

## CBC – 2007: TÓPICO 19 – PRIMEIRO PRINCÍPIO DA TERMODINÂMICA

### A METEOROLOGIA E A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

Prof. Gielton de Barros Lima

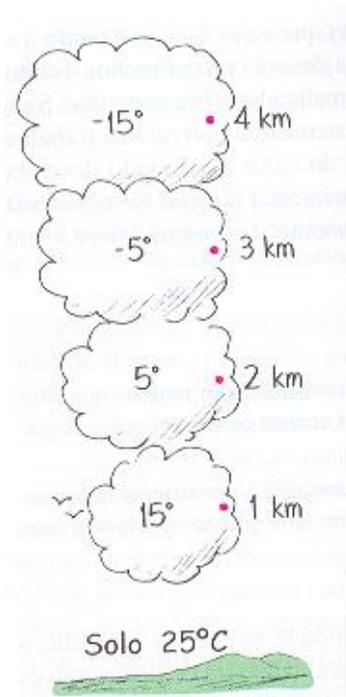
A termodinâmica é útil aos meteorologistas para analisar o clima. Eles costumam expressar a primeira lei da termodinâmica da seguinte maneira: **A temperatura do ar aumenta quando calor é adicionado ou quando a pressão aumenta.**

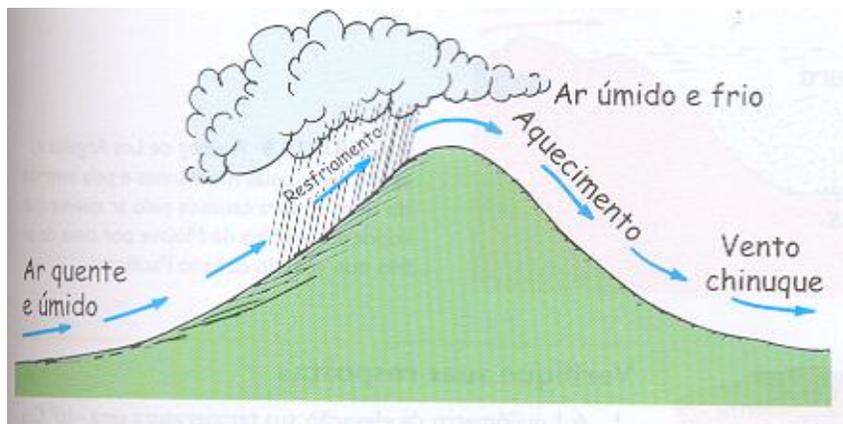
A temperatura do ar pode ser alterada adicionando-se ou retirando-se calor, ou mudando a pressão do ar (o que envolve a realização de trabalho), ou através de ambos. O calor é adicionado por radiação solar, por radiação terrestre de ondas longas, por condensação de vapor ou por contato com o solo aquecido. Tudo isso resulta em um aumento da temperatura,. A atmosfera pode perder calor por radiação para o espaço, pela evaporação da chuva que cai através do ar seco, ou por contato com superfícies frias. O resultado pe uma queda da temperatura do ar.

Existem alguns processos atmosféricos em que a quantidade de calor adicionado ou retirado pe muito pequena – suficiente para que o processo seja aproximadamente adiabático. Então, obtemos a forma adiabática da primeira lei: **A temperatura do ar se eleva (ou cai) quando a pressão cresce (ou diminui).**

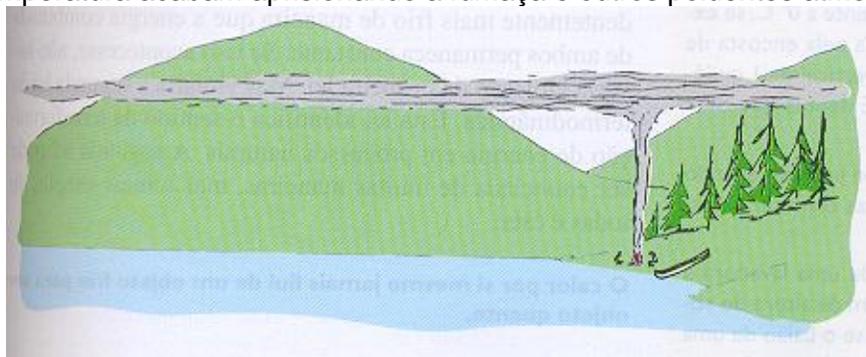
Processos adiabáticos na atmosfera são característicos de grandes porções de ar, com dimensões que vão desde algumas dezenas de metros até vários quilômetros. Essas porções são suficientemente grandes para que o ar de fora não se misture apreciavelmente com o ar de dentro durante os minutos ou horas que duram. Elas se comportam como se estivessem dentro de um gigantesco saco de pano fino. Quando uma dessas porções de ar sobe pela encosta de uma montanha, sua pressão diminuiu, o que permite que ela se expanda e se resfrie. A pressão reduzida resulta em temperatura reduzida. AS medidas mostram que a temperatura de uma porção de ar seco diminui cerca da 10°C para o decréscimo de pressão correspondente a uma elevação de 1 quilômetro em altitude.

