

3-Pressão atmosférica

3-2 COMPOSIÇÃO E CAMADAS DA ATMOSFERA

A seguir abordaremos um tema bastante interessante que é procurar entender qual é a composição em termos da constituinte da atmosfera terrestre. Qual é a composição em termos de elementos químicos, em termos de moléculas na superfície terrestre. E a segunda questão é entender que a atmosfera exibe algumas camadas. Em cada camada, nós temos diferentes densidades, pressões, temperaturas e assim por diante.

3-3 A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO AR

Este tópico tem uma história muito longa. Credita-se muitas vezes a Aristóteles como sendo o primeiro a se preocupar com essa questão. Isso aconteceu há mais de 2000 anos atrás, 2400 anos atrás.

A grande descoberta de Aristóteles é que a água seria um dos constituintes ou a molécula da água seria um dos componentes do ar. Essa é uma descoberta interessante. Hoje nós sabemos que o ar contém aproximadamente 1% de água no nível do mar. No entanto, no restante, nós temos cerca de 0,4 % de água. Assim, água é um dos constituintes do ar.

Os historiadores, por outro lado, atribuem a Nicholas de Cusa como sendo o primeiro a conseguir medir a porcentagem de água no ar utilizando um higrômetro. Higrômetro relativamente simples. Temos aqui não só uma comprovação da ideia de Aristóteles como também um método para se determinar a porcentagem de água na atmosfera local.

No entanto, descobrir os demais constituintes do ar demorou muito tempo. Mesmo por que alguns elementos foram descobertos milhares de anos depois de Aristóteles. Vamos começar pelo oxigênio. O oxigênio foi descoberto por 2 cientistas independentemente por Carl Scheele, em 1772 e Joseph Priestley em 1774. Mas Priestley foi o primeiro a publicar os seus achados, portanto, muitas vezes se atribui a Priestley a descoberta do oxigênio. Estávamos aqui avançando na teoria atômica da matéria.

Lavoisier foi o primeiro a propor que o oxigênio seria um dos componentes do ar. É claro que isso no contexto da sua descoberta ou da sua explicação para a combustão onde ai se evoca a ideia de que o elemento chave na combustão seria o oxigênio. Consequentemente para alimentar o fogo deveria haver no ar o precioso oxigênio. Precioso para nós.

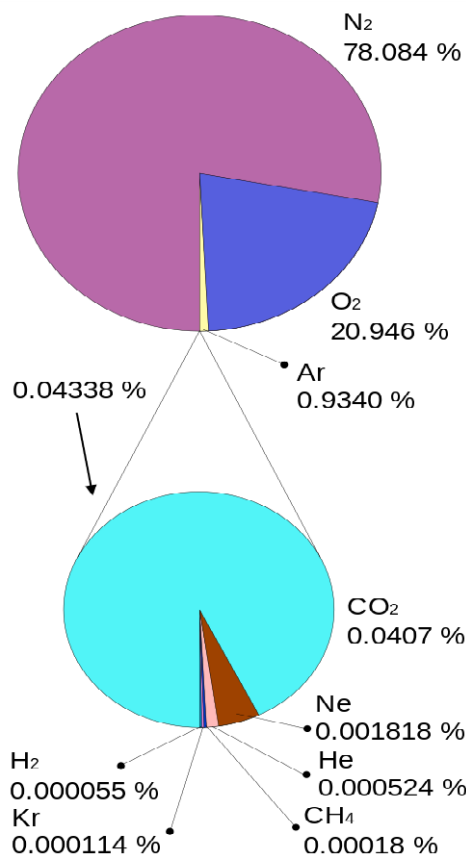
Em seguida, poderíamos falar do nitrogênio que é outro componente importante do ar. Queremos aqui mencionar que Cavendish foi o primeiro cientista a determinar experimentalmente a abundância de nitrogênio no ar. Cavendish não descobriu o

nitrogênio, mas ele determinou a composição ou abundância de nitrogênio no ar. Isso aconteceu em 1783. Isso pouco depois de Lavoisier, no ano aproximadamente de 1779. Portanto, cerca de 4 anos depois. De forma que esses dois elementos, que são os elementos mais importantes acabaram sendo objeto de medidas experimentais no final do século XVIII. Mais de 2000 anos depois da descoberta de Aristóteles sobre o primeiro componente do ar.

