

FICHAS TÉCNICAS



O AR

A QUALIDADE DO AR

O ar é essencial para a existência dos seres vivos. Os humanos exigem, além disso, umas condições que garantam a higiene do mesmo e um conforto adicional.

O ar exterior compõe-se principalmente de dois elementos, Oxigénio e Nitrogénio, e outros gases cujas proporções estão na Tabela 1. Se estes gases não ultrapassam os valores da Tabela 2, podem ser considerados ar "limpo". Infelizmente os valores disparam-se, especialmente nas grandes cidades, tornando-se ar "poluído", como aparece na segunda coluna da mesma tabela.

	Símbolo	Em volume %	Contido no ar g/m ³
Nitrogénio	N ₂	78,08	976,30
Oxigénio	O ₂	20,94	299,00
Árgon	Ar	0,934	16,65
An. Carbónico	CO ₂	0,0315	0,62
Outros		0,145	0,23
		100,000	1292,80

Tabela 1. Componentes do Ar Seco (1,2928 Kg/m³, a 0 °C 760 mm)

	Ar Limpo µg/m ³	Ar Poluído µg/m ³ Média anual numa grande cidade
Óxido de Carbono CO	max. 1000	6.000 a 225.000
Dióxido de Carbono CO₂	max. 65·10 ⁴	65 a 125 ·10 ⁴
Anidrido Sulfuroso SO₂	max. 25	50 a 5.000
Comp. de Nitrogénio NO_x	max. 12	15 a 600
Metano CH₄	max. 650	650 a 13.000
Partículas	max. 20	70 a 700

Tabela 2. Componentes do ar

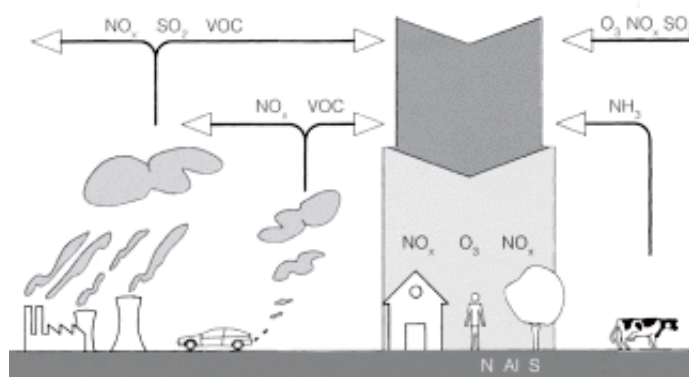


Fig. 1. Ar exterior

Como é sabido, ventilar é substituir uma parte de ar interior que se considera indesejável pela sua pureza,

temperatura, humidade, cheiro, etc., por outro exterior de melhores condições. Mas se o ar exterior estiver poluído será necessário depurá-lo para reter os elementos poluentes, como é mostrado de forma esquemática na Fig. 3.

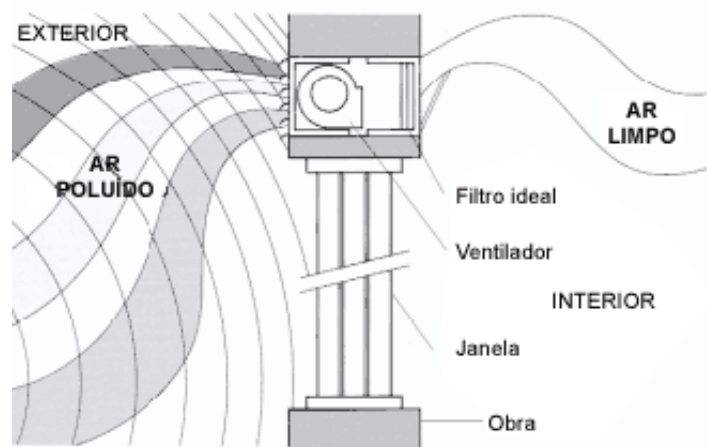


Fig. 3. Ventilação do ar exterior

Com a crise do petróleo em 1973, todos os países industrializados estabeleceram normas para conter o consumo energético, especialmente o de aquecimento e refrigeração. Foi aumentado o poder isolante de muros e cobertas e melhorados os fechamentos de portas e janelas para evitar as perdas por convecção. Apareceram, em soma, os edifícios herméticos, dotados de sistemas mecânicos de ventilação.

Mas, para contribuir à poupança de energia, foi reciclado parte do fluxo de ar extraído em percentagens crescentes até chegar a limites exagerados. Além disso, se as instalações não forem limpas e desinfectadas de forma regular, como é habitual, proliferam a difusão de poluentes e microrganismos por todo o edifício.

O leitor da Fig. 2, satisfeito por ter-se isolado do exterior com uma janela hermética, evitando a entrada de poluentes, pó e ruído, em pouco tempo começa a sofrer alergias, irritações, ardências de olhos e enxaquecas.



