

Sumário

Composição da atmosfera: origem e evolução. Ar seco.

Pedro Miranda (pmmiranda@fc.ul.pt)8.3.38

Skype: pedro.m.a.miranda

Previsão

2 Testes

2 Apresentações

PL c/ faltas

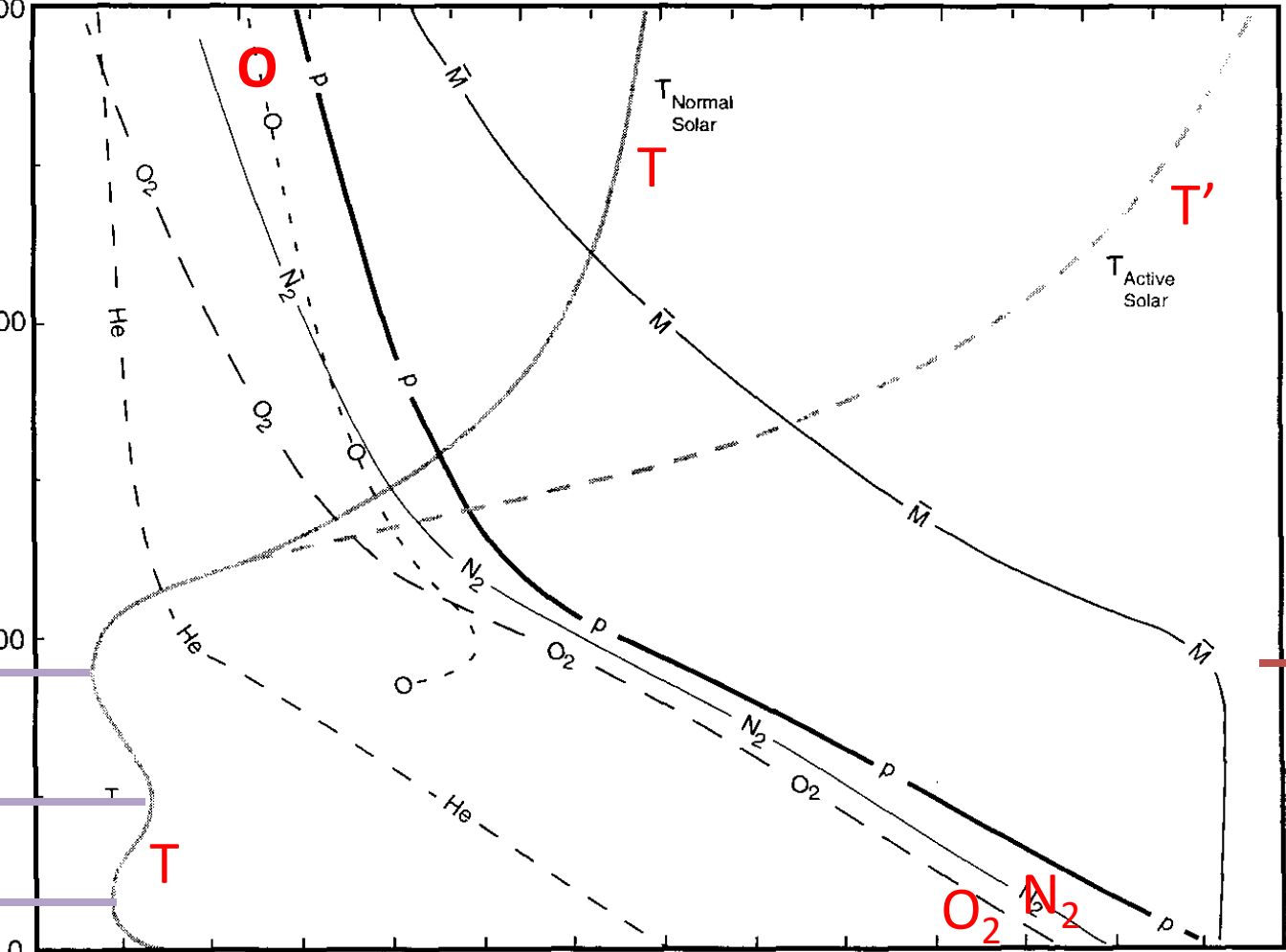
	S	T	Q	Q	S
1	16/09/2024	17/09/2024	18/09/2024	19/09/2024	20/09/2024
	T1	T2			
2	23/09/2024	24/09/2024	25/09/2024	26/09/2024	27/09/2024
	T3	T4		TP1	
3	30/09/2024	01/10/2024	02/10/2024	03/10/2024	04/10/2024
	T5	T6		TP2 ,PL1	
4	07/10/2024	08/10/2024	09/10/2024	10/10/2024	11/10/2024
		T7		TP3,PL2	
5	14/10/2024	15/10/2024	16/10/2024	17/10/2024	18/10/2024
	T8	T9		TP4,PL3	
6	21/10/2024	22/10/2024	23/10/2024	24/10/2024	25/10/2024
	T10	T11		TP5,PL4	
7	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	31/10/2024	01/11/2024
	T12	T13		TP6,PL5	
8	04/11/2024	05/11/2024	06/11/2024	07/11/2024	08/11/2024
	TESTE 1	T14		PL6	
9	11/11/2024	12/11/2024	13/11/2024	14/11/2024	15/11/2024
	T15	T16		TP7,PL7	
10	18/11/2024	19/11/2024	20/11/2024	21/11/2024	22/11/2024
	T17	T18		TP8,PL8	
11	25/11/2024	26/11/2024	27/11/2024	28/11/2024	29/11/2024
	T19	T20		TP9,PL9	
12	02/12/2024	03/12/2024	04/12/2024	05/12/2024	06/12/2024
	T21	T22		TP10,PL10	
13	09/12/2024	10/12/2024	11/12/2024	12/12/2024	13/12/2024
	T23			TP11,PL11	
14	16/12/2024	17/12/2024	18/12/2024	19/12/2024	20/12/2024
	TESTE				