O argônio, outro componente do ar, foi identificado e quantificado cerca de 1 século depois da descoberta dos elementos mais abundantes do ar. Isto foi feito por Rayleigh e Ramsey no ano de, aproximadamente. 1892.

Os demais elementos, com menor abundância, são o neônio, o dióxido de carbono, CO_2 , o hidrogênio molecular, hélio. A abundância destes elementos ou dessas moléculas é representada na figura abaixo.

O fato é que a composição química do ar é mutante uma vez que estamos sempre poluindo o meio ambiente e, portanto aumentando a porcentagem de dióxido de carbono.

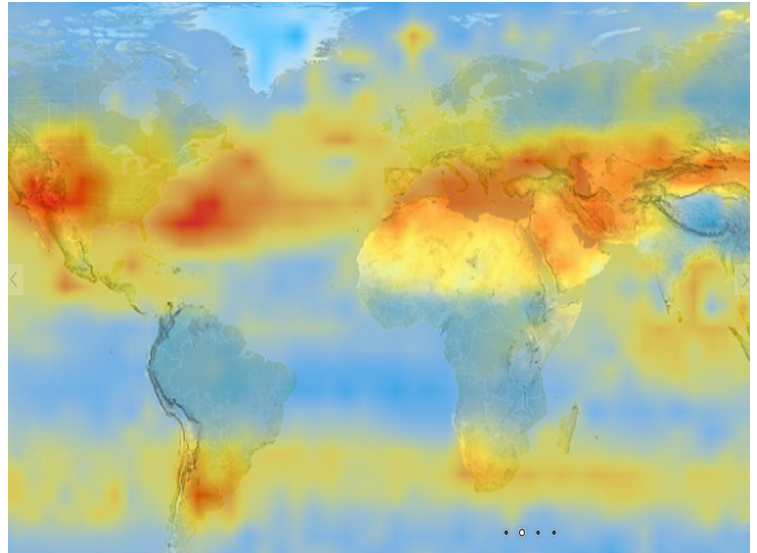


<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=823817>

O ar é composto, em a maior parte por nitrogênio (78%), e oxigênio quase 21%, seguidos do argônio e do CO_2 , dióxido de carbono. Têm também outros elementos e átomos como

neônio, hélio, metano, hidrogênio molecular e assim por diante. É bastante rica a composição da atmosfera terrestre.

A composição química do ar é mutante. E hoje em dia é fundamental acompanhar como as atividades humanas afetam a composição da atmosfera terrestre. Vários laboratórios se dedicam a essa questão.



Estamos constantemente poluindo o ar, dizemos em linguagem simplificada. Hoje temos grupos voltados para investigar essas questões de propriedades físicas e químicas da atmosfera. Temos um grupo no Instituto de Física da USP que estuda os problemas associados à poluição nas áreas urbanas bem como na Amazônia. Hoje é um tema de investigação científica bem importante, pois queremos saber o que vai acontecer com o nosso planeta daqui a 10, 20, 30 anos. Parece-nos que o futuro do planeta Terra, mantidas as condições atuais, não é muito animador.

CAMADAS DA ATMOSFERA TERRESTRE

Existe uma divisão na camada da atmosfera terrestre que leva em conta camadas de transição. Por exemplo, acima da troposfera pode-se falar na tropopausa que é uma camada intermediária entre a troposfera e a estratosfera. Nós não vamos aqui falar das camadas intermediárias. Nós vamos fazer uma divisão das camadas da atmosfera da forma mais simples possível. Abordaremos então apenas 5 camadas começando pela troposfera.

TROPOSFERA

A troposfera é a camada logo acima da superfície terrestre. Ela se estende desde a superfície terrestre até alturas que podem variar de 7 a 17 kms. Esta variação tem haver com a superfície terrestre que não é muito regular. Por exemplo, na superfície terrestre nós temos montanhas altíssimas, como o Everest, no Nepal. É por isso que a sua espessura média é de aproximadamente 12 kms e pode atingir 17 kms nos trópicos. Ela se reduz para cerca de 7 kms nos pólos.

O que acontece de importante para nós seres humanos, acontece na troposfera. Aqui temos os fenômenos meteorológicos. Estão todos confinados nesta camada. Portanto o clima é determinado essencialmente por essa camada.