Fig. 2. Ar interior

O homem moderno passa mais de 80% do seu tempo dentro de locais fechados e os factores enumerados têm consequências imediatas: aumentam as doenças alérgicas e pulmonares e crescem enormemente a rapidez de difusão das infecciosas entre os utilizadores de um mesmo imóvel, sobretudo se dispuserem de instalação de ar condicionado. Nos EUA foram produzidas 150 milhões de jornadas ao ano de absentismo laboral enquanto a OMS estimou que 30% dos edifícios novos ou reabilitados sofrem deste defeito. Se os ocupantes que se vêm afectados chegam a 20%, o imóvel é denominado Edifício Doente.

Diversas causas concorrem em isso, mas foi assinalado como a principal e indiscutível uma ventilação insuficiente, inadequada. Em 1968, 144 pessoas do edifício da Saúde em Pontiac, Michigan, EUA, contraíram uma doença com dores de cabeça, febre e dores musculares, que foi denominada "febre de Pontiac". Em 1976, num hotel de Filadélfia, durante uma convenção de velhos legionários, viram-se afectados por uma bactéria, que foi identificada como *Legionella Pneumophila*, cultivada e difundida pelo ar condicionado, que levou à morte a 29 dos assistentes. Actualmente tal bactéria e pelas mesmas causas, ataca anualmente de 25 a 45.000 pessoas, só nos EUA.

Mas além dos problemas para a saúde que pode conduzir um sistema de ar condicionado com má conservação, limpeza precária e escassez de ar primário, múltiplas causas contribuem a poluir o ar interior do edifício.

Antigamente considerava-se que só o ser humano com a expulsão de anidrido carbónico da respiração e o desprendimento do cheiro corporal era o que provocava a deterioração da qualidade do ar. Hoje em dia sabemos que os componentes orgânicos voláteis que se desprendem de móveis, pinturas, adesivos, vernizes, combustíveis, materiais de higiene pessoal e de limpeza do lar, poluem de forma importante o ar interior: insecticidas, raticidas, combustão directa dentro da vivenda, aerossóis, detergentes, roupa da tinturaria arejada em casa, alcatifas, parquetes e, de forma importante, o fumo do tabaco e, também, os desodorizantes de ambiente com os que queremos dissimular o ambiente carregado.

Um grupo muito importante de poluentes são os materiais de construção entre os que destacam o dos aglomerados de madeira unidos com resinas e alguns isolantes. E em certas zonas o rádio, que resulta particularmente perigoso. Este é um gás de origem natural que ameaça com cancro de pulmão e que se desprende do rádio que contém alguns materiais como o granito, a pedra-pomes e as rochas de fosfatos, além das águas profundas de poços.

Nos lares aparece nas caves e as Figs. 4 e 5 descrevem a sua presença e a forma de controlá-lo com comportamentos adequados e, nomeadamente, uma ventilação eficiente.

