Elementos e fatores climáticos

O entendimento e a caracterização do clima de um lugar dependem do estudo do comportamento do tempo durante pelo menos 30 anos: das variações da temperatura e da umidade, do tipo de precipitação (chuvas, neve ou granizo), da sucessão das estações úmidas e secas etc.

Por essa razão, o clima é definido por Max Sorre como uma "sucessão habitual dos tipos de tempo num determinado local da superfície terrestre", enquanto o tempo é apenas o estado da atmosfera de um lugar, num determinado momento.

CONCEITOS

Elementos climáticos: São grandezas meteorológicas que variam no tempo e no espaço e comunicam, ao meio atmosférico. Suas características e propriedades peculiares são temperatura, umidade, chuva, vento, nebulosidade, pressão atmosférica, radiação solar

Fatores climáticos: Influenciam os elementos climáticos, modificando o clima de um local. São eles o relevo, tipo de solo, latitude, altitude etc.

ELEMENTOS DO CLIMA

Os elementos do clima são os atributos básicos que servem para definir o tipo climático de uma determinada região como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica.

UMIDADE

Corresponde à quantidade de vapor de água que encontramos na atmosfera. Pode ser expressa em valores absolutos ou relativos:

A umidade absoluta do ar é a quantidade (em gramas) de vapor d'água.

A umidade relativa do ar é obtida através da relação entre a umidade absoluta (a quantidade de vapor de água do ar) e o ponto de saturação (a quantidade máxima de vapor de água que o ar consegue reter), em determinado local e momento. Ela é expressa em porcentagem (%). Quando, na atmosfera, a umidade atinge o ponto de saturação, ela libera água que cai sobre o solo em forma de chuva ou outros tipos de precipitação.

A umidade é relativa ao ponto de saturação de vapor de água na atmosfera, que é de 4%. Quando a atmosfera atinge essa porcentagem, ou se satura de vapor, ocorre as chuvas. Muitas vezes escutamos no jornal falarem que a umidade relativa do ar é, por exemplo, de 60%. Isto quer dizer que estamos a 60% da capacidade máxima de retenção de vapor de água na atmosfera. Quando está chovendo, a umidade relativa do ar está em 100%, ou 4% em termos absolutos. Portanto, quando a umidade relativa do ar está por volta de 60%, está em 2,4% de vapor em termos absolutos.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A pressão atmosférica é a força provocada pelo peso do ar sobre uma superfície, cujo valor é expresso em milibares (mb). Ela depende da latitude, altitude e temperatura.

Quanto maior a altitude, menor a pressão. Quanto menor a latitude, menor a pressão. Nas regiões mais quentes, região equatorial, o ar se dilata ficando leve, por isso tem uma baixa pressão. Próximo aos pólos, o frio contrai o ar, deixando mais denso, tendo uma maior pressão. No entanto, em regiões mais elevadas, de menor temperatura, também há menor concentração de moléculas de ar (ar mais rarefeito) e, neste caso, menor será a pressão.

TEMPERATURA

A temperatura, medida em graus Celsius (°C), registra o calor da atmosfera de um lugar, cuja variação depende da sua localização e da circulação atmosférica.

RADIAÇÃO

Somente 31% da radiação solar atinge a superfície terrestre. 30% é refletida pelas camadas de nuvens e volta para o espaço e 6% é refletido pelo solo. Cerca de 15% é absorvida na atmosfera, pelo vapor de água, CO2 e partículas (aerossóis). Aproximadamente 3% é absorvido na ionosfera, na formação do ozônio. Cerca de 15% da radiação solar incidente é dispersada pelas partícula sólidas e gasosas.

FATORES DO CLIMA

Os fatores climáticos são os responsáveis pelas características ou modificações dos elementos do clima e devem ser analisados em conjunto: uma localidade, por exemplo, pode estar perto do mar e ser seca, ou pode estar próxima a linha do equador e ser fria.

Condições físicas ou geográficas que condicionam o clima interagindo nas condições atmosféricas. Cada região tem seu próprio clima, isto porque os fatores climáticos modificam os elementos do clima.

Os fatores climáticos são:

LATITUDE

Refere-se à distância de um determinado ponto na Terra ao Equador, sendo que quanto mais distante menor a temperatura, devido a menor incidência de luz solar. Quanto mais nos afastarmos do Equador, menor a temperatura. A Terra é iluminada pelos raios solares com diferentes inclinações. Quanto mais longe do Equador a incidência de luz solar é menor.

ALTITUDE

Altura em referência ao nível do mar. Quanto maior a altitude, menor a temperatura. Isso ocorre porque o ar se torna rarefeito, ou seja, a concentração de gases e de umidade à medida que aumenta a altitude, é menor, o que vai reduzir a retenção de calor nas camadas mais elevada da atmosfera. Há a questão também que o oceano ou continente irradiam a luz solar para a atmosfera, ou seja, quanto maior a altitude menos intensa será a irradiação.

MASSAS DE AR

São grandes blocos de ar que se deslocam pela superfície terrestre. Podem ser polares, tropicais ou equatoriais, apresentando características particulares da região em que se originaram, como temperatura, pressão e umidade.

O encontro de duas massas, geralmente uma fria e outra quente, é denominada de frente. Quando elas se encontram ocorrem chuvas e o tempo muda.

As massas de ar tropicais se formam nos trópicos de Capricórnio e de Câncer. Elas podem se formar na altura dos oceanos (oceânicas) e serem úmidas; serão secas se forem formadas no interior dos continentes (continental).

As massas polares são frias. Isto porque elas se formam em regiões de baixas temperaturas, como o nome já diz, nas regiões polares.

Elas também são secas, visto que as baixas temperaturas não possibilitam uma forte evaporação das águas.

As massas equatoriais são quentes pois se formam próximas a linha do Equador.

CONTINENTALIDADE

A extensão dos continentes é um fator climático. A relação entre o volume de terras e a proximidade de grandes quantidades de água exerce influência na temperatura. Isso porque a água demora a se aquecer, enquanto os continentes se aquecem rapidamente. Por outro lado, ao contrário dos continentes, a água demora a irradiar a energia absorvida. Por isso, o Hemisfério Norte tem invernos mais rigorosos e verões mais quentes, devido a quantidade de terras emersas ser maior, ou seja, sofre influência da continentalidade.

Áreas costeiras tendem a ser mais frias que as áreas continentais.

CORRENTES MARÍTIMAS

São as massas de água que circulam pelo oceano. Tem suas próprias condições de temperatura e pressão e exercem grande influência no clima.

RELEVO

A topografia pode facilitar ou dificultar a circulação das massas de ar, influenciando na temperatura. No Brasil, por exemplo, as serras no Centro-Sul do país formam uma "passagem" que facilita a circulação da massa polar atlântica e dificulta a massa tropical atlântica.

