveis.

À medida que a Terra progride através das estações, a refletividade da superfície terrestre muda principalmente devido a mudanças na vegetação e à distribuição da cobertura de neve e do gelo do mar. As mudanças na vegetação ocorrem lentamente como resultado de mudanças sazonais nas plantas decíduas e na quantidade de umidade disponível para as plantas resultante dos padrões sazonais de precipitação.

Figura TK-14: Reflexão de Alguns Alvos

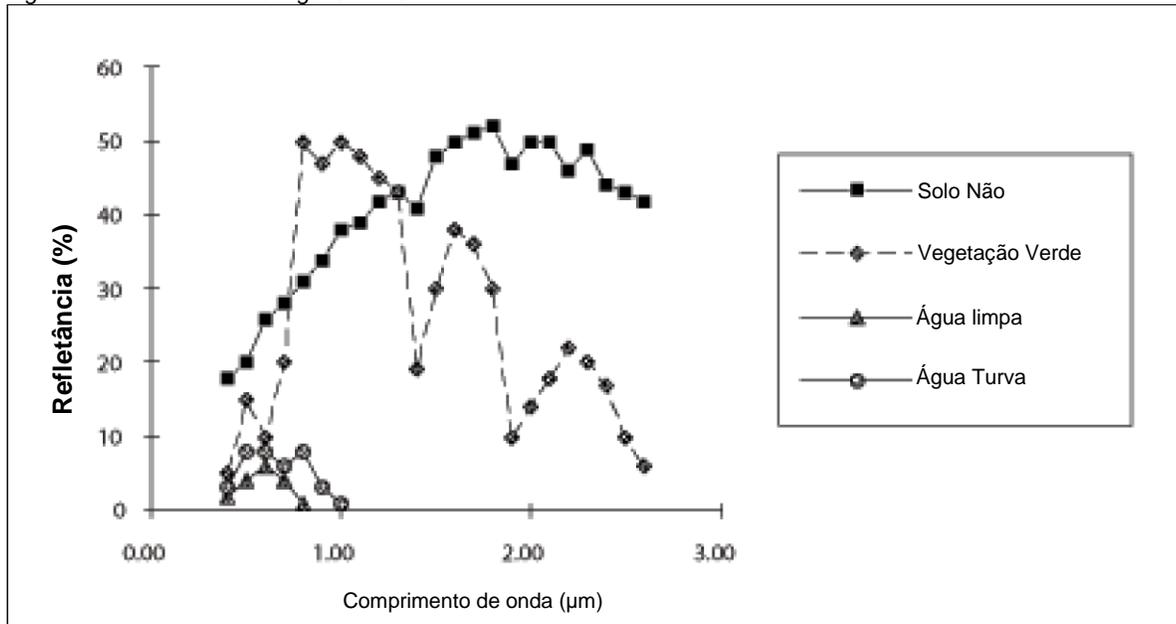


Figura TK-15: Imagem Composta de Cores Falsas de Praga

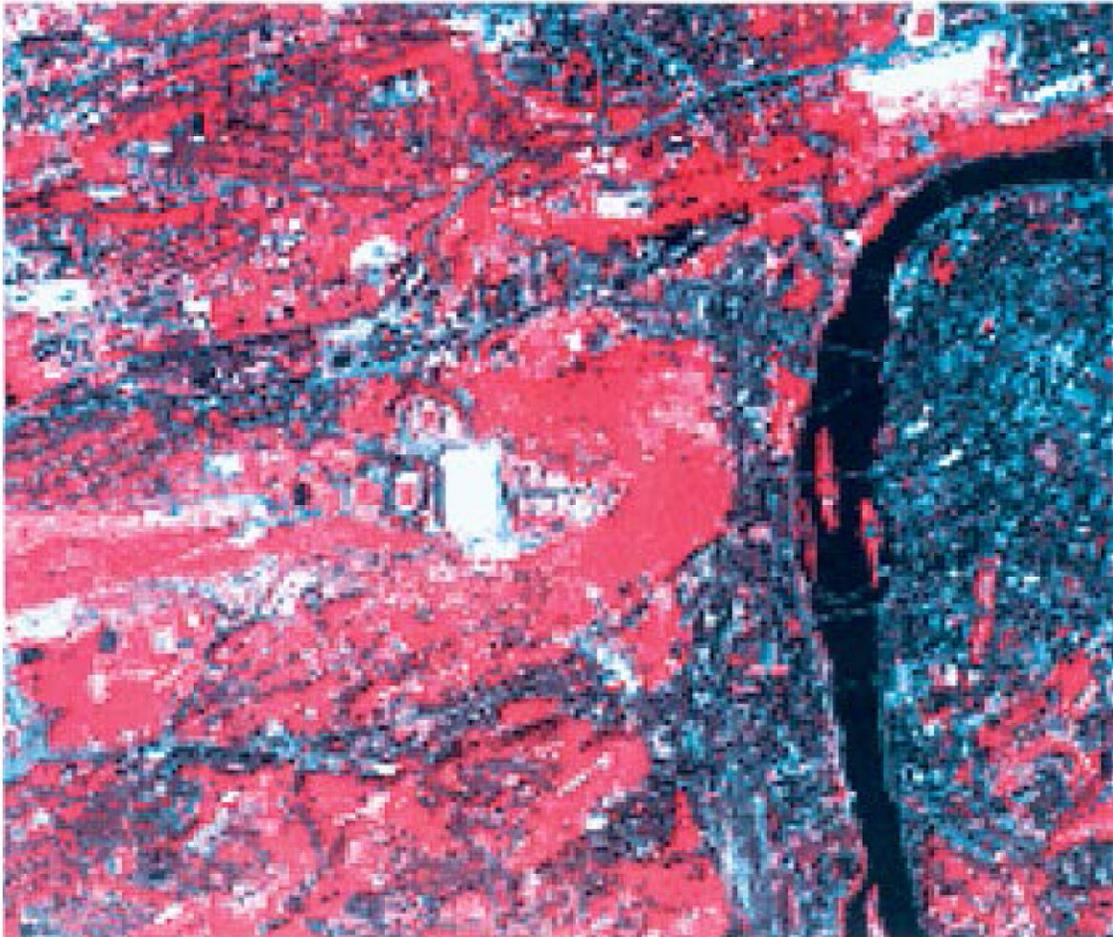
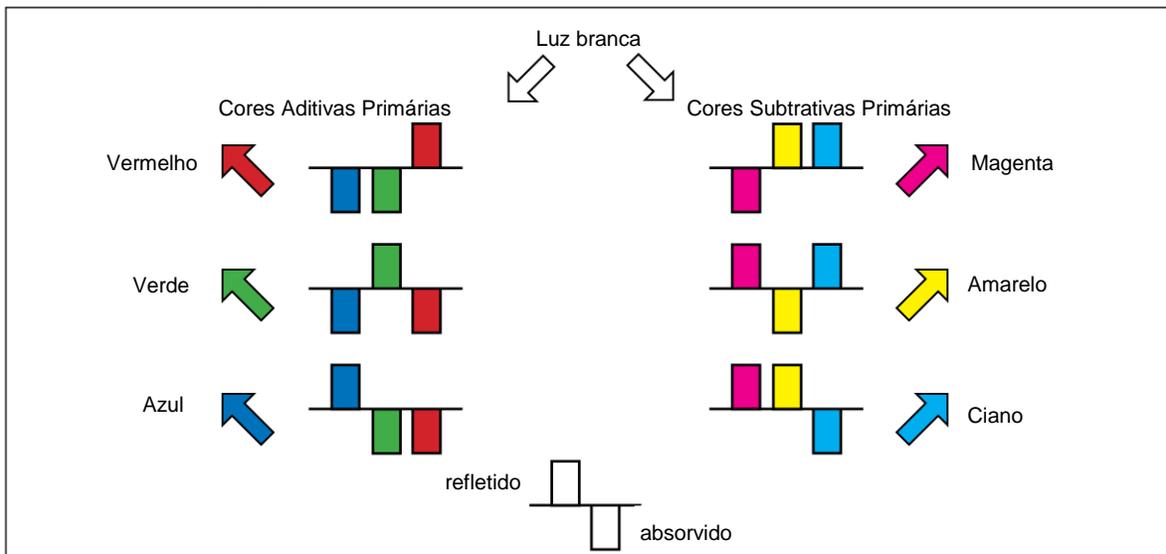


Figura TK-16: Aditivo Primário Visual e Cores Subtrativas Secundárias



As cores Aditivas Primárias e Secundárias são produzidas quando os objetos absorvem e refletem diferentes combinações das cores encontradas na luz branca. Fonte: GLOBE

Medições GLOBE e seus Instrumentos

As medições ambientais GLOBE estão em quatro áreas de estudo: Atmosfera, Biosfera (incluindo Cobertura do Solo e Fenologia), Hidrosfera e Solo (Pedosfera). A tabela a seguir resume medições, protocolos GLOBE associados, instrumentos para coleta de dados, nível de habilidade e como acessar os equipamentos listados (compra, construção ou download).