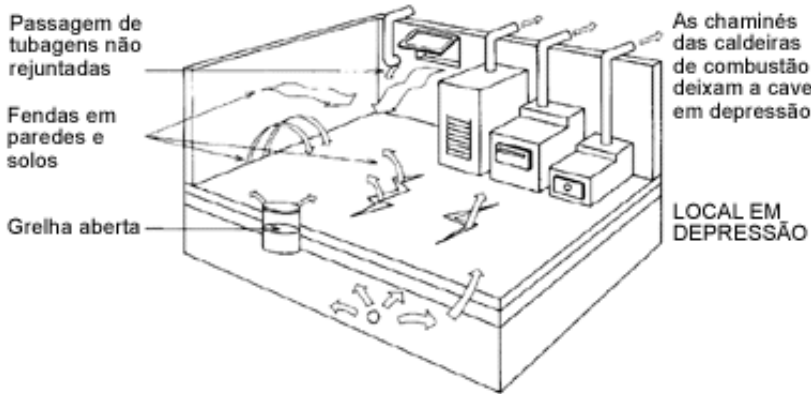


Fig. 4. Como entra o gás rádio

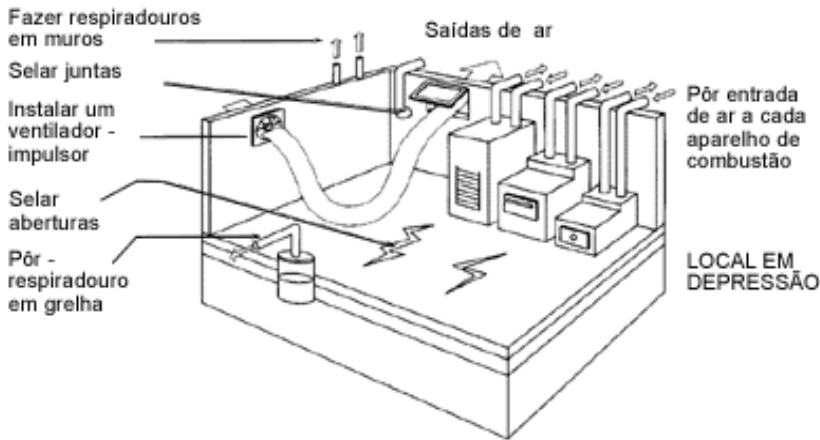


Fig. 5. Como se controla

Diversas normativas estabeleceram que a ventilação necessária para proporcionar um ambiente higiénico aos ocupantes de um espaço fechado é da ordem dos 7,5 litros por segundo por pessoa como mínimo. Conforme seja a função do local, considerado sala para fumadores, salas de hospitais, bares, etc., este valor aumenta até alcançar mais do dobro ou o triplo. Mas como tais fluxos entram em conflito com a economia de energia, sobretudo aquecimento, reduzem-se caindo no extremo oposto. Uma investigação sobre 350 edifícios e as causas das queixas pela qualidade de ar interior são reproduzidas na Tabela 3. Destaca a grande importância que tem uma ventilação suficiente mas também que existem outras causas que motivam o mal-estar e as doenças.

Número de edifícios estudados	%	Causas de insatisfação pela qualidade de ar interior	
		Causas	Origem
			- Pouca renovação do ar

350	50	Ventilação deficiente	-Má distribuição do ar (rendimento da ventil.) -Temperatura e humidade inadequadas	Ar puro
	28	Poluentes interiores	-Fumo de tabaco -Formaldeído -Rádón -Partículas desprendidas -Dióxido de carbono -Humidade	
	11	Poluentes ar exterior	-Pó -Escapes veículos -Pólen	
	11	Desconhecida		

Tabela 3. Causas de insatisfação pela qualidade do ar interior

Atendendo à influência dos poluentes internos dos locais, percebemos que são muito variados e que o ideal seria identificá-los previamente e descobrir as suas fontes de emissão. Actualmente fala-se de edifícios construídos com materiais de baixa emissão e existem laboratórios que trabalham no assunto.

Foram estabelecidas unidades para medir a qualidade do ar interior. O professor P. Ole Fanger, da Universidade Técnica da Dinamarca, define o OLF como a poluição que produz uma pessoa, ocupada em trabalho sedentário e de higiene normal, um duche cada dia e meio. Um móvel, uma mesa de escritório com os seus papéis e utensílios equivale a 2 Olf e uma estante média, com livros, plantas e objectos de adorno, polui como 3 Olf.

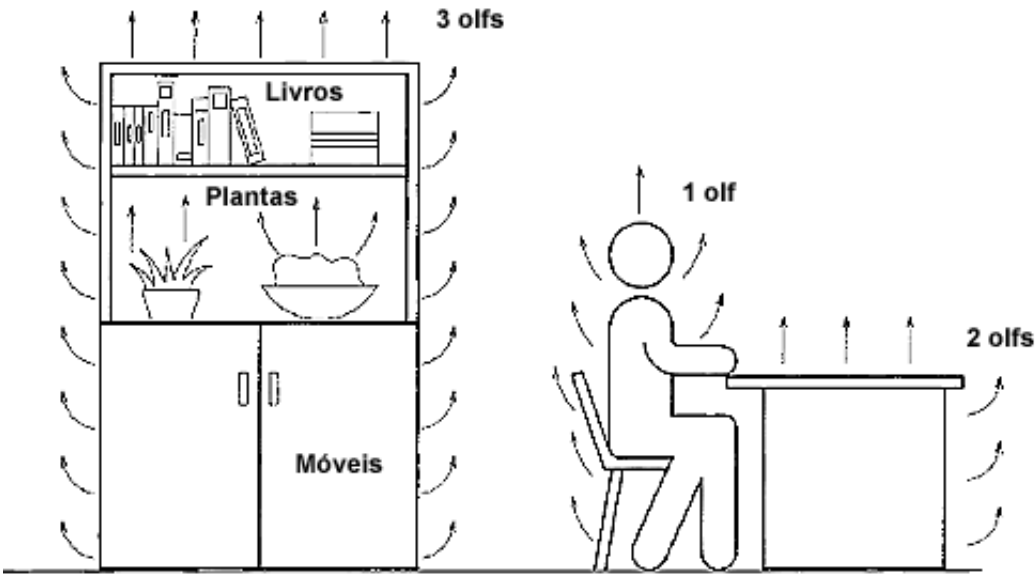


Fig. 6. Olf

Os materiais, em geral, de um escritório emitem até 0,5 Olf por metro quadrado. Uma pessoa em actividade alcança os 6 Olf, um fumador contínuo pode chegar a 25 Olf e um atleta aos 30 Olf.

O DECIPOL é a percepção combinada através do nariz e os olhos do sentido químico do ambiente, com a sua carga de cheiros diferentes e elementos irritantes contidos no ar. A unidade é definida como a percepção de um Olf diluído por um fluxo de ar puro de 10 l/s.