VEGETAÇÃO

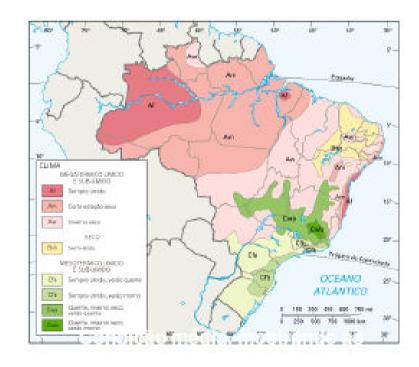
impede a incidência direta dos raios solares na superfície, amenizando o aquecimento. Por isso, com o desmatamento há diminuição de chuvas, visto a umidade diminuir, e há um aumento da temperatura na região.

Tempo e Clima



Para um dado local, o estado da atmosfera pode ser descrito tanto em <u>termos</u> <u>instantâneos</u>, definindo a condição atual, a qual é extremamente <u>dinâmica</u>, como também em <u>termos estatísticos</u>, definindo a condição média, a qual é por sua vez uma descrição estática.

O estado da atmosfera pode ser descrito por variáveis que caracterizam sua condição física. Essas variáveis são o que chamamos de *elementos meteorológicos*: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, etc...



TEMPO

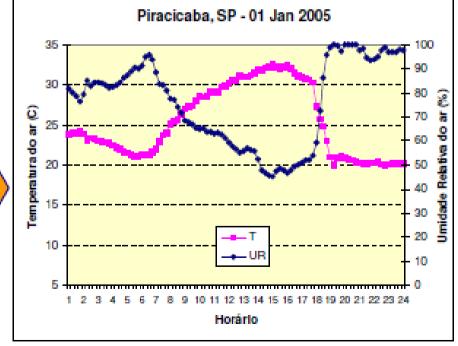
A variação da temperatura e da umidade relativa do ar, ao longo de um dia, mostra o grande dinamismo das condições do tempo.



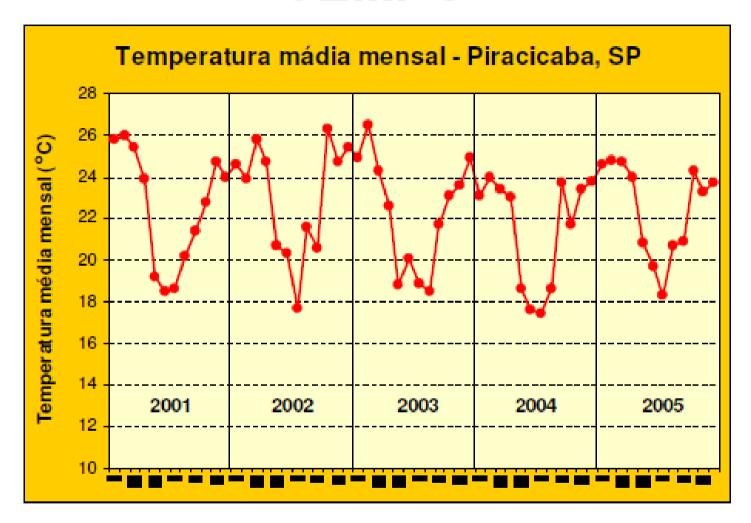


Observe que dependendo da época do ano essa variação ao longo do dia pode ser maior ou menor, o que na realidade é dependente dos fatores meteorológicos que estão atuando em cada um desses dias.



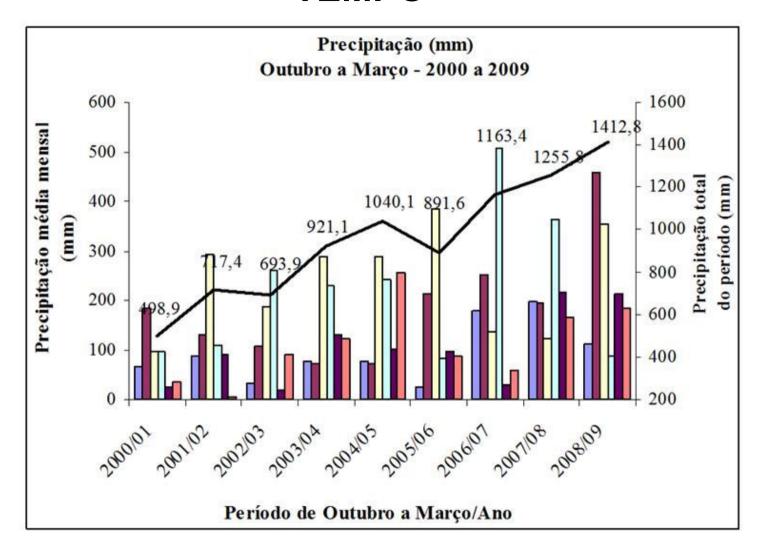


TEMPO



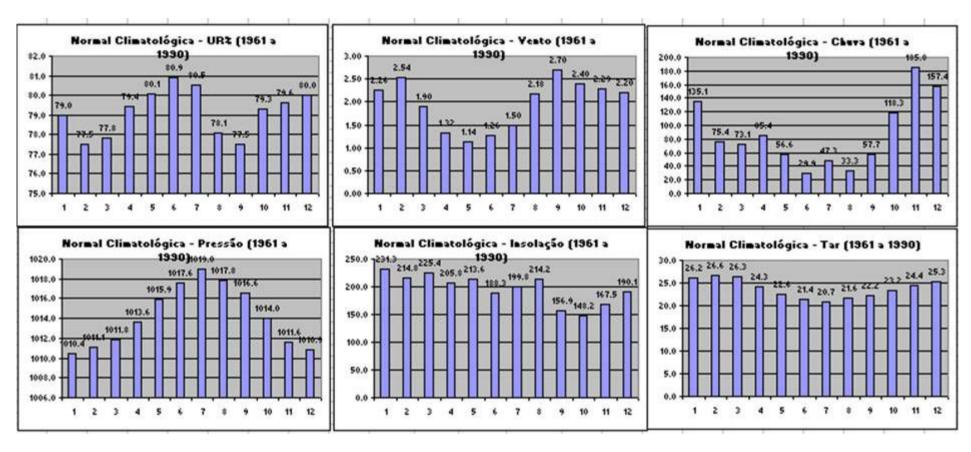
O mesmo acontece ao analisarmos as temperaturas médias mensais para uma série de anos consecutivos. Percebe-se que apesar de haver um padrão de variação, ocorre oscilação nas médias de um mesmo mês, de ano para ano. Isso também pode ser observado para a chuva...