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
GPS				
Latitude, longitude, elevação	Protocolo de GPS	Receptor de GPS	Todos	Comprar
Atmosfera				
Aerossóis	Protocolo de Aerossol	Fotômetro solar (voltímetro digital para alguns instrumentos)	Médio e Secundário	Comprar ou construir
Temperatura do Ar	Protocolo Digital de Temperatura do Ar e do Solo Máxima / Mínima Múltiplas do Dia	Termômetro Digital Máximo/Mínimo de Múltiplos Dias, Termômetro de Calibração, Termômetro de solo, Espaçadores, Abrigo de instrumentos	Todos	Construir/fabricar: espaçadores (podem ser feitos de madeira ou pvc); Construir/fabricar ou comprar: abrigo de instrumentos; Comprar todos os outros
	Protocolo de Temperatura de Máxima, Mínima e Atual	Termômetro máximo/mínimo, termômetro de calibração, abrigo para instrumentos	Todos	Construir/fabricar ou Comprar: abrigo de instrumentos; Comprar todos os outros
Pressão barométrica	Protocolo de Pressão Barométrica	Barômetro aneroide ou altímetro ou barômetro digital	Todos	Comprar
Tipo de nuvem e contrail	Protocolos em nuvem	Gráfico de nuvens, gráfico de contrail	Todos	Baixar ou comprar
Precipitação	Protocolo de chuva	Pluviômetro	Todos	Comprar
	Protocolo de Precipitação Sólida	Snowboard, pluviômetro, régua métrica, bastão para medição de profundidade de neve	Todos	Construir
	Protocolo de pH de precipitação	Papel indicador de pH	Primário	Comprar
		Medidor de pH, dois ou três tampões de pH: 7, 4 e 10	Médio e Secundário	Comprar

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
		(dependendo das especificações do medidor)		
Umidade Relativa	Protocolo de Umidade Relativa	Higrômetro digital, termômetro (calibração ou máximo/mínimo)	Todos	Comprar
		Psicrômetro tipo Sling, abrigo para instrumentos, termômetro de calibração	Todos	Construir/fabricar ou Comprar: abrigo de instrumentos; Comprar todos os outros
Ozônio de superfície	Protocolo de Ozônio de Superfície	Scanner de tira de teste de ozônio, tiras de teste químico de ozônio, estação de medição de ozônio, sacolas seláveis, dispositivo de direção do vento	Todos	Construir/fabricar: estação; Comprar todos os outros
Temperatura da superfície	Protocolo de Temperatura da Superfície	Termômetro Infravermelho (IRT)	Médio e Secundário	Comprar
Vapor de água	Protocolo de vapor de água	GLOBE/GIFTS Instrumento de Vapor de Água	Médio e Secundário	Comprar
Medições Atmosféricas Combinadas	Protocolos Automatizados de Estações Meteorológicas	Estação meteorológica com um registrador de dados conectado a um computador adequado, Termômetro de calibração, pluviômetro	Médio e Secundário	Comprar
Biosfera				
Cobertura do Solo				
Biometria	Protocolo de Biometria	Fita métrica de 50 m, bússola, Guia de Campo MUC ou Tabela de Sistemas MUC, caneta/lápis, <i>Para áreas de arborização:</i> Guia de identificação de espécies, densiômetro tubular, clinômetro, fita métrica <i>Para Biomassa de Capim:</i> cortadores de grama,	Todos	Construir/Fabricar: densiômetro e clinômetro; Comprar todos os outros

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
		pequenos sacos de papel pardo, estufa ou outro método de secagem, balança		
Combustível Inflamável	Protocolo de Combustível Inflamável	Fita métrica de 50 m, bússola, Guia de Campo MUC ou Tabela de Sistemas MUC, clinômetro, guias de identificação de espécies, bandeiras, vareta de medição, cavilhas	Médio e Secundário	Construir/Fabricar: clinômetro; Comprar (todos os outros)
Classificação da Cobertura do Solo	Protocolo do Local de Amostra de Cobertura do Solo	Bússola, fita métrica de 50 m, caneta/lápis, imagens Landsat do seu local de estudo GLOBE, Guias de campo de vegetação local, Guia de Campo MUC ou Tabela de Sistema MUC, materiais do Protocolo de Biometria, conforme necessário	Todos	Baixar Imagens do Landsat; Construir/Fabricar: densiômetro e clinômetro (Materiais do Protocolo de Biometria); Comprar todos os outros
Fenologia				
Migração de animal	Protocolo de Monitoramento da Migração de Aves do Ártico	Binóculos ou telescópio, livro de campo, lápis, guia de identificação de aves	Todos	Comprar
	Protocolo Beija-flor-de-pescoço-vermelho	Alimentador ou ração ou flores para Beija-flor-de-pescoço-vermelho, binóculos, guia de identificação de aves, bússola	Todos	Comprar
Fenologia vegetal	Protocolo Green-Down	Fita para sinalização, bússola, lápis, Guia de Cores de Planta GLOBE, marcador	Todos	Comprar
	Protocolo Green-Up	Régua (métrica), fita de sinalização, guia de identificação da espécie, bússola	Todos	Comprar
	Protocolo de Fenologia Lilás	Bússola, lápis	Todos	Comprar

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
	Protocolo dos Jardins Fenológicos	Bússola, fita métrica, lápis, equipamento para pH do solo	Todos	Comprar
	Protocolo de Fenologia de Reprodução de Algas	Régua (métrica), bússola, clinômetro, tabelas de marés locais, lápis, varas de medição de 2 a 4 metros ou quadrículas, cópia das imagens e descrições das fases reprodutivas	Médio e Secundário	Comprar
Hidrosfera				
Alcalinidade	Protocolo de Alcalinidade	Kit de alcalinidade da água	Médio e Secundário	Comprar
Oxigênio dissolvido	Protocolo de Oxigênio Dissolvido	Kit de oxigênio dissolvido	Médio e Secundário	Comprar
Condutividade Elétrica Somente Locais de Água Doce	Protocolo de Condutividade Elétrica	Dispositivo de teste de sólidos dissolvidos totais (condutividade), solução de calibração	Todos	Comprar
Macroinvertebrados de água doce	Protocolo de Macroinvertebrados de Água Doce	Luvas de látex, instrumento de coleta (redes de jogar, rede no formato D ou quadrículas), jarras de plástico transparente, pequenos frascos de plástico, frascos de spray ou esguicho de plástico, bulbo de 20 mL, seringas auto-destrutíveis, conta-gotas, pinça de plástico ou metal, lupas, baldes na cor branca de 5 L, bandejas na cor branca, bandeja de subamostragem, peneira de 0,5 mm (ou menor), peneira entre 2-5 m, chaves de identificação de macroinvertebrados aplicáveis localmente, frascos de amostras com solução de preservação (etanol a 70%) e	Médio e Secundário	Construir/Fabricar: Redes de jogar, Rede no formato D ou quadrícula; Comprar todos os outros

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
		tampas estanques (opcional)		
Nitrato	Protocolo de Nitrato	Kit de nitrato de água	Médio e Secundário	Comprar
Salinidade - Sites de água salobra e salgada	Protocolo de Salinidade	Hidrômetro, cilindro graduado em plástico transparente de 500 mL, termômetro orgânico com líquido	Todos	Comprar
	Protocolo do Método de Titulação de Salinidade	Kit de salinidade	Médio, secundário opcionais	Comprar
Transparência - Somente em Locais de Águas Profundas	Protocolo de Transparência da Água	Disco Secchi, corda de 5 m	Todos	Comprar
Transparência - Águas de Superfície	Protocolo de Transparência da Água	Tubo de transparência	Todos	Construir/fabricar ou comprar
PH da água		Papel indicador de pH	Primário	Comprar
		Medidor de pH, dois ou três tampões de pH: 7, 4 e 10 (dependendo das especificações do medidor)	Médio e Secundário	Comprar
Temperatura da água	Protocolo de Temperatura da Água	Termômetro orgânico cheio de líquido	Todos	Comprar
Solo (Pedosfera)				
Densidade aparente	Densidade aparente	Latas ou outros recipientes para amostragem de metais, estufa ou outro método de secagem, cilindro graduado, peneira	Todos	Comprar
Caracterização do Solo - Inclinação do Campo, Profundidade do Horizonte, Estrutura, Cor, Consistência, Textura, Carbonatos	Protocolo de Caracterização do Solo	Clinômetro, câmera, Vareta de Medição, cartela de cores, latas de amostra, outros recipientes, pá ou Trado	Todos	Construir/Fabricar: clinômetro; Comprar todos os outros
Fertilidade do solo (nitrato,	Protocolo de Fertilidade do Solo	Kit NPK do Solo	Médio e	Comprar