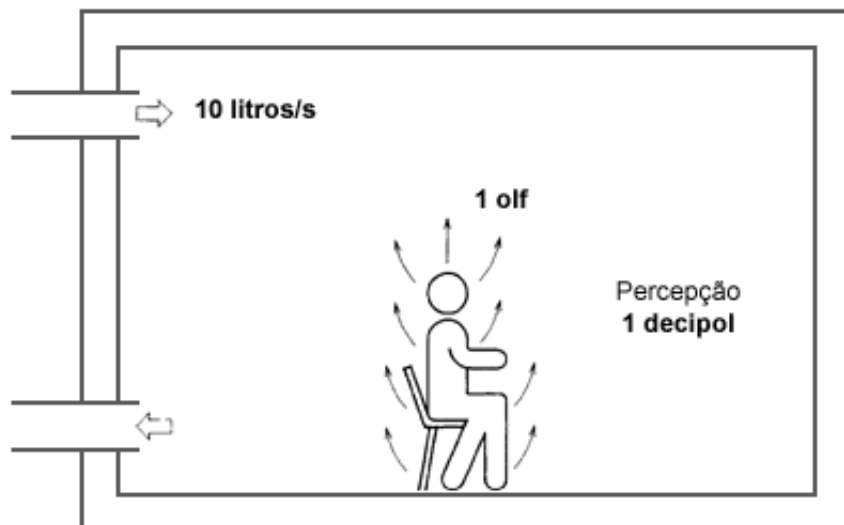


Fig. 7. Decipol

A insatisfação causada por um Olf em função do coeficiente de ventilação, expressa por um colectivo de pessoas que qualificam como inaceitável o ambiente de um local no momento de penetrar nele, é desenhado na Fig. 8. A relação entre os decipoles que reinam num local e o número de pessoas insatisfeitas que sofrem o mesmo, é representado na Fig. 9. Um decipol não satisfaz 15 % das pessoas investigadas e para alcançar um 50 % de desconformes, a poluição deve chegar aos 6 decipoles.

INSATISFAÇÃO CAUSADA POR 1 OLF A DIFERENTES REGIMES DE VENTILAÇÃO. A CURVA É BASEADO NOS BIO-EFLUENTES DE MAIS DE MIL PESSOAS JULGADOS POR 168 INDIVÍDUOS.