É nela onde temos aviões, especialmente aviões comerciais. De forma que ela tem a densidade suficiente para prover ou para possibilitar a existência de uma força de sustentação das asas do avião. As coisas importantes acontecem na troposfera que está logo acima de nós. A troposfera não tem uma densidade uniforme. Ela também não tem uma pressão uniforme. A pressão vai decrescendo à medida que subimos mais e mais. A temperatura também decresce ao longo da troposfera a partir da superfície terrestre. Esta é sem dúvida alguma a camada mais importante para nós, os seres vivos. Cerca de 50% da massa da atmosfera terrestre está concentrada nesta primeira camada. O fato é que ao subir a temperatura cai e o ar vai se tornando mais frio.



Troposfera

A ESTRATOSFERA

A estratosfera é a segunda camada em torno da terra. Grosso modo, ela se estende de digamos, 15 kms e 50 kms acima da superfície terrestre.

O que é interessante é que nesta camada acontece uma coisa curiosa. A temperatura aumenta com a altitude e também ela é caracterizada pelos movimentos do ar em sentido horizontal. Essa é a primeira característica. A temperatura aumenta com a altura diferentemente do que acontece na troposfera. Esse aumento da temperatura ocorre por que nós temos ai um mecanismo de proteção. Porquanto, nessa camada os raios ultravioletas provenientes do sol são absorvidos pela camada estratosférica de ozônio. Ela absorve a maior parte desses raios fazendo com que essa radiação que seria letal, prejudicial a nós seres humanos, não atinge a superfície terrestre. Portanto, temos aqui um mecanismo de proteção para a vida. Porquanto claramente essa radiação iria prejudicar a vida. Ali encontramos uma concentração muito pequena de vapor d'água

O vapor de água está concentrado essencialmente na troposfera e depois atinge uma temperatura constante até uma região limítrofe que é denominada estratopausa. Como nós não estamos falando dessas camadas intermediárias nós vamos eliminar a descrição da estratopausa. É uma região relativamente calma, estável, sem fenômenos atmosféricos violentos, como aqueles que são observados na primeira camada. É, portanto uma região muito calma e por isso ela também é preferida pelos pilotos de aviões comerciais que procuram fugir de regiões de instabilidade. Por exemplo, balões atmosféricos, balões de uma maneira geral podem utilizar essa camada estratosférica. Acima delas temos uma região de transição que é a estratopausa que se localiza cerca de 22 km acima da superfície onde ai se inicia a camada de ozônio que nos da proteção.



Estratosfera

MESOSFERA

A terceira camada recebe esse nome mesosfera. Ai é claro como em relação as demais camadas que nada é muito preciso. Ela vai de 50 km acima da superfície terrestre até 85 km. Nessa camada a temperatura volta a diminuir com a altitude como acontece na troposfera e pode atingir temperaturas de -90°C . Uma característica interessante é que nesta camada nós temos a combustão de meteoróides, meteoros. Que eventualmente adentram a atmosfera terrestre. Nesse aspecto, trata-se também de uma camada que nós dá uma proteção.