TEMPERATURE (K)

200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800

ALTITUDE (km)

300
200
100
0



PRESSURE (mb)

NUMBER DENSITY (m^{-3})

10^{12} 10^{13} 10^{14} 10^{15} 10^{16} 10^{17} 10^{18} 10^{19} 10^{20} 10^{21} 10^{22} 10^{23} 10^{24} 10^{25} 10^{26} 10^{27} 10^{28}

MOLAR WEIGHT

12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Heterosfera

Homosfera

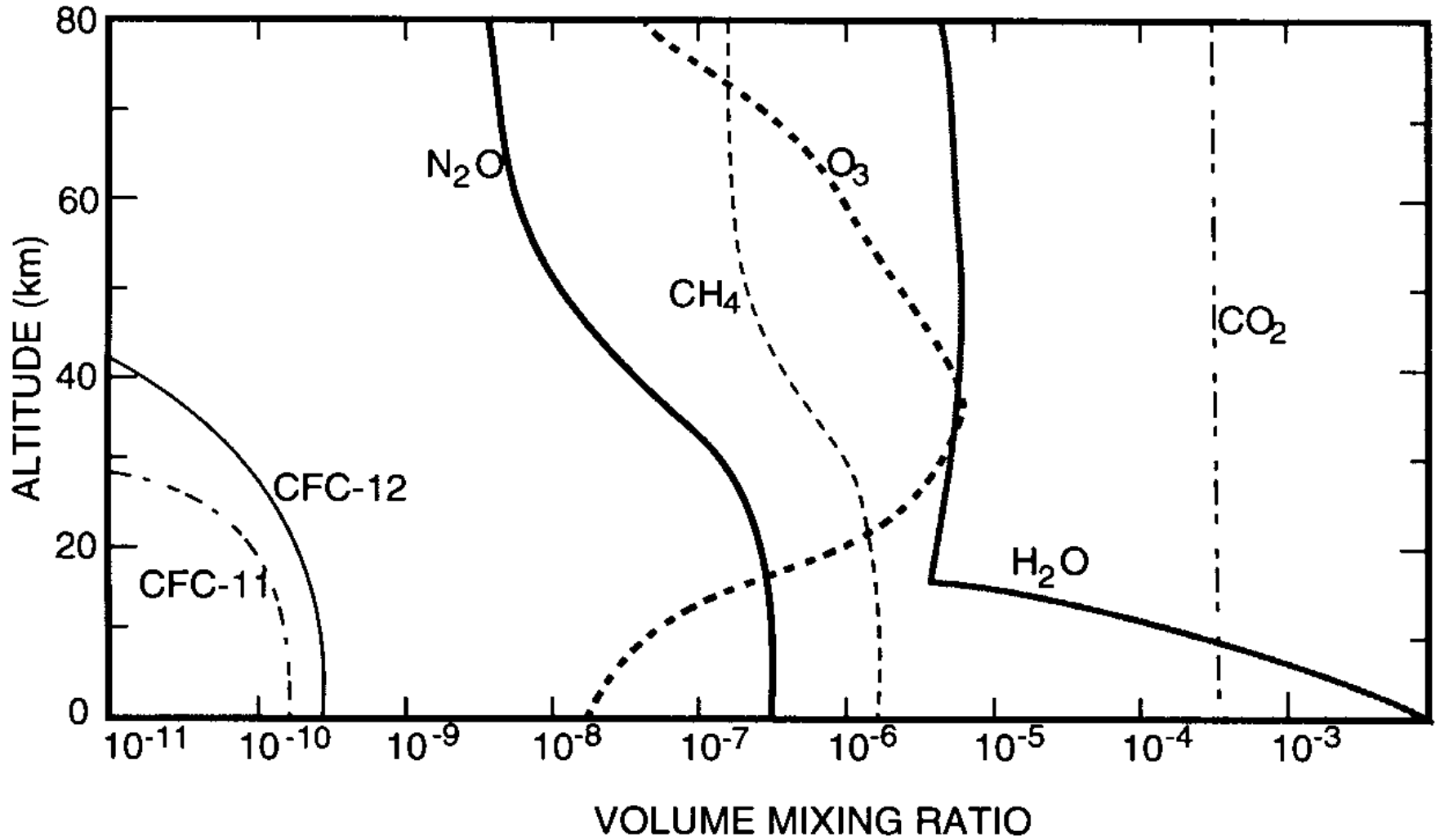
AR

Na **homosfera** as proporções de N_2 , O_2 , Ar são aproximadamente constantes. As concentrações de H_2O são muito variáveis. Os outros compostos contribuem com muito pouca **massa**.

