

AMBIENTE ATMOSFÉRICO

2 aula

META

Apresentar o comportamento da atmosfera terrestre, suas camadas e alguns mecanismos de variações, como foco central do comportamento do tempo e do clima.

OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá: analisar a composição da atmosfera e sua estrutura vertical; descrever o comportamento do clima nas camadas da atmosfera; e explicar os efeitos maléficos e benéficos da atmosfera sobre a Terra:

PRÉ-REQUISITOS

Ter estudado e assimilado o conteúdo da aula 01.



(Fonte: <http://www.silverioortiz.blogspot.com.br>).

Você estudou na primeira aula os fundamentos básicos da Climatologia Geográfica e já consegue explicar fenômenos climáticos que envolvem a natureza e o homem. Agora, convidado você a aprofundar mais os seus conhecimentos, mergulhando na nossa incrível atmosfera.

INTRODUÇÃO

A atmosfera pode ser descrita como uma camada fina de gases, sem cheiro, sem cor e sem gosto, presa à Terra pela força da gravidade.

Você, como quase todo mundo, imagina que o oxigênio é o gás mais abundante na atmosfera terrestre, não é? Pois, veja só isso!

O ar atmosférico é formado por uma mistura de gases, vapor d'água, micróbios e impurezas (poluentes). Alguns desses componentes são constantes e outros aparecem em quantidades variáveis.

Os componentes constantes do ar, espacial e temporalmente, são: nitrogênio (78%), oxigênio (21%), gás carbônico e gases nobres (hélio, argônio, neônio, criptônio, xenônio, radônio). O nitrogênio é, então, o gás mais abundante do ar, ou seja, ocupa 4/5 do total.

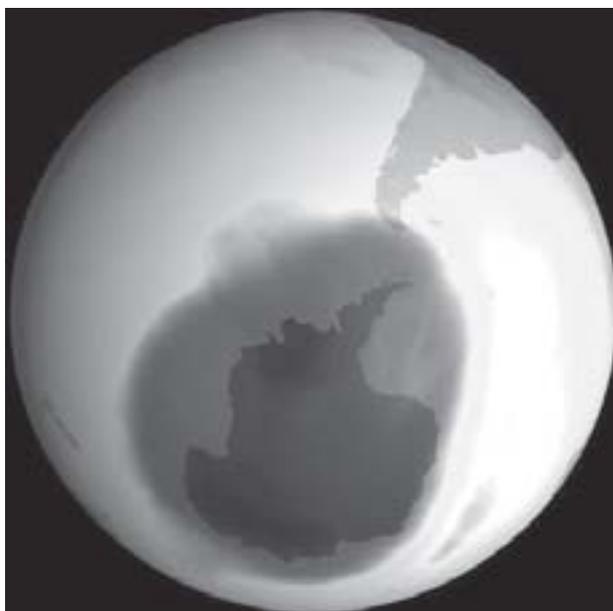
O oxigênio é necessário para as combustões e fundamental para os seres vivos. O gás carbônico está presente no ar numa proporção de aproximadamente 0,03%, mas é de grande participação na vida das plantas e animais. É lançado na atmosfera pela respiração dos organismos vivos e como resultado das combustões.

A atmosfera contém quantidades variáveis, porém significativas, de aerossóis (partículas de poeira em suspensão, fumaça, matéria orgânica, sal marinho etc.), vapor d'água (4%), ozônio e bióxido de carbono. Todos esses aerossóis são importantes na distribuição e nas trocas de energia dentro da atmosfera e entre a superfície da Terra e a atmosfera.

Os gases poluentes encontrados na atmosfera têm proporções variáveis e se constituem em focos de preocupação e estudos. O monóxido de carbono está presente nos gases liberados pelos escapamentos de veículos, na fumaça produzida por indústrias e nas queimas de carvão e madeira. Representa grande risco para a saúde.

O dióxido de enxofre resulta especialmente da queima de combustíveis ricos em enxofre. Quando é liberado no ar, reage com o vapor d'água, produzindo ácido sulfúrico e provocando as chuvas ácidas, responsáveis pela corrosão de alguns materiais. Os hidrocarbonetos são produzidos na queima de combustíveis derivados do petróleo. Em grande quantidade podem causar câncer no sistema respiratório. É comum nas grandes cidades.