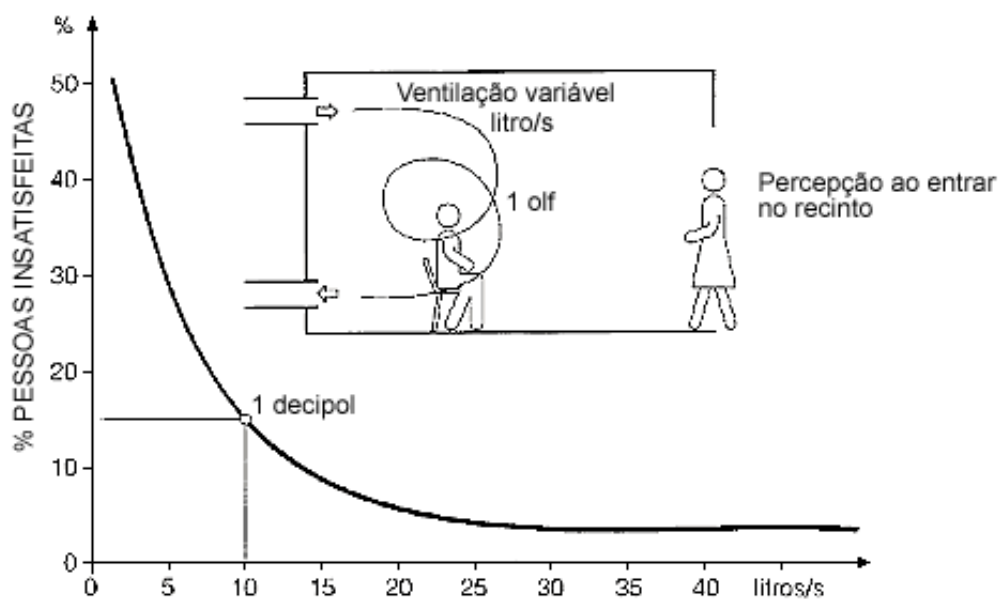


Fig. 8. Insatisfação causada por um olf

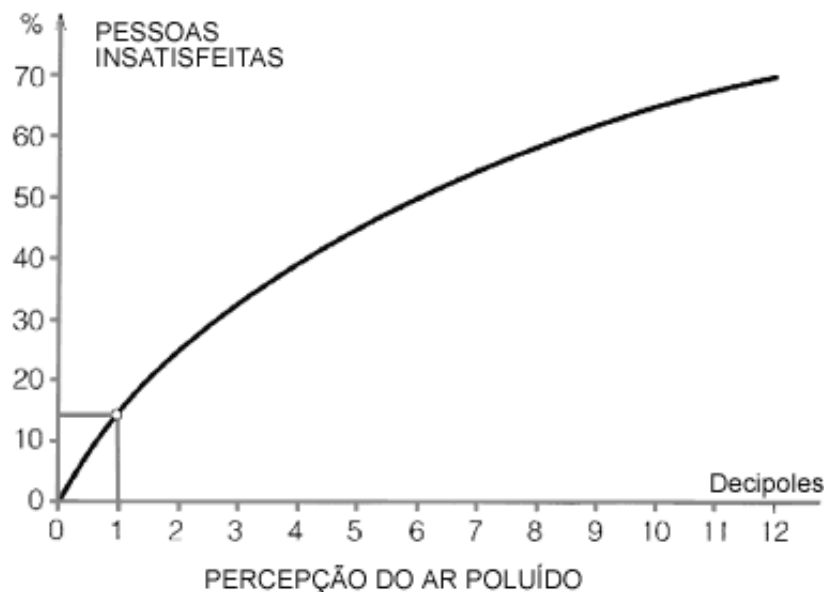


Fig. 9. Relação entre decipoles e número de pessoas insatisfeitas

Conforme isso foi estabelecido também que em função dos decipoles pode qualificar um ambiente. Os edifícios a partir dos 10 decipoles são classificados como afectados da Síndrome do Edifício Doente.



Fig. 10. Decipoles

E, utilizando os Olfs e os Decipoles como unidades de poluição do ar, podemos determinar a ventilação necessária do recinto:

$$Q \text{ [litros/s]} = \frac{10 G}{C_i - C_o}$$

Onde Q é o fluxo de ar exterior, G a poluição interior e C_i , C_o as percepções interior e exterior do local considerado.

Esta fórmula é indicativa de como são utilizadas as unidades definidas para chegar a determinar um fluxo de ventilação necessário mas advertimos que é muito problemático o seu uso pela dificuldade de avaliar os términos C.

O Sr. Dr. Fanger dá valores em função da emissão dos materiais, mas os resultados foram colocados em questão, já que são muito elevados e com despesas energéticas consideráveis. As normativas actuais estabelecem valores para grandes espaços que vão de 0,4 a 1,5 l/s·m² ocupados por não fumadores e de 1,7 a 5 l/s·m² para fumadores, valores muito por debaixo dos obtidos pela fórmula assinalada.

Resumen

A síndrome dos Edifícios Doentes é um fenómeno complexo no que destaca, como um grande factor de risco, uma ventilação pobre.

O desenho dos sistemas de ventilação e ar condicionado deveria ter em conta a facilidade de limpeza e desinfeção regular de equipamentos e condutas.

Não só o homem polui o ar interior. Os materiais de construção, os móveis, alfombras, alcatifas e revestimentos de paredes bem como o equipamento e produtos do lar, produzem eflúvios poluentes. Destacam pela sua importância o fumo de tabaco, o rádio, os VOC, o dióxido de carbono e as partículas sólidas em suspensão. Devem ser escolhidos materiais de baixa emissão nos projectos.

A qualidade do ar exterior influi notavelmente na do interior. Em caso de ser preciso, devemos depurar nas tomadas de ar.

Estamos a pedir duas novas unidades para medir a qualidade do ar: o OLF e o DECIPOL.



FICHAS TÉCNICAS

O AR

O EFEITO DE ESTUFA



1. Principais gases do efeito de estufa
2. Não existe unanimidade de opiniões

Como efeito de estufa entendemos a radiação de calor pelos gases contidos na atmosfera para a Terra.

Os raios solares atravessam a atmosfera e chegam à Terra, Fig. 1, durante o dia com radiações de onda curta, infravermelhos, e o calor é devolvido à noite com radiações de onda longa. Mas, felizmente, os gases contidos na atmosfera reflectem parte deste calor à Terra, aquecendo-a.

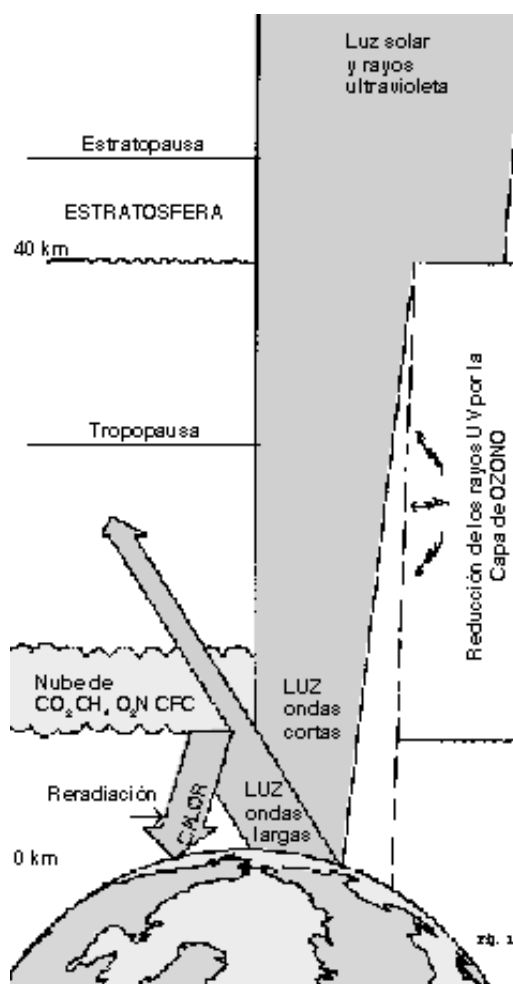


Fig. 1. Mapa dos gases da atmosfera

Sem este efeito, chamado de estufa, que é um fenómeno natural, não haveria vida na Terra; morreríamos de frio, a temperatura média não seria de 15 °C mas sim de -20 °C.