TEMPO



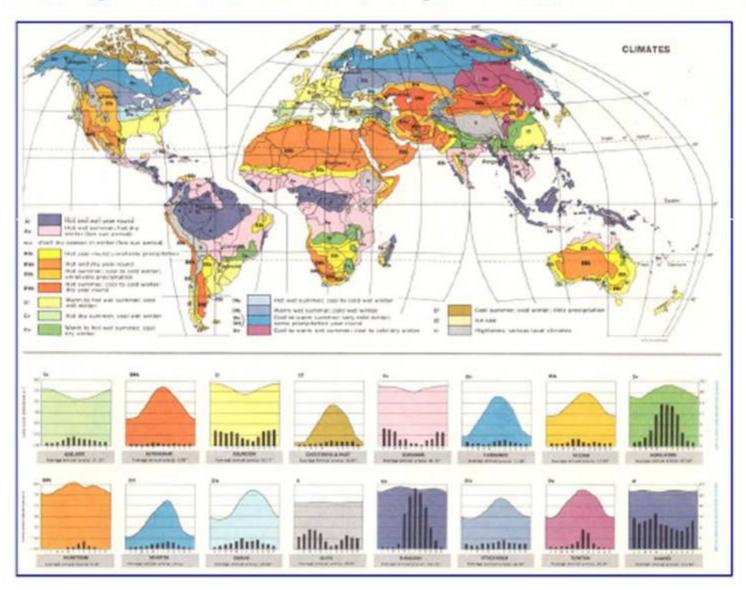
... em que apesar de se observar a oscilação estacional, os valores mensais variam sensivelmente de ano para ano, com o total anual oscilando de 498,9 mm em 2000/01 a 1.412,8 mm em 2008/2009, em Campos dos Goytacazes, RJ.

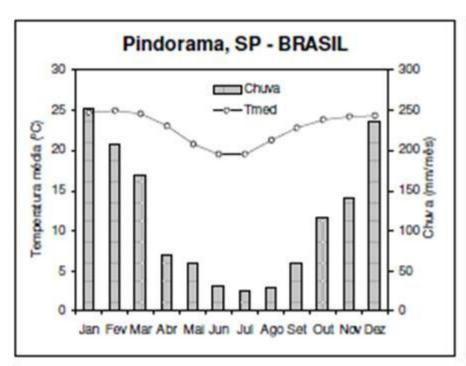
CLIMA

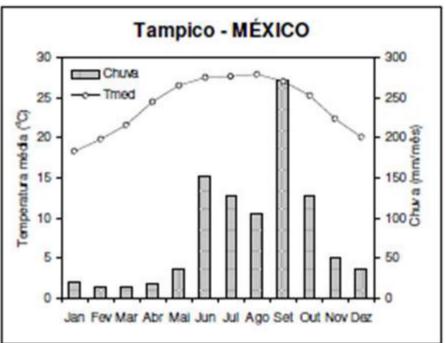


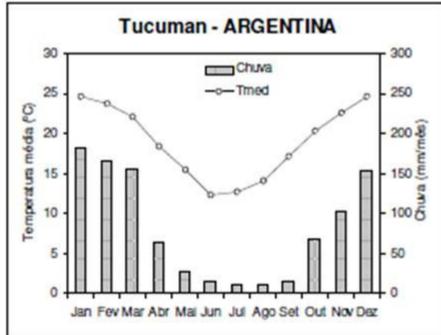
Já as médias das temperaturas médias mensais e dos totais médios mensais de chuva para um período igual ou superior a 30 anos, denominadas de **NORMAIS CLIMATOLÓGICAS**, mostra apenas a variabilidade estacional, porém com valores estáticos para cada mês, descrevendo assim o **CLIMA** do local.

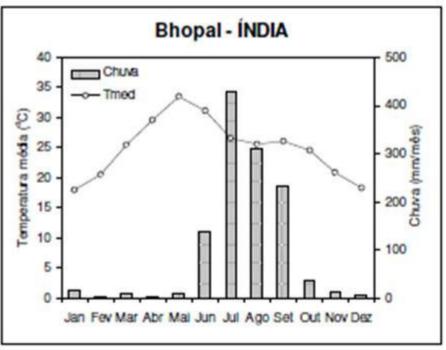
Como dito anteriormente, as NORMAIS CLIMATOLÓGICAS indicam as condições médias do estado da atmosfera do local e isso possibilita se caracterizar o seu CLIMA e a comparação entre localidades. Dê uma olhada nas figuras a seguir e veja as diferenças entre os climas de várias regiões do mundo e também do Brasil.

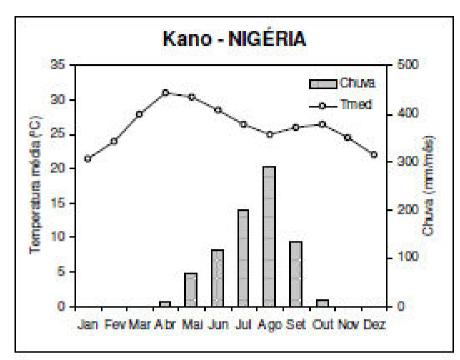


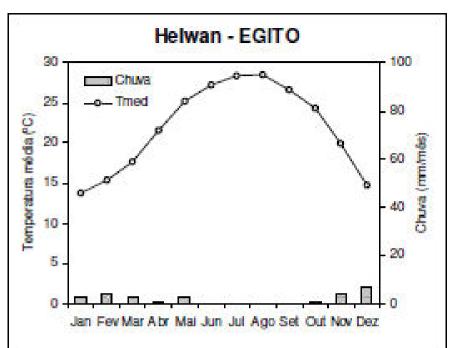


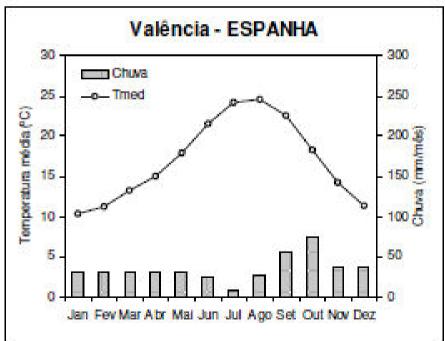


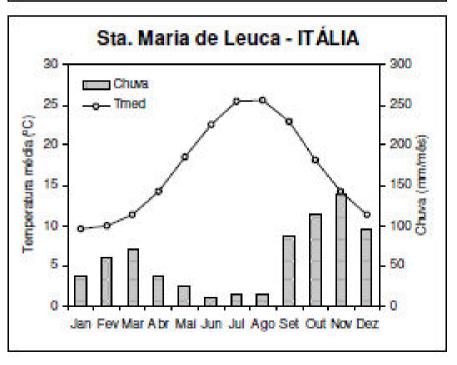






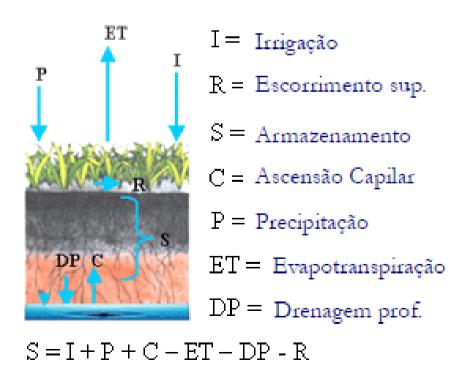




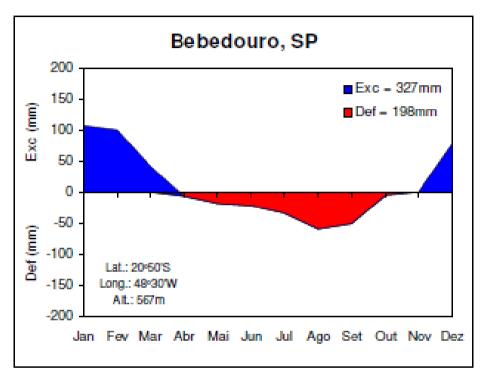


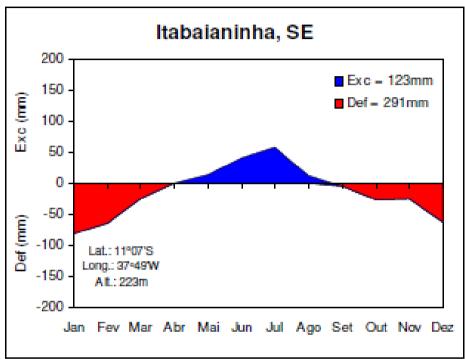
Balanço Hídrico como um instrumento para a caracterização do tempo e do clima