Os clorofluorcarbonos (CFC) são gases que destroem o ozônio. O ozônio está concentrado entre as altitudes de 15 e 35km, sendo mais baixo sobre o equador e mais alto na direção dos pólos. Nas latitudes maiores que 50° o ozônio é formado quando, sob a influência da radiação ultravioleta, as moléculas de oxigênio se rompem e os átomos separados combinam-se individualmente com outras moléculas de oxigênio. A camada de ozônio funciona como filtro que retém grande parte dos penetrantes raios ultravioletas provenientes do Sol. A exposição excessiva a esses raios causa danos como o câncer



Buraco no Ozônio sobre a Antártida (Fonte: <http://tabareu.files.wordpress.com>).

O BURACO DE OZÔNIO (MOLION, 1992)

Em 1958, o cientista britânico Sir George Dobson, inventor do instrumento que mede a quantidade total de ozônio na atmosfera a partir da superfície terrestre, o espectrofotômetro, escreveu que o buraco na camada de ozônio sobre a Antártida era natural.



Espectrofotômetro (Fonte: <http://www.labmais.com.br>).

O buraco é causado pelas condições climáticas especiais da Antártida. Durante o inverno, com a noite polar, pára a produção fotoquímica de ozônio, pois esta precisa da radiação ultravioleta do Sol para se realizar. Simultaneamente, intensifica-se o vórtice circumpolar, formado por ventos superiores a 150km horários que circundam o continente antártico, da superfície até a estratosfera. Este fenômeno isola a atmosfera antártica do resto do Planeta, reduzindo as trocas gasosas. Nessas condições e com as perdas de radiação térmica para o espaço, as temperaturas estratosféricas atingem valores inferiores a 80°C abaixo de zero, e, supostamente, o elemento químico cloro, associado às nuvens polares, compostas de cristais de gelo, começa a destruir o ozônio. A situação só se reverte, em princípios de outubro, com o ressurgimento do Sol, terminando a noite polar e recomeçando as reações fotoquímicas.

A maior fonte natural de cloro e gases são os oceanos, que cobrem 71% do planeta. O cloro é encontrado na forma de aerossóis de cloreto de sódio, o nosso conhecido sal de cozinha.

Para complicar mais ainda, a Antártida possui 12 vulcões ativos, dentre estes o Erebus, com cerca de 4 mil metros de altitude, chegando quase na base da estratosfera antártica. Esses vulcões lançam continuamente gases na atmosfera antártica, que fica isolada do resto do planeta durante seu inverno, sendo que a intensidade de isolamento varia de ano para ano, dependendo das condições climáticas globais. Em anos de intenso isolamento, em que ocorrem, naturalmente, grandes distúrbios climáticos, como os *El Niños* fortes, há a tendência

das concentrações desses gases aumentarem e o buraco ampliar.

Além disso, existem cerca de 600 vulcões ativos em todo o mundo. Não se tem muito conhecimento sobre a composição química de suas ejeções. Na literatura especializada consta que cada um desses vulcões ativos libera diariamente de centenas a alguns poucos milhares de toneladas de enxofre, na forma de SO_2 , e até 100 toneladas diárias de cloro, flúor e bromo, esses últimos componentes básicos dos CFCs. Os gases e aerossóis, ejetados pelos vulcões, eventualmente alcançam a estratosfera do continente antártico. O tempo para que isso aconteça pode variar de alguns dias a alguns meses, dependendo da posição geográfica do vulcão.

A produção de ozônio depende da radiação ultravioleta proveniente do Sol, cuja intensidade não é constante. O Sol apresenta um ciclo de 11 anos, no qual há um máximo de produção, o chamado “máximo solar”, e um mínimo que acontece 5 a 6 anos após o máximo.

Se não bastam os vulcões e a variabilidade da atividade solar, ainda tem-se o problema da confiabilidade da instrumentação, utilizada rotineiramente nas medições do ozônio, composta de sensores passivos, isto é, que medem as concentrações de ozônio de uma maneira indireta. Além disso, tais medições sofrem normalmente interferência do vapor d'água, principalmente em regiões tropicais. Da mesma forma, as observações da espessura da camada, feitas a partir da superfície terrestre, também sofrem a influência do vapor d'água. Ou seja, a variabilidade interanual do ozônio fica na dependência da quantidade de umidade existente na atmosfera que, por sua vez, varia de ano para ano.