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
fosfato e potássio)			Secundário	
Infiltração	Protocolo de Infiltração	Infiltrômetro de anel duplo	Todos	Construir/Fabricar
Umidade do solo	Protocolos de Umidade Gravimétrica e Volumétrica do Solo	Balança, vareta de medição, estufa ou outro método de secagem, latas de amostra, outros recipientes de solo, trado (amostragem em profundidade), fita métrica de 50 m (transect), espátula, sacos ziplock, argila/massa de vidraceiro	Todos	Comprar
	Protocolo do Sensor de Umidade do Solo	Medidor de umidade do solo, sensores de umidade do solo, tubulação de PVC	Secundário	Comprar
Densidade de partículas do solo	Protocolo de Densidade de Partículas do Solo	Balão volumétrico ou Erlenmeyer de 100 ml com rolhas, fonte de calor, termômetro, balança	Médio e Secundário	Comprar
Distribuição de Tamanho de Partícula do Solo	Protocolo de Distribuição de Tamanho de Partícula do Solo	Cilindros graduados de 500 ml, reagente dispersante do solo (Hexametáfosfato de sódio), recipientes de 250 ml ou mais, termômetro, cilindro graduado de 100 ml, vareta de medição	Todos	Comprar
PH do solo	Protocolo de pH do Solo	papel de pH, medidores e tampões de pH, béquer de 100 ml, balança	Todos	Comprar
Temperatura do solo	Protocolo de Temperatura do Solo	Termômetro de solo, espaçadores	Todos	Construir/fabricar: espaçadores (podem ser feitos de madeira ou pvc); Comprar: todos os outros
	Protocolo Digital de Temperaturas do Solo Múltiplas do Dia	Termômetro Digital Máximo/Mínimo de Múltiplos Dias, Termômetro de Calibração, Termômetro de	Todos	Construir/fabricar: espaçadores (podem ser feitos de madeira ou pvc); Construir/fabricar ou comprar: abrigo de

Medição(ões)	Protocolo	Instrumento(s)	Nível de habilidade	Acesso (comprar, construir/fabricar ou baixar)
		solo, Espaçadores,		instrumentos; Comprar todos os outros
	Protocolo Digital de Temperatura do Ar e do Solo Máxima / Mínima Múltiplas do Dia	Termômetro Digital Máximo/Mínimo de Múltiplos Dias, Termômetro de Calibração, Termômetro de solo, Espaçadores,	Todos	Construir/fabricar: espaçadores (podem ser feitos de madeira ou pvc); Construir/fabricar ou comprar: abrigo de instrumentos; Comprar todos os outros
Temperatura Automatizada do Solo e do Ar	Protocolo do Registrados de Dados HOBO	Registrador de dados e software de 4 canais, 1 sensor de temperatura do ar, 3 sensores de temperatura do solo, cabo de interface do registrador de dados para computador, caixa estanque, dessecante, 4 conectores de alívio de tensão, dessecante, abrigo para instrumentos	Médio e Secundário	Construir/fabricar ou Comprar: abrigo de instrumentos; Comprar todos os outros
Medições combinadas de solo (umidade e temperatura)	Protocolo da Estação de Umidade e Temperatura do Solo Davis	Estação de umidade/temperatura do solo conectada a uma estação meteorológica com um registrador de dados conectado a um computador, termômetro de calibração	Médio e Secundário	Comprar

Especificações do Instrumento

GLOBE

Todas as especificações dos instrumentos GLOBE descritas abaixo representam as especificações mínimas necessárias para coletar dados cientificamente válidos. As escolas GLOBE podem usar instrumentos que atendem ou excedem essas especificações. Por exemplo, as especificações GLOBE para papel em pH exigem um intervalo de 2 a 9 unidades de pH. Um papel de pH com intervalo de 1 a 14 excede as especificações e pode ser usado pelas escolas GLOBE.

GPS

Latitude, Longitude e Elevação dos Locais de Estudo GLOBE - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) O instrumento deve ser capaz de:

- De preferência, capaz de expressar latitude e longitude em graus decimais até os 0,0001 graus mais próximos (pode alternativamente expressar em graus inteiros, minutos e minutos decimais para os 0,01 minutos mais próximos, mas isso exigirá conversão antes de relatar as leituras ao GLOBE) e
- Exibindo o tempo na tela em unidades de UT horas, minutos e segundos,
- Usando o datum de mapa WGS-84 e
- Exibindo elevação em metros.

Atmosfera

Aerossois - Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: Fotômetro solar

O fotômetro solar GLOBE possui dois canais ópticos/eletrônicos, um com comprimento de onda efetivo de 505 nm de espessura óptica de aerossol e outro com comprimento de onda efetivo de AOT de 625 nm, onde O “comprimento de onda efetivo de espessura óptica de aerossol” é definido em Brooks, David R. e Forrest M. Mims III: Desenvolvimento de um fotômetro solar portátil, com base em LED, barato para o programa GLOBE. *J. Geophys. Res.* **106**(D5), 4733-4740, 2001. (Ou seja, os algoritmos apresentados neste documento são parte integrante da especificação do instrumento.) Os detectores de LED para cada canal devem ser obtidos diretamente da Equipe Científica de Aerossois GLOBE.

Os detectores e seus componentes eletrônicos a bateria associados estão alojados em uma caixa de plástico ou metal fechada com aproximadamente 15 cm de comprimento por 5 cm de altura por 8 cm de largura. Os detectores devem ser montados em um plano que permita que os próprios amostras de LED (embutidos em um invólucro epóxi padrão T-1-3 / 4) fiquem a 12,5 cm de uma extremidade da caixa e essa extremidade deve conter um furo de abertura solar de 5,5 mm (7/32.”) de diâmetro. A extremidade redonda da caixa de LED, que atua como uma lente em aplicações usuais de LED, deve ser achatada e polida. Deve haver uma linha clara do local desse furo de abertura para cada detector. Nenhuma luz interna é necessária.

A luz solar é alinhada nos detectores através do uso de dois suportes de alinhamento montados na parte externa da caixa. A luz do sol passa por um furo redondo no suporte frontal e depois brilha sobre duas marcas de alinhamento no suporte traseiro (uma para cada canal). Quando o ponto da luz solar estiver centrado sobre uma marca de alinhamento, ele também deverá estar centrado sobre o LED do canal correspondente. (Meios alternativos para alinhar o sol nos detectores são aceitáveis.)

Os componentes eletrônicos consistem em dois amplificadores de transimpedância baseados no amplificador de baixa potência (ou seus equivalentes funcionais) para converter a corrente do LED em uma tensão da ordem de 1-2V sob a luz solar. Ruído, ganho, desvio de temperatura e outras características de desempenho do amplificador operacional devem ser semelhantes aos dos Amplificadores Operacionais de Tecnologia Linear LTC1050 ou LTC1051. (Os amplificadores

operacionais genéricos do tipo 741 ou seus equivalentes duplos não são adequados para este instrumento.) Os capacitores de derivação devem ser incluídos nos circuitos de feedback resistivo para evitar a auto-oscilação.

A saída do fotômetro solar deve ser monitorada conectando um voltímetro digital externo às tomadas de pinos montadas na caixa ou através de um medidor digital embutido. Um medidor embutido deve exibir pelo menos três dígitos à direita do ponto decimal para saída na faixa de 1-2V.

Especificações do Instrumento: Voltímetro Digital

Um voltímetro digital (ou multímetro) com uma configuração de volts CC que: (i) tenha alcance automático dentro da faixa de 0 a 20VCC ou (ii) seja selecionável manualmente para configurações de faixa de 0 a 2VCC e 0 a 20VCC. Para entradas inferiores a 10VCC (ou seja, até 9,999V), o medidor deve exibir três dígitos à direita do ponto decimal.

