

Werner Robert Schmidek

-2020-

O QUE FOMOS E O QUE SEREMOS

(VIUNUQUIDEU ?)



“Presente” é um instante que separa o “Passado” do “Futuro”; que os vincula e os determina: o que fomos e o que seremos.

E nós fomos incapazes de nos desvencilhar de um modelo social mecanicista, racional e competitivo ao extremo; fomos incapazes de perceber e incorporar o fantástico acesso ao *Amor Universal* que nos estava disponível. E conseguimos assim, por em risco (só “em risco”?) a nossa própria espécie e inclusive a vida no planeta.

E seremos obrigados, um dia, a responder aos nossos filhos e netos (se ainda os houver...), quando nos perguntarem sobre o por que destruímos o nosso equilíbrio ecológico e desprezamos todas as informações confiáveis de que isso estava acontecendo.

Deixaremos assim, certamente de podermos nos autodenominar “*Homo sapiens*” e seremos obrigados a aceitar o nosso novo nome “*Homo asinus*” (com o devido respeito aos burricos que, perto de nós, são os sábios de verdade).

VIU NO QUE DEU ? (ou o que sobrou, o que poderia ter dado...)

Por incrível que pareça, comportamo-nos como se em algum momento do passado longínquo, algum ser extraterrestre tivesse implantado um *chip* em nosso genoma tornando-nos ATIVAMENTE IGNORANTES (*) em relação a todos os desastres ambientais que estamos produzindo, encaminhando-nos assim, inexoravelmente para o profetizado *Apocalipse*!

(*)“Ignorância ativa” foi uma designação cunhada pelo escritor, filósofo e estadista alemão Johann Wolfgang von Goethe (28.08.1749 a 22.03.1832): “*Nichts ist schrecklicher als eine tätige Unwissenheit.*”. (“Não há nada mais terrível do que uma **ignorância ativa**”).

Quanto a mim, vou (talvez) continuar a escrever os longos livros que ninguém lê. Tendo o orgulho de estar ao lado de climatólogos e evolucionistas de renome que também são vítima da Ignorância Ativa das pessoas...

Proposta

Quero continuar sendo um cientista que se escora em dados científicos o mais amplos e confiáveis possível (ainda que preocupantes ou até assustadores). E não em “achismos” bem comportados e ao gosto dos detentores do poder econômico.

Pretendo assim não me perder em descrições simplistas como aquelas veiculadas pela televisão e outros meios de divulgação, que pretendem minimizar o real alcance do desastre ecológico que estamos criando e, com base em propostas simplistas, desviar a atenção das pessoas daquilo que é vitalmente importante.

Inicialmente nesse texto vou então apresentar um amplo painel, mostrando, com a maior exatidão possível, os diversos fatores que estão nos conduzindo ao **Aquecimento Global** e à conseqüente **Sexta Extinção Global**. Buscando evitar neste painel a falha frequentemente cometida de analisar esses fatores, um a um, contentando-nos com isso a pseudo-soluções pontuais.

Aos fatos então.

VIUNUQUIDEU ?

O INÍCIO DE TUDO

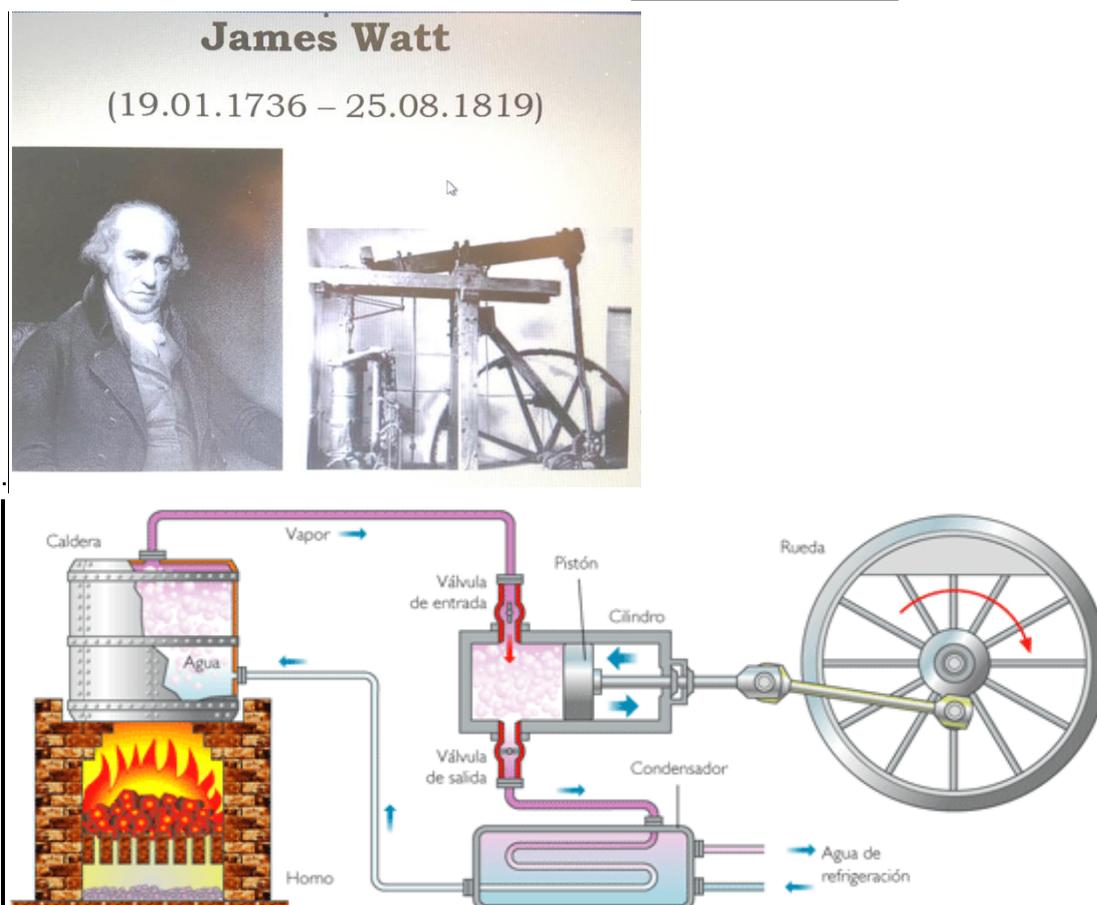
Desde o início dos tempos históricos o homem tem-se aproveitado do poder energético da combustão de substâncias ricas em carbono, isto é, da ligação do carbono com o oxigênio gerando gás carbônico ($C + O_2 \rightarrow CO_2$). Originalmente estas substâncias eram geralmente conjuntos de madeira seca (lenha); um pouco mais adiante percebeu-se o poder mais intenso da combustão de materiais orgânicos fósseis, tais como o carvão. Utilizava-se esta energia térmica, seja para o aquecimento de moradias, seja no preparo de alimentos, seja ainda na passagem de estado da água, como o derretimento do gelo, a evaporação da água.

Nesse processo de evaporação da água, deve ter ficado evidente, já naquela época a curiosa propriedade da expansão de seu volume; ou, se fosse evitada a expansão, contendo-a em um recipiente, o grande aumento de pressão resultante.

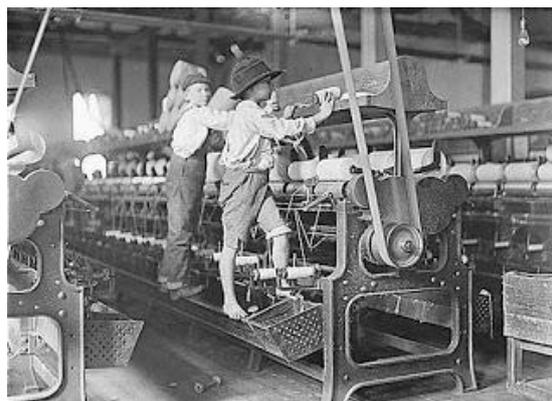
Em época bem mais recente, já em pleno século XVIII, ocorreu uma gigantesca transformação deste processo de utilização da combustão: James Watt, um engenheiro britânico criativo, que já havia proposto e construído uma boa quantidade de equipamentos mecânicos, concebeu, em **1769** um uso inteiramente novo para o vapor gerado pelo aquecimento da água contida em uma caldeira: utilizar a pressão gerada pela evaporação da água, na movimentação de um êmbolo e na utilização desta energia na ativação de uma roda e assim, potencialmente, na produção de trabalho mecânico.

Esta descoberta, aparentemente banal, quase que a criação de um brinquedo, trouxe uma transformação planetária:

Em 1769 tinha início a **Era Industrial !**



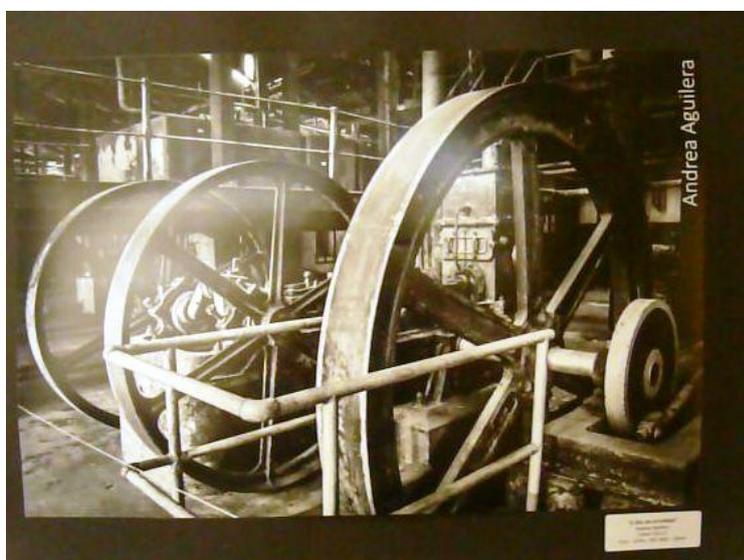
Com todos os seus prós e contras.



E o progresso chegou também ao Terceiro Mundo....



Enfim, viramos prisioneiros das máquinas...

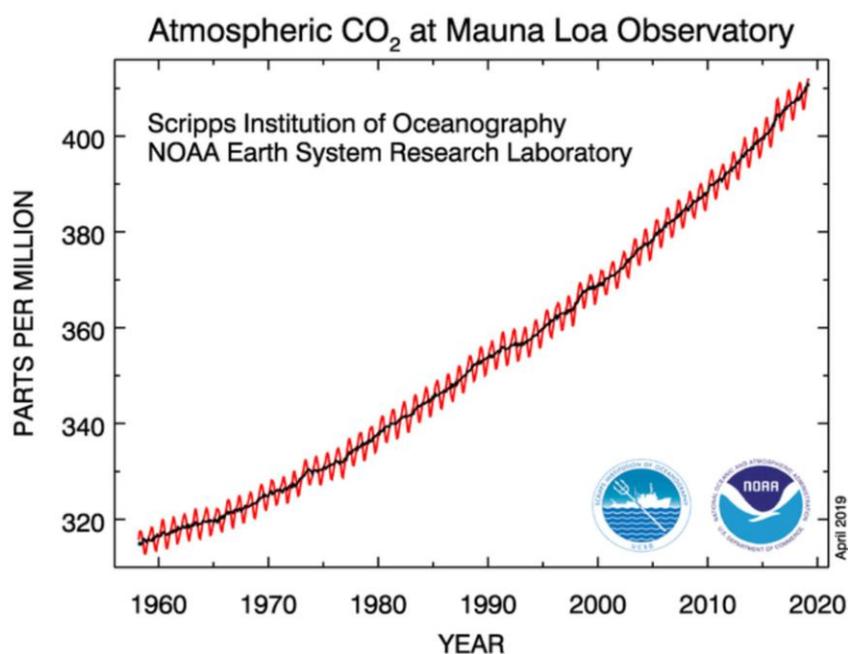


(O título desta obra de arte, muito apropriadamente, é "A Era da Estupidez")

Com o motor a vapor, e, mais modernamente, do motor à explosão, iniciou-se a combustão desenfreada de combustíveis fósseis (inicialmente carvão e, mais adiante, de petróleo). Em época mais recente esses combustíveis passaram a ser obtidos também diretamente de plantas vivas (o álcool da cana de açúcar; o óleo diesel, da soja). Mas, o “sub-produto” de todos eles, além de outros contaminantes, tem sido o **Gás Carbônico (CO₂)**. Solto na atmosfera em quantidades crescentes.

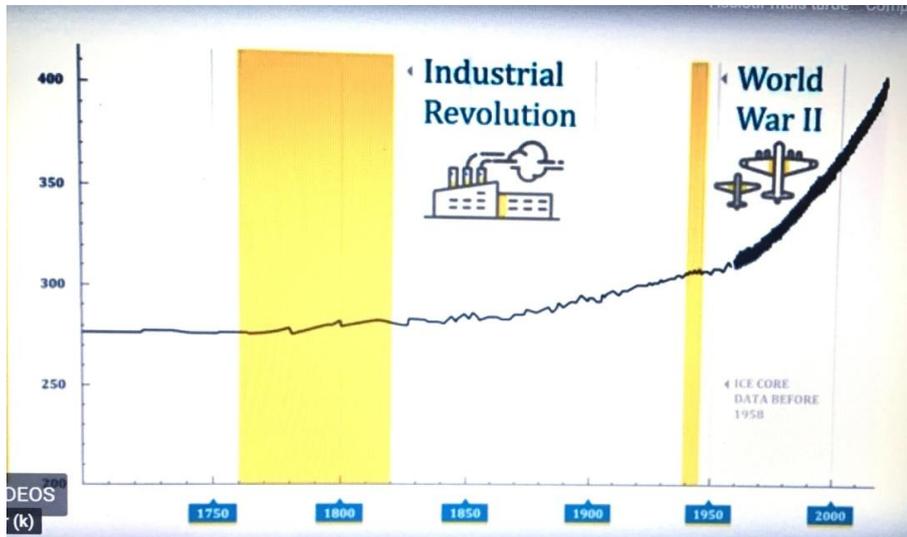
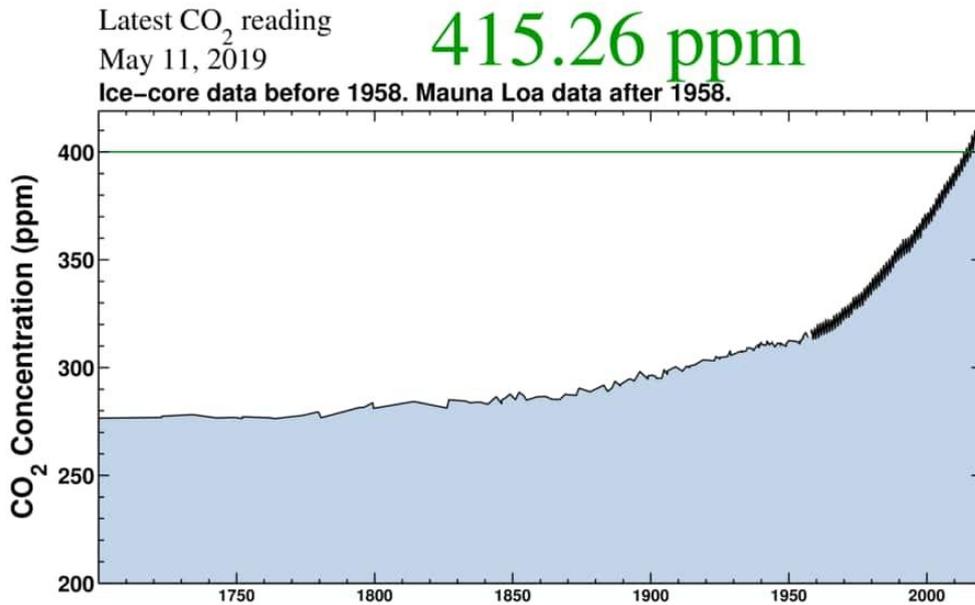
O efeito mais desastroso do CO₂ é que ele tem a propriedade de produzir um **Efeito Estufa**, isto é o bloqueio à passagem de calor. Assim, não só o calor produzido por nós, mas também o calor liberado na Terra pela radiação luminosa do Sol, tende a ficar aqui retido. Tanto mais, quanto maior for a concentração do CO₂. E isso é o que, infelizmente está acontecendo: há uma concentração cada vez maior de gás carbônico nos mais diversos lugares da Terra. Não só nas grandes cidades, mas inclusive nos locais mais afastados do Globo, seja próximo ao Equador, seja até nas regiões polares.

Um estudo muito importante sobre as concentrações de CO₂, foi iniciado no final da década de 50 passada. Patrocinado pelo Instituto de Oceanografia Scripps da Universidade da Califórnia, foi instalado em Mauna Loa no Havai, um observatório climatológico, contendo um conjunto de medidores contínuos das concentrações de CO₂ na atmosfera.(v. descrição mais detalhada no Anexo “Curva de Keeling”)

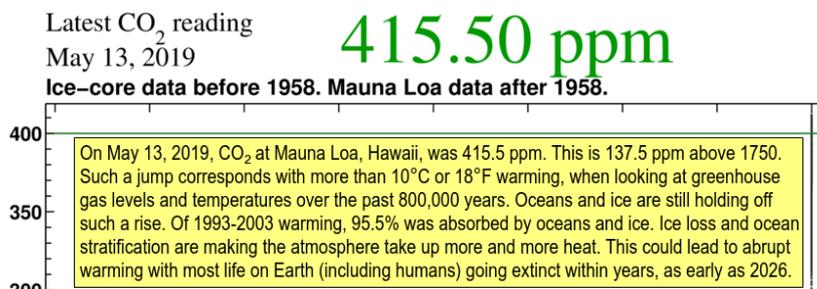


O que se percebe claramente já neste gráfico, a chamada Curva de Keeling (em homenagem ao cientista que implantou o observatório) é que, adicionalmente às flutuações sazonais da concentração de CO₂ (resultantes das alterações do metabolismo da vegetação, absorvendo mais ou menos CO₂), há uma contínua e evidente elevação dessas concentrações ao longo dos 60 anos de medições, partindo de valores abaixo de 320 ppm e atingindo hoje em dia, valores bem acima de 400ppm, um aumento de mais de 40%!

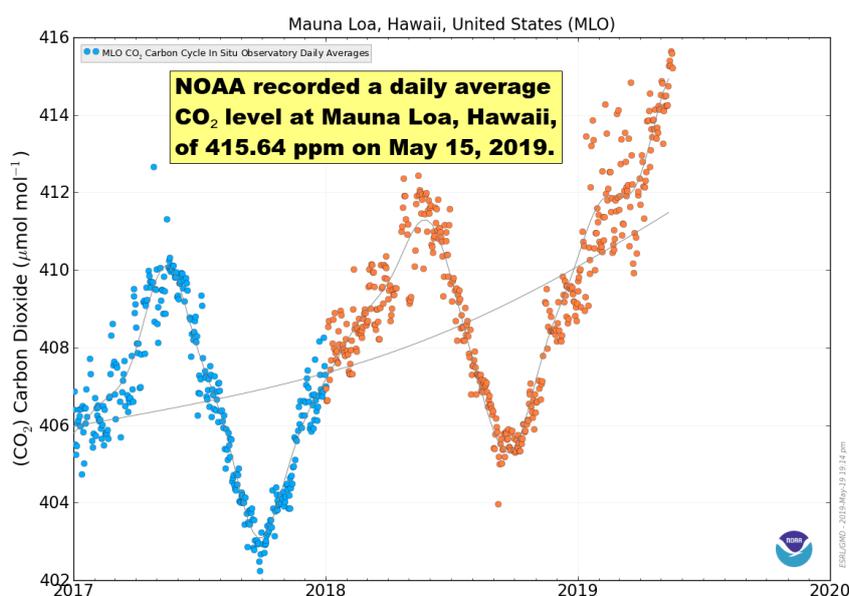
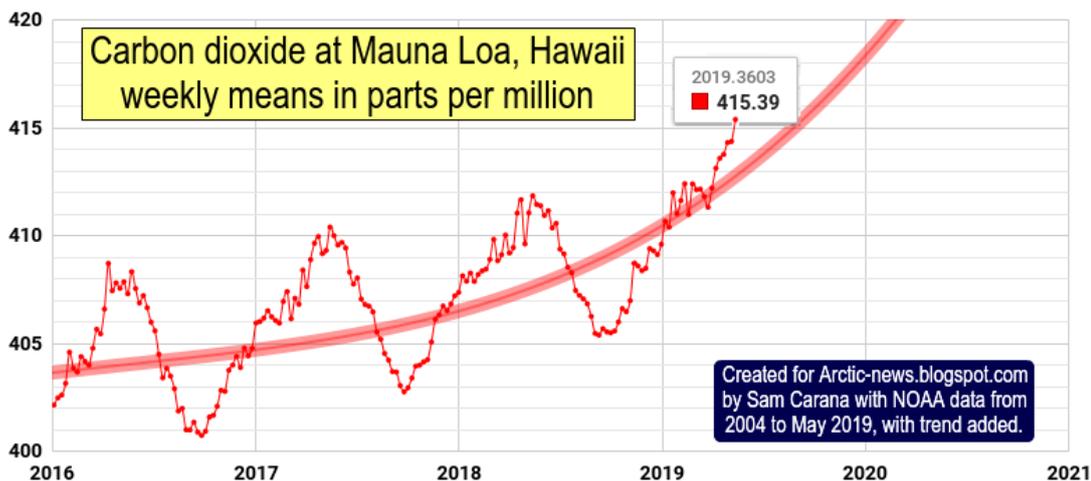
Confrontando as medidas diretas de Mauna Loa, com medidas indiretas mais antigas, como mostrado nas figuras abaixo, vemos claramente que houve um patamar com valores próximos a 270ppm até o início da Era Industrial em 1770; vemos também que, a partir daí, começou a ocorrer um crescimento exponencial desses valores, paralelo ao próprio desenvolvimento da industrialização, com um nítido e vertiginoso crescimento da concentração de CO₂ no ar, a partir da 2ª.Guerra Mundial.