A grande falácia está em afirmar que o cloro, que destrói o ozônio, vem dos freons. Não existem evidências científicas de que o buraco de ozônio seja causado pelas atividades humanas, mas há fortes indicações de que seja natural. Reconhece-se, porém, que



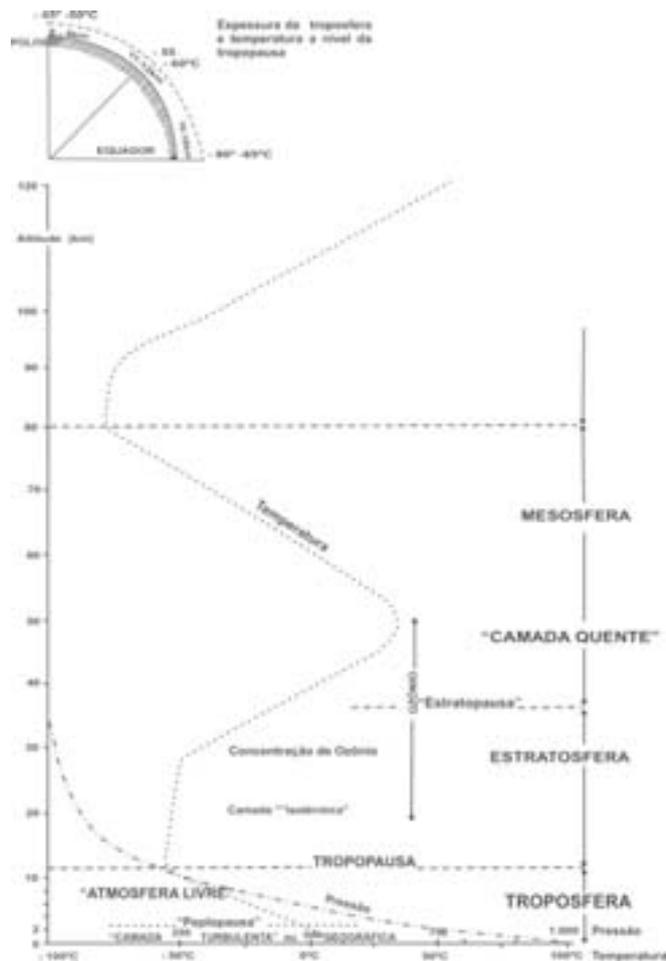
Vulcão Erebus. Com cerca de 4 mil metros de altitude, chegando quase na base da estratosfera antártica (Fonte: <http://www.descobrimentos1.hpg.ig.com.br>).

entre os CFCs estão gases cujo tempo de vida na atmosfera pode atingir de 100 a 400 anos e que seria perigoso continuar a liberá-los por muitos anos, ainda que em quantidades ínfimas.

Em resumo há que se considerar, na avaliação dos danos causados à camada de ozônio:

- atividade vulcânica – emissão de gases;
- máximos e mínimos solares;
- efeito combinado entre o movimento de translação e a inclinação – noites polares;
- condições climáticas específicas da antártica;
- oceanos – vapor d'água;
- CFCs;

ATMOSFERA: ESTRUTURA VERTICAL



Estrutura vertical da atmosfera. (Adaptado de ESTIENNE. P. et GODARD, 1970).

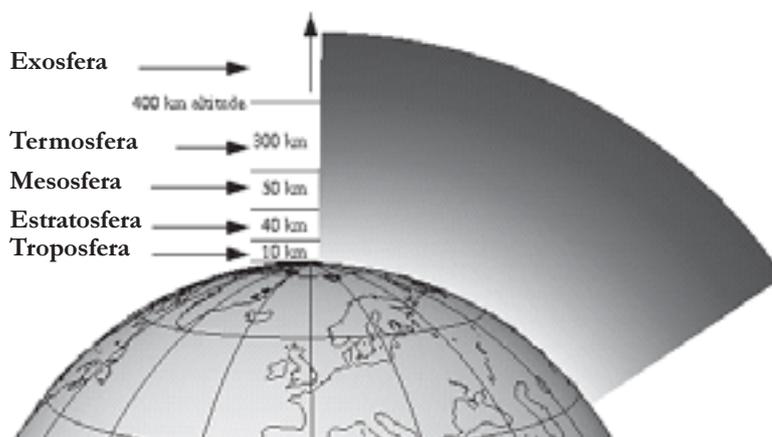
TROPOSFERA (CAMADA TURBULENTA OU GEOGRÁFICA E ATMOSFERA LIVRE)

A altura da tropopausa não é constante. Ela varia conforme a latitude, sendo mais elevada no Equador (16-18 km), onde existem aquecimento e turbulência convectiva vertical, e mais baixa sobre os pólos. A troposfera pode ser dividida em camadas. A camada turbulenta ou geográfica, também conhecida por alguns como camada laminar, marca a interface entre o solo e a atmosfera. A transferência vertical de calor nesta camada ocorre por meio de turbulência ou por meio de movimentos de remoinho. A atmosfera livre é a camada que está isenta do efeito de atrito criado pelas irregularidades da superfície terrestre. Nela, os ventos são mais fortes. A troposfera contém cerca de 75% da massa gasosa total da atmosfera e, virtualmente, a totalidade do vapor d'água e de aerossóis. Há queda de temperatura, pressão e umidade. Seu limite superior é a Tropopausa.