Temperatura do ar - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Termômetros Digitais Max/Min

Termômetros digitais máx/min podem ser usados. Eles devem ter uma precisão de $\pm 0,5$ °C ou uma precisão de pelo menos $\pm 0,5$ °C e um deslocamento de erro que seja independente da temperatura. Esses termômetros podem ser termômetros digitais máx/min de um dia que são verificados e redefinidos a cada dia ou termômetros digitais máx/min de vários dias que registram os valores de temperatura por vários dias.

Os termômetros digitais máx/min de vários dias devem poder registrar temperaturas máximas/mínimas durante 24 períodos que podem ser configurados para começar e terminar dentro de uma hora do meio-dia solar local.

Especificações do Instrumento: Sensor de Temperatura Digital

Os sensores digitais de temperatura também podem ser usados para monitorar a temperatura. Eles devem ter uma precisão de $\pm 0,5$ °C ou uma precisão de pelo menos $\pm 0,5$ °C e um deslocamento de erro que seja independente da temperatura.

Especificações do Instrumento: Termômetro de calibração

O termômetro máximo/mínimo será calibrado com um segundo termômetro, que é um termômetro orgânico cheio de líquido com uma faixa de temperatura de -5 °C a 50 °C. O termômetro deve ser calibrado na fábrica e testado com padrões rastreáveis ao NIST (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia - Estados Unidos) com uma precisão de +0,5 °C, com divisões na escala de 0,5 °C. Ele deve ser fornecido com um revestimento de proteção com furos na extremidade da lâmpada para permitir a circulação e um furo na parte superior para pendurar o termômetro no abrigo do instrumento para calibrar o termômetro máximo/mínimo.

Especificações do Instrumento: Abrigo para Instrumentos

É necessário um abrigo para instrumentos para alojar o termômetro máximo/mínimo e o termômetro de calibração para garantir medições de temperatura do ar cientificamente utilizáveis.

O abrigo para instrumentos deve ser construído com um material com um valor de isolamento térmico igual ou superior ao da madeira de pinho branco temperada (aproximadamente 2,0 cm de espessura). Deve ser pintado de branco com tinta de qualidade externa. O abrigo deve ser ventilado e ser grande o suficiente para permitir a circulação de ar ao redor do termômetro. As dimensões internas devem ter pelo menos 45 cm de altura, 24,0 cm de largura e 12,0 cm de profundidade. O abrigo deve ter uma porta com dobradiças na parte dianteira, persianas na frente e nas laterais e furos na parte inferior e na parte superior dos lados para aumentar a ventilação se as persianas não se estenderem para a parte superior dos lados. A porta deve conter uma fechadura. O abrigo do instrumento deve ser montado em uma parede ou poste. O topo do abrigo deve se inclinar para baixo em direção à parte dianteira. As partes do abrigo devem ser bem presas umas às outras, usando parafusos ou com pregos e cola. As juntas devem ser vedadas com composto de calafetagem resistente às intempéries. Instruções detalhadas sobre a construção de um abrigo para instrumentos são fornecidas em *Construção do instrumento: Abrigo para Instrumentos na Investigação da Atmosfera*.

Pressão Barométrica - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Barômetro Aneroide

O barômetro aneróide deve ter uma escala clara com uma faixa de pressão entre 940 e 1060 milibares. A escala deve ser legível para o milibar inteiro mais próximo e ter uma precisão de 3,5 milibares em toda a faixa. Uma agulha definida deve estar na face do barômetro. O barômetro deve

ser calibrável. Este barômetro será mais útil para estações cuja altitude é inferior a 500 metros acima do nível do mar. As escolas em altitudes mais altas precisarão usar um altímetro.

Especificações do Instrumento: Altímetro

Um altímetro é um tipo especial de barômetro aneroide projetado para fornecer alturas (usando valores padrão de temperatura e pressão), bem como leituras reais de pressão atmosférica. A escala deve ser dada em milibares e estender-se de 650 mil a 1050 milibares. A precisão deve ser de 3,5 milibares acima do alcance do instrumento. O altímetro deve ser calibrável. Este instrumento é para a medição da pressão atmosférica em elevações acima de 500 m.

Especificações do Instrumento: Sensor Digital de Pressão Barométrica

Os valores de pressão barométrica também podem ser coletados com um sensor de pressão barométrica digital. Este sensor deve ter uma faixa de pressão entre 940 e 1060 mbars com uma resolução de mbar e uma precisão de 3,5 mbars em toda a sua faixa. As pressões barométricas relatadas pelo sensor devem ser as pressões da estação.

Cobertura/Tipo de nuvens - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Gráfico de Nuvens

O gráfico de nuvens do GLOBE deve exibir pelo menos um exemplo visual de cada um dos 10 tipos básicos de nuvens: cirro, cirrostratus, cirrocumulus, altostratus, altocumulus, cumulus, nimbostratus, stratus, cumulonimbus, estratocumulus. A cobertura de nuvens será estimada visualmente (Ver a *Atividade de Aprendizagem de Estimativa de Cobertura de Nuvens*). O gráfico de nuvem do GLOBE está disponível em vários formatos e em vários idiomas e pode ser baixado no site do GLOBE.

Especificações do Instrumento: Gráfico de Contrail

O gráfico de contrail do GLOBE deve exibir pelo menos um exemplo visual de cada um dos três tipos de contrail: propagação de vida curta, persistente e persistente. A cobertura de contrail será estimada visualmente (Ver a *Atividade de Aprendizagem de Estimativa de Cobertura de Nuvens*). O gráfico de contrail do GLOBE está disponível em vários formatos e em vários idiomas e pode ser baixado no site do GLOBE.

Precipitação Líquida - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Pluviômetro

A precipitação será medida com um pluviômetro plástico de visão clara, com um coletor com pelo menos 102 mm de diâmetro. O pluviômetro deve ter pelo menos 280 mm de altura com uma escala indicando chuva coletada de 0,2 mm ou menos em um cilindro transparente interno. Ele deve ter capacidade para medir chuvas de 280 mm sem transbordar. O formato da parte externa também deve ser cilíndrico e o transbordamento do cilindro interno deve ser direcionado para a parte externa do pluviômetro. O cilindro externo deve poder ser usado na posição invertida para coletar uma amostra de neve para medir o teor de água da neve. O pluviômetro deve ser fornecido com o hardware necessário para a instalação em um mastro. As instruções para localização são fornecidas na *Investigação da Atmosfera*.

Especificações do Instrumento: Caçamba Basculante Eletrônica

Um instrumento eletrônico de medição de chuva para caçamba basculante pode ser usada em conjunto com uma estação meteorológica automatizada. A caçamba basculante deve ter uma resolução de pelo menos 0,25 mm.

Precipitação, Sólida - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Snowboard

A profundidade da queda de neve diária será medida com uma placa de madeira compensada, pintada de branco, com aproximadamente 40 cm X 40 cm x pelo menos 1 cm de espessura.

Especificações do Instrumento: Pluviômetro

O pluviômetro descrito em *Precipitação, Líquido* será usado para esta medição. *Especificações do Instrumento: Mastro de profundidade de neve*

Para profundidades de neve inferiores a 1 metro, recomenda-se uma vareta de medição. Quando a neve é mais profunda que um metro, é usado um mastro de profundidade da neve. Isso pode ser feito a partir de um mastro de 2 metros colocando duas varetas de medição de ponta a ponta nesse mastro.

pH de Precipitação - Todos os Níveis de Habilidade

Os mesmos instrumentos descritos em *Hidrologia: O pH da água* será usado para esta medição.

Umidade relativa - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Higrômetro digital

Um higrômetro digital ou sensor deve fornecer uma leitura digital da umidade relativa até o 1% mais próximo. Em uma faixa de 20 a 95%, a precisão deve ser de pelo menos 5%.

O higrômetro digital deve incluir um suporte para permitir que a unidade seja colocada na posição vertical no chão do abrigo para o instrumento, enquanto as medidas estão sendo realizadas. A calibração é feita pelo fabricante e deve ser garantida por pelo menos dois anos, com a recalibração subsequente disponível. As pilhas devem ser incluídas. A unidade não deve ser deixada na área externa diariamente. Em ambientes úmidos, é recomendável armazenar o higrômetro digital com um dessecante absorvente.