OBS: Note que, dois dias após a medida acima, foi batido um novo “recorde”! E, não deixe de ler as sinistras conclusões da ciência (confiável) sobre o significado dessas alterações!



As duas figuras abaixo acentuam mais os detalhes do crescimento exponencial (e não linear) destas concentrações de CO₂ e, dada a pouca flutuação entre os diversos valores medidos, a confiabilidade das médias consideradas (e dos valores “recordes” registrados).



A discussão do significado desses valores, acentua dois aspectos que serão detalhados adiante:

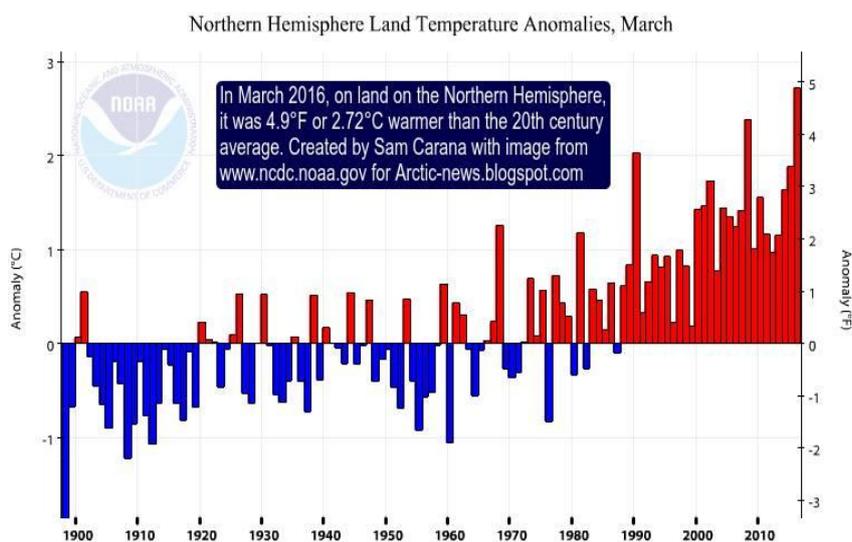
- (1) a elevação da concentração de CO₂ neste valor, corresponde a um enorme **aumento do Efeito Estufa** (retenção do calor solar), sendo responsável, até aqui, por uma elevação de cerca de 2^o C na temperatura média da Terra, quando comparada aos valores de antes da Era Industrial;
- (2) a presença de gelo nas regiões polares, que ainda vem ocasionando um efeito tampão, tendendo a manter estável esta temperatura (mesmo que, já agora, em valores bem acima dos que se media antigamente); no entanto, este efeito também está em vias de desaparecer, dado o rápido degelo das regiões polares.

OBS: Note-se ainda, conforme comentado nos ANEXOS, um efeito adicional na elevação da quantidade de CO₂ presente, representado pelo intenso desmatamento que está ocorrendo em diversas regiões do mundo, como por exemplo, no Brasil. Ocorrerá, com a destruição das florestas tropicais, não só uma redução significativa na reabsorção do CO₂, como ainda, em função de seguidas queimadas, visando o “desmatamento”, uma produção adicional do gás estufa.

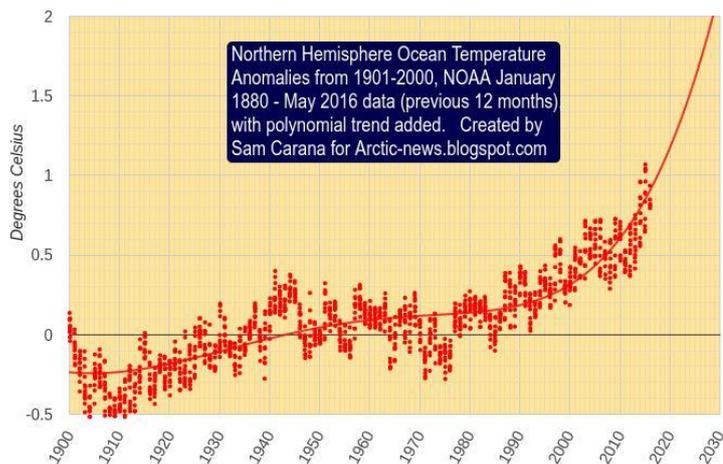
O AQUECIMENTO GLOBAL

Conforme previsível em função da enorme produção de CO₂ no século XX, a temperatura global do planeta vem se elevando continuamente.

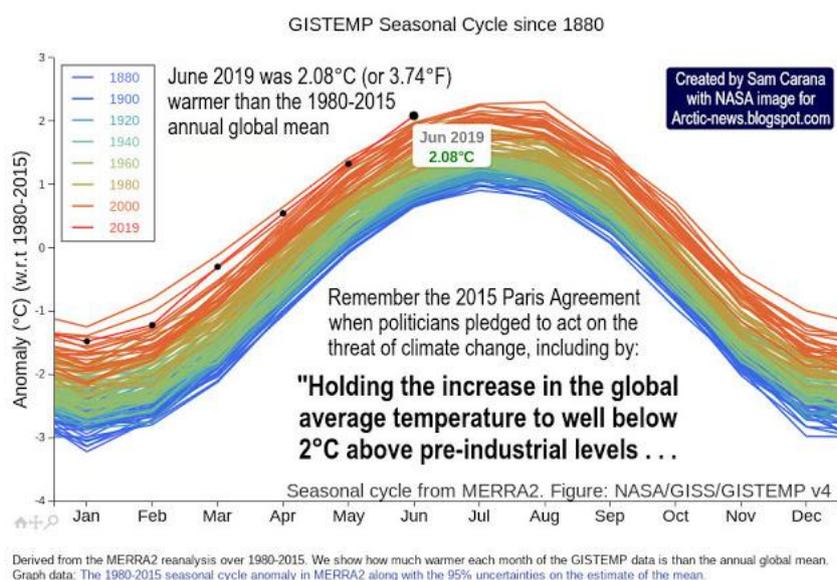
No gráfico abaixo estão representados, para cada um dos anos desde 1880 até 2016, os desvios da temperatura terrestre do hemisfério norte de cada ano (as barras), em relação à temperatura média de todo o período (linha zero do gráfico). Conforme se vê, apesar das variações de um ano a outro, há uma nítida tendência a aumento desses valores. Até 1920, a maioria das médias anuais ficou abaixo da média global (barras azuis). Daí, até cerca de 1970, o conjunto de medidas oscilou em torno do valor médio do século. No entanto, a partir desse período a quase totalidade das médias anuais foi ficando cada vez mais alta, terminando esse conjunto de medidas com valores até 5°C acima do valor médio do século! Comparando-se as duas medidas extremas, a diferença entre elas foi de, praticamente, 5°C.



Embora em menor amplitude, as temperaturas oceânicas medidas no hemisfério norte, apresentaram a mesma tendência a aumento. Mesmo com o elevado número de medidas (evidenciando mais as oscilações), ocorreu a mesma característica de elevações exponenciais da temperatura após 1970.

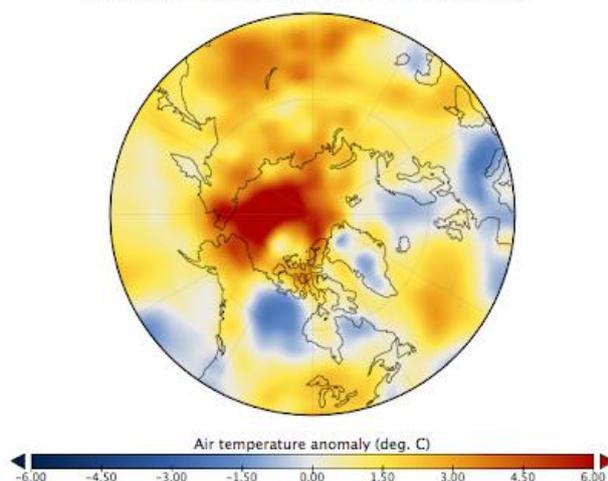


No gráfico abaixo, a interessante representação mostra as curvas de variação mensal da temperatura do hemisfério norte, ao longo dos diferentes anos de 1880 a 2019. Além da sistemática variação cíclica anual, com as temperaturas mínimas nos meses de inverno (novembro a fevereiro) e máximas no verão (junho a agosto), há uma gradual elevação dos níveis de temperatura dos diferentes anos: anos mais antigos, próximos à virada do século XX em tons de azul, temperaturas da primeira metade do século XX em tons de verde e temperaturas mais recentes, incluindo aquelas do século XXI, em tons de vermelho. Note-se que a curva de 2019 (ainda incompleta) se destaca das demais, com um valor recorde em junho, de mais de 2°C acima da média de temperaturas de todo o período (um valor que já excede aquele tido como limite tolerável no Acordo de Paris)!

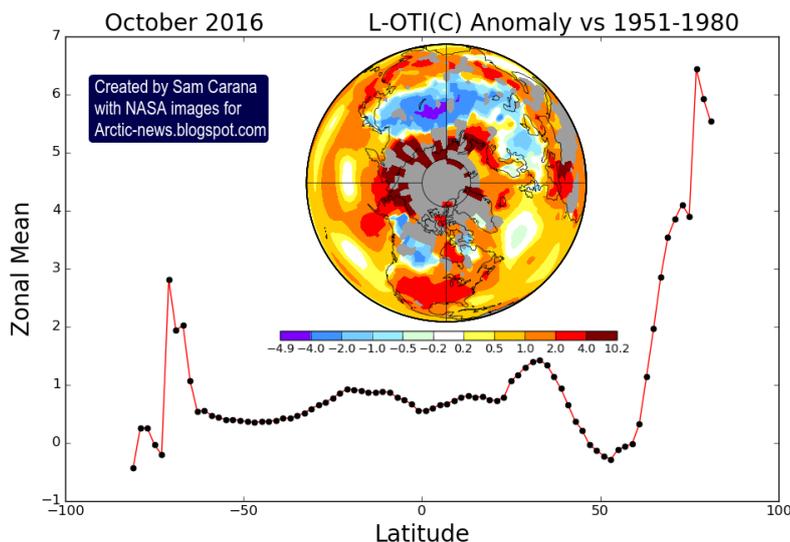


Na região Ártica, foram registrados já desde 2007, temperaturas de mais de 6°C acima da média local! Esta característica esta representada no globo (visto a partir do Polo Norte) onde se nota que, em torno da região da Região Polar em si, (coberta de gelo) há registros de temperatura elevada em muitos pontos (cores em tons de vermelho).

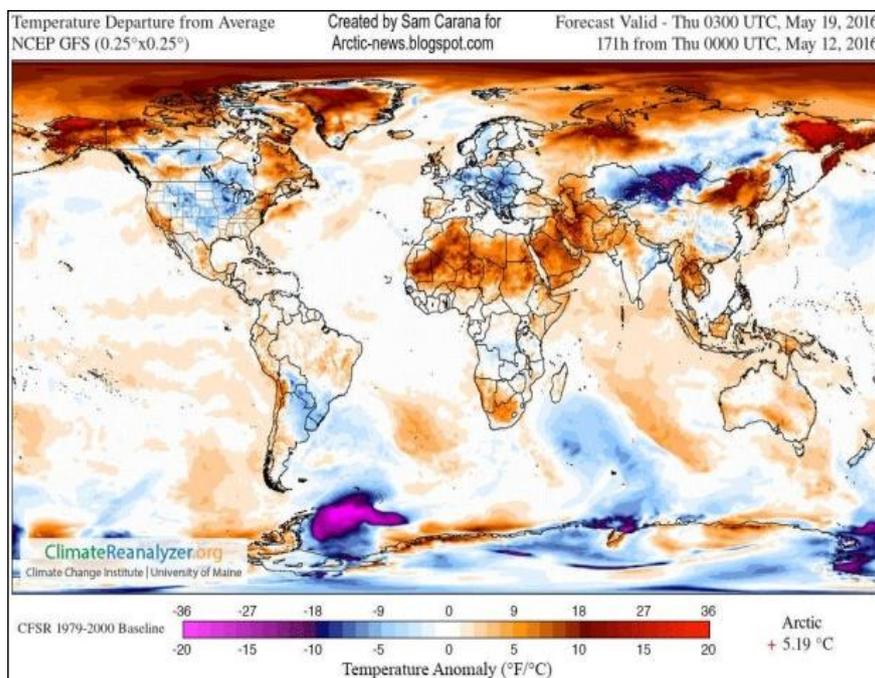
Surface air temperature anomaly: September 2007



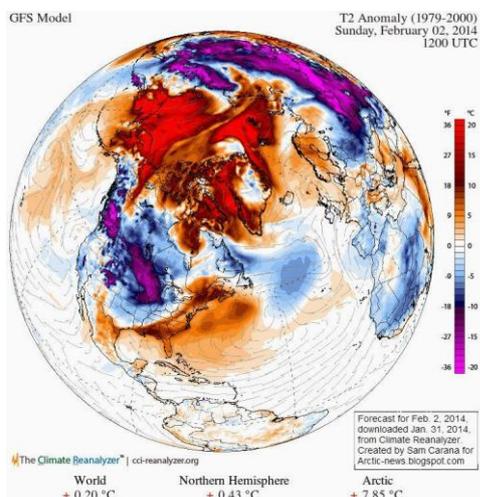
O gráfico seguinte mostra um outro aspecto curioso do fenômeno de Aquecimento Global: comparando as medidas de temperatura efetuadas em regiões diferentes do globo com a temperatura média daquela mesma região no período entre 1951 e 1980 (valor zero no gráfico), nota-se claramente que o fenômeno de aquecimento vem sendo muito mais acentuado nas proximidades das regiões polares, principalmente ao norte (latitude de +60°).



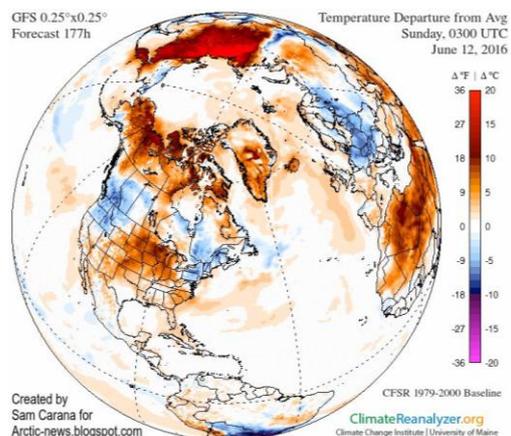
Este fenômeno é mais visível ainda no mapa abaixo, de maio de 2016, utilizando novamente a mesma escala de cores. Fica muito evidente nessa representação o marcante aquecimento da região polar norte.



Uma representação adicional acentua esta diferença entre as estações do ano, com uma discrepância mais acentuada em relação à temperatura média de 1979 a 2000, no inverno (fevereiro), do que no verão (junho). Esta diferenciação provavelmente se deve ao efeito do crescente degelo da região ártica nos meses de verão, onde está se aproximando cada vez mais, a situação de degelo completo.



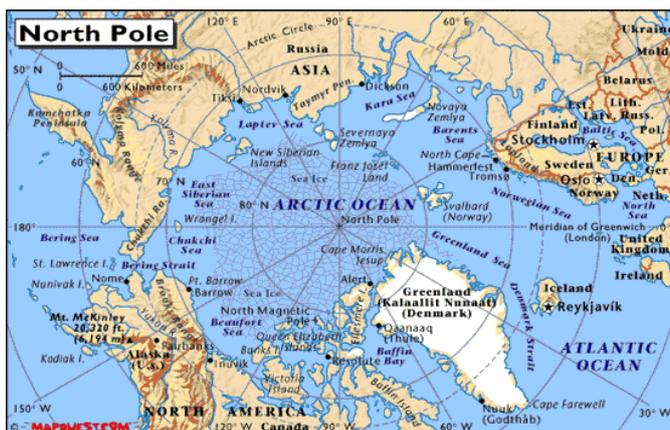
INVERNO (Fevereiro)



VERÃO (Junho)

O DEGÊLO ÁRTICO

Como se vê no mapa abaixo (visto a partir do Polo Norte), a Região Ártica é constituída, em grande parte, pelo Oceano (ou Mar) Ártico e em parte menor por uma região de terra firme, a Groenlândia.



Sendo assim, o degelo nesta Região se compõe de dois processos até certo ponto diferentes: o derretimento de gelo flutuante (sobre o Mar Ártico) e derretimento de gelo fixo, sobre a Groenlândia.

DEGELO NO MAR ÁRTICO

Antes de mais nada vale a pena sabermos do que estamos falando.

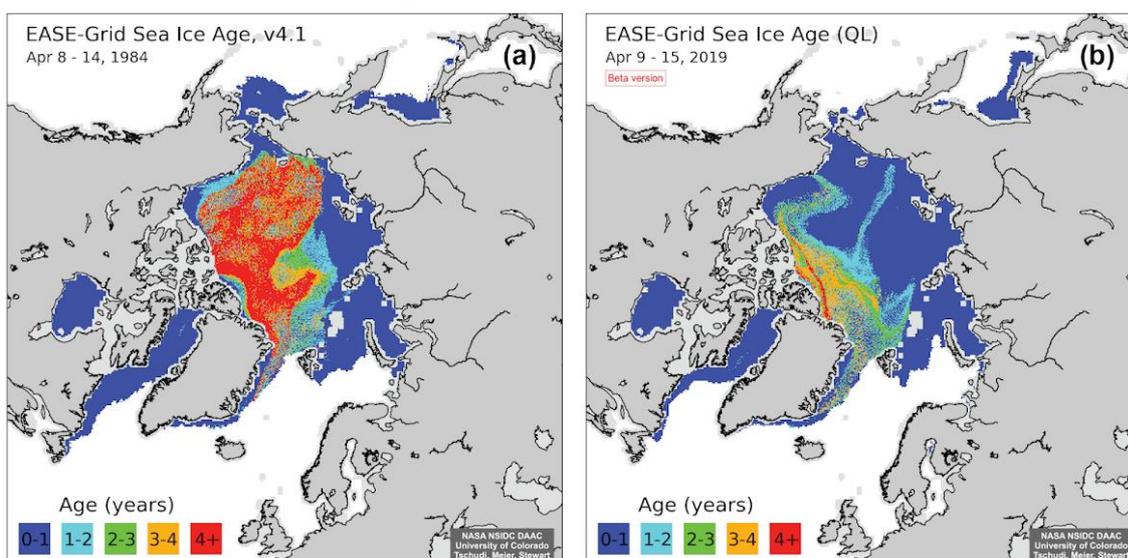
Há duas consequências distintas diferenciando os efeitos de degelos marítimos daqueles de terra firme:

O derretimento do gelo marítimo pelo fato de já estar flutuando, não altera significativamente o nível do mar, ao contrário do que ocorre com o degelo de terra firme (da Groenlândia ou da Antártida). Há assim, caso ocorra um degelo intenso nessas regiões, uma elevação significativa do nível do mar (eventualmente até de um metro ou mais).