O limite entre a troposfera e a estratosfera é definido por uma isotermia. Quase não há oxigênio, o ar é mais rarefeito e as temperaturas atingem em média - 50°C.

ESTRATOSFERA (ESTRATOSFERA INFERIOR). CAMADA DE OZÔNIO

Na estratosfera, a temperatura aumenta com a altitude, por causa da pouca densidade que permite a absorção de radiação solar. A concentração máxima de ozônio (O³) ocorre em torno de 22km acima da superfície terrestre. Contém pouco ou ne-



(Fonte: <http://www.eduspace.esa.int>).

nhum vapor d'água; O seu limite superior é a estratopausa, a cerca de 50 km acima do solo. Constitui, junto com a troposfera, o principal interesse para os estudos climatológicos.

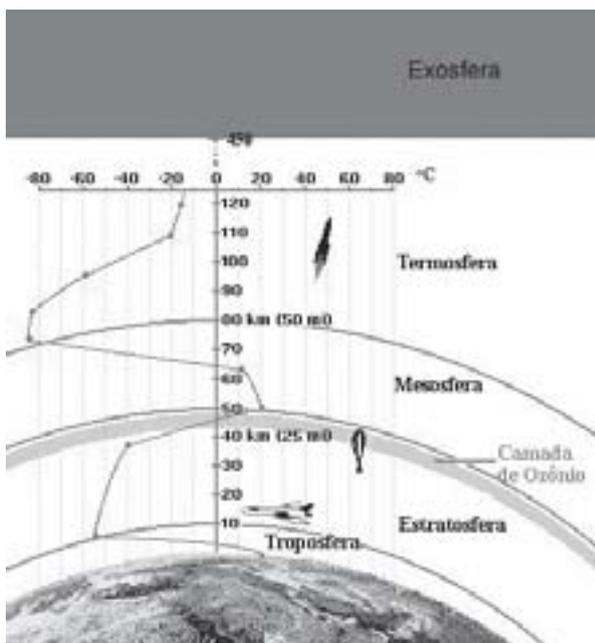
MESOSFERA: CAMADA FRIA

A temperatura diminui na camada fria da Mesosfera até alcançar cerca de -90°C , aos 80 km. Os balões-sonda são instrumentos que podem atravessar a troposfera e a estratosfera, chegando à mesosfera, que, para alguns, ainda é a estratosfera superior.

TERMOSFERA OU IONOSFERA

Além da estratosfera, acima dos 80 km de altitude, há uma grande concentração de partículas, chamadas de íons, carregadas de eletricidade. Esta concentração de partículas é também afetada pelos raios-X, o que provoca a ionização ou carregamento elétrico - elétrons. Os íons refletem as ondas de rádio à semelhança de um espelho refletindo luz. Assim, os íons impedem que as ondas de rádio passem para o espaço cósmico, devolvendo-as para a superfície da Terra, onde elas podem ser

captadas em regiões diversas. A temperatura aumenta com a altitude, chegando a mais de 1000°C , devido à absorção da radiação ultravioleta pelo oxigênio atômico. É constantemente atravessada por meteoritos (corpos rochosos ou metálicos que vêm do espaço cósmico e que, em geral, se incendiaram ao penetrar a termosfera).



EXOSFERA

Agora, fala sério! Você nunca imaginou que a atmosfera da Terra fosse tão alta, imaginou? Pois veja só isso!