Computando-se o balanço entre a chuva e a água que retorna para a atmosfera pelos processos de evaporação do solo e de transpiração das plantas, têm-se o que denominamos balanço hídrico, que nos ajuda a definir as estações secas (com deficiências hídricas) e úmidas (com excedentes hídricos). Essa ferramenta é de suma importância para a agrometeorologia pois possibilita a determinação da disponibilidade de água no solo, informação chave para o planejamento e para as tomadas de decisão na agricultura.



Balanço Hídrico Normal

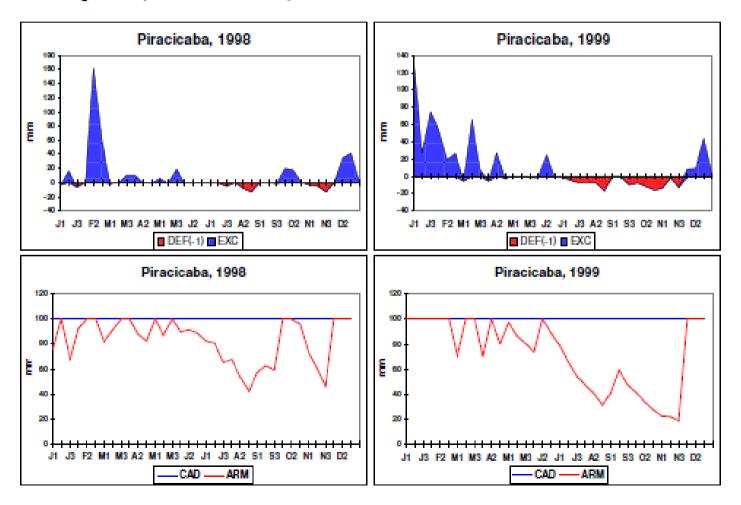




O balanço hídrico normal auxilia no planejamento agrícola, já que nos dá uma noção mais exata da variabilidade das condições hídricas ao longo de um ano NORMAL.

Balanço Hídrico Sequencial

Já o balanço hídrico seqüencial, ou seja, feito com dados de uma seqüência de anos, nos fornece a condição que ocorreu naquele período específico, auxiliando na interpretação dos acontecimentos. O exemplo a seguir mostra o BH seqüencial de dois anos consecutivos para Piracicaba em que podemos identificar os períodos secos e úmidos, assim como a variação do armazenamento de água no solo (ARM) no decorrer dos meses. Observe que a estiagem do ano de 1999 foi mais acentuada do que a de 1998, o que com certeza teve conseqüências para as atividades agrícolas, especialmente para o início da safra das águas e para as culturas perenes, como os citros e o café



DEF = deficiência hídrica, EXC = Excedente hídrico, CAD = capacidade máxima de armazenamento de água pelo solo, e ARM = armazenamento atual de água no solo.

Fatores Meteorológicos / Climáticos

Fatores são agentes causais que condicionam os elementos meteorológicos / climáticos (radiação solar, temperatura do ar, chuva, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica e umidade relativa do ar). A atuação dos diversos fatores, como latitude e altitude, faz com que os elementos meteorológicos variem no tempo e no espaço.





Alguns elementos meteorológicos podem atuar também como fatores, o que é o caso da *radiação solar*, que pode ser tomada tanto como elemento, por ser uma variável que quantifica a disponibilidade de energia solar na superfície terrestre, como também pode ser considerada um fator, por condicionar a temperatura, a pressão e indiretamente outros elementos met./clim.

Escala temporal dos fenômenos atmosféricos

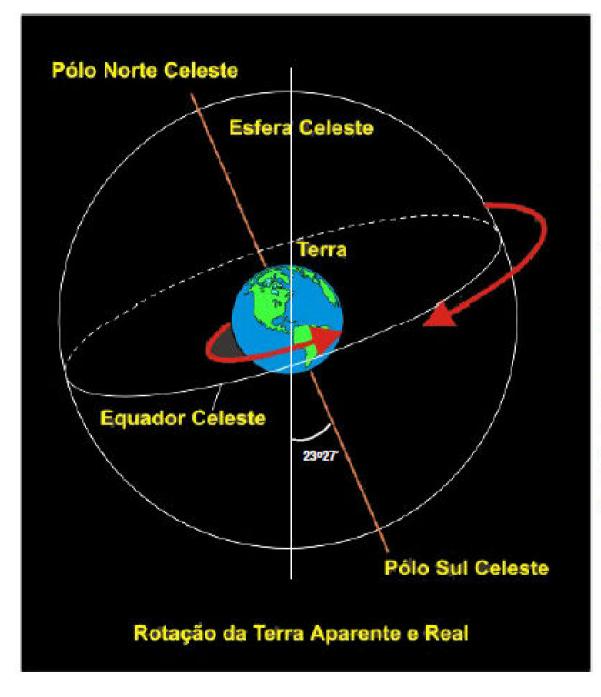
Os movimentos de *Rotação* e *Translação* da Terra constituem-se num dos mais importantes fatores a condicionar os elementos meteorológicos, fazendo com que esses variem no tempo, tanto na escala diária como na escala anual.



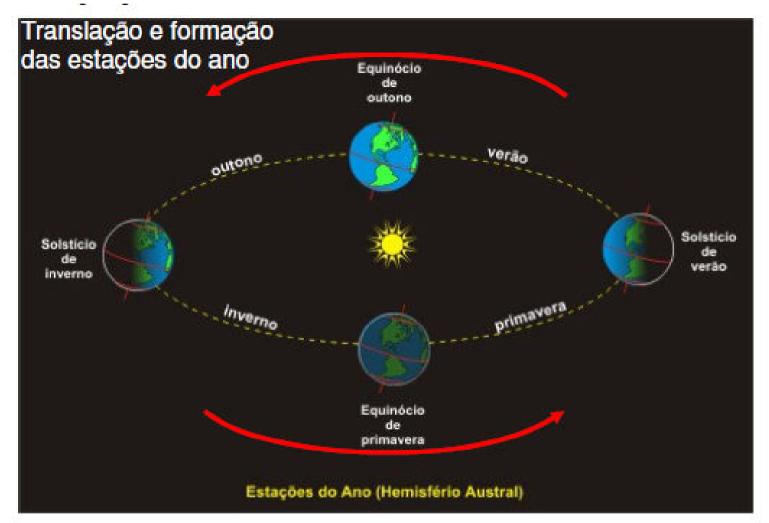


Afélio – quando a Terra se encontra mais distante do Sol (cerca de 1,52.108 km) (04/07)