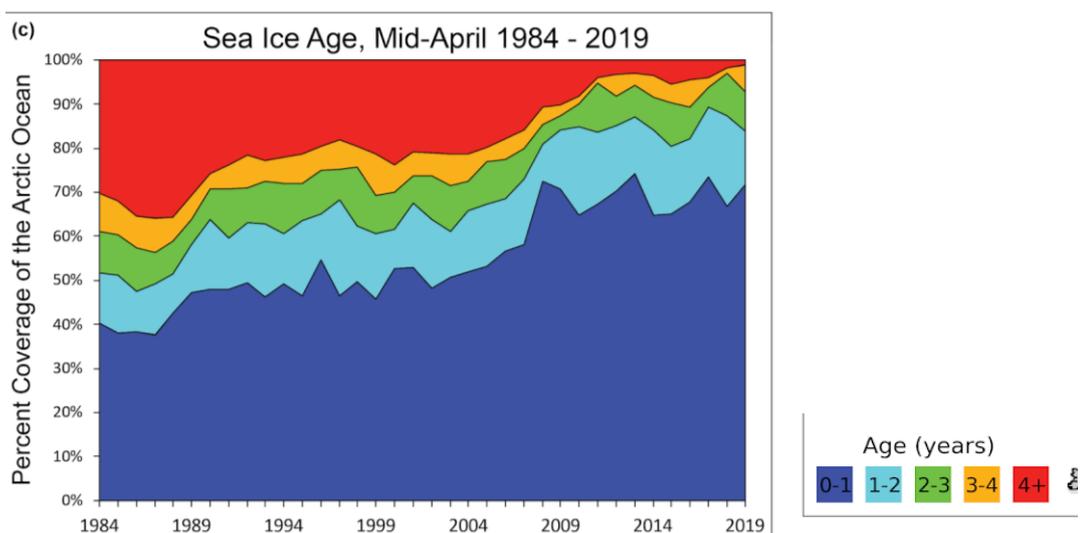
Os mapas abaixo, para a mesma época do ano (abril = início da primavera) em dois anos distantes (1984 e 2019), mostram as modificações das características do gelo flutuante do Ártico.

É muito evidente que, mesmo para uma área total coberta de gelo de extensão semelhante, o “tipo” de gelo é bem diferente.

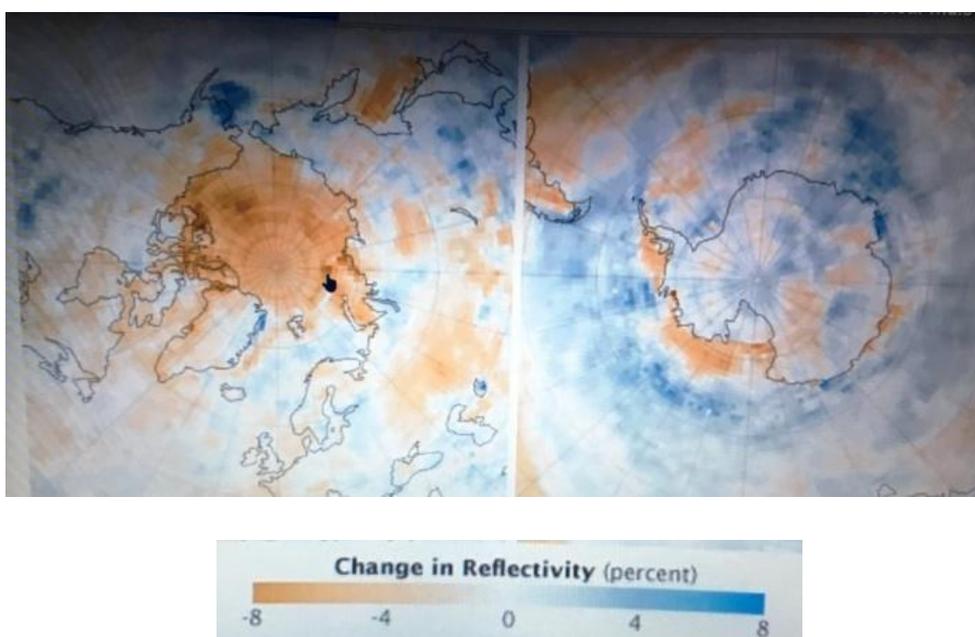
Enquanto em 1984 a grande maioria era de *gelo espesso* (com mais de 4 anos de existência), em 2019 o gelo mais antigo praticamente desapareceu. A cobertura de gelo agora era feita por *gelo fino*, proveniente do último inverno. É evidente que o gelo fino é menos resistente, sendo facilmente quebrado em pedaços menores pelo simples balanço do mar; tais blocos finos, além de apresentarem menor volume de gelo a ser derretido, são ainda facilmente transportado pelas correntes marítimas, em direção a regiões de oceano mais quentes. O resultado final desse rápido desaparecimento do gelo é a ocorrência do intenso aquecimento dessa região nos meses de verão. Além disso, é óbvia a criação de um processo reverberante: quanto mais intenso é o degelo em um ano, menor será a quantidade de gelo antigo remanescente e mais rápido e intenso será o degelo do ano seguinte.



O caráter gradativo dessa transformação é mostrado pelo gráfico abaixo (utilizando a mesma escala de cores). A par de pequenas oscilações, é evidente a intensa redução da quantidade de gelo antigo e a sua substituição por gelo fino!



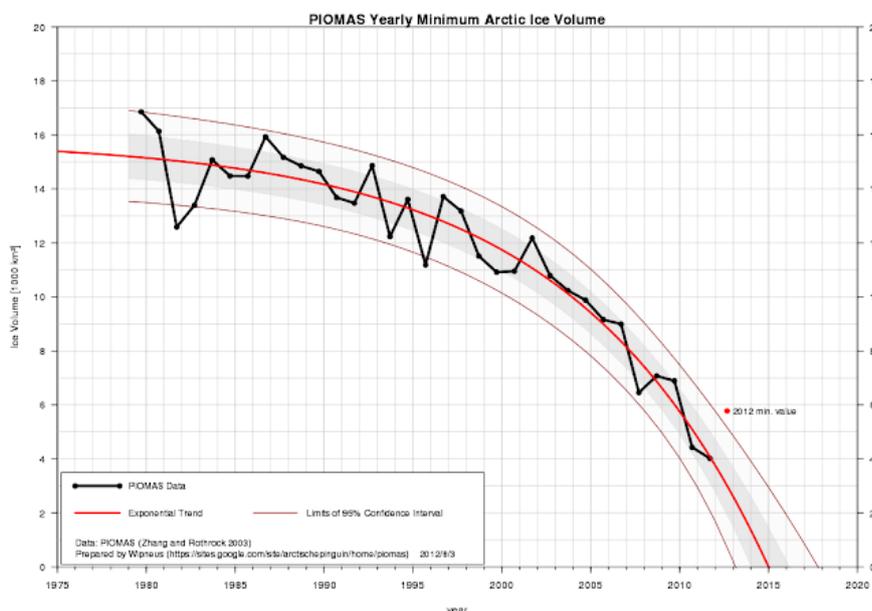
Um fenômeno adicional ainda participa, intensificando esse processo. É a alteração do chamado **albedo** (a capacidade refletora da radiação térmica solar). No Mar Ártico (parte esquerda do mapa), a presença de uma camada de gelo flutuante, branco e brilhante possui um albedo elevado; ao contrário, com o derretimento desse gelo, resta a água do mar, agitada e bem mais escura. Isto acarreta então uma intensificação da absorção de energia térmica e uma aceleração do degelo e/ou da elevação da temperatura da região (parte esquerda do mapa). Ao contrário, o degelo na Antártida (sendo principalmente do gelo de terra firme), traz pouca alteração no *albedo* como se vê na parte direita do mapa



A quantidade de gelo flutuante no Mar Ártico, vem continuamente diminuindo.

Embora haja anualmente durante o inverno ártico, uma regeneração parcial do gelo da região, este processo, atualmente, não é suficiente para compensar o intenso degelo de verão. Assim a quantidade de gelo no verão vem sofrendo uma contínua e intensa redução, conforme se vê no gráfico abaixo.

Fica evidente nesta figura a intensa redução desta quantidade de gelo ao longo dos últimos 40 anos, havendo uma crescente tendência a que, brevemente, a região vivenciará um verão sem gelo. Com todas as catastróficas consequências dessa situação.



Ao falarmos em degelo no **Mar Ártico**, é importante levarmos em consideração o fenômeno físico conhecido como '*Calor Latente*' ou também '*Calor de Transformação*' que se relaciona com o processo de , fusão do gelo ou evaporação da água, a '*transformação de fase*'.

Em relação à água:

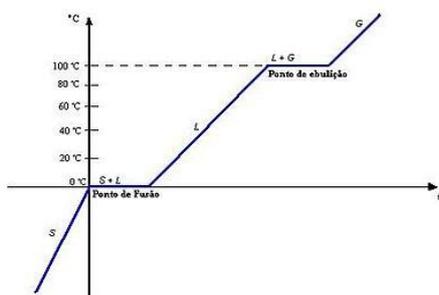
Calor específico 1 cal/g.°C

Calor de fusão 80 cal/g

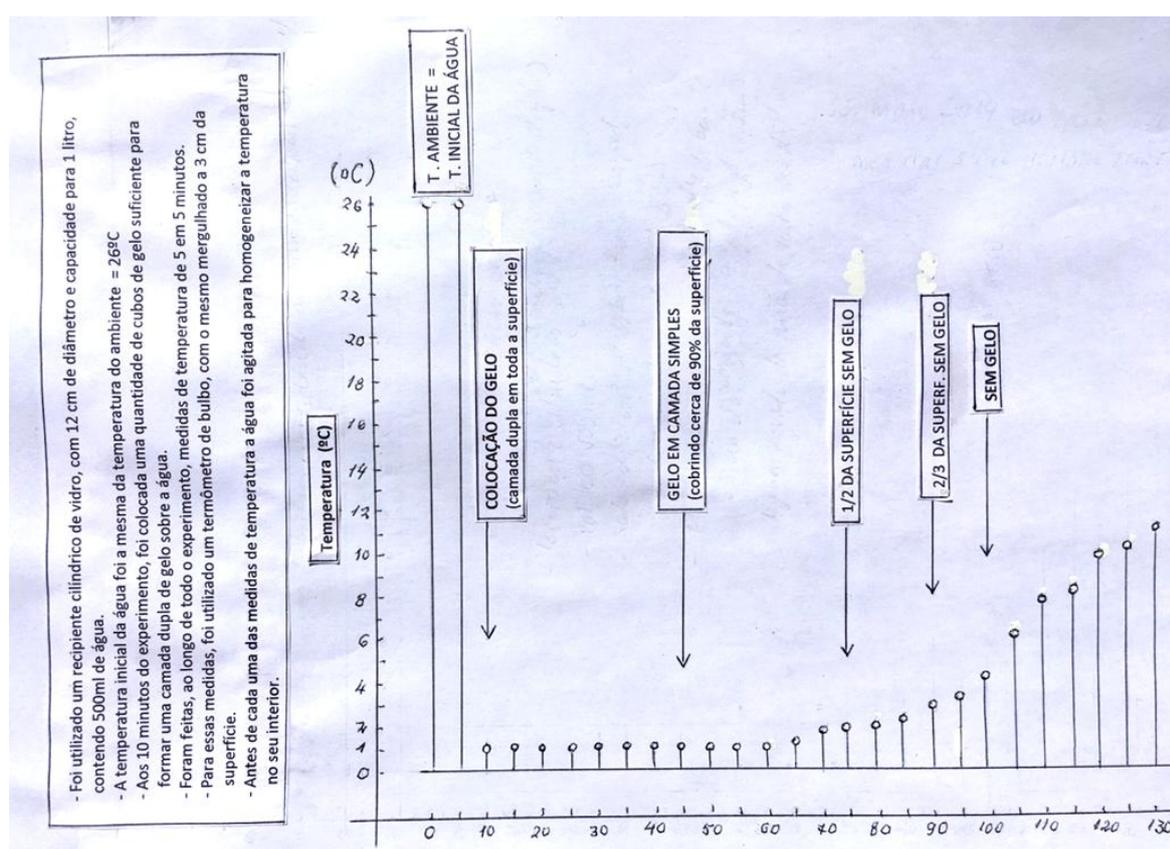
Calor de vaporiz. 540 cal/g

Esses dados apontam para a grande absorção de calor que acompanha o fenômeno do degelo. Cada grama de gelo necessita de 80 calorias para derreter, mas apenas de 1 caloria para sua temperatura se elevar 1°C, ou seja, de apenas 10 calorias para sua temperatura se elevar em 10°C!

Um segundo e muito importante fenômeno, é o de que, durante a transição de fase, a temperatura do substrato não se altera. Assim, calorias adicionadas durante a fusão do gelo são utilizadas no próprio processo de derretimento. E apenas quando se completa o degelo é que a temperatura volta a subir.



Um pequeno experimento doméstico, pode demonstrar esse fato, mas acrescenta também um elemento de variabilidade na transformação efetiva, que se assemelha bastante ao efeito do degelo em condições naturais.

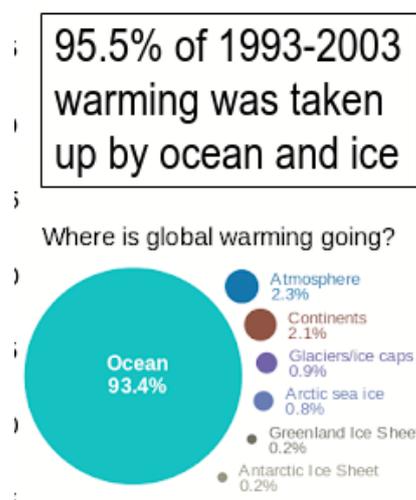


Ocorre nestes resultados a transição entre três etapas:

- Na presença de uma camada espessa de gelo, ou mesmo de uma camada simples (equivalente na natureza ao que chamamos de "gelo antigo" e de "gelo recente" ou "gelo do ano"), a temperatura da água subjacente continua semelhante à inicial;
- Até com um degelo mais intenso, cobrindo agora apenas metade da superfície, a temperatura da água sobe somente um pouco.
- A curva do aquecimento, no entanto, muda radicalmente, quando o gelo realmente desaparece, ocorrendo então uma elevação exponencial da temperatura do líquido, atingindo em pouco tempo níveis semelhantes à do ar ambiental.

Este efeito, superpõe-se bem às medidas apresentadas para a região Ártica na situação de inverno, com um valor médio (1978-2000) de temperaturas de inverno, bem inferior àquele medido em anos recentes, na condição de degelo ártico intenso, conforme já vimos acima.

Dados calorimétricos na natureza, acentuam o efeito tamponador do oceano e do gelo



DEGELO DA GROENLANDIA

Sendo essa uma região de terra firme, o seu degelo apresenta algumas diferenças em relação ao degelo marítimo.

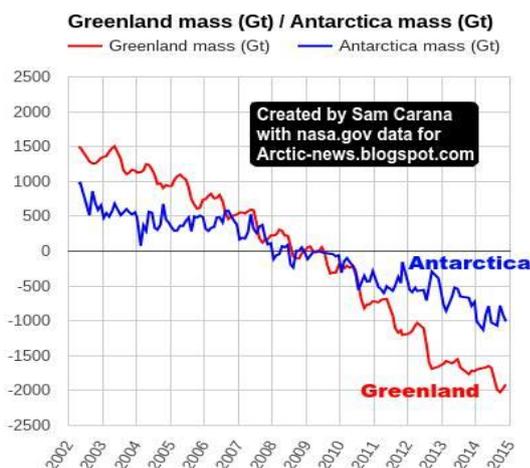
A primeira é a de que a camada de gelo que a recobre é muito mais antiga e espessa (sendo em alguns locais, de dezenas de metros). Desse modo é pequena a extensão dessa enorme ilha que se apresenta sem a cobertura de gelo, mesmo no verão.

Ainda assim, é nítida a aceleração do processo de degelo, mesmo nessa região:



Note-se que o recuo da borda do gelo que se verifica em algumas baías da ilha é muito mais rápido e intenso em época recente, com um recuo em apenas 4 anos equivalente àquele dos 100 anos precedentes.

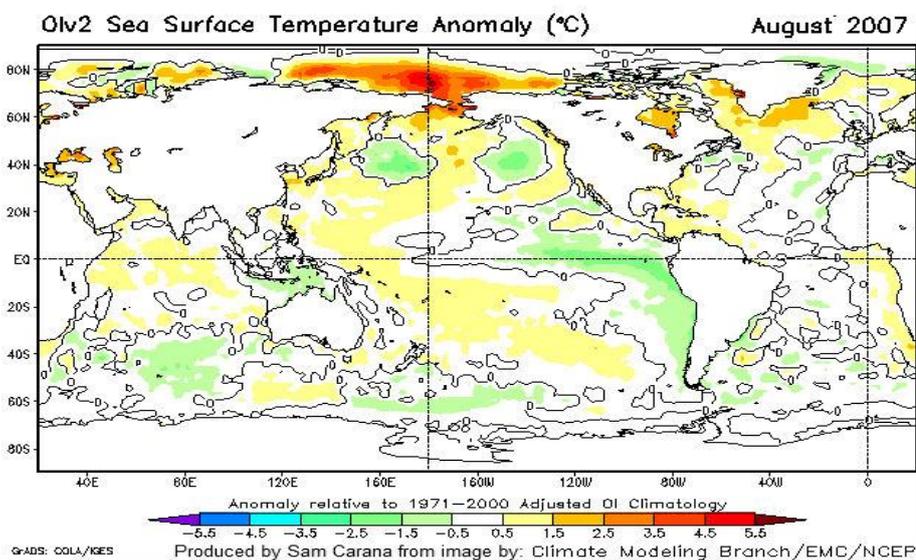
O efeito mais evidente do degelo da Groenlândia é a intensa redução de sua massa (resultante do enorme escoamento da água das geleiras para o mar)



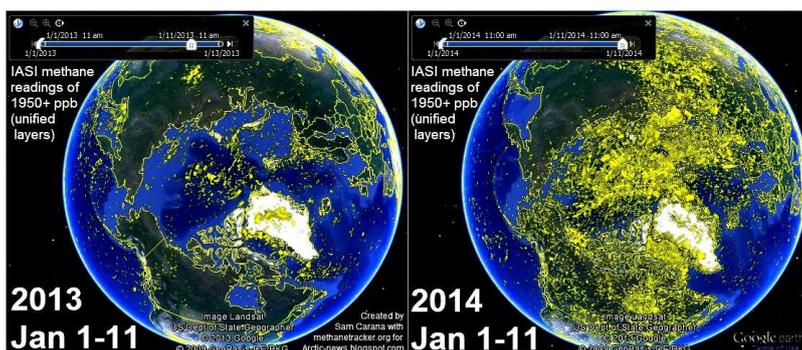
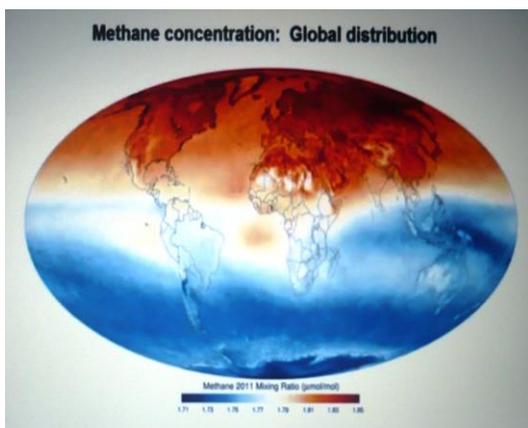
Nota-se no gráfico acima, comparando a perda de massa (volume do derretimento) da Groenlândia, com aquela da Antártida, que, enquanto nessa houve uma redução de cerca de 2000 Gigatoneladas, na Groenlândia essa redução foi de cerca de 3500 Gigatoneladas. Levando em consideração também a diferença de área entre as duas regiões (sendo muito maior na Antártida), percebe-se o efeito acentuado da absorção de calor na região polar norte. Este fato também está representado no gráfico da pg.8 comparando a elevação seletiva da temperatura em ambas as regiões.