Especificações do Instrumento: Psicrômetro tipo Sling

As temperaturas da lâmpada úmida e da lâmpada seca devem ser medidas com um Psicrômetro tipo Sling, que consiste em dois termômetros com enchimento de álcool. Os termômetros devem ser legíveis apenas em graus Celsius, com escalas marcadas em incrementos de 1,0 °C, e as escalas devem ser capazes de suportar estimativas de temperatura até os 0,5 °C mais próximos, em uma faixa de -1 °C a 35 °C. O psicrômetro deve estar em um estojo de proteção resistente ou com lâmpadas espirituosas montadas em uma placa rígida e deve ter a alça necessária para girar ou suspender. Os termômetros devem ser calibrados na fábrica com uma precisão de +1,0 °C, o que fornecerá uma precisão de umidade relativa de 5%. Ambas as escalas devem ser ajustáveis para calibração ou as lâmpadas espirituosas substituíveis. Cada escala deve ser claramente marcada para indicar Celsius. As instruções para localização e instalação são fornecidas na *Investigação da Atmosfera*.

Especificações do Instrumento: Termômetro de calibração

O Termômetro de Calibração descrito em Temperatura do ar pode ser usado para esta medição.

Especificações do Instrumento: Termômetro Máximo/Mínimo

O Termômetro Máximo/Mínimo descrito em Temperatura do ar pode ser usado para esta medição.

Especificações do Instrumento: Abrigo para Instrumentos

O Abrigo para Instrumentos descrito em Temperatura do Ar será usado para esta medição.

Ozônio de Superfície - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Tiras químicas de ozônio

As tiras químicas de ozônio contêm uma solução de cloreto de estanho (II) di-hidratado e 1,5-difenilcarbazida dissolvida em acetona de grau reagente. Quando exposto ao ar, o ozônio reage com a mistura e desencadeia uma reação colorimétrica, resultando na formação de uma cor rosa. As concentrações de ozônio no nível do solo podem ser medidas quantificando a mudança de cor em uma tira química exposta usando um leitor óptico de ozônio.

Especificações do Instrumento: Scanner de Tira de Teste de Ozônio

O leitor óptico de tira de teste de ozônio opera como um espectrofotômetro simples que consiste em um diodo emissor de luz (LED) emitindo luz perto de 540nm e um fotodiodo que captura a luz refletida na tira de teste química exposta e a converte em tensão elétrica. O leitor deve ser calibrado para que a tensão medida possa ser exibida como uma concentração de ozônio em partes de ozônio por bilhão de partes de ar (ppb). O nível zero de ozônio deve ser definido inserindo uma tira de teste de ozônio não exposta no leitor e armazenando a tensão produzida. Qualquer absorção a 540 nm acima desse valor será medida como uma concentração específica de ozônio.

Especificações do Instrumento: Estação de Medição de Ozônio

Instruções para a construção de uma estação de medição de ozônio são fornecidas em *Construção do Instrumento: Ozônio de superfície* na *Investigação de Atmosfera*.

Especificações do Instrumento: Instrumento de Direção do Vento

Qualquer dispositivo capaz de exibir a direção do vento, como o cata-vento. Instruções para a construção de um instrumento de direção do vento são fornecidas em *Construção do Instrumento: Ozônio de superfície* na *Investigação de Atmosfera*.

Temperatura da Superfície - Média, Secundária

Especificações do Instrumento: Termômetro Infravermelho (IRT)

O Termômetro Infravermelho deve ser um instrumento portátil. Ele deve ter uma precisão de +/- 1 °C em uma faixa de -32 °C a 72 °C.

Vapor de água - Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: GLOBE/GIFTS Instrumento de Vapor de Água

O instrumento de vapor de água GLOBE/GIFTS é baseado no mesmo princípio e projeto similar ao fotômetro solar GLOBE, cujas especificações são descritas em detalhes em Aerossóis. Ambos usam diodos emissores de luz (LEDs) para medir a força da luz solar em determinados comprimentos de onda. Enquanto o fotômetro solar GLOBE detecta a luz visível na parte verde e vermelha do espectro, o instrumento de vapor de água detecta a luz infravermelha em vez da visível. Este conceito de instrumento foi primeiramente desenvolvido e descrito na literatura científica por um membro da Equipe de Ciência do protocolo *Vapor de Água* [Mims, Forrest M. III, fotômetro solar com diodos emissores de luz como detectores espectralmente seletivos, *Óptica Aplicada*, 31, 6965-6967, 1992].

As calibrações dos LEDs para este instrumento requerem acesso a equipamentos e dados altamente especializados e não podem ser duplicados pelos alunos no laboratório ou no campo. Esses instrumentos podem ser obtidos na Equipe de Vapor de Água GLOBE.

Estação Meteorológica Automatizada - Opcional, Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: Estação Meteorológica Automatizada

Uma estação meteorológica deve estar conectada a um registrador de dados e computador e ser capaz de registrar dados em intervalos de 15 minutos. A entrada de dados é simplificada se o software da estação meteorológica suportar a opção "Exportar dados GLOBE".

Os sensores conectados à estação meteorológica devem atender às seguintes especificações:

Temperatura: Deve ter uma precisão de $\pm 0,5$ °C ou uma precisão de pelo menos $\pm 0,5$ °C e um deslocamento de erro que seja independente da temperatura.

Pressão barométrica: Deve ter uma faixa de pressão entre 940 e 1060 mbars com uma resolução de mbar e uma precisão de 3,5 mbars em toda a sua faixa.

Umidade Relativa: Deve ter uma leitura digital de umidade relativa para o 1% mais próximo. Em uma faixa de 20 a 95%, a precisão deve ser de pelo menos 5%.

Precipitação de Chuva: Deve ter uma resolução de pelo menos 0,25 mm.

Anemômetro: Deve ter uma precisão de $\pm 5\%$ e um intervalo de pelo menos 0-34 m/s

Você pode relatar dados obtidos usando qualquer sensor que atenda a essas especificações. Para executar um protocolo de estação meteorológica e a entrada de dados de e-mail relacionada, esses sensores devem ser conectados a uma estação meteorológica capaz de registrar dados em intervalos de 15 minutos.

Se um ou mais sensores da sua estação meteorológica não atenderem às especificações acima, você ainda poderá relatar dados coletados com os sensores que atendem às especificações.

Biosfera

Cobertura do Solo

Biometria - Todos os Níveis de Habilidade

Layout de um Local de Cobertura do Solo

Especificações do Instrumento: Fita métrica

Fita de 50 m, graduada em um lado, marcada em unidades de 2 mm ou menos.

Circunferência de árvore

Especificações do Instrumento: Fita métrica

A fita métrica descrita em *Layout de um Local de Cobertura do Solo* pode ser usada para essa medição. Medições de fita métrica menores também podem ser usadas para essa medição.

Altura da árvore

Especificações do Instrumento: Fita métrica

A fita métrica descrita em *Layout de um Local de Cobertura do Solo* pode ser usada para essa medição.

Especificações do Instrumento: Clinômetro

O clinômetro, conforme descrito na *Investigação da Biosfera* pode ser realizado pelos alunos. Ver *Instrumentos de Investigação: Clinômetro* para obter instruções. Clinômetros alternativos podem consistir em um mostrador móvel dentro de uma caixa de metal e visualizador de lentes. Para a versão de mostrador móvel, a escala deve ser graduada de 0 a 90° em unidades de 1°.

Cobertura da Copa

Especificações do Instrumento: Densiómetro

O densiómetro conforme descrito na *Investigação da Biosfera* pode ser realizado pelos alunos. Ver *Instrumentos de Investigação: Densiómetro* para instruções.

Cobertura do Solo

Especificações do Instrumento: Nenhuma

Biomassa de Capim

Especificações do Instrumento: Balança

Essa balança deve ter capacidade para pesar 300 gramas com uma precisão de +/- 0,1 grama. Pode ser mecânica ou eletrônica. Supõe-se que uma balança está disponível localmente, por exemplo, em um laboratório de ciências do ensino médio.

Especificações do Instrumento: Estufas (plantas)

Esta estufa deve ser capaz de reter amostras a 50-70 C por até dois dias e deve ser ventilado para permitir que a umidade escape. As dimensões interiores da estufa devem ser pelo menos 25 cm x 30 cm x 25 cm. Supõe-se que uma estufa está disponível localmente, por exemplo, em um laboratório de ciências do ensino médio. A estufa deve ser projetada para secar amostras biológicas ou alimentos e não deve ser uma estufa de cozimento convencional, que pode apresentar risco de incêndio nesta aplicação.

Identificação de espécies

Especificações do Instrumento: Chaves Dicotômicas Adquirir chaves dicotômicas para identificação de árvore localmente.