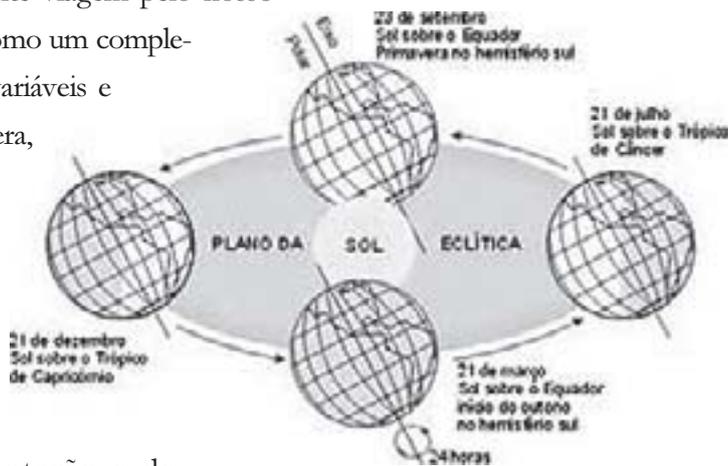
A Exosfera é a última camada atmosférica, onde o ar é extremamente rarefeito. Ela se inicia a uma altitude de cerca de 500km e vai até mais de 1000km! É o limite entre a atmosfera e o espaço cósmico ou sideral. Os átomos de oxigênio, hidrogênio e hélio formam uma atmosfera muito tênue e as leis dos gases deixam de ser válidas. O gás predominante é o hidrogênio. As variações de temperatura são muito grandes: durante o dia, a temperatura chega a ultrapassar os 2000°C e à noite cai para cerca de -270°C.

Aos geógrafos cabe conhecer as propriedades no desempenho da atmosfera face à radiação solar, reunindo o seu maior interesse na camada basal, ou seja, nos três quilômetros inferiores onde está intimamente perturbada pelos efeitos da litosfera (relevo terrestre) e o contato com as massas oceânicas. Esta camada é considerada a atmosfera geográfica. É aí que está concentrada a umidade (vapor d'água), as camadas de nuvens e onde se verifica a ação dinâmica do tempo.

O SISTEMA CLIMÁTICO E OS AZARES NATURAIS

Como já vimos nesta fascinante viagem pelo nosso mundo, o clima deve ser avaliado como um complexo sistema de interrelações entre variáveis e processos que envolvem a atmosfera, oceano, hidrosfera, criosfera e a biosfera. Resulta do funcionamento de um sistema dinâmico, aberto e imprevisível. É alimentado pela energia solar radiada.

A forma e a dimensão da Terra, seus movimentos de rotação e de translação, sua posição oblíqua em relação ao sol, as variadas formas de relevo e os materiais, tudo isso introduz modificações subs-



tanciais na distribuição espacial e no ritmo temporal da radiação recebida. Junto aos fatores cósmicos e astronômicos, atuam os fatores geográficos, tais como, solos, vegetação, correntes marinhas e outros. E é importante lembrar que “A evolução do comportamento atmosférico nunca é igual de um ano para outro e mesmo de uma década para outra, podendo-se verificar flutuações a curto, a médio e a longo prazo” (CONTI, 2000, p. 19)

Devemos organizar um sistema dos principais elementos que constituem o clima de um lugar, buscando facilitar o conhecimento de seu comportamento ao longo do tempo e que tipo de relações explica suas diferenças e sua complexidade.



(Fonte: <http://baixaki.ig.com.br>).

TEMPERATURA, PRESSÃO, PRECIPITAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO E VENTO

Agora, convido você a acompanhar estudos voltados para os seguintes temas: CONDIÇÕES ASTRONÔMICAS: forma, movimentos e obliquidade; latitude, altitude; RELEVO: topografia e alinhamento; CONTINENTALIDADE: solo, vegetação e correntes marinhas; HOMEM: contaminação atmosférica, o problema da água, desmatamento e urbanização. Eventos naturais extremos, variá-

veis e complexos, são fenômenos de comprovada importância, pela complexidade, pela diversidade, pela frequência e variação de intensidade. A maioria destes possui predominância atmosférica, à exceção de terremotos, vulcanismos, sismos, ressacas, desmoronamentos e deslizamento de vertentes.

Alguns episódios climáticos são, portanto, característicos do comportamento atmosférico que afeta áreas específicas da superfície terrestre num dado momento, em determinada circunstância. Não são intrínsecos e envolvem diferentes esferas geográficas.

Os episódios de origem atmosférica só ganham repercussão quando ocorrem de forma catastrófica ou mesmo quando não ocorrem. São os azares naturais, cuja ocorrência de maior impacto assim se apresenta.

Na concepção de extremos naturais, a relação de azares climáticos mais frequentes inclui: secas, enchentes, chuvas torrenciais (impactos pluviais concentrados), avalanches de neve, geadas, granizo, nevoeiros, nevascas, tornados, furacões, descargas elétricas, ciclones tropicais e, recentemente, o fenômeno do ciclone extratropical ocorrido pontualmente em Santa Catarina. Ainda discute-se a classificação do fenômeno, havendo a possibilidade de ter ocorrido um furacão.