O ar que flui sobre altas montanhas, ou que se eleva em tempestades com trovões ou ciclones pode subir até vários quilômetros. Assim, se uma grande porção de ar seco a uma temperatura confortável de 25°C, ao nível do solo, for elevada para 6 quilômetros, a temperatura se tornará gélidos -35°C. Por outro lado, se ao ar a uma temperatura típica de -20°C e a uma altitude de 6 quilômetros descesse para o nível do solo, sua temperatura seria 40°C. Um exemplo claro desse tipo de aquecimento é o do chinuque – um vento que sopra da Montanhas Rochosas para as Grandes Planícies norte-americanas. O ar frio descendo as encostas das montanhas é comprimido e aquecido apreciavelmente. O efeito da compressão ou expansão dos gases pe muito impressionante.

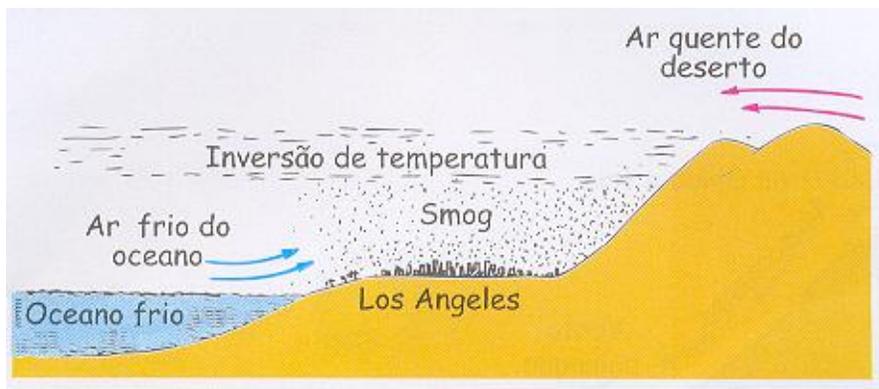




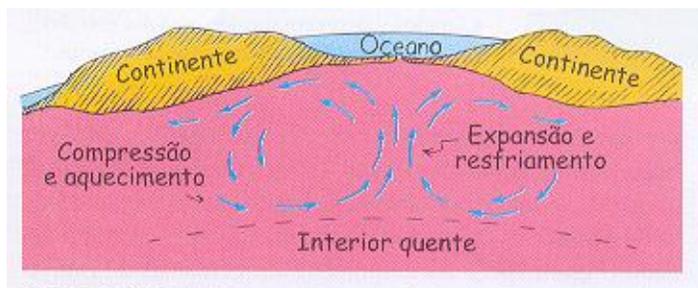
Uma grande porção de ar resfria enquanto se eleva. Mas o ar circundante vai tornando-se mais frio também à medida que a elevação aumenta. A porção de ar continuará a se elevar enquanto estiver mais quente (e, portanto, menos densa) do que o ar circundante. Se ela se tornar mais fria (mais densa) do que sua vizinhança, começará a descer. Sob certas condições, grandes porções de ar frio descem e se mantêm em um nível baixo, resultando no aquecimento do ar acima delas. Quando as regiões mais altas da atmosfera estão mais quentes do que as regiões mais baixas, temos uma **inversão térmica**. Se qualquer ar que se eleve for mais denso do que esta camada superior de ar quente, ele deixará de subir e em diante. É freqüente se ver a evidência disto sobre um lago frio, onde gases e partículas visíveis, tais como fumaça, espalham-se numa camada achatada acima do lago, em vez de elevar e dissipar na parte mais alta da atmosfera. As inversões de temperatura acabam aprisionando a fumaça e outros poluentes atmosféricos.



A famosa *smog* de Los Angeles é aprisionada por um desses tipos de inversão, causada pelo ar frio e de baixa altitude vindo do oceano, sobre o qual uma camada de ar quente se move por cima das montanhas, vinda do deserto de Mojave. As montanhas ajudam a manter o ar aprisionado. As montanhas nas cercanias de Denver desempenham um papel semelhante ao aprisionar *smog* abaixo de uma inversão de temperatura.



Porções adiabáticas de fluidos não estão restritas à atmosfera, e as variações que ocorrem nelas não são necessariamente rápidas. Certas correntes oceânicas profundas, por exemplo, levam milhares de anos para circular,. As massas de águas envolvidas são tão gigantescas e as condutividades tão baixas que nenhuma quantidade apreciável de calor é transferida para dentro ou para fora delas nesses longos períodos de tempo. Elas são aquecidas e resfriadas adiabaticamente por variações de pressão. Variações em correntes de convecção oceânicas adiabáticas, como evidenciado pelo recorrente El Niño, tem grande influência sobre o clima da Terra. A convecção oceânica é influenciada pela temperatura do fundo oceânico, que por sua vez é influenciada pelas correntes de convecção no material derretido que situa-se abaixo da crosta terrestre.



Obter uma compreensão acerca do comportamento dos materiais derretidos do manto da Terra é mais difícil. Uma vez que uma grande porção do material fluido quente começa a se elevar das profundezas do manto, ela alcançará a crosta terrestre? Ou sua taxa de resfriamento adiabático a fará mais fria e mais densa do que sua vizinhança num determinado ponto, a partir do qual ela afundará? A convecção desse material é auto-sustentada? Os geofísicos estão constantemente ponderando essas questões.

(Texto extraído de Física Conceitual, Paul G. Hewitt, Bookman,2002.)