O PERMAFROST

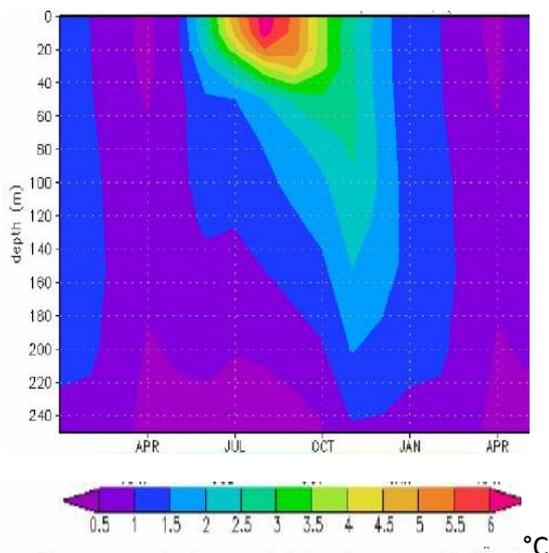
Há milênios vêm se acumulando na região ártica os sedimentos de material orgânico resultante do apodrecimento de plantas da região. Este sedimento e o gás metano (CH₄) resultante, que acabam congelando resulta no *Permafrost*. Dado o longo período, a quantidade de material e de gás metano assim “aprisionados” é enorme. Até recentemente, a presença de gelo perene deixou intocados esses depósitos. Mas em época mais recente, com o aquecimento da Região Ártica (conforme se vê no mapa de anomalias térmicas abaixo *), vem ocorrendo o gradativo desaparecimento do gelo, principalmente nos meses de verão. Com isso, acaba também ocorrendo, em quantidade rapidamente crescente, o derretimento desse Permafrost e a consequente liberação do gás metano (*) Para auxiliar no entendimento do mapa abaixo, localize no lado direito do mapa o contorno das Américas



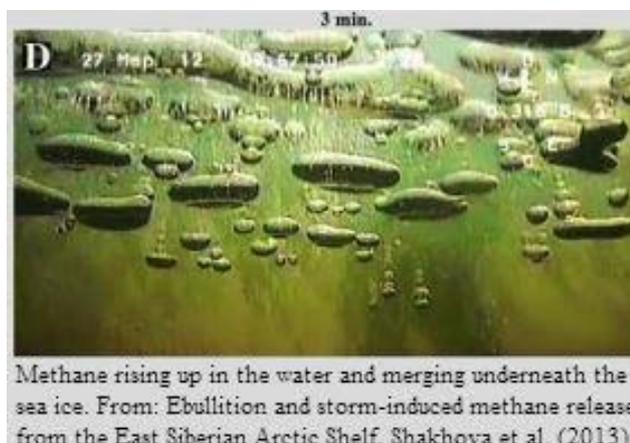
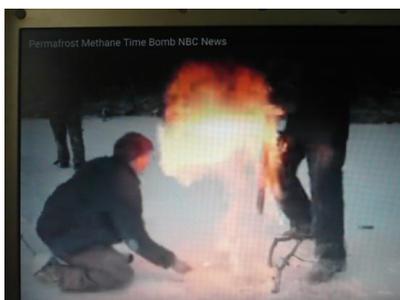
Dosagens da concentração de metano no ar de toda a região Ártica são realmente assustadoras, assim como as rápidas variações do mesmo (nos mapas à direita), conforme mostrado abaixo, indicando a possibilidade de grandes liberações súbitas do mesmo.



É interessante ainda notarmos uma característica adicional do aquecimento de verão da região ártica: ele é bem mais intenso nas águas mais superficiais, especialmente em profundidades menores do que 60 metros, região em que ocorrem no verão, elevações de até 7°C, em comparação com as temperaturas de inverno. Note-se também que é exatamente nessas regiões do Mar Ártico que se encontram as maiores concentrações de permafrost e de liberação de metano.

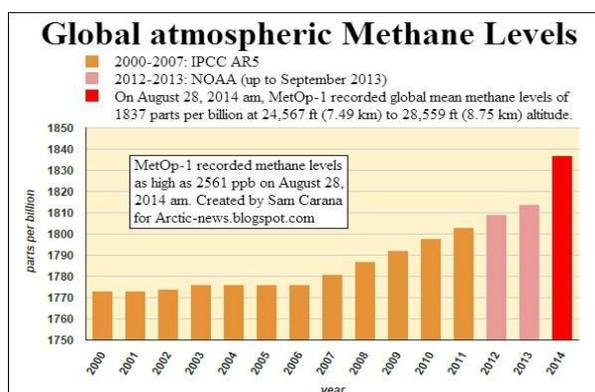


Diversos aspectos desse padrão trazem grandes preocupações adicionais em relação ao degelo do permafrost e à liberação de metano consequente. Inicialmente a elevada quantidade do mesmo nas regiões setentrionais da Sibéria, região em que as profundidades do Mar Ártico são muito pequenas, conforme se vê na foto e no mapa abaixo (em dois graus de amplificação). Nota: neste mapa a Sibéria está localizada na parte superior.

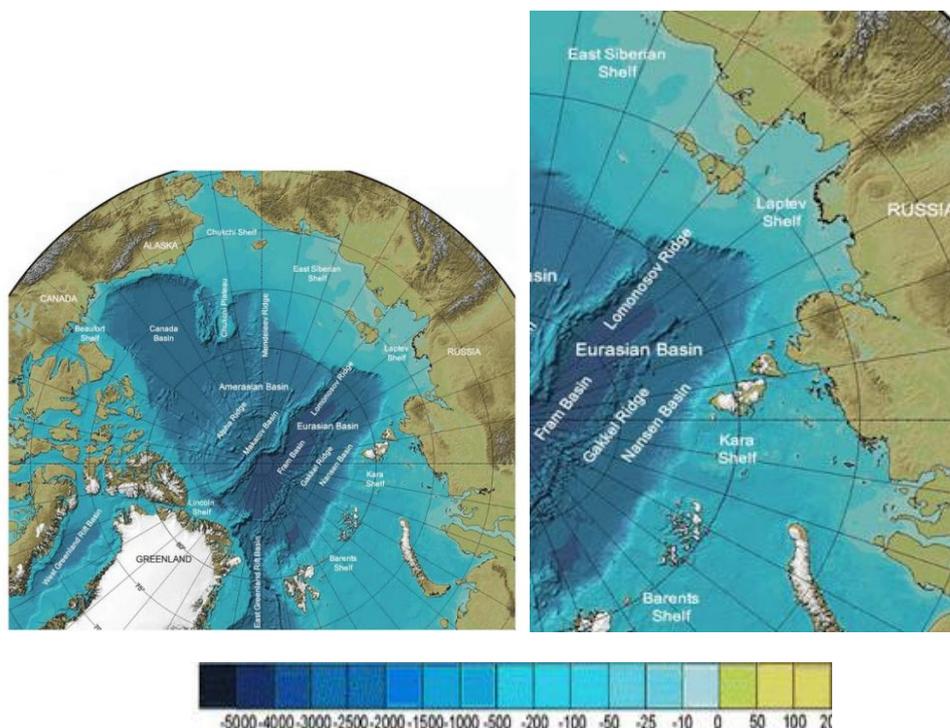


Methane rising up in the water and merging underneath the sea ice. From: Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf, Shakhova et al. (2013)

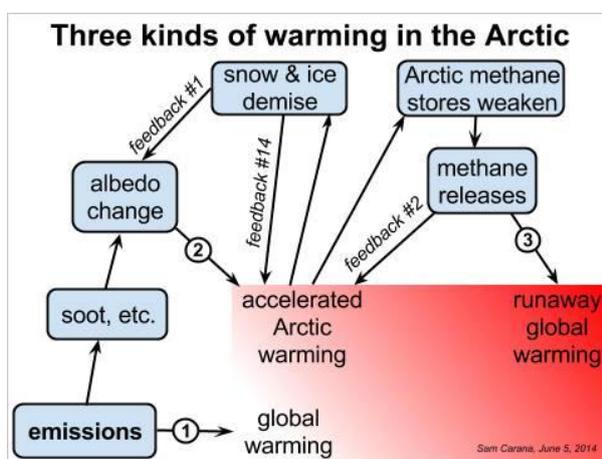
Nessa região, a simples perfuração superficial do solo, já resulta na saída do metano, já que se encontra na forma de gás e sob elevada pressão. (Basta um simples acendedor, para criar uma enorme chama). Mesmo na água do mar Ártico da Sibéria podem se observar borbulhas de metano. A segunda questão, já comentada, é a elevação seletiva da temperatura nesta região resultante no degelo da região e no derretimento do permafrost, levando assim a uma, cada vez mais intensa liberação de metano, como se vê no efetivo borbulhamento do metano em direção à superfície do mar e no gráfico que apresenta as concentrações mundiais dos anos 2000 a 2016



Um aspecto complexo é o que liga o grau de derretimento do *permafrost* com a temperatura da região, tendendo essa temperatura e a intensidade da sua variação, a ser mais intensa, quanto mais raso for o mar na região em questão. E esse fato ocorre justamente na região em que se encontram os maiores depósitos de metano: a costa oriental da Sibéria, cujo mar tem profundidades médias de não mais do que 50 metros (como se mostra nos mapas abaixo). Um complicador adicional é o fato de que o metano ao subir para a superfície é gradativamente oxidado a CO₂. E este processo ocorre tanto mais intensamente quanto maior for a distância a percorrer neste trajeto. Assim, em mares rasos o grau de degradação do metano é mínimo.



O aspecto altamente preocupante desse fato, é que o Efeito Estufa produzido pelo gás metano, embora menos duradouro, é cerca de 10 vezes mais potente do que o do CO₂. Leva isso então a um processo reverberante: elevação do CO₂, criando um Efeito Estufa que leva ao Aquecimento Global, mas especialmente ao degelo da região Ártica e ao derretimento do Permafrost, com a conseqüente liberação de Metano. Este, em concentrações cada vez maiores na atmosfera da região, acentua o Efeito Estufa do CO₂, levando a aumentos adicionais da temperatura. Um ciclo que se auto-amplifica!



Sam Carana, June 5, 2014

EFEITOS DO DERRETIMENTO DO GELO “DE TERRA FIRME”

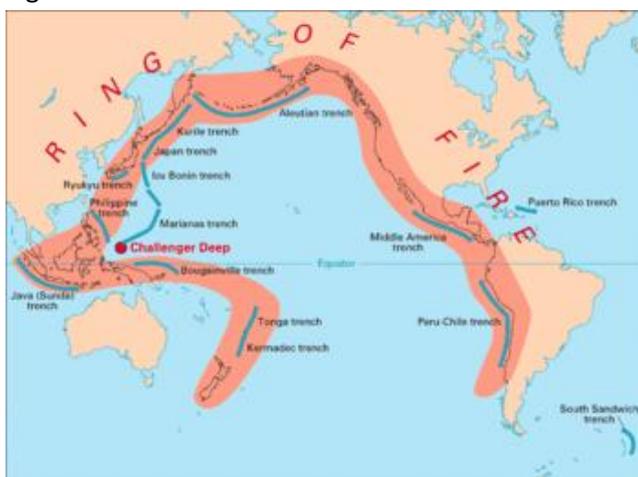
Os efeitos do derretimento do gelo flutuante (Mar Ártico) e do gelo de “terra firme” (Groenlândia e Antártida) são bastante diversos. A água resultante do derretimento do gelo flutuante se espalha por todos os mares do planeta, não alterando a distribuição de massas da Terra. Por outro lado, a quantidade de gelo que derrete, seja na Groenlândia, seja na Antártida

Enquanto que a água derretida na Groenlândia e na Antártida, se não for repostada com a formação de gelo novo em igual quantidade vai reduzindo mais e mais a massa destes continentes.

Levando em consideração o fato de que “terra firme” não implica em terra sólida em todo o seu interior do planeta (a porção central do qual está ocupado por material derretido a elevadas temperaturas – o *magma* -), podemos imaginar que todos os continente do globo, na realidade estão flutuando sobre essa massa líquida.

De fato toda a superfície do globo, seja em terra firme, seja no solo dos oceanos forma grandes placas (as chamadas *placas tectônicas*) de tamanhos e formas diversas, que fazem contato umas com as outras. Normalmente, mas não sempre, os continentes de terra firme se alojam sobre placas tectônicas contínuas, que se delimitam com placas oceânicas (por vezes diversas placas nos oceanos maiores). Desse modo, em toda a superfície do globo há um contínuo emaranhado de linhas divisórias entre essas placas. Normalmente as divisórias entre elas estão perfeitamente ajustadas, o que até nos faz ignorar a presença do magma “abaixo de nós”. Mas, nos casos em que há rupturas nessas junções entre placas, ocorrem erupções do magma, formando vulcões e/ou terremotos e maremotos.

O mapa abaixo ilustra uma tal situação, com os limites entre a placa do Oceano Pacífico e as placas tectônicas dos continentes ao seu redor frequentemente sofrendo reajustes que resultaram e vem resultando numa grande série abalos sísmicos. A ponto de ter-lhe criado o “nome artístico” de Anel de Fogo.



Sendo assim, é evidente que uma redução acentuada de massa em alguma das regiões do globo pode levar ao “desencaixe” de placas tectônicas e necessidade de seu “reordenamento”. Algo desta natureza parece já estar ocorrendo ao redor da Groenlândia, como mostra o mapa abaixo, assinalando maremotos ocorridos, alguns dos quais, recentemente.

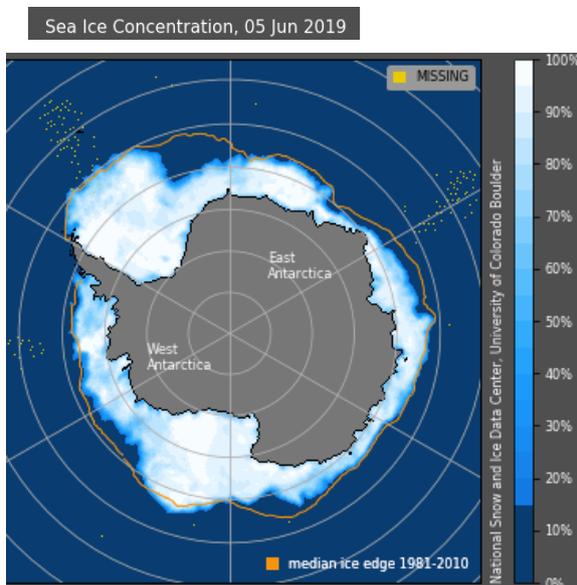


DEGELO NA ANTÁRTIDA.

Embora não pareça, quando mostrada em mapas centrados na região equatorial, a Antártida é um verdadeiro continente, com área maior que a do Brasil.



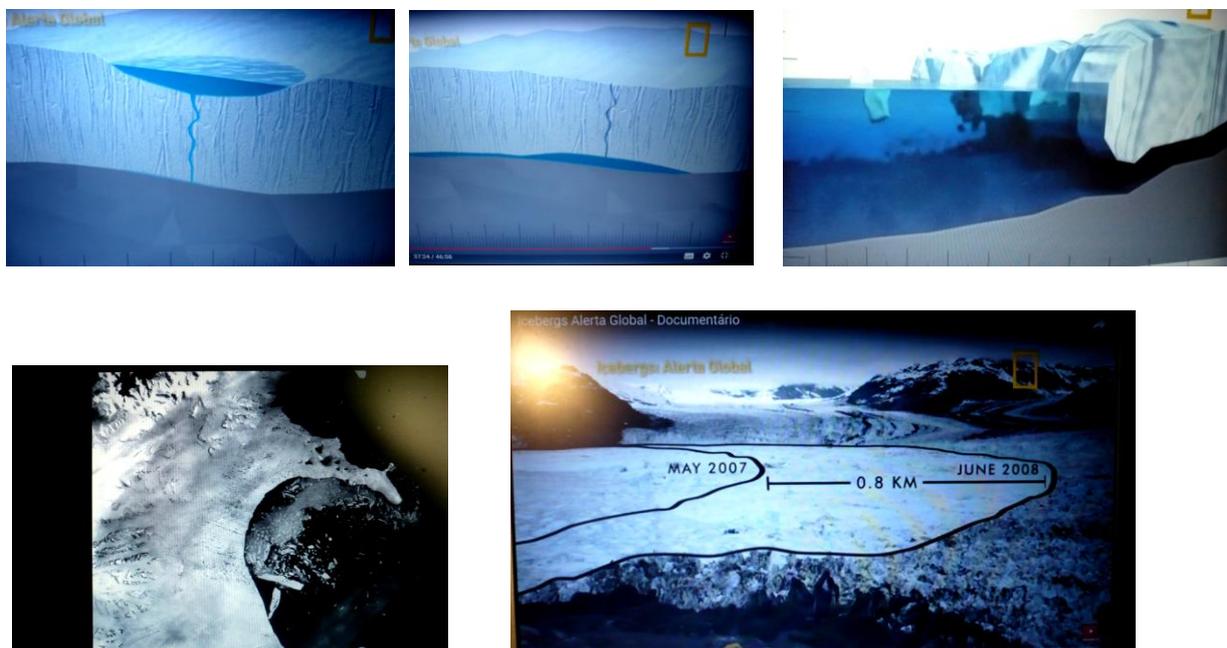
Embora apresente também um entorno de gelo flutuante, a perda da área desse gelo é menor do que a perda no Ártico. Além disso, como se vê no mapa, a espessura desse gelo flutuante também é maior, possivelmente pelo enorme volume de gelo fixo ao qual ela adere.



Para a felicidade dos pinguins antárticos e de esporádicos alpinistas, a perda de massa pelo derretimento do gelo na Antártida é bem menos acentuada do que na Groenlândia, como já vimos num gráfico mais acima (pg. 18). É evidente por outro lado que, dado o enorme volume do gelo antártico, o efeito de um derretimento massivo do mesmo seria catastrófico, levando à elevação de mais de 10 metros no nível do mar.



Ainda assim, embora pouco visível em sua superfície, o degelo da Antártida (assim como o da Groenlândia), ocorre de maneira mais “oculta”, como mostra o conjunto de esquemas abaixo.



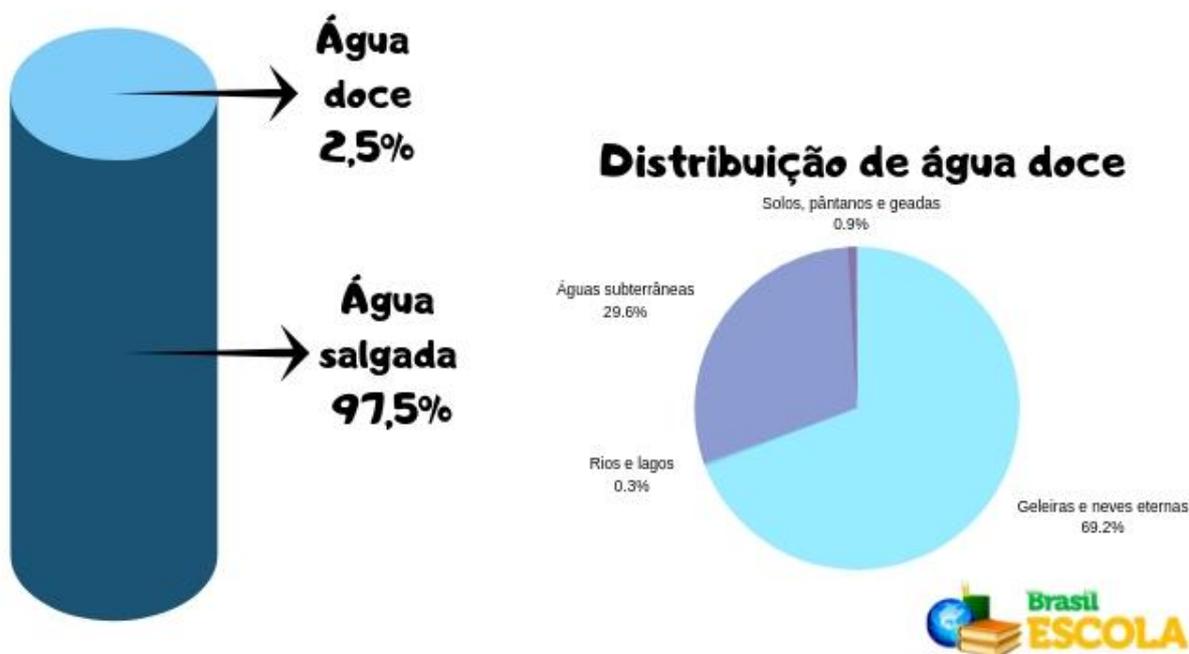
Os esquemas mostram que a água do degelo, acumulada em “lagoas” na superfície, acaba se infiltrando através do gelo, até encontrar a camada rochosa por baixo. Escoa então lentamente, abrindo caminho por entre estas duas superfícies, retirando a aderência e o apoio do gelo na rocha, tornando-o assim, como que flutuante. O gelo, ainda espesso, derrapa em direção as regiões mais baixas na beira do continente, onde, dado o seu volume e peso, acaba se quebrando em gigantescos icebergs. Estes são então (agora como gelo efetivamente flutuante) levados gradativamente para o alto mar, onde acabam derretendo. O resultado mensurável deste degelo oculto é o gradativo recuo das geleiras; relativamente lento, de algumas centenas de metros por ano, mas constante.