Fenologia

Green-Down - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Guia de Cores da Planta

Um guia feito de papel resistente às intempéries que contém amostras de referência de cores com base no System of Color Notation Munsell. As seguintes cores devem ser exibidas: 5G 8/4, 5G 7/4, 5G 6/2, 5G 4/2, 5GY 3/2, 5GY 4/8, 2.5Y 8/6, 2.5Y 8/12, 5YR 7/12, 5GY 7/12, 5GY 6/10, 5GY 5/10, 2.5Y 6/6, 5Y 8/4, 7.5YR 8/4, 7.5YR 6/4, 7.5YR 5/4, 7.5YR 3/4, 5R 3/4, 2.5R 4/2, 2.5R 4/4, 2.5R 4/6, 2.5R 4/8, 2.5R 4/12. Cada amostra de cor deve ser posicionada próxima a um recorte que permita a comparação de cores entre as folhas da planta e as amostras de referência.

Especificações do Instrumento: Guia de Identificação da Planta Local

Guias de identificação de plantas locais para identificação de árvores não estão disponíveis em um fornecedor central; eles precisam ser adquiridos localmente.

Especificações do Instrumento: Câmera

Uma câmera digital ou uma câmera com filme colorido. Câmeras de celular também podem ser usadas.

Green-Up - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Chaves Dicotômicas Adquirir chaves dicotômicas para identificação de árvore localmente.

Especificações do Instrumento: Câmera

Uma câmera digital ou uma câmera com filme colorido. Câmeras de celular também podem ser usadas.

Hidrosfera

Alcalinidade - Níveis de Habilidade Intermediários e Secundários

Especificações do Instrumento: Kit de Alcalinidade da Água

Um kit de alcalinidade da água pode ser adquirido. Professores ou fabricantes que desejam usar ou preparar outra versão devem garantir que ela também atenda aos seguintes requisitos:

- Permite a medição da alcalinidade total com uma precisão de pelo menos 6,8 mg/L como CaCO₃ (faixa baixa, abaixo de 136 mg/L) e 17 mg/L como CaCO₃ (faixa alta, acima de 136 mg/L)
- Contém todos os produtos químicos e recipientes necessários para realizar a titulação de alcalinidade, incluindo: 1) Indicador de bromocresol verde-metil vermelho e colher para adicionar a quantidade necessária à amostra, 2) ácido sulfúrico para titulação e método de entrega de ácido na amostra para obter a precisão necessária, 3) medição de recipientes e garrafas para titulação. Este método é descrito na 19ª edição, 1995, uma publicação da American Public Health Association, Washington, D.C.
- Contém instruções claras para o uso do kit para fazer essa medição, com base na titulação ácida até um ponto final verde-metil-verde de bromocresol.
- Luvas de plástico e óculos de segurança

Especificações do Instrumento: Equipamento de Segurança

Luvas de plástico e óculos de segurança devem ser usados para fazer essa medição.

Oxigênio Dissolvido - Níveis Médio e Secundário de Habilidade

Especificações do Instrumento: Kit de oxigênio dissolvido

Pode ser adquirido um kit de teste de oxigênio dissolvido. Professores ou fabricantes que desejam usar ou preparar outra versão devem garantir que ela também atenda aos seguintes requisitos:

- Permite a medição de oxigênio dissolvido com uma precisão de pelo menos +/- 1 mg/L
- Contém todos os produtos químicos e recipientes especiais para realizar essa medição com base no método de titulação de Winkler. Este método está descrito em *Métodos Padrão para o Exame de Água e Águas Residuais*, 19ª Edição, 1995, uma publicação da American Public Health Association, Washington, DC.
- Contém instruções claras para o uso do kit para fazer essa medição usando um procedimento baseado no método de titulação de Winkler.

Condutividade Elétrica (para locais de água doce) - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Dispositivo de Teste de Sólidos Totais Dissolvidos do Tipo Eletrodo (Medidor de Condutividade) Este dispositivo deve medir a condutividade elétrica de soluções líquidas usando dois eletrodos de metal separados por uma distância fixa. O dispositivo deve ser projetado para ser portátil e alimentado por bateria, sem o cabo de alimentação elétrico conectado. O dispositivo deve empregar um método para compensar automaticamente o valor de condutividade indicado em relação às mudanças na temperatura da solução. A faixa de medição deve ser de pelo menos 0-1990 microSiemens/cm, com uma resolução de 10 microSiemens/cm, uma precisão de +/- 2% da escala completa e uma temperatura operacional de 0-50 °C. O dispositivo deve ser capaz de calibrar usando uma solução padrão.

Especificações do Instrumento: Padrão de Calibração

Uma solução padronizada de KCl e água ou NaCl e água com condutividade entre 500 +/- 0,25% e 1500 +/- 0,25% microSiemens a 25 °C.

Macroinvertebrados de água doce - Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: Rede de Jogar

Deve ter dimensões de 1 m x 0,9 m e ser fabricado com rede de malha de 0,5 mm. Consultar *Construção do Instrumento: Macroinvertebrados de água doce* para obter instruções sobre como fazer um rede de jogar.

Especificações do Instrumento: Rede no formato D

Deve ser em formato de "D" com uma base de 40 cm de comprimento e feita de uma rede de malha de 0,5 mm. Consultar *Construção do Instrumento: Macroinvertebrados de água doce* para obter instruções sobre como fazer uma rede em formato de D.

Especificações do Instrumento: Quadrícula

Deve ser um quadrado com dimensões internas de 1 m x 1 m. Pode ser fabricado com materiais disponíveis localmente. Consultar *Construção do Instrumento: Macroinvertebrados de água doce* para obter instruções sobre como uma quadrícula.

Especificações do Instrumento: Peneiras São necessárias duas peneiras:

1. uma peneira com rede de malha igual ou inferior a 0,5 mm
2. uma peneira com rede de malha de 2-5 mm

Nitrato - Níveis de habilidade Médio e Secundário

Especificações do Instrumento: Kit de Nitrato de Água

Um kit de nitrato pode ser adquirido. Professores ou fabricantes que desejam usar ou preparar outra versão devem garantir que ela também atenda aos seguintes requisitos:

- Faixa: 0 - 10 ppm NO₃-N (água típica) ou uma faixa com a maior concentração maior que a que é normalmente observada para o seu corpo de água (água poluída).
- Menor incremento: 0,05 ppm NO₃-N para o intervalo 0 -1 ppm NO₃-N; 0,5 ppm NO₃-N para o intervalo 1 - 5 ppm NO₃-N; 1 ppm NO₃-N para o intervalo de 5 a 10 ppm NO₃-N; 2 ppm NO₃-N para concentrações superiores a 10 ppm NO₃-N
- Contém instruções claras para usar este kit para fazer essa medição.

Salinidade (para locais em água salobra e salgada) - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Método Hidrômetro

O mesmo instrumento descrito em Tamanho da Partícula do Solo será usado para esta medição.

É necessário um cilindro de plástico transparente de 500 mL e um termômetro orgânico preenchido com líquido para uso com o hidrômetro. O cilindro de 500 mL para o Tamanho das Partículas do Solo pode ser usado. O Termômetro de Calibração descrito em *Temperatura do Ar* sob *Atmosfera* pode ser usado para esta medição.

Especificações do Instrumento: Método de Titulação de Salinidade - Níveis de habilidade médio e secundário É possível adquirir um kit de salinidade. Professores ou fabricantes que desejam usar ou preparar outra versão devem garantir que ela também atenda aos seguintes requisitos:

- Intervalo: 0 - 20 partes por mil (ppt) *
- Menor incremento: 0,4 ppt
- Método/química: titulação de cloreto
- Número aproximado de testes: 50
- Contém instruções claras para o uso do kit para fazer essa medição, com base no método de titulação de Winkler.

* O titulador deve ser recarregável para uso em águas com maior salinidade.

Transparência - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Aparelho de Disco Secchi (somente para locais em águas profundas) 5 m de comprimento de corda e um disco com 20 cm de diâmetro. O disco deve ser colorido com tinta ou outro meio apropriado, de modo que quadrantes alternados de cada lado sejam preto e branco. O disco deve ser fabricado de forma que não seja desfigurado ou danificado por imersão repetida na água, incluindo a água do mar. Deve ser pesado de forma que permaneça na horizontal enquanto é abaixado pelo cabo na água.

Especificações do Instrumento: Tubo de transparência (para águas superficiais)

Tubo de plástico transparente, com aproximadamente 1,2 m de comprimento e 4,5 cm de diâmetro, com uma tampa branca que se encaixa com segurança na extremidade do tubo. A tampa de extremidade deve exibir um padrão que consiste em quadrantes alternados em preto e

branco no lado visualizado olhando para baixo no tubo. Consultar *Construção do Instrumento: Transparência* para obter instruções sobre como fazer um tubo de transparência

pH da água - Todos os Níveis de Habilidade

Nota: Os requisitos do instrumento para essa medição variam de acordo com o nível de habilidade. Por favor, selecionar o instrumento apropriado para seus alunos.