O problema é que os gases que reflectem o calor aquecendo a Terra o façam em excesso e o aquecimento seja excessivo, provocando aumentos de temperatura em crescimento contínuo que junto às radiações excessivas de raios ultravioletas, provocadas pelos buracos da camada de ozônio, alcancem consequências equivalentes a uma catástrofe nuclear.

Perante esta, que podíamos chamar, escola de pensamento, antepõe-se outra que afirma que a evidência de

que a Terra está a aquecer-se, está muito longe de ser definitiva e que em realidade a temperatura da Terra está a baixar.

Vamos expor aqui os factores que intervêm no efeito de estufa e deixaremos aberto o debate em relação aos limites que podem chegar a provocar desastres para a vida na Terra com mudanças climáticas importantes.

É preciso ter em conta que o clima pela sua própria condição é mutável, tem momentos que suscitam teorias que alguns climatologistas contemplam com ironia. Um jornal londrino, um 21 de Janeiro, publicava: "Não está frio para nada, os caminhos estão poeirentos, há moscas por todos lados e as roseiras florescem. Tal época do ano assim nunca até agora foi conhecida no mundo." Possivelmente poderíamos subscrever o mesmo hoje em dia, mas o caso é que este texto apareceu o 1661, há mais de trezentos anos!

Todavia, os organizadores da última reunião de Buenos Aires sobre o clima afirmaram que o aquecimento da Terra era um facto sobre o que todos estavam de acordo. O certo é que no documento que assinaram os 17.000 cientistas assistentes admitia que não havia fundamentos científicos de que a actividade humana em geral fora a causa das mudanças climáticas.

Embora os cientistas se mostraram cautelosos ao mencionar o evidente aumento de calor da Terra, apresentaram gráficos baseados em modelos matemáticos como na Fig. 2 e previsões de aumentos de temperatura como o da Fig. 3.

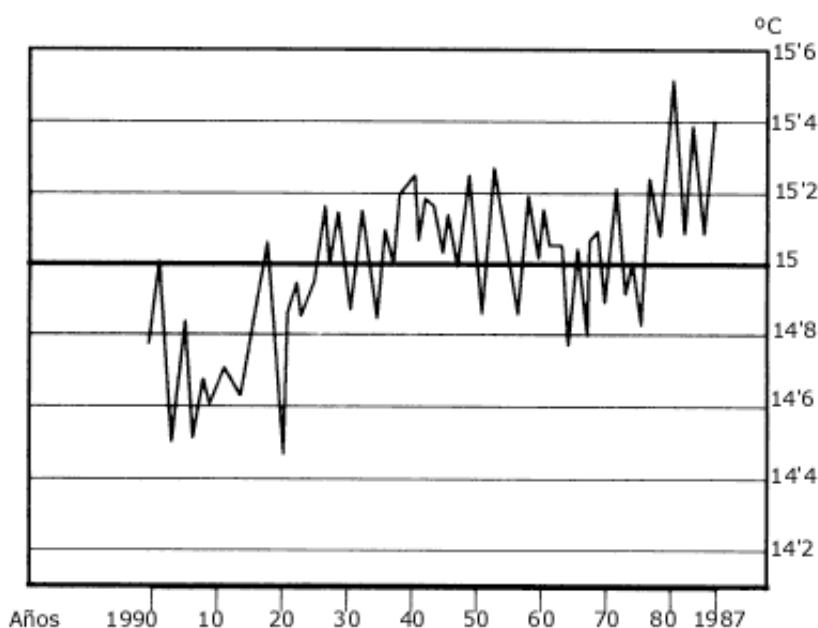


Fig. 2. Média das temperaturas da Terra

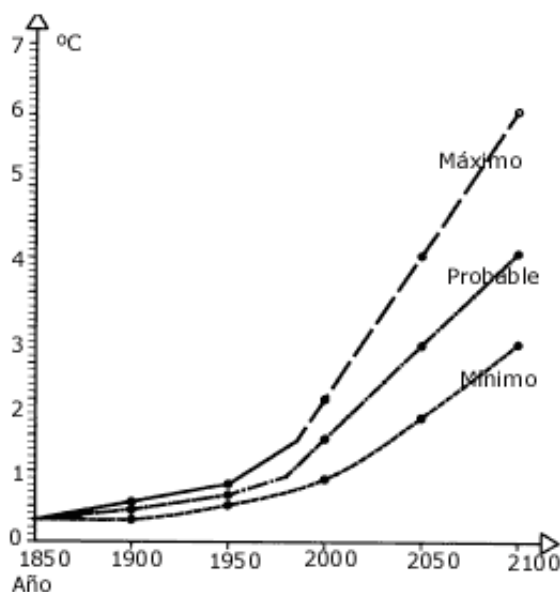


Fig. 3. Aumento da temperatura médio da Terra

1. Principais gases do efeito de estufa

A principal causa deste efeito é o vapor de água que está presente em 98%.