Vejamos agora os problemas relacionados ao Aquecimento Global, sob um ângulo diferente: o das suas **consequência sociais**.

DISPONIBILIDADE GERAL DE ÁGUA

“Terra, Planeta Água” diz o poeta e canta a música alegrando os nossos ouvidos.

Mas, se formos mais rigorosos e preocupados com a nossa sobrevivência, seria melhor dizermos “Terra, planeta água salgada”, como mostra a figura a seguir.



E, mais ainda, como também se mostra, dois terços dessa pouca água doce estão presas sob a forma de geleiras, seja no alto de montanhas, seja nas regiões Ártica ou Antártica. Em todas estas três localizações, se houver o seu derretimento (o que de fato está ocorrendo, como já vimos) grande parte desta água se perderá, seja pelo escoamento rápido em rios, seja pela dissolução imediata no mar.

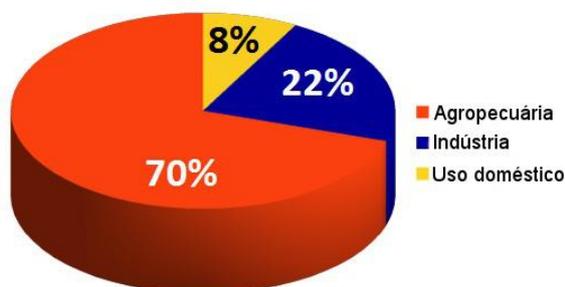
Mesmo da água “doce disponível”, boa parte já vem contaminada e é inadequada para o consumo



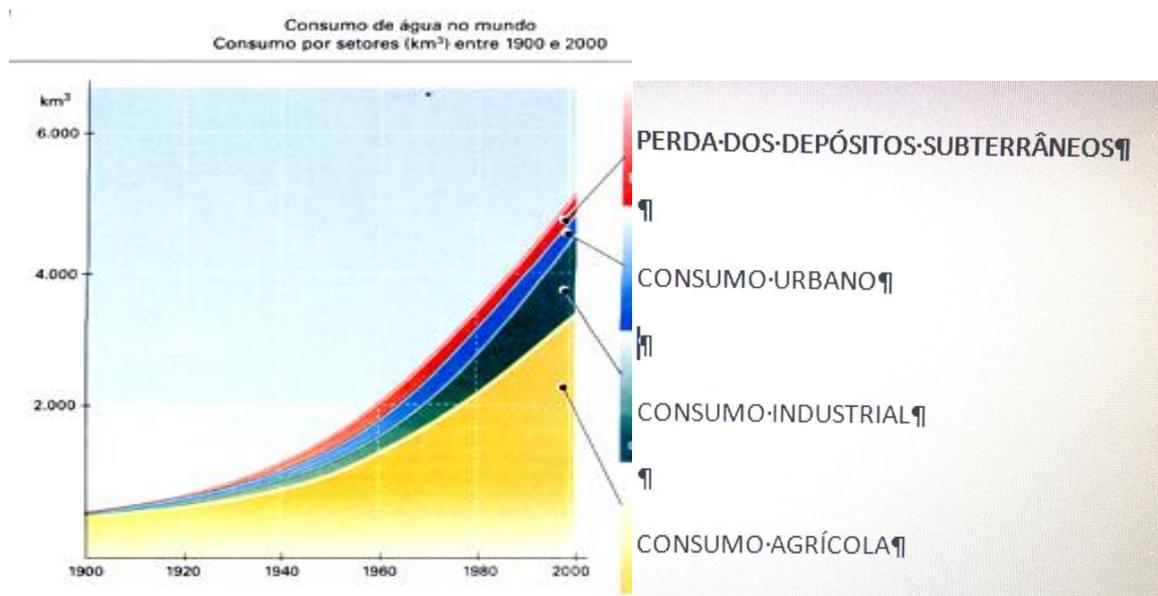
..

DEMANDA

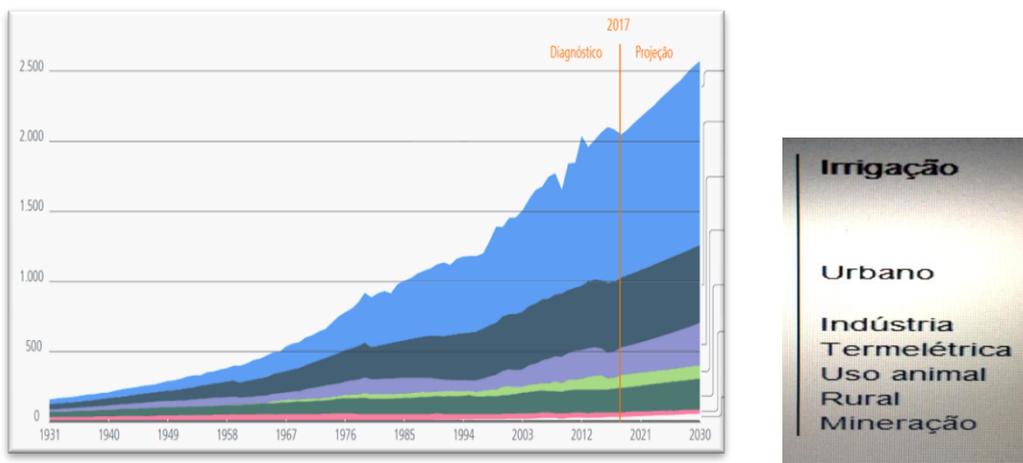
O uso que a humanidade vem dando a essa água doce, é bastante diversificado; mas, genericamente, pode se dizer que a Agropecuária é a atividade que mais demanda água. Seguida da atividade industrial e de uma quantidade bem menor nas atividades domésticas.



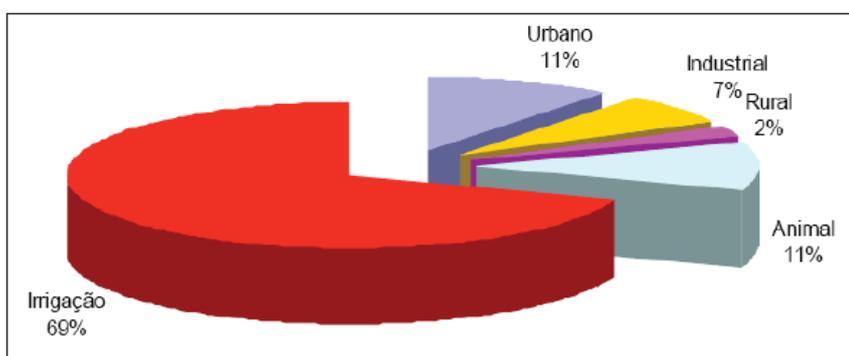
O **consumo de água** no mundo, particularmente o Consumo Industrial e o Consumo Agrícola, vem aumentando exponencialmente ao longo do século XX, atingindo hoje valores **8 vezes maiores** do que no início do século. Notamos que, a par do aumento populacional, parece ter havido uma gradativa mudança na utilização/demanda dessa água: está havendo um aumento proporcionalmente maior do consumo industrial, possivelmente vinculado à produção de bens de consumo e ativado pela sua “obsolescência programada” (impulsionada pela, cada vez mais eficiente, propaganda). E, mais acentuado ainda, um aumento do consumo agrícola. Este provavelmente venha associado a uma alteração radical no padrão de plantio, com a introdução da *Agricultura Intensiva* que demanda irrigação muito elevada. Vale notar que, em ambos esses crescimentos, o aumento populacional em si, é apenas *um* fator, de vez que, mesmo do lado agrícola, o aumento de consumo vem sendo impulsionado pela produção de combustíveis orgânicos “renováveis”.



Vale notar, como se mostra no gráfico abaixo, que este aumento do consumo de água parece ter padrões de crescimento que irão se manter no futuro (para além da linha vermelha do gráfico), particularmente no que se refere à irrigação, cujo crescimento é essencial dentro do modelo de plantio da Agricultura Intensiva, (fonte, ao que se espera, do aumento necessário da produção de alimentos, em vista do crescimento populacional que se pode prever...)



Também no Brasil este padrão de uso da água é semelhante, com a diferença de que as maiores quantidades de água estão sendo usadas para o plantio de vegetais, como cana-de-açúcar e soja, destinadas à produção de biocombustível. E uma proporção bem menor dela vem sendo destinada a outros fins, incluindo aí a atividade rural voltada para a produção de alimentos vegetais.



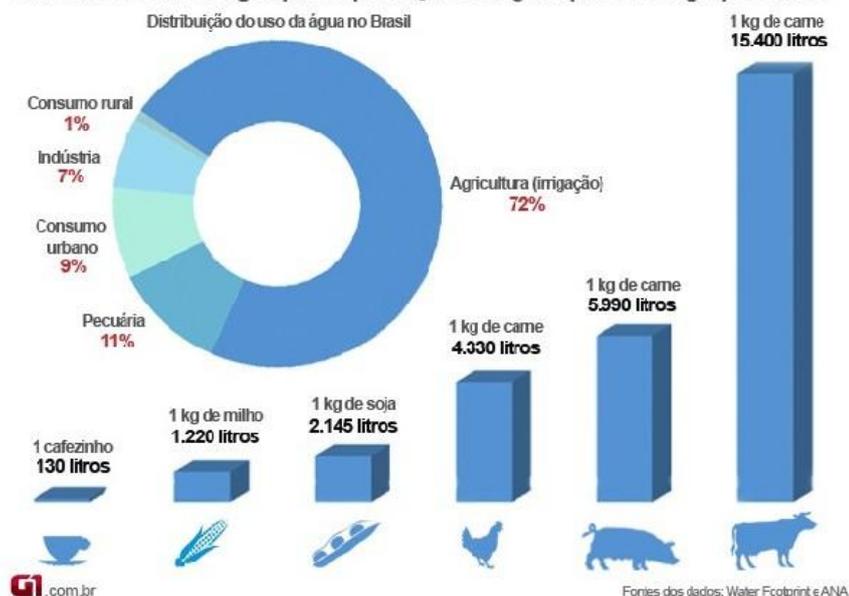
Fonte: ANA (2007).

Figura 2 – Usos da água no Brasil.

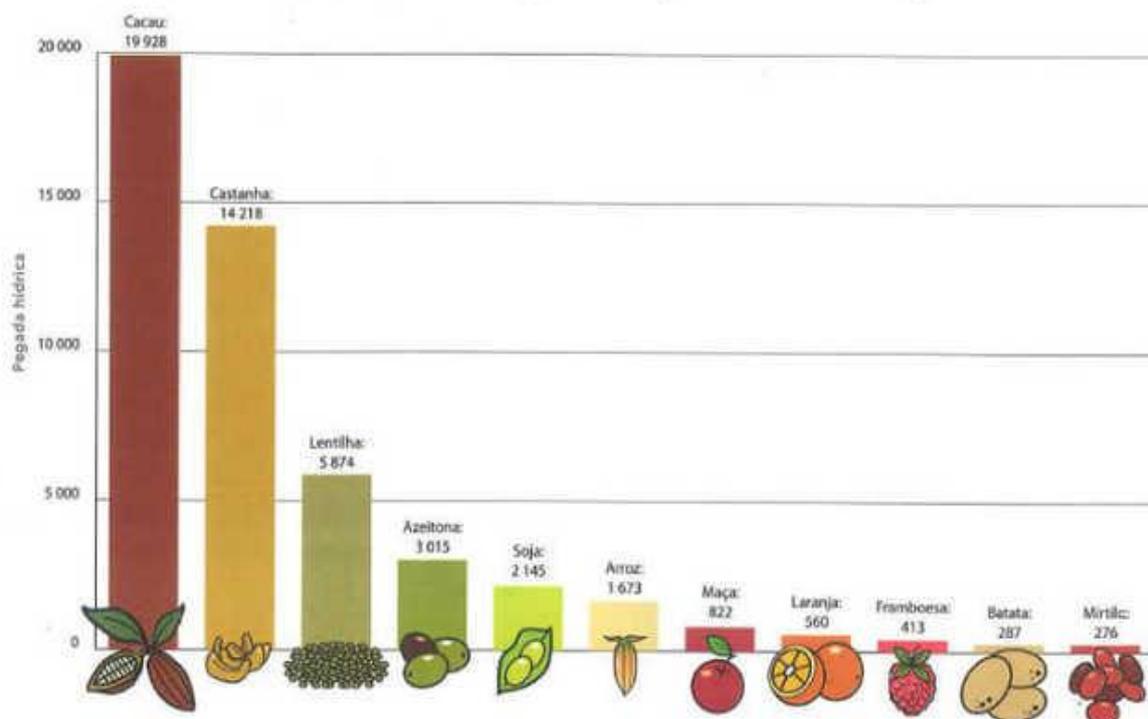


Um dado importante é que no Brasil também é grande a atividade pecuária, voltada em boa parte para a produção de carne bovina (exportada predominantemente para os países do Primeiro Mundo); produção essa que demanda, como se vê abaixo, um volume de água duas a três vezes maior do que a de outras carnes.

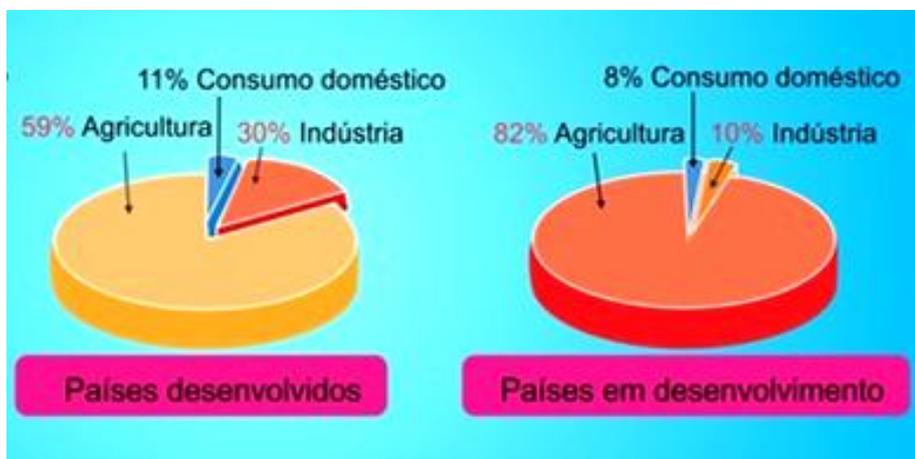
Consumo médio de água para a produção de alguns produtos agropecuários



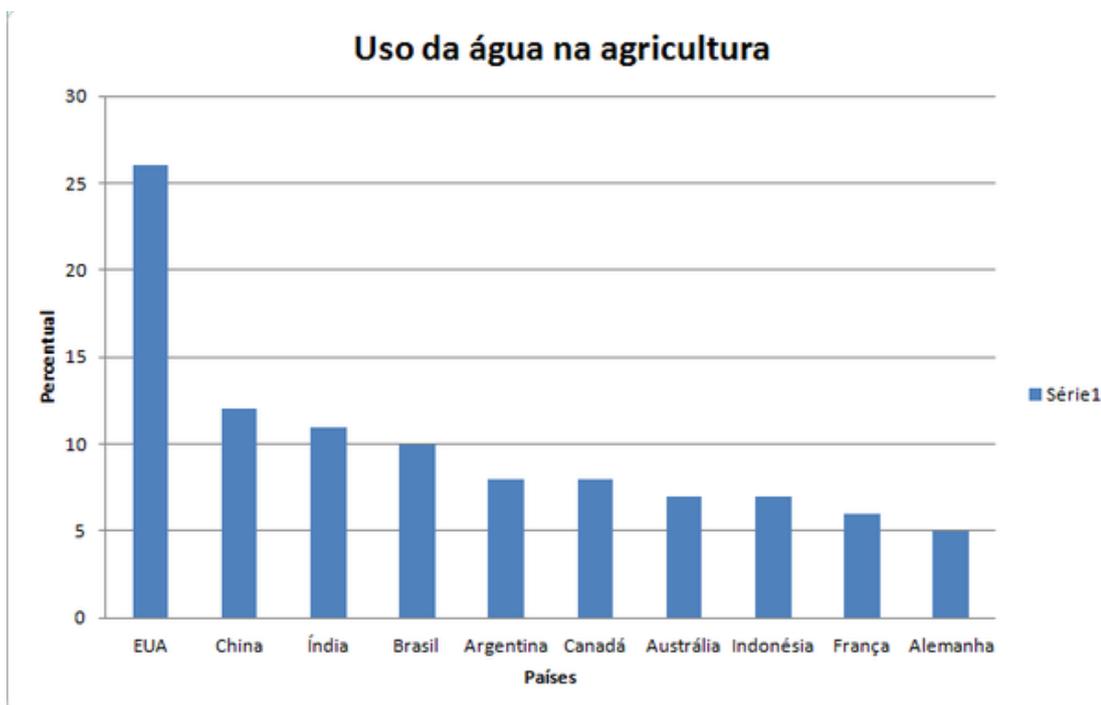
Curiosamente, mesmo dentre os produtos vegetais, a necessidade de água é bastante divergente, como se vê abaixo:



É significativa, a diferenciação entre os países “desenvolvidos” e aqueles ditos “em desenvolvimento” na destinação da água. Nos primeiros, a destinação é predominantemente industrial, sendo 3 vezes maior do que nos países “em desenvolvimento”. Fica aqui uma dúvida: o que é causa e o que é efeito (destinamos menos água à industrialização porque *somos* sub-desenvolvidos ou *somos sub-desenvolvidos* porque nos limitamos predominantemente à atividade agrícola?)



Da junção de vários fatores que incluem poder econômico, tamanho da população e planejamento da destinação da água, resulta uma marcada diferenciação entre os diversos países no uso da água pela agricultura.

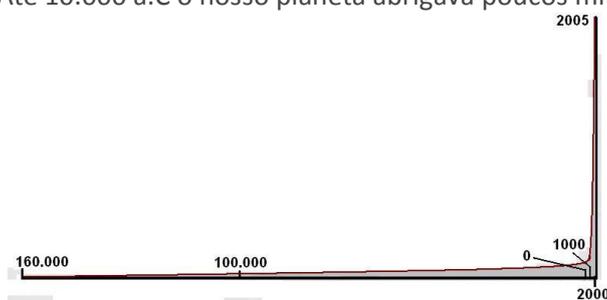


AUMENTO POPULACIONAL E DEMANDA DE ÁGUA

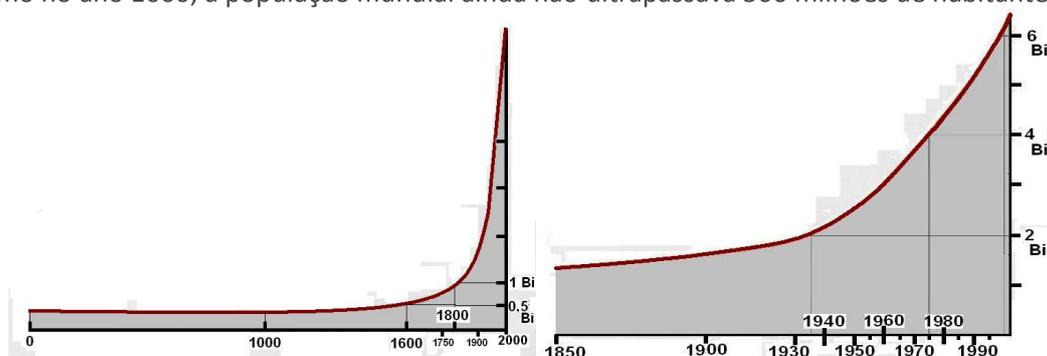
Já vimos que a população mundial vem tendo um aumento exponencial muito acentuado e que isto leva a uma crescente demanda de água.