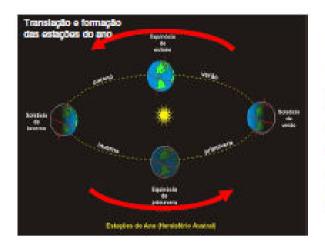
Periélio – quando a Terra se encontra mais próxima do sol (cerca de 1,47.108 km) (03/01)



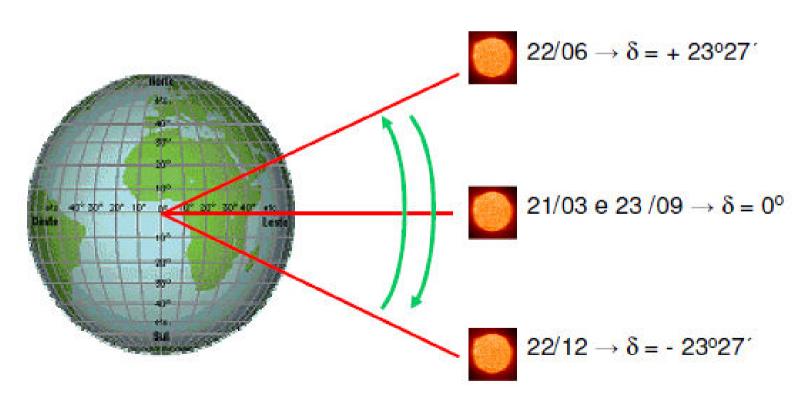
O movimento de *Rotação* da Terra em torno de seu próprio eixo faz com que qualquer local da superficie terrestre experimente uma variação diária em suas condições meteorológicas, especialmente na radiação solar e na temperatura do ar. Isso gera a escala diária de variação das condições meteorológicas. Além disso, a rotação da Terra nos dá a sensação de que o Sol se movimenta (aparentemente) no sentido Leste-Oeste

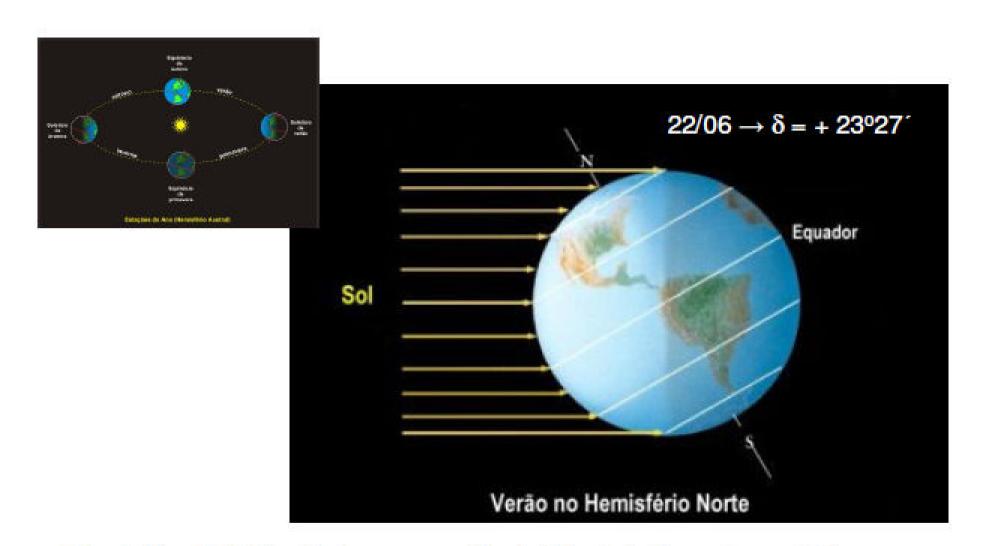


O movimento de *Translação* da Terra em torno do Sol provoca uma variação estacional (ou sazonal) na irradiância solar da superfície terrestre, gerando as estações do ano. Essa variação estacional se deve à inclinação do eixo terrestre em 23°27´ em relação à normal ao plano da eclíptica, fazendo com que um observador na superfície terrestre tenha a sensação de que o Sol se movimenta no sentido Norte-Sul ao longo do ano.



Esse movimento aparente se dá entre as latitudes de 23°27′N (+23°27′) e 23°27′S (-23°27′), que correspondem respectivamente aos Trópicos de Câncer e Capricórnio. O ângulo formado entre as linhas imaginárias do Equador e a que liga o centro da Terra ao Sol denomina-se Declinação Solar (δ). δ indica a latitude na qual o Sol "está passando" num determinado instante no seu movimento aparente N-S.

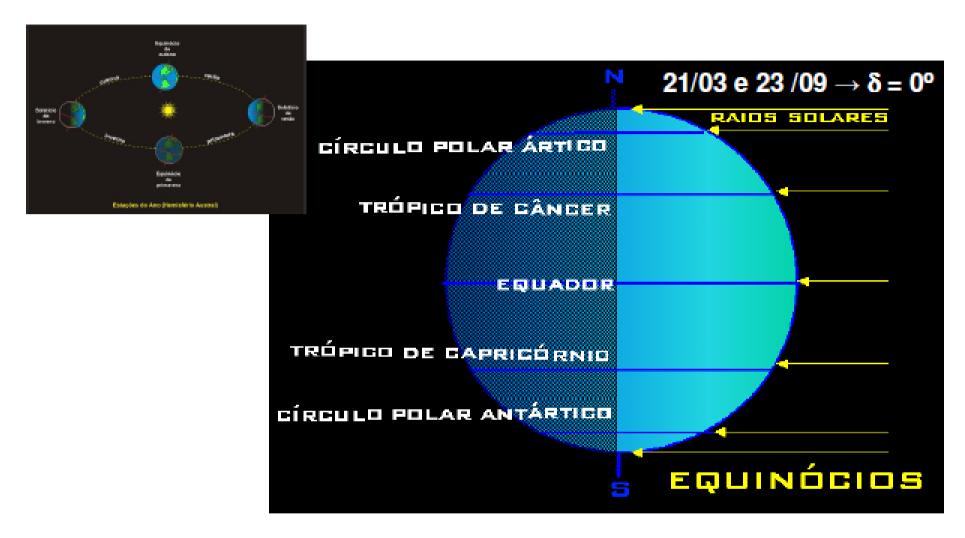




<u>Efeméride</u>: Solstício de inverno no Hemisfério Sul (de verão no HN) – ocorre normalmente no dia 22/06, sendo esse o início do inverno. Nessa data, o fotoperíodo é mais longo no HN (>12h) e mais curto no HS (<12h). Na linha do Equador, fotoperíodo é igual a 12h.



<u>Efeméride</u>: Solstício de verão no Hemisfério Sul (de inverno no HN) – ocorre normalmente no dia 22/12, sendo esse o início do verão. Nessa data, o fotoperíodo é mais longo no HS (>12h) e mais curto no HN (<12h). Na linha do Equador, fotoperíodo é igual a 12h.