Outros gases são os mostrados na seguinte tabela, embora o mais demonstrado é o anidrido carbónico, CO₂.

	Nível pré- industrial	Concentração em 1994	Taxa anual de aumento
CO ₂ , ppm	280	358	+0,4
Metano, ppbv	700	1720	+0,6
Óxido nitroso, ppbv	275	312	+0,25
CFC-11, pptv	0	268	-
HCFC-22, pptv	0	110	+5,0
Perfluoro-carburo, pptv	0	72	+2,0
Hexafluoreto de enxofre, ppbv	0	3-4	+5,0

Tabela 1. Componentes do ar seco (1,2928 Kg/m³, a 0 °C 760 mm)

1.1 Anidrido Carbónico

Este gás desprende-se ao queimar gás, carvão e petróleo e tem a propriedade de reter os raios infravermelhos. Podemos, pois, dizer que o homem, a nível teórico, ao queimar combustíveis emite CO₂ e portanto contribui a aumentar a temperatura da Terra. Também podemos dizer, sem dúvida nem discussão, que a quantidade do CO₂ encontrada na atmosfera aumentou substancialmente nas últimas décadas. A partir daqui e usando modelos teóricos (o IPCC por exemplo) relacionam a quantidade do CO com os aumentos de temperatura da Terra fazendo predições para anunciar grandes catástrofes sobre descongelamento de calotas polares, inundações de ilhas inteiras e desgraças generalizadas. Este gás gera-se por combustão em automóveis, Fig. 4, aquecimentos industriais, antracite, hulha de centrais térmicas, incêndios florestais e gás. Estes motivos causam 70% de produção deste gás e 30% atribuído a desflorestação, privando a biosfera de reduzi-los pela fotossíntese. Por ano são livrados à atmosfera 26.000 megatoneladas (MT) deste gás. A taxa de aumento é de + 0,4% anual.

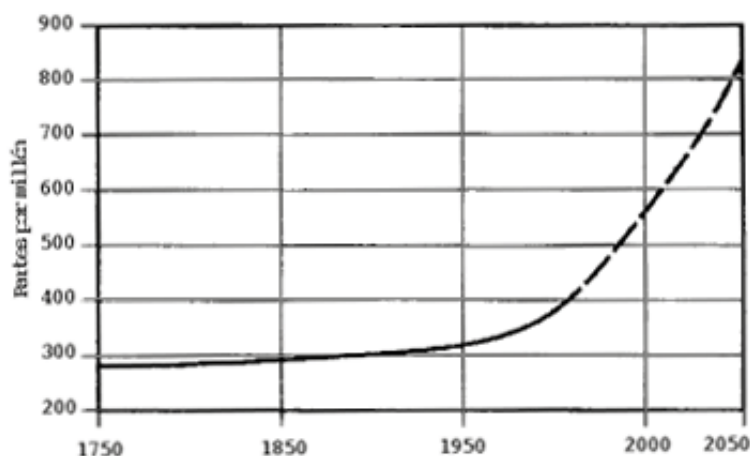


Fig. 4. Evolução passada e provável da concentração de CO₂ na Terra

1.2 Metano

Este gás, CH_4 , provém principalmente de actividades agropecuárias e é responsável por 16% do efeito de estufa. Mil e quinhentos milhões de cabeças de gado produzem 160.000 milhões de metano. Este gás surge da decomposição de matéria orgânica em lugares pobres de oxigénio e também nos gigantescos cultivos de arroz na Ásia, além dos incêndios florestais.

Uma molécula de metano tem um poder de aquecimento 25 vezes superior a uma de CO_2 . A sua permanência na atmosfera é de 12 anos e consideramos que se livram 500 MT anuais. A taxa de aumento é de + 0,6% anual.

1.3 Óxido Nitroso

Este gás, NO_2 , é originado pelo uso abusivo de fertilizantes nitrogenados artificiais e pelos desperdícios do gado. Embora a sua concentração na atmosfera seja escassa, uma molécula de NO_2 tem um poder de aquecimento global 230 vezes superior a uma de anidrido carbónico CO_2 .

Cada ano é livrado à atmosfera 9 MT deste gás com uma taxa de aumento de + 0,25%. A sua permanência na atmosfera é muito alta.

1.4 Refrigerantes e Desengordurantes

Dentro deste grupo podemos situar os clorofluorocarbonetos e halocarbonetos, CFC, HFC, HCFC, SF_6 e PFC, todos de origem industrial e com poder tóxico.

São utilizados nas espumas flexíveis de poliuretano, nas espumas rígidas nouretano, refrigeração, condicionamento de ar, aerossóis, congelamento de alimentos, solventes e extinção de incêndios.