CRESCIMENTO POPULACIONAL

- Até 10.000 a.C o nosso planeta abrigava poucos milhões de habitantes

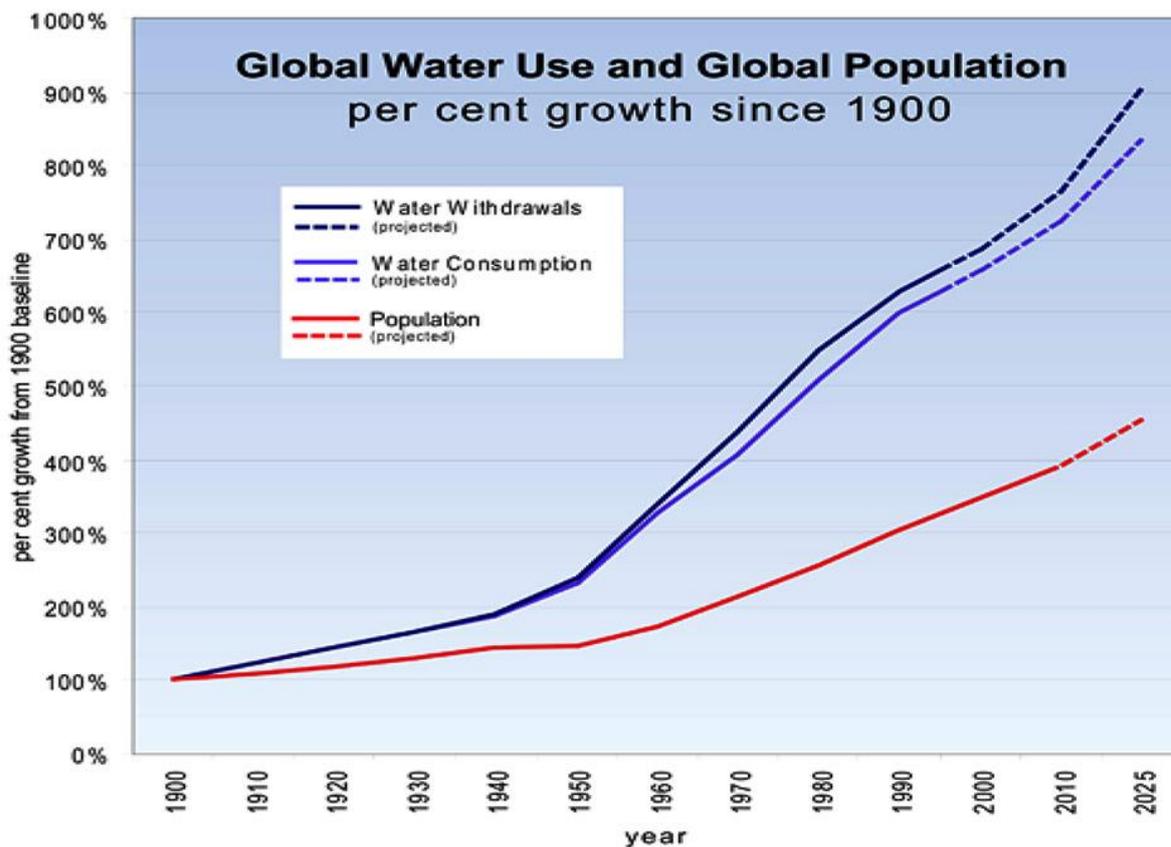


- No ano 1d.C a população mundial ainda totalizava cerca de 250 milhões de habitantes.
- Mesmo no ano 1600, a população mundial ainda não ultrapassava 500 milhões de habitantes.



Como também já vimos, a transição da Idade Média para a Idade Moderna próximo ao ano de 1500 iniciou um processo de crescimento exponencial o qual teve duas acelerações adicionais: a invenção da máquina a vapor (e a Era Industrial dela derivada); e, paradoxalmente, a Segunda Guerra Mundial (aumento vinculado ao desenvolvimento de processos de recuperação e manutenção da saúde).

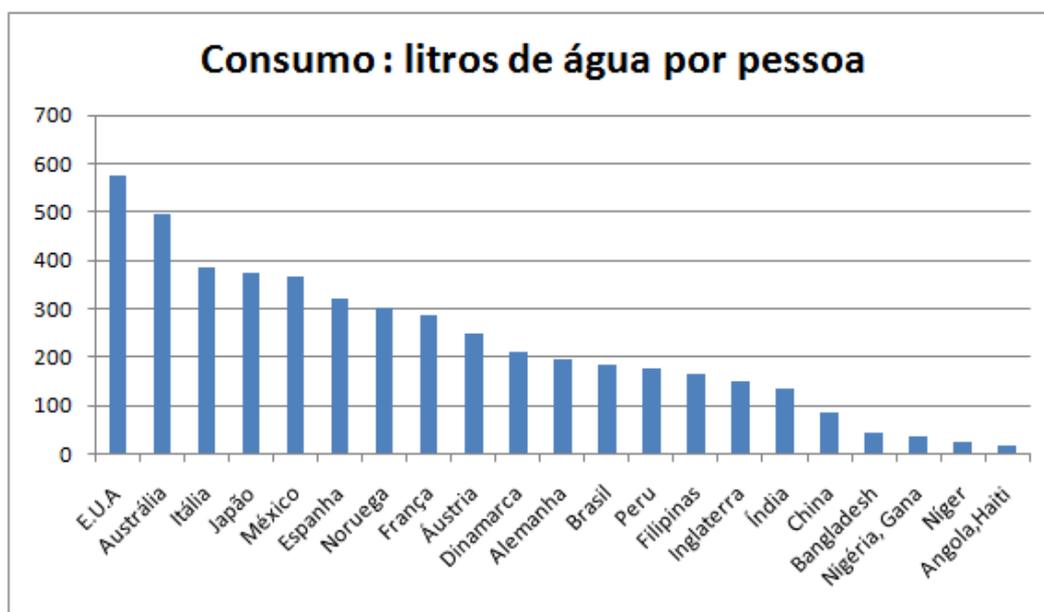
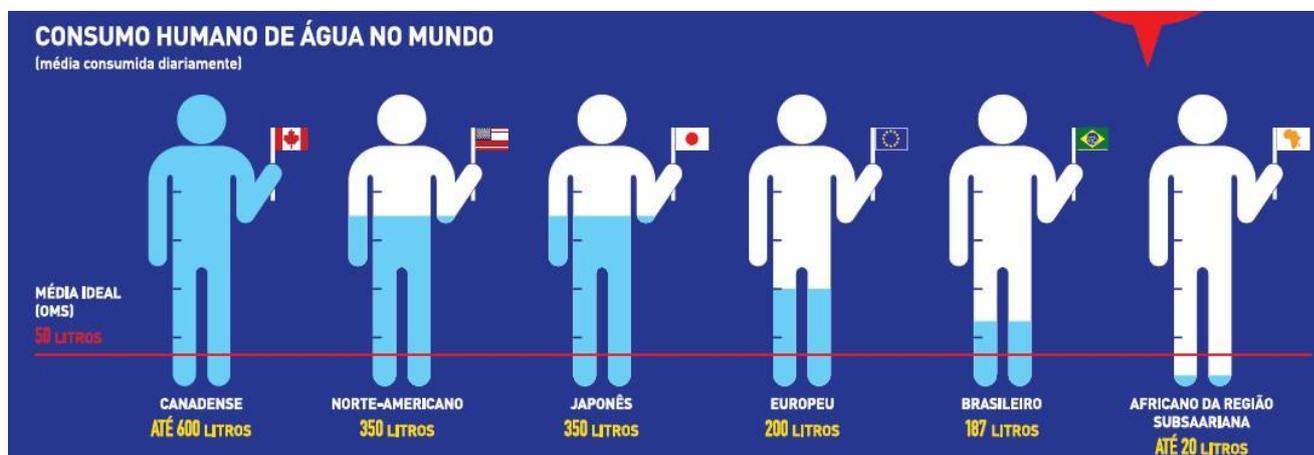
Mas há um fator assustador que é o do crescimento bem mais acentuado do consumo de água do que o próprio aumento populacional, particularmente após 1950. Um legado que aparentemente nos foi deixado pelos países industrializados pelo desenvolvimento de tecnologias com potencial aplicação bélica que nos deixou a Segunda Guerra Mundial.



Dos menos de 3 % da água total, que constitui a reserva água doce do planeta, quase a metade, se encontra concentrada em 5 países, dentre os quais se destaca o Brasil. O bem com o qual fomos aquinhoados não nos deve fazer esquecer as dezenas de outros países que não o são. E, em alguns dos quais, a população passa por severíssimas crises de escassez hídrica.

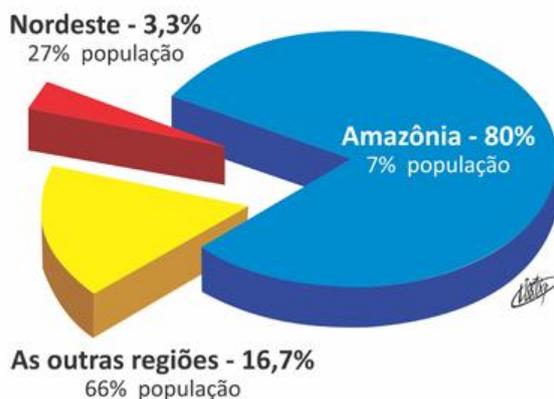


De modo até certo ponto semelhante a isso, o consumo por pessoa é marcadamente diferenciado, mas esta diferenciação é intensamente modulado pelo poder econômico de cada país. Duas figuras ilustram essa assustadora desigualdade



Mesmo em nosso país, as reservas de água não se encontram igualmente distribuída, mas, ao contrário, acentuadamente concentradas em uma só região, a Amazônia, que contém 80% da água do país e que congrega apenas 7% da nossa população. E, mesmo para esta, o acesso à água potável é bastante restrito, dadas as condições sociais em que vive.

Recursos hídricos do Brasil



Contrastando grosseiramente com a aparente fartura da Amazônia, o Nordeste, onde se concentra quase 1/3 da população brasileira, dispõe de menos de 5% da água do país! A aridez do Agreste, como todos nós deveríamos estar conscientes, vem levando frequentemente a situações calamitosas, marcadas não somente pela sede, mas também, reflexamente, pela fome.

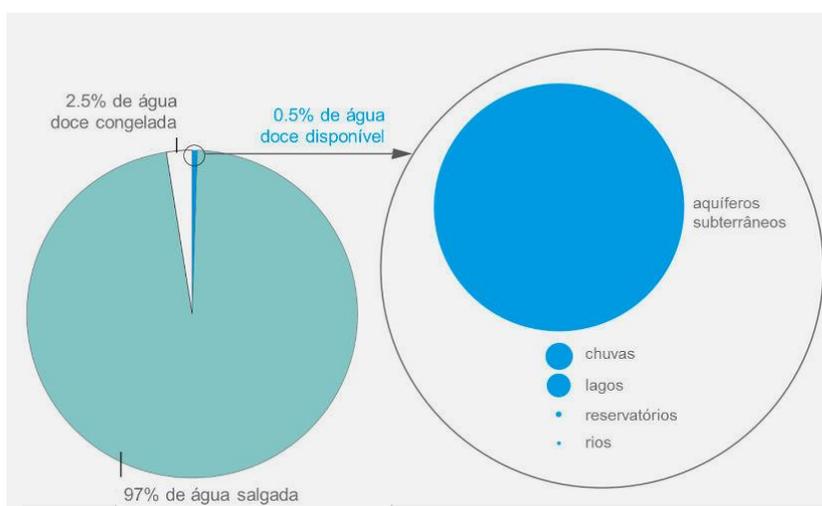
E ocorre o mesmo em muitas outras regiões do mundo, de forma até bem mais dramática!

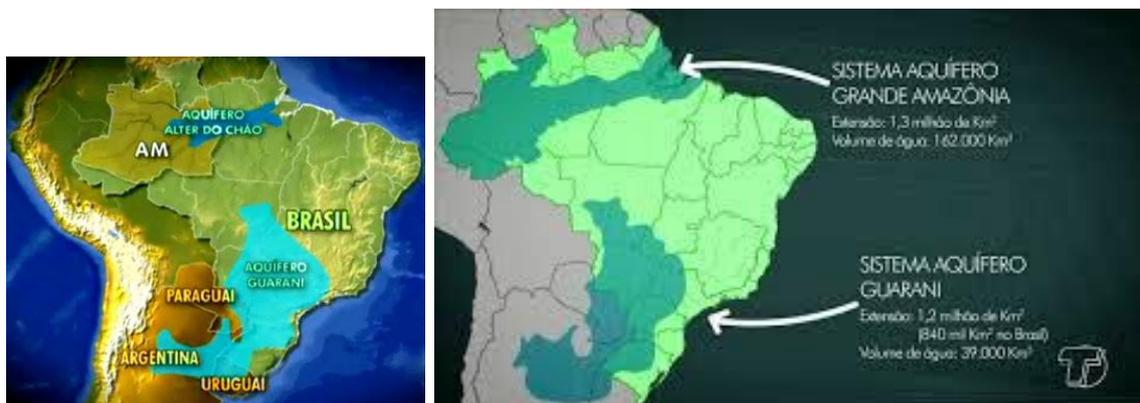




DISPONIBILIDADE REAL DE ÁGUA NO PLANETA

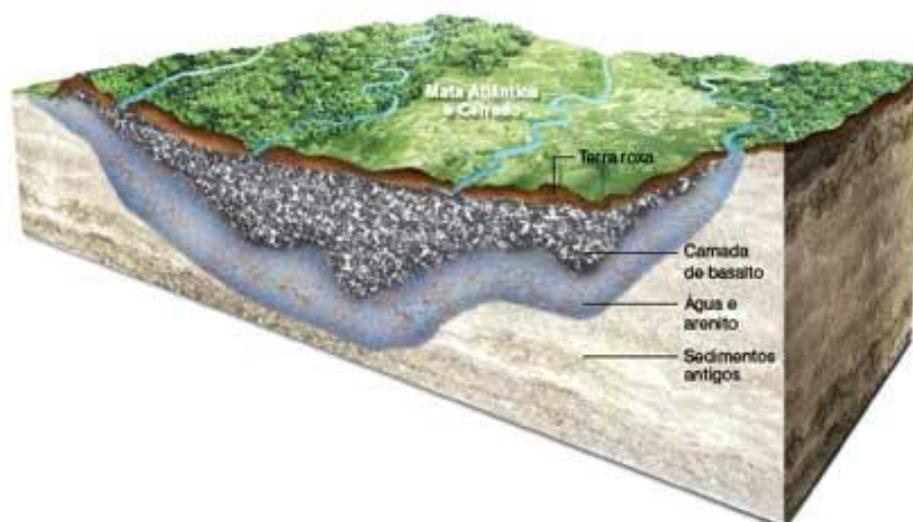
A água que nós vemos (por estar na superfície ou logo abaixo dela), representa, na realidade, apenas parte do recurso total. A maior parte da água do planeta, está contida em grandes “*aquíferos*”, os quais, estes sim, constituem as reservas efetivas de água doce do planeta, como se vê no gráfico e mapas abaixo.





Vale notar que, recentemente, um novo mapeamento das aquíferos brasileiros, mostra que o Aquífero Alter do Chão, agora está sendo denominado “Grande Amazônia” pelas dimensões reais que tem. O seu volume, que é ainda maior que o “Guarani” coloca o Brasil em posição de destaque na disponibilidade de água do planeta.

Mas, o que é, de fato um Aquífero, como por exemplo o Guarani?



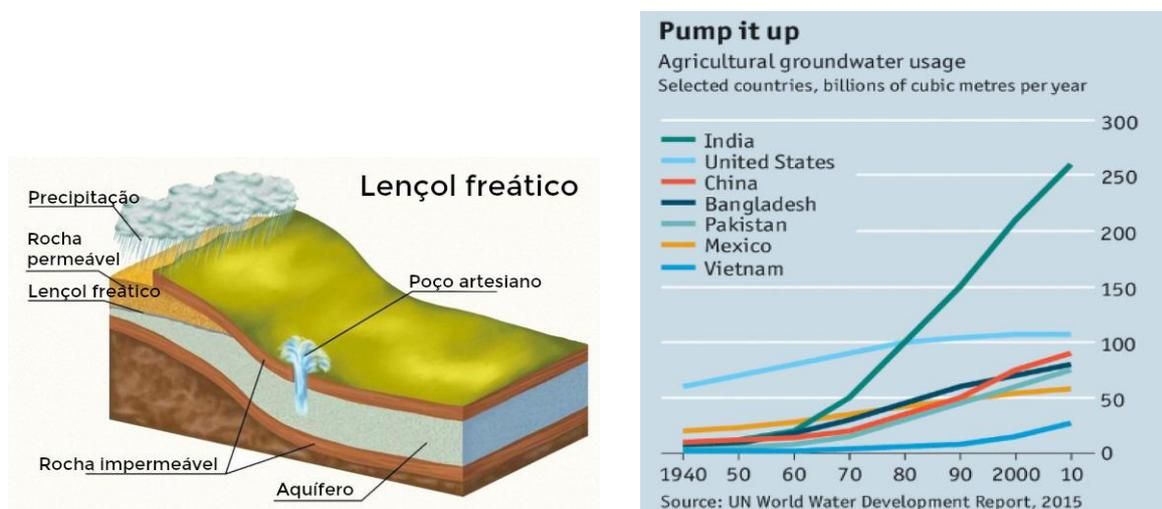
ESPONJA-SUBTERRÂNEA

O aquífero não é um rio que corre sob a terra, mas uma camada arenosa, formada geologicamente ao longo de milhares de anos, que armazena água e permite o movimento dela pelos poros e fraturas existentes. Nas margens, ele possui zonas de afloramento, em que ocorrem a recarga e a descarga de água em seu interior, um movimento mapeado recentemente. Nesses locais, a exploração comercial da água é mais viável.

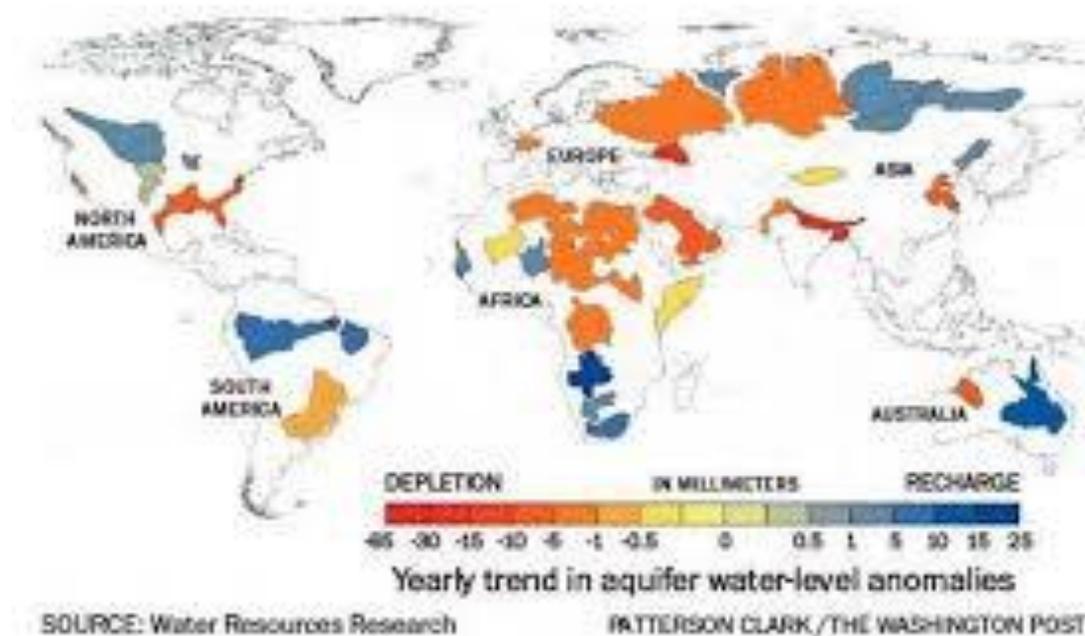
Toda a área do Guarani é caracterizada pela alta produtividade agrícola. O sedimento do basalto é conhecido como a fértil terra roxa. Nas margens de afloramento, a facilidade para se captar água incentiva a irrigação.