<u>Efeméride</u>: Equinócios – ocorre em média nos dias 21/03 (de outono), sendo esse o início do Outono, e 23/09 (de primavera), sendo que nessa data se dá o início da Primavera. Nessas datas, o fotoperíodo é igual a 12h em todas as latitudes do globo terrestre.

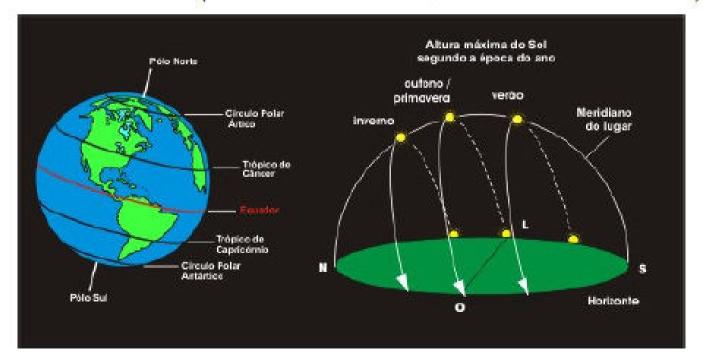
Além da variação temporal, o movimento aparente do Sol em relação à superfície da Terra origina também uma variação espacial tanto da disponibilidade de radiação solar (Qo) como do fotoperíodo (N).

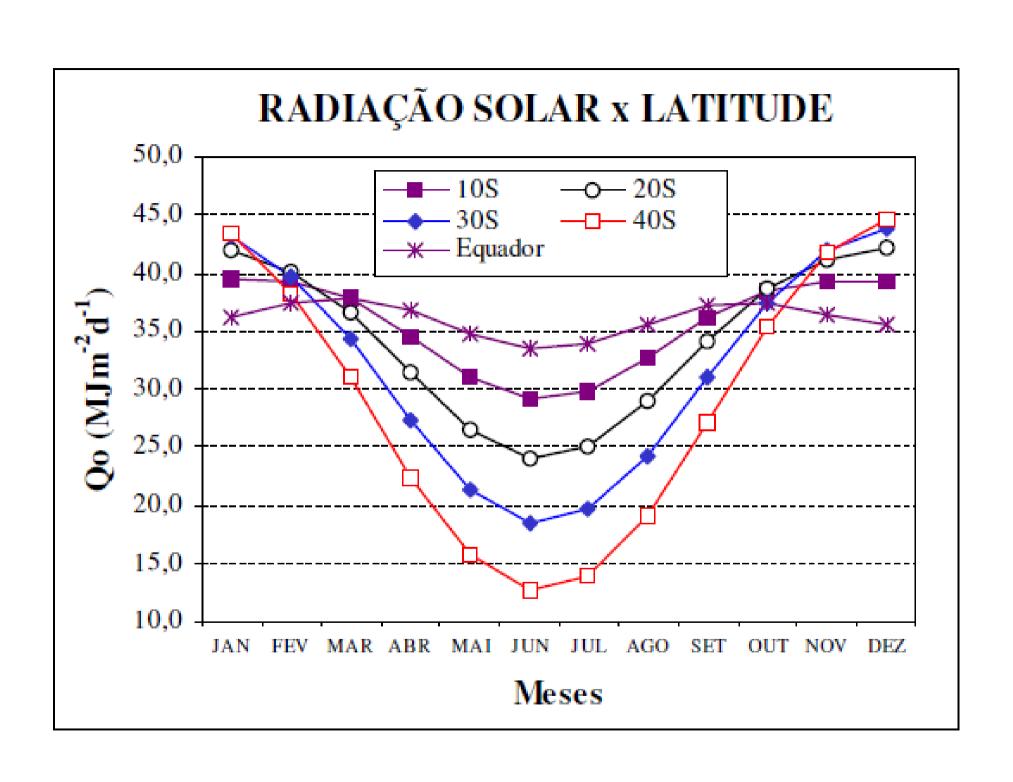
Quanto mais se afasta do Equador maior a variação estacional da irradiância solar e do fotoperíodo ao longo do ano, sendo esses os fatores mais importantes na formação do clima da Terra.

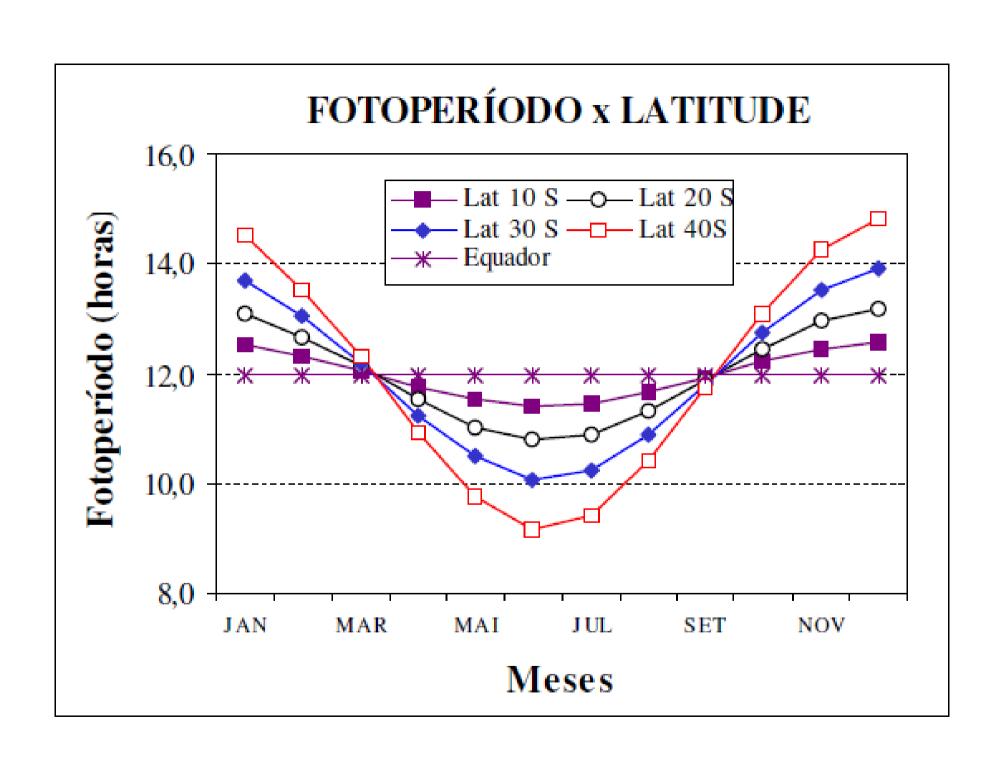
REGIÃO EQUATORIAL (N ≈ 12 h e Qo entre 33 e 38 MJm⁻²d⁻¹)

LATITUDE DE 30° (N entre 10 e 14 h e Qo entre 18 e 44 MJm⁻²d⁻¹)