Mesosfera

TERMOSFERA

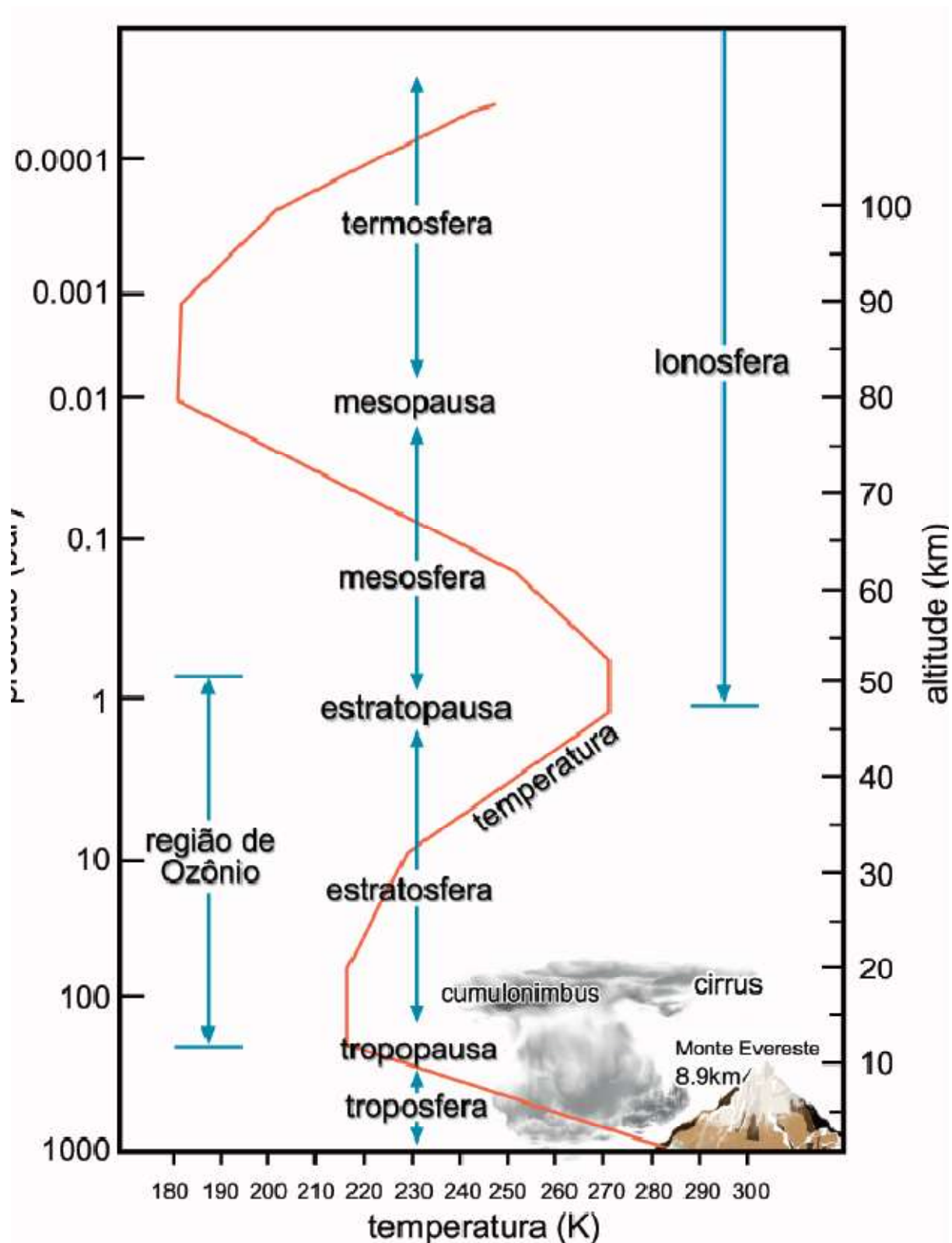
A quarta camada é a termosfera que começa onde termina a mesosfera. A termosfera ela vai de 80 a 90 km acima da superfície terrestre até mais de 650 km. Nessa camada a temperatura aumenta. Então veja que a divisão em camadas leva muito em conta a questão do aumento e a diminuição da temperatura. Ela aumenta de uma maneira rápida. É claro que ela aumenta monotonicamente, com altura, até atingir regiões onde a densidade das moléculas é extremamente pequena. A densidade é muito baixa. A densidade é tão grande que ali esse gás pode ser considerado como um gás livre. É a camada, por outro lado, onde acontecem fenômenos interessantes como as auroras boreais e onde encontramos satélites, bem como o telescópio Hubble, por exemplo. Por que ali praticamente você não tem uma força viscosa, uma força grande que se oponha ao movimento.

Na figura abaixo, nós temos um esquema de como se comporta a temperatura como função da altura. Temos, portanto, variações da temperatura do ar em função da altura e é

claro que isso nos permite estabelecer a localização das camadas atmosféricas lembrando primeiramente que o monte Everest tem cerca de 8,9 km. As nuvens são formadas na troposfera. O fato é que a direita nós estamos apresentando a altitude e queremos também destacar que se fala muito em ionosfera. Que pode ser pensado também numa camada que se inicia a partir de 45 km de altura. Ali predominam íons.



Termosfera



Variação da temperatura do ar em função da altura e localização das camadas atmosféricas