Onde agora é água, um dia foi deserto. Movimentos tectônicos criaram uma área de baixada, em que se acumulou areia de erosão. Quando o basalto vulcânico cobriu essa área, a água ficou confinada. Em alguns locais, o aquífero pode estar a mil metros abaixo do solo.

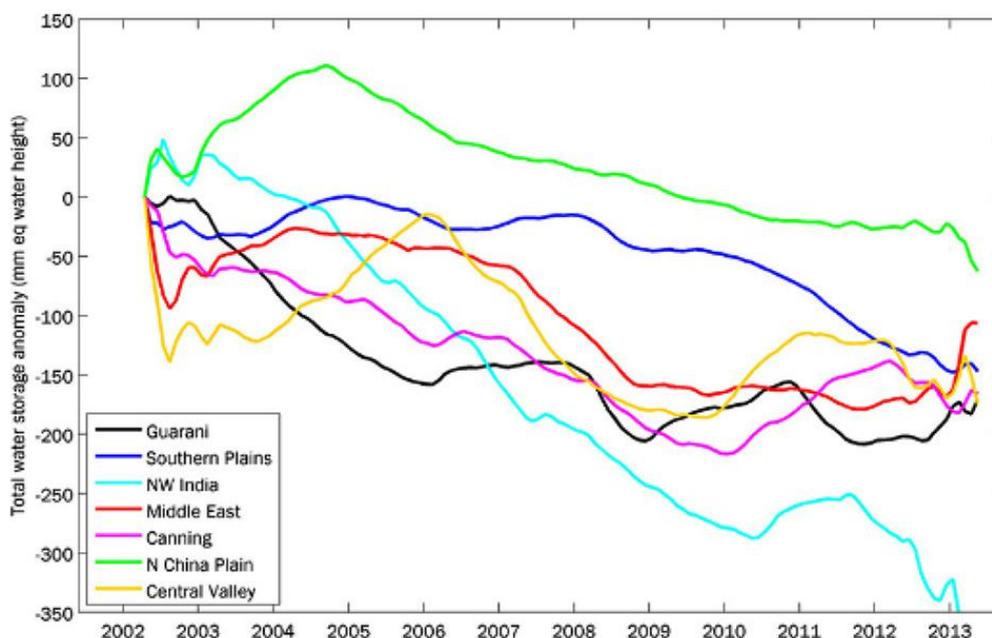
Um aspecto preocupante em relação às reservas hídricas do planeta é o bombeamento intenso de águas profundas para fins agrícolas, fenômeno praticamente ausente até a década de 60, mas de crescimento contínuo a partir de então, como se vê abaixo:



É preciso assinalar que, em épocas mais recentes, e em função deste consumo intempestivo, o conteúdo dos maiores aquíferos do mundo (incluindo o grande Aquífero Guarani de nosso país) vem diminuindo assustadoramente, como se vê abaixo

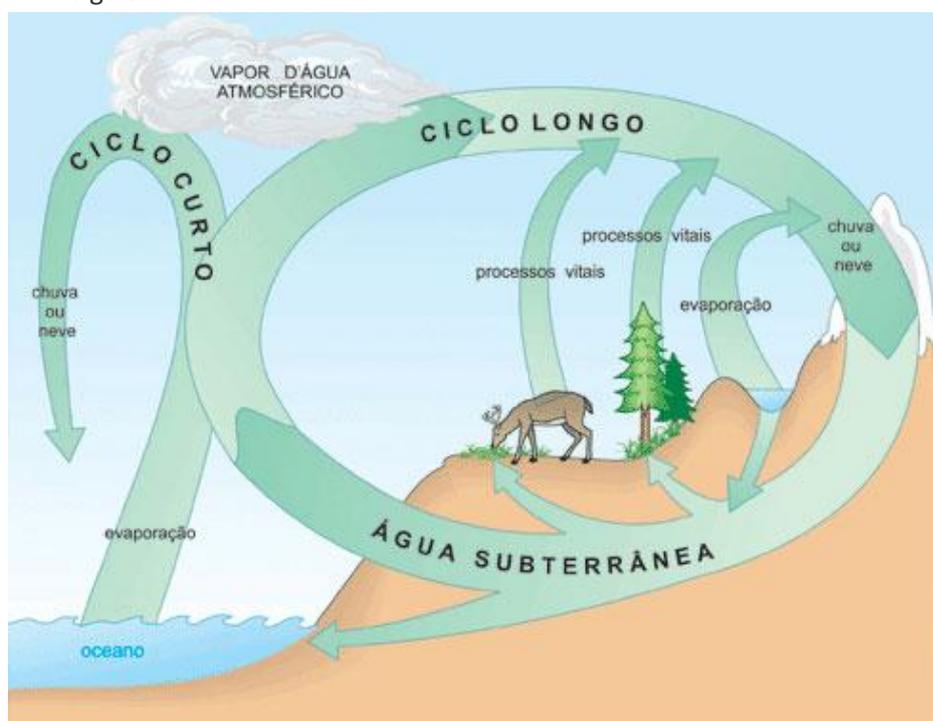


Declining storage in major global aquifers (2002-2013)



Diversos fatores podem estar causando esse altamente preocupante fenômeno.

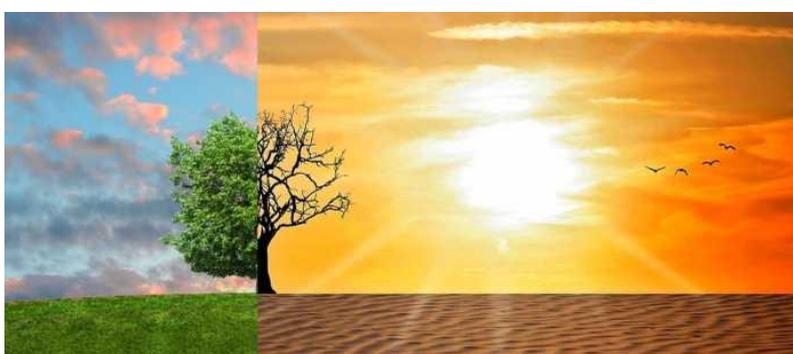
Numa situação ideal, que veio se mantendo por séculos e séculos, havia um equilíbrio entre dois ciclos, dos quais o chamado “Ciclo Longo” abastecia continuamente os reservatórios subterrâneos, deixando o seu excedente chegar ao mar, de onde o chamado “ciclo curto” levava a água evaporada de volta à circulação terrestre. E esta, acrescida das evaporações em diversos processos biológicos e físicos, completava o ciclo, condensando-se como chuva ou neve, depositando essa como reserva nas geleiras.



Nos anos mais recentes, o corte de florestas e a irrigação intempestiva de agriculturas (de uso, em boa parte, voltada à produção de biocombustível), vem restringindo o abastecimento desse ciclo longo

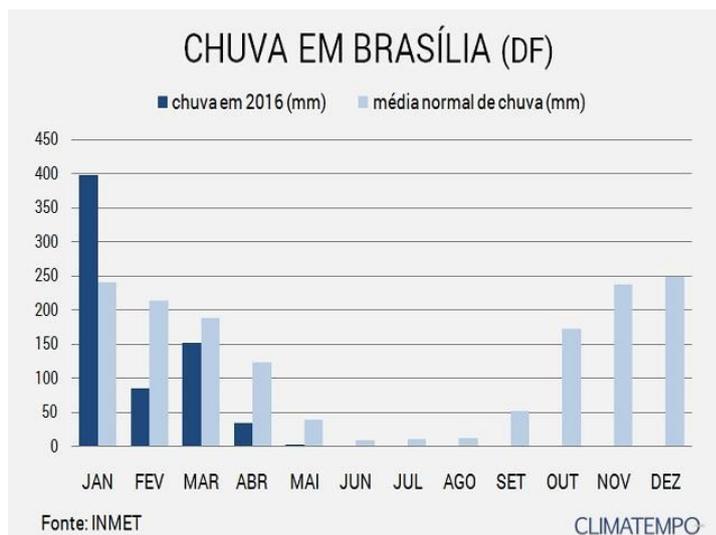


“REFLORESTAMENTO”



Este fato é ainda agravado pelo rápido degelo das geleiras de montanhas, e é acentuado, cada vez mais, pelo intenso bombeamento direto da água dos aquíferos através de poços artesianos profundos (visando obter grandes quantidades de água para a irrigação). Longe vão assim os tempos em que “a terra era de cor verde, o céu, os rios e o mar, azuis”...

A redução da queda de chuva em determinadas regiões e estações do ano parece já ser uma manifestação dessa quebra do ciclo natural.



PERDAS DE ÁGUA

A água disponível é parcialmente inadequada para o consumo.

Um problema muito sério no Brasil é a infiltração de resíduos de **agrotóxicos** ou de outros contaminantes superficiais, tornando a água dos reservatórios, imprópria para consumo. Mais do que isso, por uma “falha” da legislação brasileira, o grau de inadequação é ocultado por uma avaliação totalmente inadequada dos níveis de contaminação por agrotóxicos permitidos por lei, como se vê abaixo.

POR QUE TANTA DIFERENÇA?

Enquanto a União Europeia tem critérios mais rígidos, o Brasil permite concentração maior de agrotóxicos na água

TIPO DE AGROTÓXICO	LIMITE MÁXIMO		QUANTAS VEZES O LIMITE MÁXIMO NO BRASIL É MAIOR QUE NA UNIÃO EUROPEIA
	UE	BRASIL	
2,4D HERBICIDA	0,1	30	300
Clorpirifós INSETICIDA/ACARICIDA	0,1	30	300
Diuron HERBICIDA	0,1	90	900
Mancozebe FUNGICIDA/ACARICIDA	0,1	180	1.800
Tebuconazol FUNGICIDA	0,1	180	1.800
Glifosato HERBICIDA	0,1	500	5.000

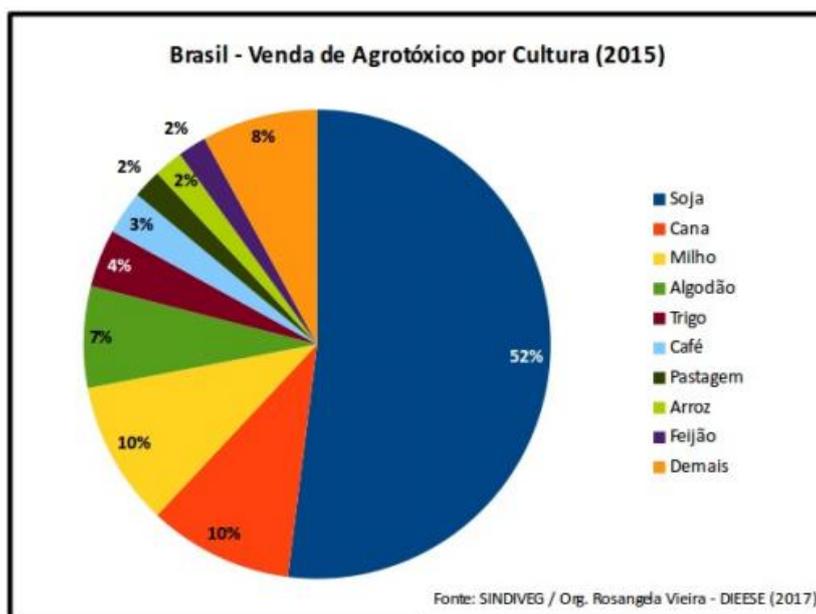
Fonte: Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia, Larissa Bombardi/2017

Devemos agradecer a Deus por ter-nos permitido sermos até cinco mil vezes menos sensíveis ao Glifosfato do que o povo europeu? Ou estamos sendo apenas fortalecidos por uma questão semântica (lá o Glifosfato é um *Agrotóxico*, e aqui, ao contrário, ele é um *Defensivo Agrícola*)? Ou será então que estamos apenas sendo ludibriados pelo poder político das Bancadas Ruralistas em nosso Congresso?



“Defensivos Agrícolas”?..... E os Defensivos Humanos ?

Poderíamos argumentar que o uso predominante de agrotóxicos (e dos mais tóxicos) esta vinculado à produção de vegetais para a produção de combustíveis “renováveis” como é o caso da cana-de-açúcar usada na produção de álcool e a de soja, vinculada à de óleo diesel.



Mas o problema mais sério não é só a contaminação das plantas e do solo (tornando-o impróprio para qualquer outro uso), mas é a infiltração desses poluentes no lençol freático, como se mostra no gráfico abaixo, acentuando o fato de que a contaminação é particularmente alta em estados com elevada produção de alimentos, como é o caso do Estado de São Paulo (onde a água de **50% das cidades contém TODOS os 27 agrotóxicos testados!**).

COQUETEL TÓXICO

Onde estão as cidades que detectaram todos os 27 agrotóxicos na água

ESTADO	NÚMERO DE CIDADES
 São Paulo	504
 Paraná	326
 Santa Catarina	228
 Tocantins	121
 Mato Grosso do Sul	65
 Minas Gerais	50
 Mato Grosso	30
 Rio de Janeiro	19
 Sergipe	15
 Rio Grande do Sul	14
 Espírito Santo	8

Fonte: Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) (2014-2017)

OUTROS CONTAMINANTES

A contaminação da água não se limita ao uso de agrotóxicos.

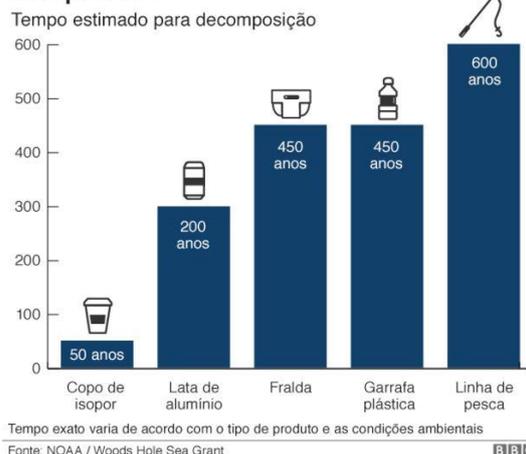
Embora de ocorrência menos universal, as “represas” com dejetos de mineração assim como os lixões abertos (que produzem o chamado “xorume”) acabam se infiltrando no solo contaminando riachos, rios e lagos, fontes de água amplamente utilizada pela população mais pobre.



Mas também não é apenas a infiltração de contaminantes no solo que torna a água impraticável. Diversos produtos são lançados pela própria população nas suas possíveis fontes de água para consumo. Tais produtos, e dentre eles particularmente o plástico possuem um “tempo de vida” extremamente longo. E são lançados em quantidades exponencialmente crescentes!

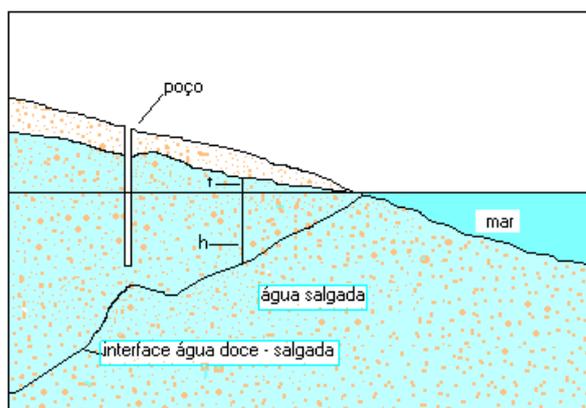


Quanto tempo vai levar para o plástico desaparecer?



Um problema adicional potencialmente responsável pela contaminação de aquíferos é aquele da “**salinização**”, particularmente em consequência da redução do seu nível.

Dado o fato de muitos aquíferos, ao chegarem na região costeira (onde normalmente desaguiam no mar, por estarem num nível mais elevado), podem vir a estar ali num nível próximo ao do mar. Tal fato, obviamente pode ainda ser acentuado pela eventual elevação do nível do mar, em função do degelo marcante da Antártida e da Groenlândia. Na conjunção destes fatores aparece o real perigo de um *refluxo* da água marinha para dentro do Aquífero, “salinizando” assim o seu conteúdo e tornando quase subitamente o conteúdo de toda a sua água inviável, seja para o consumo direto, seja para a irrigação, acarretando assim, já a curto espaço de tempo, calamitosos períodos de falta de água e de alimento!



CRISE HÍDRICA DO PLANETA

A descrição abaixo, baseada em medidas científicas confiáveis, resume a assustadora situação das questões hídricas do planeta, particularmente frente à crescente demanda de água da população mundial em contínuo crescimento.



Crise hídrica

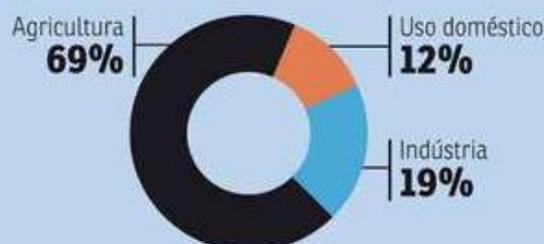
Demanda por água é crescente no Brasil e no mundo.
O recurso é insubstituível

No mundo

- À medida que a população global aumenta, a demanda por água doce acompanha o crescimento.
- Estima-se que o aumento na demanda por água doce para uso agrícola, industrial e doméstico aumente em até 50% em todo o mundo entre 2000 e 2030.
- O suprimento de água não cresce no mesmo ritmo. Até 2030, cientistas preveem que haverá uma lacuna de 40% entre a quantidade necessária e o volume disponível de água.
- A maior parte da demanda é por água doce, já que a água salgada é altamente tóxica para plantas e animais e pode corroer máquinas.
- Somente 3% da água disponível no mundo é doce, e a maioria está congelada em geleiras e nas calotas de gelo. Resta 0,5% disponível para uso.