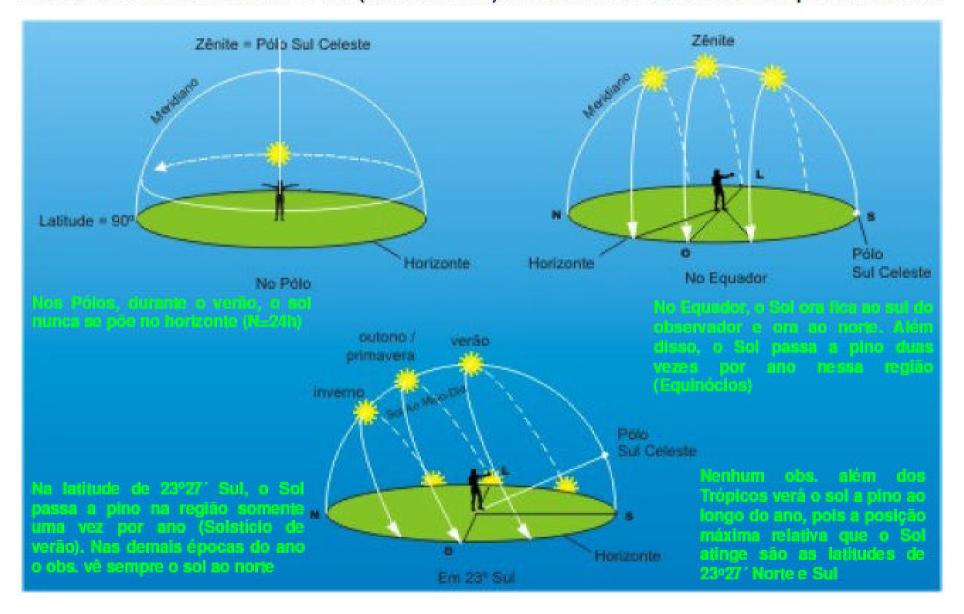
REGIÃO POLAR (N entre 0 e 24 h e Qo entre 0 e 48 MJm⁻²d⁻¹)

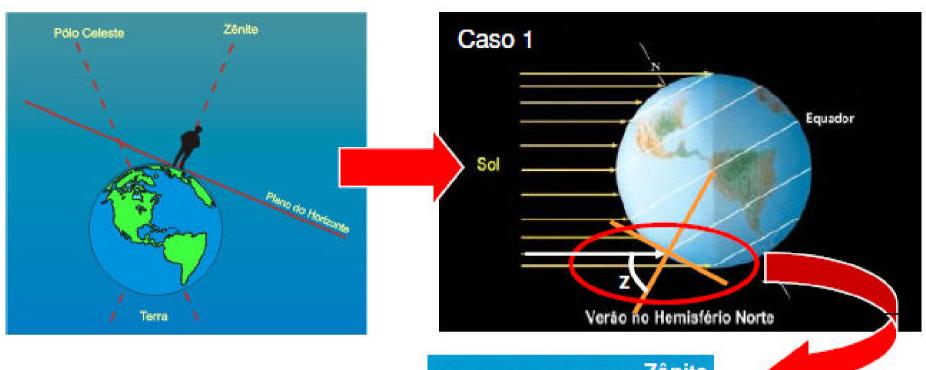






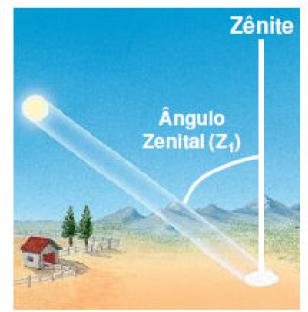
Como um observador vê o sol (ao meio dia) em diferentes latitudes e épocas do ano



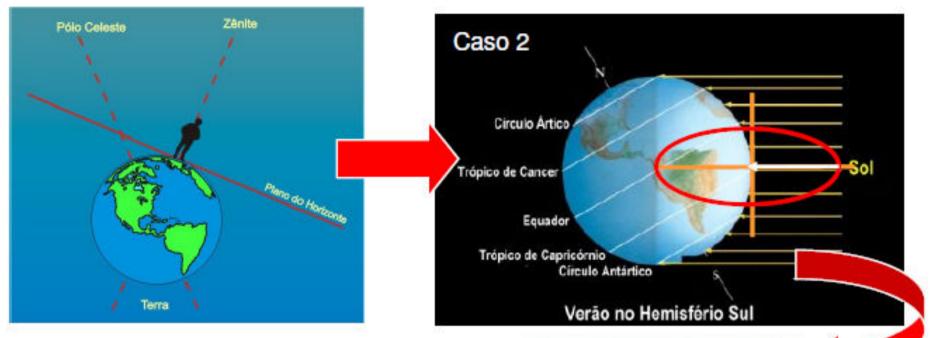


Ângulo Zenital (Z) – ângulo formado entre o Zênite e os raios solares. Varia de acordo com a latitude, a época do ano e a hora do dia.

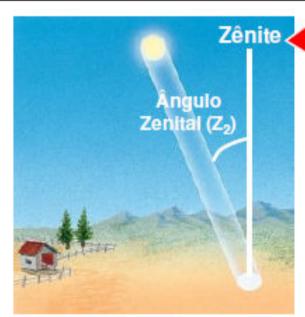
Irrad. Solar = Energia/(Area*Tempo)



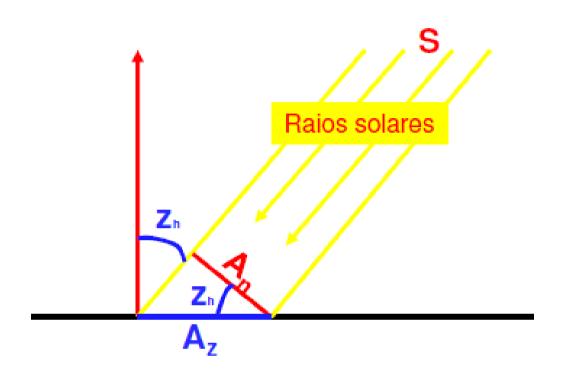
Zênite – linha imaginária que liga o centro da Terra e o ponto na superfície, prolongando-se ao espaço acima do observador



Ângulo Zenital, Z₂, é menor do que o ângulo Z₁ o que indica haver maior irradiância solar (energia/área*tempo) no Caso 2 do que no Caso 1. Isso se dá porque quando os raios solares se inclinam, a mesma quantidade de energia se distribui sobre uma área maior, resultando em um menor valor de irradiância solar. Isso deu origem a uma lei da radiação solar denominada Lei do Cosseno de Lambert.