É imprescindível considerar que a existência de natural hazards é uma função do ajustamento humano a eles, posto que sempre envolvem iniciativa e decisão humana. (MONTEIRO, 1991, p. 8).

O autor faz reflexões sobre os aspectos maléficos e contrapontos benéficos, considerando que “a idéia do negativo está ligada, por via da surpresa do acaso, às implicações econômicas”. Há que se considerar o fato de que uma geada nociva pode exterminar pragas e eventualmente representar atração turística para algumas áreas; que um impacto pluvial calamitoso pode ter contribuído para despoluir uma atmosfera local. É de conhecimento geral que a seca

nordestina do Brasil apresenta viés positivo para questões políticas e para disseminação de obras públicas.

O impacto é mais negativo quanto mais forte ou quando há limitações na expectativa do ocasional e imprevisto. É de natureza fenomenológica e concepção ontogênica.

CONCLUSÃO

A atmosfera que envolve a Terra tem uma composição gasosa constante e uma outra composição variável, muito importante para a definição do tempo e do clima. A divisão em camadas traduz uma orientação sobre as variações no comportamento dos principais elementos do clima. Por sua vez, seus efeitos na superfície podem ser benéficos ou maléficos, cabendo ao homem deles tirar maior proveito e interferir menos, para evitar maiores riscos ambientais.

RESUMO



A estrutura vertical da atmosfera apresenta divisões de acordo com o comportamento de seus elementos principais. Há um modelo padronizado das camadas atmosféricas, mas há também alguns episódios naturais que perturbam a atmosfera e refletem sobre a superfície. Em resumo, apresentamos o seguinte esquema:

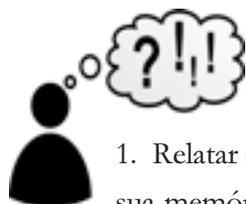
Azares naturais com origem atmosférica

1. Secas
2. Chuvas torrenciais - Enchentes
3. Geadas
4. Granizo
5. Nevoeiros
6. Nevascas

7. Tornados
8. Furacões/Ciclones tropicais/Tufões
9. Tempestades/Trovoadas/Relâmpagos
10. Avalanches (impactos pluviais concentrados).

Azares naturais sem relação com a atmosfera

1. Terremotos
2. Abalos sísmicos
3. Vulcanismos
4. Deslizamentos
5. Desmoronamentos (quando não provocados pela chuva).



ATIVIDADES

1. Relatar algum episódio ou fenômeno que tenha sido registrado na sua memória ou de familiares.
2. Pesquisar de que forma os habitantes mais antigos olham para o tempo.
3. Fazer alguma leitura sobre a percepção do camponês acerca da chegada de algum fenômeno climático.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Os fenômenos climáticos são mais comuns e freqüentes do que se pode imaginar. Apenas não estamos acostumados a tratá-los como fenômenos. Entretanto, algumas vezes eles fogem do comum por assumir contornos de tragédia através de secas violentas, desmoronamentos, enchentes, raios desastrosos etc..

Os moradores mais antigos, principalmente nos campos, estão habituados a analisar o tempo por meio da observação natural, aproveitando a experiência dos mais antigos, que vai passando de geração a geração. Com isso, desenvolveram aptidões para interpretar os “sinais” de chuva, de seca, de ventanias e outros azares do clima.

REFERÊNCIAS

- ESTIENNE, Pierre; GODARD, Alain. **Climatologie**. Paris: Librairie Armand Colin, 1970.
- MOLION, Luis Carlos Baldicero. Secas - o eterno retorno. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 3, n. 18, p. 26-32, 1985.
- _____. O buraco de ozônio: o outro lado da história. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 09-12, jan-fev-mar/1992.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de F. A questão ambiental na geografia do Brasil: a propósito da “validade”, “especialização” e “pesquisa universitária”. **Cadernos Geográficos**. Publicação do Departamento de Geociências – CFH/UFSC. Florianópolis, n. 5, 48 p., maio 2003.
- _____. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**, Florianópolis, ano I, n.1, 1999.
- _____. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.
- PINTO, Josefa Eliane Santana de S.; AGUIAR NETTO, Antenor Oliveira de. **Clima, Geografia e Agrometeorologia**: uma abordagem interdisciplinar. São Cristóvão: Editora da UFS, (Prelo).