Nível de Habilidade - Primário

Especificações do instrumento: Papel de pH

O pH da água parada nesse nível de habilidade será medido com papel de pH que pode ser comprado em tiras ou rolos. O papel de pH deve ter uma precisão de pelo menos $\pm 1,0$ unidades de pH, com um intervalo de 2 a 9 unidades de pH. Para amostras de água com baixa condutividade, o papel de pH deve ser preciso em níveis baixos de condutividade.

Nível de Habilidade - Médio, Secundário

Especificações do instrumento: Medidor de pH

O pH da água parada nesse nível de habilidade será medido com um medidor de pH. O medidor de pH deve ter uma precisão de 0,1 unidade de pH e uma faixa de pH de 1 a pH 14, a temperaturas de 0 °C a 50 °C. O dispositivo deve compensar automaticamente a leitura quando for colocado em soluções de temperatura diferente. O medidor de pH deve poder ser calibrado usando pelo menos duas soluções tampão de pH conhecidas: pH 4, 7 ou 10.

Nível de Habilidade - Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: Soluções tampão

São necessárias soluções tampão de pH para calibrar a caneta e o medidor de pH. As soluções tampão devem ter um valor de pH 4,0, pH 7,0 e pH 10,0.

Temperatura da água: - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Termômetro Orgânico Cheio de Líquido

O Termômetro de Calibração ou sensor de temperatura digital descrito em *Temperatura do Ar sob Atmosfera* pode ser usado para esta medição.

Uso do Probeware: Como o probeware pode ser diferente de sonda para sonda, bem como de fornecedor para fornecedor, é recomendável que o usuário avalie a precisão e a resolução de cada instrumento em comparação com as especificações do protocolo, a fim de determinar se ele atende às especificações do instrumento GLOBE.

Solo (Pedosfera)

Densidade Aparente do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Cilindro graduado -100 mL

Cilindro graduado de vidro com capacidade de 100 mL marcado em 1 mL ou divisões menores, com graduações cobrindo pelo menos a faixa de 10 mL a 100 mL.

Especificações do Instrumento: Balanças e Tradós

A mesma balança e tradós usados para a *Umidade Gravimétrica e Volumétrica* serão usados para *Densidade Aparente*.

Especificações do Instrumento: Latas de Amostras de Solo e Outros Recipientes de Solo

Latas e recipientes devem atender às mesmas especificações fornecidas para esses itens para *Umidade do Solo Gravimétrica e Volumétrica*.

Preparação da amostra

Especificações do Instrumento: Peneira

Peneira número 10 com malha de 2 mm presa a uma armação.

Caracterização do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Inclinação

Especificações do Instrumento: Clinômetro

Um clinômetro, conforme descrito na Investigação da Biosfera. Ver *Instrumentos de Investigação: Clinômetro* para obter instruções sobre como fazer um clinômetro

Perfil do solo

Especificações do Instrumento: Câmera

Uma câmera digital ou uma câmera com filme colorido. Câmeras de celular também podem ser usadas.

Especificações do Instrumento: Vareta de Medição

Uma régua durável com gradações a cada cm e mm.

Especificações do Instrumento: Trado helicoidal

Consultar os tipos de broca do solo listados em *Umidade do Solo*.

Estrutura do solo

Especificações do Instrumento: Nenhum

Cor

Especificações do Instrumento: Cartela de Cores

Uma cartela de cores do solo projetada especialmente para o Programa GLOBE pode ser adquirida. Ela contém pelo menos 200 cores e usa o Sistema Munsell de Notação de Cores. Este cavalete é resistente às intempéries e possui grandes amostras de cor montadas na borda para facilitar a leitura. A faixa de cores inclui todos os matizes encontrados no conjunto completo de cores internacionais do solo, além de fornecer um conjunto selecionado de valores e croma para ajudar na identificação de cores dos alunos. Os fabricantes que desejam preparar outra versão devem entrar em contato com o Programa GLOBE para obter a lista completa de cores.

Consistência do Solo

Especificações do Instrumento: Nenhuma

Textura do solo

Especificações do Instrumento: Nenhuma

Carbonatos Livres

Especificações do Instrumento: Vinagre

Vinagre branco destilado. Vinagre doméstico pode ser usado.

Especificações do Instrumento: Garrafa de Esguicho Ácido

É necessário um garrafa capaz de reter com segurança pelo menos 200 mL de vinagre (ácido).

Fertilidade do Solo - Nível médio e Secundário de habilidade

Especificações do Instrumento: Kit NPK de Solo (Macronutrientes)

O kit de teste deve:

- Contém reagentes e recipientes de dose unitária necessários para extrair nutrientes do solo de 50 amostras e realizar 50 testes de cada um: nitrogênio do solo; fósforo no solo; e potássio no solo.
- Empregar métodos baseados no método de extração Spurway, no método de redução de zinco/ácido cromotrópico para nitrogênio, no método de redução de ácido ascórbico para fósforo e no método de Tetrafenilborato de sódio (turbidimétrico) para potássio.

- Contém instruções claras, incluindo diagramas, para o uso do kit.
- Conter uma cartela de cores resistente à água para interpretar os resultados dos testes colorimétricos e uma tabela de turbidez para o teste turbidimétrico.

Preparação da Amostra

Especificações do Instrumento: Peneira

Peneira número 10 com malha de 2 mm presa a uma armação.

Infiltração - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Infiltrômetro de anel duplo

Dois cilindros de metal concêntricos. O interior deve ter um diâmetro de 10 a 25 cm. O externo deve ter um diâmetro pelo menos 10 cm maior que o cilindro interno. Ambos os cilindros devem ter 10 a 15 cm de altura e abrir nas duas extremidades. Podem ser encontradas latas de aço que funcionarão para este aparelho.

Umidade do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Umidade Gravimétrica e Volumétrica do Solo

Especificações do Instrumento: Balança

Essa balança deve ter capacidade para pesar 300 gramas com uma precisão de +/- 0,1 grama. Pode ser mecânica ou eletrônica. Supõe-se que uma balança está disponível localmente, por exemplo, em um laboratório de ciências do ensino médio.

Especificações do Instrumento: Estufa (solos)

Estufa capaz de manter uma temperatura de 95 °C - 105 °C por pelo menos 10 horas ou uma temperatura de 75 °C - 95 °C por 24 horas. A estufa deve ser ventilada e ter uma dimensão interior de pelo menos 25 cm x 30 cm x 25 cm. Supõe-se que uma estufa está disponível localmente, por exemplo, em um laboratório de ciências do ensino médio.

Especificações do Instrumento: Latas de Amostras do Solo

15 latas redondas para amostras. Um recipiente de metal com 7 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com uma tampa removível é adequado, assim como pequenas latas redondas e limpas. As latas devem ser capazes de fazer um pequeno furo no fundo.

Especificações do Instrumento: Outros Recipientes do Solo

15 recipientes grandes o suficiente para que as amostras de solo sejam transferidas para eles diretamente de um trado sem perda de amostra. Jarras de vidro, recipientes plásticos para alimentos com tampa ou outros recipientes que podem ser cobertos e que podem reter as amostras de solo enquanto secam na estufa selecionadas.

Especificações do Instrumento: Trado Holandês Para Solos Combinados

Trado holandês (ou Edelman) para solos combinados com uma cabeça com as dimensões mínimas de 7 cm de largura e 18 cm de comprimento. A unidade (inclusive a cabeça e o eixo) deve ter pelo menos 120 cm de comprimento para poder cavar um buraco de até 1 m de profundidade. Deve ser de uma peça única soldada.

Especificações do Instrumento: Trado de Areia Holandês

Trado projetado para solos arenosos com uma cabeça com as dimensões mínimas de 7 cm de largura e 18 cm de comprimento. A unidade (inclusive a cabeça e o eixo) deve ter pelo menos 120 cm de comprimento para poder cavar um buraco de até 1m de profundidade. Deve ser de uma peça única soldada.

Especificações do Instrumento: Trado com Caçamba

Trado com Caçamba (ou Riverside) projetado para solos duros e quebradiços com uma cabeça com as dimensões mínimas de 7 cm de largura e 18 cm de comprimento. A unidade (inclusive a cabeça e o eixo) deve ter pelo menos 120 cm de comprimento para poder cavar um buraco de até 1m de profundidade. Deve ser de uma peça única soldada.