Vamos chamar **AR SECO** à mistura em proporções constantes que se observa na Homosfera.

Vamos chamar **AR HÚMIDO** à mistura em proporções variáveis de ar seco e água. O ar húmido pode ser **monofásico** (só contém vapor) ou pode ser uma **mistura heterogénea** (vapor+líquido+sólido)

Gases de estufa



O que explica a estrutura observada?

História: origem dos constituintes

Gravidade:

Retenção de gases: Problema do escape

Estratificação vertical: separação por densidades
(porque existe uma Homosfera?)

Ambiente cósmico

Radiação

Propriedades conservativas (Massa, momento angular)

Equação de balanço de um componente atmosférico

$$\left(\frac{kg}{s}\right) \frac{dQ}{dt} = \overset{\text{Fluxos na fronteira}}{(F_{in} - F_{out})} + \overset{\text{Produção}}{P} - \overset{\text{Remoção}}{R}$$

Regime estacionário $Q=\text{const}$ $F_{in} + P = F_{out} + R$

Tempo de residência $\tau = \frac{Q}{P + F_{in}} = \frac{Q}{R + F_{out}} \left(\frac{kg}{\frac{kg}{s}} = s \right)$

Q quantidade: atenção à análise dimensional

Tempo de residência (na Troposfera) de alguns componentes minoritários

Espécie química	Concentrações ^(a)	Fontes totais Tg ano ⁻¹	Tempo de residência
CFC1 ₃ (CFC-11)	0.27 ppbv	~1	45-55 anos
CF ₂ Cl ₂ (CFC-12)	0.5 ppbv		102 anos
CF ₂ ClCFCl ₂ (CFC-113)	0.08 ppbv		85 anos
CF ₂ ClCF ₂ Cl (CFC-114)	0.02 ppbv		300 anos
CH ₄	1720 ppbv	410-660	10-14 anos
CO ₂	350 ppmv	7500	120 anos
CO	40-200 ppbv	1800-2700	30-90 dias
N ₂ O	310 ppbv	15	90-150 anos
NO _x	0.02-1000 ppbv	53	1-4 dias
NH ₃	0.1-10 ppbv	45	10 dias
SO ₂	20 pptv-1500pptv-100 ppbv	60	1-7 dias

^(a) Concentrações mais baixas correspondem a zonas remotas sobre o Oceano, concentrações mais elevadas correspondem a zonas urbanas poluídas. Fontes: IPCC (1995), Seinfeld e Pandis (1998).

$$\text{Exemplo } CO_2: \tau = \frac{350 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{18} \text{ kg}}{7500 \times 10^9 \text{ kg } y^{-1}} \approx 233 \text{ y}$$

Mas o CO_2 não é estacionário...

Tempo de residencia de $O_2 \approx 1000 \text{ y}$

Alguns tempos característicos

Tempo de residência de um composto na atmosfera

versus

Tempo de **transporte** horizontal ao longo de um paralelo: 1 semana

Tempo de **mistura horizontal** na Troposfera (inter-hemisférico): 1 ano

Tempo de **mistura na camada limite** ($z < 1\text{km}$): 1 dia

Tempo de **mistura vertical na Estratosfera**: 100 anos

Equação de balanço de um componente

$$\frac{dQ}{dt} = (F_{in} - F_{out}) + (P - R)$$

Qual o valor dos fluxos F_{in} , F_{out} ?

Que **processos** realizam esses fluxos?

Na escala de tempo geológica:

- 1) Existe uma atmosfera primordial
- 2) Existem emissões de gases (degaseificação do manto)
- 3) Existem perdas de gases leves (H_2 , He)

Tabela 1.4 – Composição típica dos gases emitidos por vulcões, comparada com a composição actual da baixa atmosfera

(1) % calculadas para o caso do ar seco.

Gás		Emissões vulcânicas % em vol.	Atmosfera actual % em vol.
Vapor de água	H ₂ O	79.3	0. a 4 (variável)
Dióxido de carbono	CO ₂	11.6	0.035
Dióxido de enxofre	SO ₂	6.5	<0.0001 (variável)
Azoto	N ₂	1.3	78.08 ⁽¹⁾
Hidrogénio	H ₂	0.6	0.00005
Oxigénio	O ₂	—	20.95 ⁽¹⁾
Árgon	A	—	0.93 ⁽¹⁾
Outros		0.7	—
Total		100.0	100.0

Desde que existe fotossíntese

Há emissão de O_2 , captura de CO_2