Lei do Cosseno de Lambert



Energia = S

Área normal = A_n

Tempo = unitário

$$I_n = S / A_n$$

$$I_z = S / A_z$$

Igualando-se as as duas equações têm-se:

$$I_n A_n = I_z A_z$$
 ou $I_z/I_n = A_n/A_z$

Do triângulo formado na Figura ao lado têm-se que:

$$Cos Z_h = A_n / A_z$$

Resultando em:

$$I_z = I_n \cos Z_h$$

Desse modo, se:

$$Zh = 0^{\circ} \rightarrow I_7 = I_n$$

$$Zh = 90^{\circ} \rightarrow Iz = 0$$

Lei do Cosseno de Lambert

$$I_z = I_n \cos Z_h$$

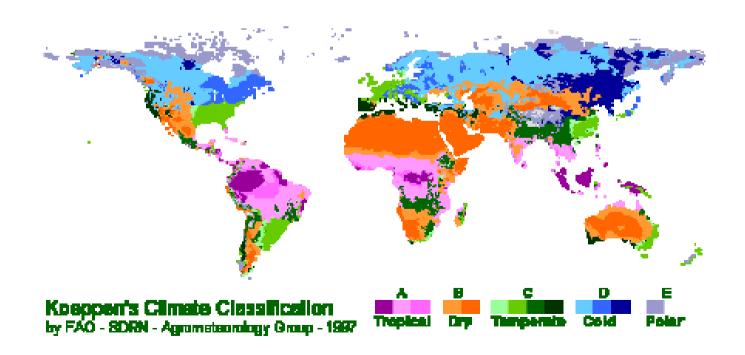
A Lei de Lambert possibilita o entendimento do porque da variação diária e estacional da irradiância solar, que por sua vez irá influenciar os demais elementos meteorológicos.

Devido ao movimento de rotação da Terra, o ângulo zenital varia ao longo do dia – nos horários do nascer e do pôr do Sol o ângulo zenital é igual a 90° e, portanto, a irradiância solar é igual a zero. Com a diminuição do ângulo zenital, com o passar das horas, a irradiância vai aumentando até atingir seu máximo ao meio dia, ou seja quando o sol passa pelo meridiano local ("passagem meridiana"). Depois Zh volta a aumentar, fazendo com que lz diminua, chegando a zero no pôr do sol.

Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, o ângulo zenital varia também ao longo do ano. Se considerarmos uma localidade situada na latitude de 23°27´, o <u>ângulo zenital ao meio-dia</u> será de 0° ($I_{12h} = I_n$) para o solstício de verão, 23°27´ ($I_{12h} = 0,917*I_n$) para os equinócios e 46°54´ ($I_{12h} = 0,683*I_n$) no solstício de inverno.

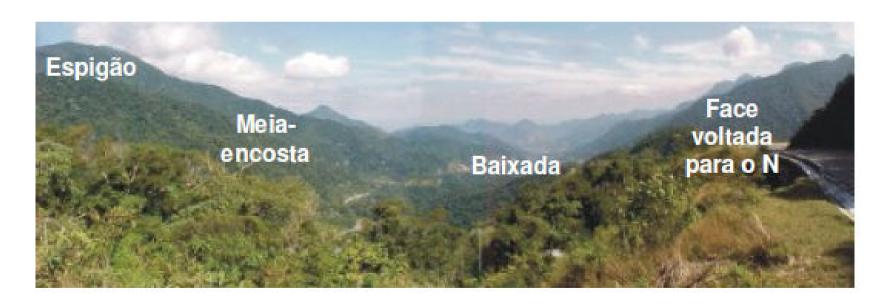
Macro-escala

Trata dos fenômenos em escala regional ou geográgica, que caracteriza o macro-clima de grandes áreas, devido aos fatores geográficos, como a latitude, altitude, correntes oceânicas, oceanalidade/continentalidade, atuação de massas de ar e frentes. Esses fatores são denominados "macroclimáticos". O macroclima é o primeiro a ser considerado no zoneamento agroclimático



Topo-escala

Refere-se aos fenômenos em escala local, em que a topografia condicona o topo-clima, devido às condições do relevo local: exposição e configuração do terreno. Esses fatores são denominados de "topoclimáticos" e são de grande importância no planejamento agrícola.



Micro-escala



Mata em regeneração

É aquela que condiciona as condições meteorológicas (microclima) em uma pequena escala, ou seja, pela cobertura do terreno ou pela adoção de alguma prática de manejo (irrigação, adensamento de plantio, cultivo protegido, etc). Cada tipo de vegetação ou estrutura gera um microclima diferenciado. Culturas anuais semeadas no sistema convencional tem um microclima diferente daquelas cultivadas no sistema de plantio direto. A presença de mato nas entrelinhas e o adensamento das culturas perenes também interferem no microclima. O uso de ambientes protegidos (coberturas plásticas) altera o microclima, reduzindo a radiação solar e aumentando a temperatura diurna.



Mata virgem



Cultura de arroz



Colheita de cana







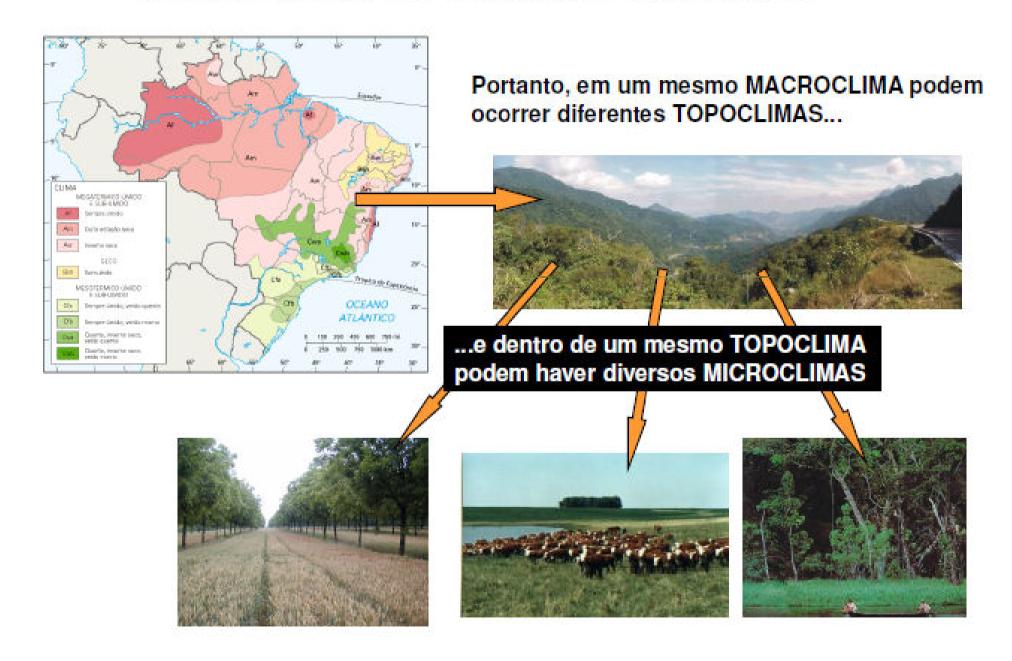
Estufas plásticas







Cada uma dessas condições de cobertura do terreno irá gerar um microclima diferente, que por sua vez depende também do macro e do topoclima.



Teste rapido!

- 1) Conceitue tempo, clima, normal climatológica, elementos e fatores meteorológicos. Qual a ligação de cada um deles com as atividades agropecuárias?
- 2) O que significa solstício e equinócio? Quando eles ocorrem? O que significa declinação solar e quais seus valores nas principais efemérides?
- 3) Comente sobre as três escalas espaciais dos fenômenos atmosféricos. Como elas interagem com as atividades agrícolas?
- 4) Como a lei do cosseno de Lambert está relacionada com as variações diária e sazonal da radiação solar na superfície terrestre, em um dado local?