São compostos de uma longa sobrevivência na atmosfera e têm um grande poder de estufa. Uma molécula de um deles aquece dez mil vezes mais que uma de CO_2 . Contribuem em 15% ao efeito de estufa e, além disso, são os principais responsáveis pela destruição da camada de ozónio.

Os HCFC são os substitutos dos CFC porque são menos prejudiciais mas podem ser considerados de mera solução transitória. Os SF_6 e o PFC são de produção escassa mas são muito tóxicos e duram muito.

A sua produção alcança uma megatonelada anual com uma taxa de crescimento de + 0,5% e a sua permanência na atmosfera é enorme, dos 90 anos até 390 anos. As diversas reuniões de organismos internacionais, começando pela redacção do Protocolo de Montreal, de Buenos Aires e o de Kyoto, recomendaram diminuições de produção, congelamentos de uso e até proibições, preconizando produtos alternativos e estimulando a investigação para poder fazer substituições o antes possível.



2. Não existe unanimidade de opiniões

Como contraponto a tudo o exposto, achamos interessante trazer aqui as considerações de um catedrático da Universidade de Colúmbia EUA, hoje professor de uma universidade privada catalã, que questiona a mudança climática da Terra baseando-se, entre outras coisas, em que o documento assinado por milhares de cientistas em Buenos Aires dizia que não há fundamentos científicos para assegurar que haja mudanças climáticas causadas pela actividade humana e portanto o consenso proclamado pelos ecologistas não existia.

As predições que relacionavam as quantidades de CO_2 com os aumentos de temperatura baseavam-se em modelos teóricos sem validade demonstrada. Conforme eles em 20 anos deveria ser aumentada a temperatura da Terra em $+0,7^\circ\text{C}$ e não se cumpriu. Medindo a temperatura por métodos tradicionais foi constatado que a temperatura aumentou $+0,5^\circ\text{C}$ nos últimos cem anos, o que está dentro da variabilidade inerente ao clima, mas o curioso é que o aumento se produziu entre 1900 e 1940 e de então, que é quando foi queimado a maior parte do petróleo, não subiu para nada.

Pelo contrário, medidas mais precisas feitas com satélites mostram que a temperatura desceu umas centésimas. A evidência de que a Terra se aquece está muito longe de ser definitiva e a validade dos modelos utilizados para fazer predições estão em contradição. A Fig. 5 mostra esta contradição.

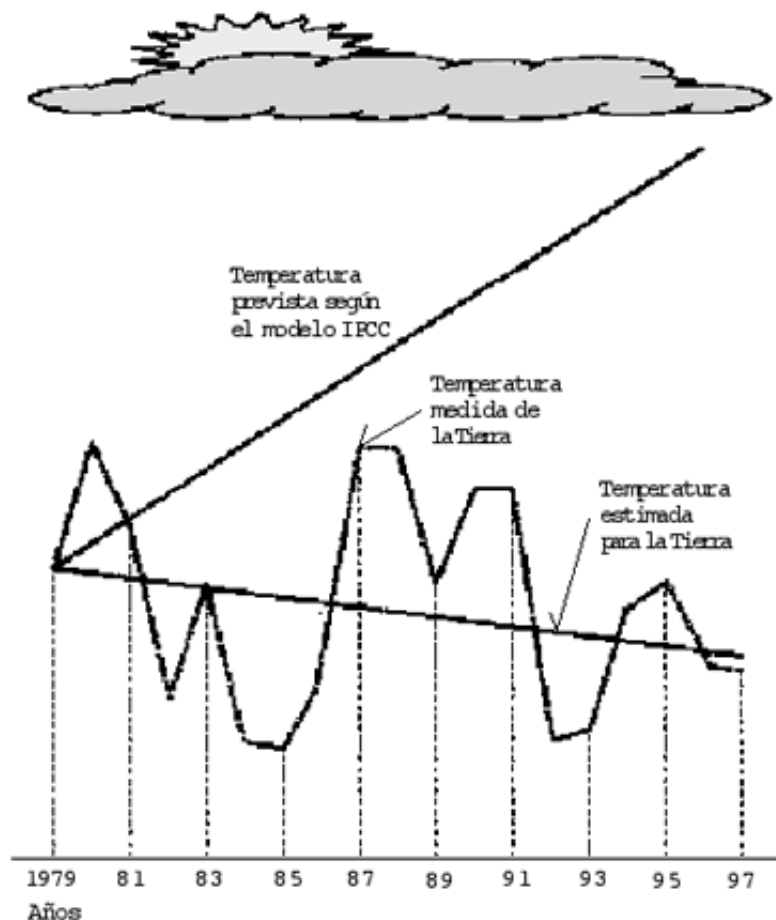


Fig. 5. Temperatura prevista conforme o modelo IPCC

Estes e outros argumentos similares põem em dúvida a validade das afirmações dos grupos fundamentalistas que pretendem impor, através de conferências como as de Buenos Aires, políticas ecológicas. Estas políticas são perigosas porque podem limitar severamente a capacidade de crescimento dos países pobres, com grande perigo para a humanidade.