Especificações do Instrumento: Trado de Turfa

Trado projetado para solos de turfa com uma cabeça com as dimensões mínimas de 7 cm de largura e 18 cm de comprimento. A unidade (inclusive a cabeça e o eixo) deve ter pelo menos 120 cm de comprimento para poder cavar um buraco de até 1 m de profundidade. Deve ser de uma peça única soldada.

Sensor de Umidade do solo - Nível de Habilidade Secundária

Especificações do Instrumento: Sensor de Umidade do Solo

Este deve ser um sensor de bloco cerâmico que utiliza um método de resistência elétrica para medir o potencial matricial da água no solo. Um dos melhores sensores de bloco de cerâmica é chamado de bloco de marca d'água e é o recomendado para essa medição.

Especificações do Instrumento: Medidor de Umidade do Solo

Existem dois metros que podem ser usados. Um é fabricado por Delmhorst e lê de 0 a 100 (seco a molhado). O outro é feito pela marca d'água e lê de 0 a 200. Ambos são aceitáveis pelo sistema de entrada de dados GLOBE.

Especificações do Instrumento: Tubulação de PVC

O tubo de PVC ajuda a colocar os sensores de umidade do solo no chão. Deve ter 90 cm de comprimento e aproximadamente 2 cm de diâmetro. Tubulação de PVC adicional é necessária para marcar a localização dos sensores. Estes devem ter 23 cm de comprimento e um diâmetro de aproximadamente 5 cm. São necessárias quatro peças desse material.

Densidade Aparente do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Balão Erlenmeyer de 100 mL

Um balão Erlenmeyer resistente ao calor com uma tampa, capaz de conter 100 mL de solução.

Especificações do Instrumento: Fonte de calor

Uma fonte de calor capaz de levar 100 mL de uma solução de água e solo a uma fervura suave e manter essa fervura por pelo menos 10 minutos.

Tamanho da Partícula do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Hidrômetro

O hidrômetro usado deve atender aos seguintes requisitos:

- Calibrado para a temperatura específica da água e da amostra (por exemplo, 15,6 C/15,6 C)
- Faixa (gravidade específica / sem unidades): 1.0000 - 1.0700
- Menor incremento (sem unidades): 0.0005

Especificações do Instrumento: Termômetro

O Termômetro de Calibração descrito em *Temperatura do Ar sob Atmosfera* pode ser usado para esta medição.

Especificações do instrumento: Cilindro graduado em Plástico Transparente de 500 mL

Um cilindro graduado de plástico com capacidade para 500 mL, marcado pelo menos no nível de 500 mL. O cilindro deve ser de plástico transparente, não de plástico fosco e não de vidro.

Especificações do Instrumento: Solução de Dispersão

Hexametáfosfato de sódio em pó ou uma solução a 10% de hexametáfosfato de sódio ou detergente que não produz espuma.

Preparação da Amostra

Especificações do Instrumento: Peneira

Peneira número 10 com malha de 2 mm presa a uma armação.

pH do solo - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do instrumento: dispositivos de medição de pH

Os mesmos instrumentos descritos em Hidrosfera: O pH da água será usado para esta medição.

Especificações do Instrumento: Cilindro graduado -100 mL

O mesmo instrumento descrito em Solo (Pedosfera): Densidade aparente será usada para esta medição.

Preparação da Amostra

Especificações do Instrumento Peneira

Peneira número 10 com malha de 2 mm presa a uma armação.

Temperatura do Solo - Todos os Níveis de Habilidade

Especificações do Instrumento: Termômetro do Solo

Uma sonda de aço inoxidável de 11 cm a 20 cm, mostrador de construção resistente ou termômetro digital com uma faixa de pelo menos -10 a 50 graus °C (é necessária uma escala Celsius) e uma precisão de 1% da escala completa (acima de uma faixa não superior a superior a 200 °C) ou superior. O sensor deve estar no terço inferior da sonda. O sensor deve fornecer leituras estáveis após menos de 60 segundos em um banho isotérmico. Baterias, se necessário, devem ser incluídas. O sensor deve ser ajustável com o procedimento de calibração e a precisão alcançável claramente especificada. Os termômetros com mostrador devem ser vedados contra embaçamento e cobertos com vidro ou plástico inquebrável. Graduações em escala de 1,0 °C e 0,1 °C são preferidas para termômetros digitais e de mostrador, respectivamente. Termômetros com haste de vidro NÃO são aceitáveis.

Especificações do Instrumento: Termômetros Digitais Máximo e Mínimo

Consultar *Termômetros Digitais Máximos e Mínimos* listados em *Atmosfera: Temperatura do Ar*.

Protocolo de Registrador de Dados HOBO - Médio, Secundário

Especificações do Instrumento: Registrador de Dados de 4 canais

Um registrador de dados programável e independente, capaz de coletar e armazenar dados de quatro sensores de temperatura (um ar, possivelmente interno e três canais externos do solo). O registrador de dados deve ser capaz de coletar dados em intervalos de 15 e 60 minutos (frequência de amostragem) e armazenar pelo menos 3750 medições (hora/data carimbadas) por canal (é preferível a capacidade de 8kb) em memória não volátil. A precisão do tempo deve ser de ± 1 minuto por semana. A temperatura deve ser registrada com pelo menos 7 bits de resolução. O registrador deve ser alimentado por uma bateria de lítio substituível pelo usuário, com uma vida útil contínua de um ano. Ele deve ter faixas operacionais de -20 a +70 graus Celsius em um ambiente sem condensação de umidade de 0 a 95%.

Especificações do Instrumento: Interface e Software do Computador do Registrador de Dados

Cabos de interface do computador e software apropriado para iniciar o registrador e recuperar os dados devem estar disponíveis. A interface do computador deve ser compatível com MS WINDOWS. A compatibilidade com MAC é desejada, mas não essencial. O software deve permitir que os dados sejam exportados como um arquivo de texto ASCII e deve fornecer uma exibição gráfica básica dos dados.

Especificações do Instrumento: Sensores de Temperatura do Ar e do Solo

A temperatura do ar pode ser detectada internamente se o tempo de resposta for inferior a 15 minutos; caso contrário, um cabo curto (0,3 metro) (e o quarto canal externo) deve estar disponível. Os sensores de temperatura do solo devem ser projetados para funcionar por anos enterrados até 1 metro de profundidade em solos não saturados. Seus cabos devem ter entre 3 e 6 metros de comprimento. Todos os sensores e cabos devem ser resistentes ao clima e ao sol, pois serão implantados externamente em uma base contínua. Todos os sensores devem ter uma precisão de $\pm 0,5$ graus Celsius (a 20 graus Celsius) e um intervalo de -30 a +100 graus Celsius.

Especificações do Instrumento: Caixa estanque

As instruções para a construção de uma caixa estanque são fornecidas no *Protocolo do Registrador de Dados HOBO*.

Especificações do Instrumento: Dessecante

100 mL de CaSO₄ ou outro agente desidratante.

Especificações do Instrumento: Abrigo para Instrumentos

O abrigo para instrumentos descrito em *Atmosfera: Temperatura do Ar* pode ser usada para esta medição.

Estações automatizadas de Umidade e Temperatura do Solo - Médio, Secundária

Especificações do Instrumento: Estações automatizadas de Umidade e Temperatura do Solo

Uma estação de umidade/temperatura de solo deve estar conectada a uma estação meteorológica com um registrador de dados conectado a um computador e ser capaz de registrar dados em intervalos de 15 minutos. A entrada de dados é simplificada se o software da estação meteorológica suportar a opção "Exportar dados GLOBE". Idealmente, haverá quatro sensores de umidade do solo, três sensores de temperatura para o solo e um sensor de temperatura opcional para o ar. No entanto, você pode usar menos sensores.

Os sensores usados na estação de umidade/temperatura do solo devem atender às seguintes especificações:

Temperatura: sensores devem ser projetados para funcionar por anos enterrados até 1 metro de profundidade em solos não saturados. Seus cabos devem ter entre 3 e 6 metros de comprimento. Todos os sensores e cabos devem ser resistentes ao clima e ao sol, pois serão implantados externamente em uma base contínua. Todos os sensores devem ter uma precisão de $\pm 0,5$ graus Celsius (a 20 graus Celsius) e um intervalo de -30 a +100 graus Celsius.

Umidade do Solo: sensores de bloco cerâmico que utilizam um método de resistência elétrica para medir o potencial matricial da água no solo. Um dos melhores sensores de bloco de cerâmica é chamado de bloco de marca d'água e é o recomendado para essa medição.