No planeta

A produção de alimentos consome quase 70% da água doce do mundo



No Brasil

- A demanda por uso de água no Brasil registrou aumento de 80% nas últimas duas décadas
- A previsão é de que até 2030 a retirada aumente 24%
- A retirada refere-se à água total captada para um uso
- O retorno tem a ver com a retirada para determinado uso e volta aos corpos hídricos, como o esgoto
- O consumo é a água retirada que não retorna mais

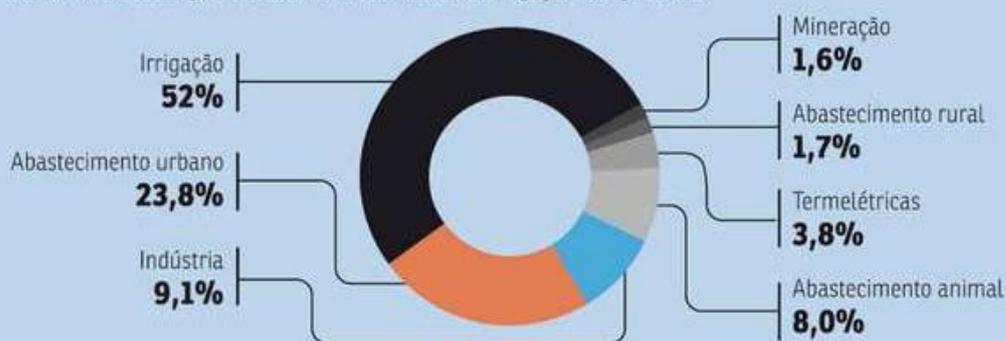
Demanda

Confira como a água foi usada no Brasil em 2017 em metros cúbicos por segundo

Usos (em m ³ /s)	Retirada	Consumo	Retorno
Irrigação	1.083,6	792,1	291,5
Abastecimento urbano	496,2	99,2	397,0
Indústria	189,2	101,7	87,5
Abastecimento rural	34,5	27,6	6,9
Mineração	32,9	9,6	23,3
Termelétrica	79,5	2,5	77,0
Uso animal	166,8	125,1	41,7

Retirada

Mais da metade da água retirada no Brasil usada na irrigação da agricultura



Consumo



Chuvas

O volume de água sob a forma de chuva em 2016 correspondeu a 12,9 trilhões de m³

- Os volumes de chuva nos períodos úmidos de 2012 a 2017 foram muito abaixo da média
- No Brasil, o volume de chuvas correspondeu a 12,9 trilhões de m³ de água em 2016
- A evapotranspiração chegou a 10,2 trilhões de m³. Da parcela restante, uma parte se infiltrou no solo, alcançando as reservas subterrâneas, e outra alcançou rios e córregos
- Considerando a contribuição de outros países amazônicos, 5,7 trilhões de m³ de água escoaram em rios no território nacional
- Ao todo, saíram do país cerca de 7,4 trilhões de m³ de água em 2016
- Situação das chuvas em 2017: secas históricas no Nordeste, cheias acima da média no Sul

Números

38 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil em 2017

3 milhões de pessoas foram afetadas por cheias no Brasil em 2017

Alternativas

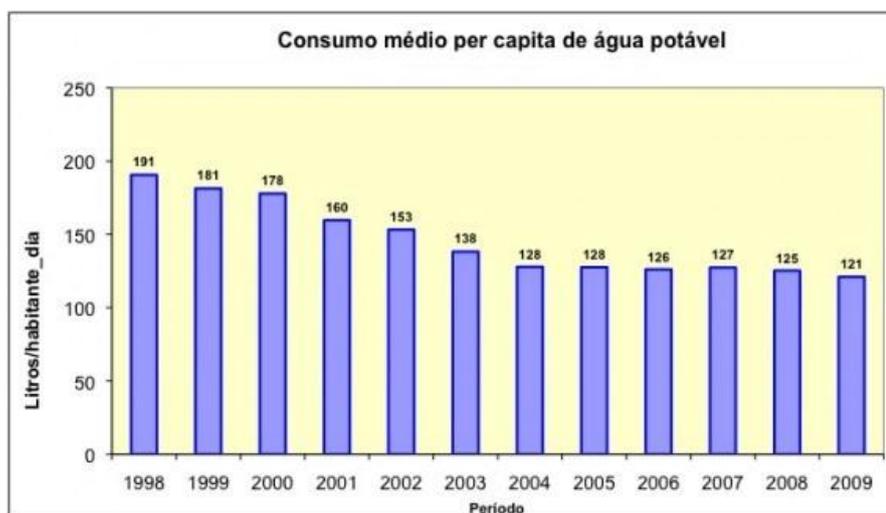
Consumo consciente, fim do desperdício e reaproveitamento são saídas para evitar o colapso

- A ciência pode ajudar a aproveitar 97% da água remanescente, com experimentos de dessalinização
- Existem três técnicas principais para purificar a água: térmica, elétrica e por pressão, mas até pouco tempo atrás, realizar esse procedimento em grande escala era caro e impraticável
- Em 2015, Israel obteve 40% de sua água doce por meio da dessalinização, um número que deve chegar a 70% em 2050
- Lavouras mais sustentáveis e reúso da água após processos industriais e estações de tratamento de esgoto

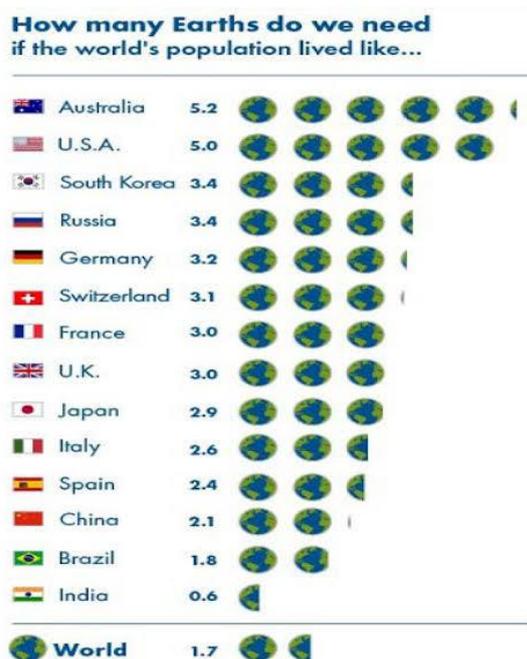
Fontes: Contas econômicas da água e Conjuntura Recursos Hídricos 2018 ambos da Agência Nacional de Águas (ANA), ONGs e especialistas

Vale alertar que, quando, ao final do quadro, se fala em “Alternativas”, e onde se apresenta diversas “possibilidades”, estas na sua quase totalidade, são utópicas, dado o enorme volume das exigências hídricas de que estamos tratando!

No mundo o *consumo de água por pessoa* já sofreu uma redução de **mais de 30%**, em apenas 10 anos no início do presente século como mostra o gráfico abaixo

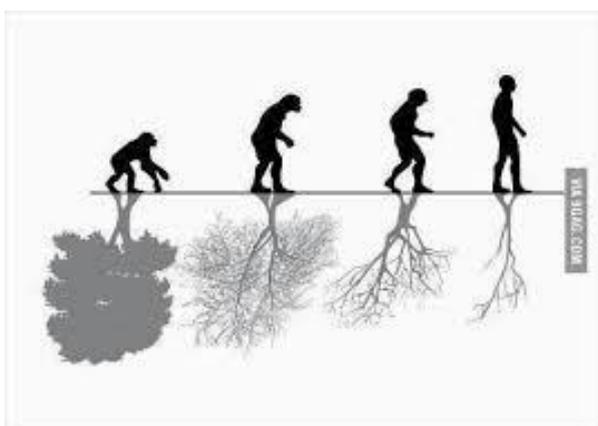


A insuficiente quantidade de água, efetivamente disponível no planeta, superposta ao uso absolutamente desigual (e injusto) é ilustrado pela tabela abaixo, mostrando “quantos planetas” como o nosso seriam necessários para dar conta dos consumos hídricos desenfreados de grande parte dos países economicamente mais poderosos.



Note-se pelo dado final que, não só há um consumo desequilibrado, mas claramente excessivo para permitir a nossa sobrevivência. Consumimos 70% além da capacidade de fornecimento hídrico do planeta! (Isso sem levar em conta o incontrolável aumento populacional que continua a ocorrer!)

E AGORA JOSÉ?? (e agora Homo “sapiens” ???)



Assim, como diz o humorista satírico, quando não há absolutamente nada a fazer além de chorar, o único a fazer é rir.

São então “alternativas”:

Esperar que o Brasil seque de vez



Comprar uma caixa de lenços de papel para cada torneira que vaza



Declarar crime de morte o vazamento e executar a pena

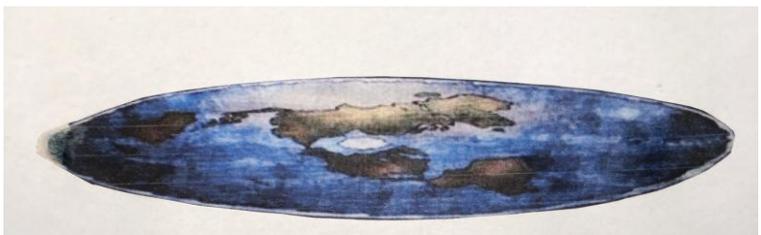


Ter a certeza de que, sem água não haverá proliferação de mosquitos e ameaça de Dengue



Dar um tempo, para ver se os mosquitos morrem de rir...

Voltar à Idade Média e acreditar que com a Terra Plana haverá menos água derramada



Ir para o futuro e buscar a solução no espaço



ou nas profundezas do oceano



Só não vale chorar, para não desperdiçar a água das lágrimas ...

OXOXO

ALIMENTO

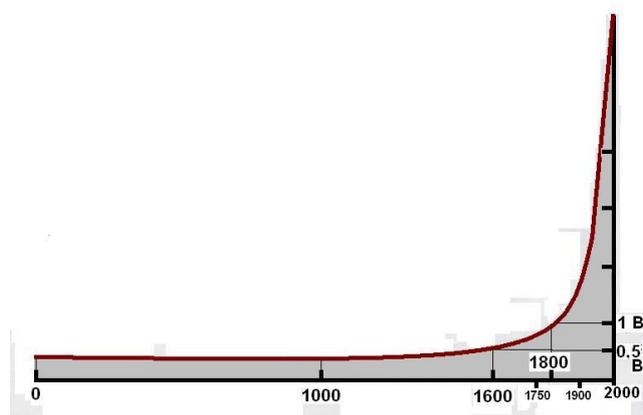
DEMANDA

Um dos desafios mais sério para a humanidade é o que diz respeito ao fornecimento de alimento em quantidade, qualidade e distribuição, na mesma proporção em que ocorre o aumento da população.

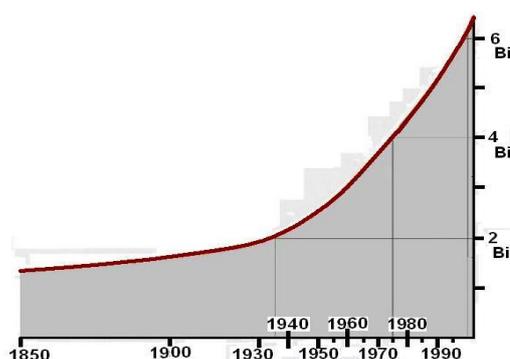
CRESCIMENTO POPULACIONAL

Como já vimos em capítulos anteriores, a população mundial vem aumentando rapidamente.

- Até 10.000 a.C o nosso planeta abrigava poucos milhões de habitantes
- No ano 1 d.C a população mundial totalizava cerca de 250 milhões de habitantes.
- Mesmo no ano 1600 anos, a população mundial ainda não ultrapassava 500 milhões de habitantes.
- **Mas a partir de então** começou a ocorrer um aumento e a população em 1800 já era de 1 milhão.



- E a partir de 1850, o aumento populacional sofreu uma nova inflexão, passando a crescer exponencialmente e alcançando, em 1940, **2 bilhões de habitantes**.
- Então, a partir de 1940 esta curva teve uma nova aceleração, duplicando em 35 anos, quando então passamos a ser **4 bilhões** de pessoas.
- E este aumento continua a ocorrer, levando-nos no ano 2.000 à estonteante soma de **6 bilhões** de habitantes!

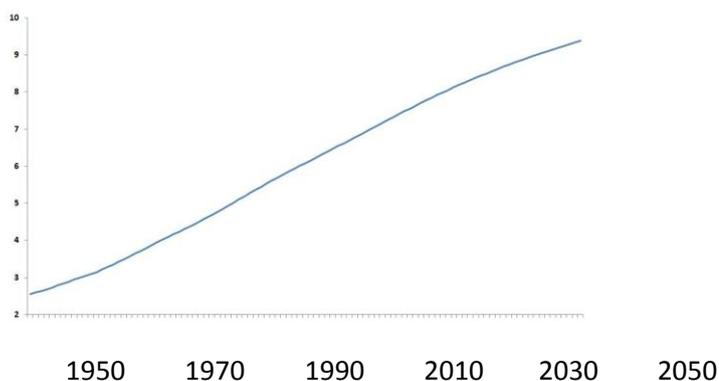


Para nosso desespero, no mês de julho de 2008 a ONU (Organização das Nações Unidas) divulgou um relatório de que a população mundial já atingiu **6,7 bilhões de habitantes**. E que, numa estimativa para o ano de 2050 ela poderia atingir **9,2 bilhões de pessoas!** (Isto, se até lá ainda houver humanidade...)

O planeta então, abrigará (e terá que alimentar) quase 10 vezes mais pessoas do que no início da Era Industrial.

Um gráfico deste crescimento desde 1950, incluindo previsões até o ano de 2050 é apresentado abaixo.

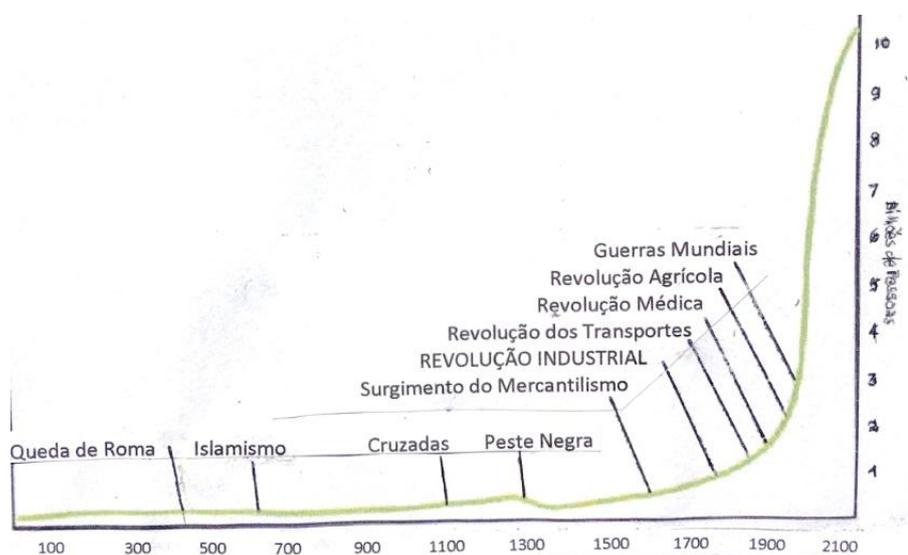
Crescimento anual (real e projetado) da população mundial (em bilhões de habitantes)



Note-se nesta curva que, embora a velocidade de crescimento populacional previsivelmente venha a diminuir a partir de 2030, o número de pessoas a serem alimentadas continuará a subir...

SUPERPOPULAÇÃO: Suas causas principais

Como já vimos, diversos fatores e eventos contribuíram para estes aumentos, como mostrado na figura abaixo.



O primeiro destes fatores foi uma consequência indireta de um evento bélico: a Queda de Constantinopla, ocorrida em 1453, por ação das tropas muçulmanas do sultão Mehmed II, e que marcou, historicamente, o término da Idade Média e o início da Idade Moderna. Esta cidade fortificada e sua situação geográfica no Estreito de Bósforo, garantia a comunicação por terra entre a Europa e a Ásia (vide mapas abaixo).



A perda desta possibilidade de comunicação, que inicialmente parecia ser um desastre, levou ao exponencial desenvolvimento das técnicas de navegação e ao enriquecimento de cidades em regiões costeiras (seja com acesso ao Mediterrâneo, como a Península Itálica; seja com acesso direto ao Atlântico como a Península Ibérica).

Dada à facilidade de transporte aquático de grandes cargas (quando comparada ao lento e penoso transporte terrestre com os meios disponíveis na época), teve início o chamado **Mercantilismo**. Gerando ganhos de conhecimento e de meios, que, indiretamente, auxiliaram na preservação da saúde, fertilidade e longevidade da população. Dando assim início ao acentuado crescimento populacional.

O segundo e ainda mais marcante evento, como já discutimos no início deste texto, foi a descoberta da máquina a vapor, dando origem à **Revolução Industrial**. Esta transformação, levando ao rápido desenvolvimento de todo um maquinário com grande rendimento, gerou, em sequência, diversas outras “Revoluções”, como a dos transportes, a dos procedimentos médicos e produção de medicamentos e a da produção agrícola, todas elas potencializando-se na criação de um aumento, agora exponencial, da população.

Mesmo as Guerras Mundiais(*), paradoxalmente, contribuíram para este aumento, devido à pressão das atividades bélicas na geração de processos de automação, de transporte aéreo e de “garantias de sobrevivência” dos soldados.

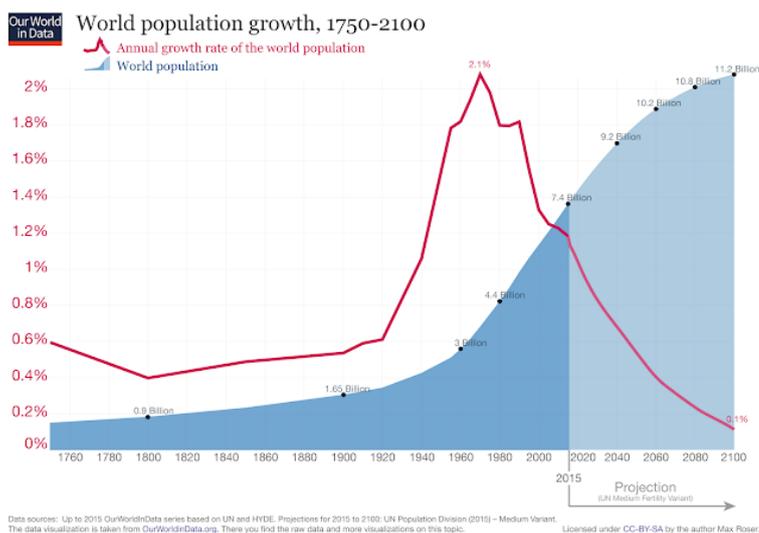
(*). Até a muito letal II Guerra Mundial que causou a morte de mais de **60 milhões** de pessoas!

FORNECIMENTO

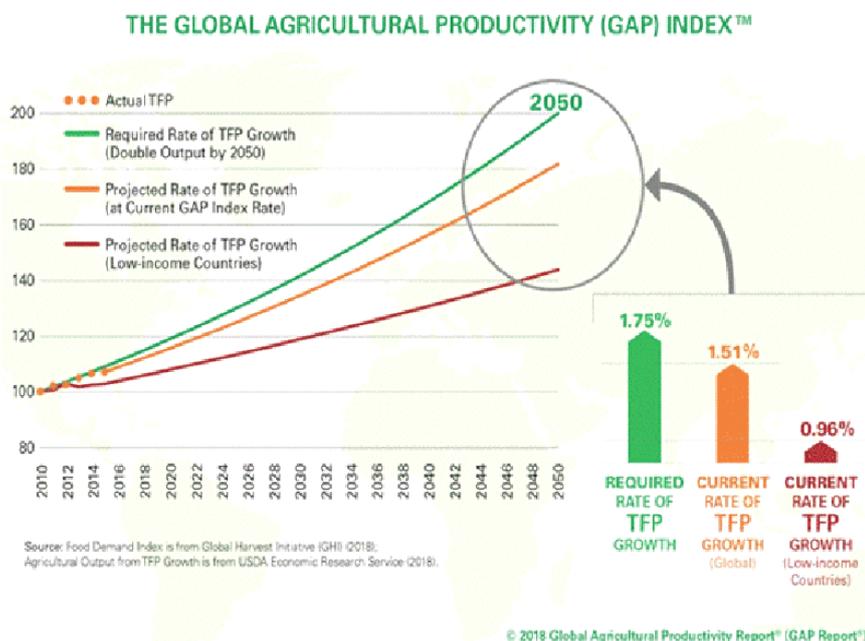
INSUFICIÊNCIA

QUASE CERTAMENTE NOSSA PRODUÇÃO DE ALIMENTO NÃO DARÁ CONTA DO CRESCIMENTO POPULACIONAL!

Como se vê na figura abaixo, mesmo com uma acentuada redução da Taxa de Crescimento (curva em vermelho), a nossa população efetiva (áreas em azul) continua o seu vertiginoso crescimento.



E assim, a produção efetiva de alimento (curva laranja no gráfico abaixo), particularmente nos países de baixa renda (curva violeta) se afasta cada vez mais da taxa de crescimento necessária (curva verde), chegando previsivelmente a uma deficiência de quase 50%, já em 2050 .



Um texto recente com dados de entidades de grande confiabilidade ilustra essa questão:

COMIDA: NECESSIDADE X DISPONIBILIDADE

Publicado em 24/10/2017

Em 10 anos, o mundo poderá não ter produção de alimentos suficiente para sustentar o crescimento populacional.

Em 2027, o mundo pode enfrentar um déficit de 214 trilhões de calorias. Em outras palavras, em apenas uma década, não teremos comida suficiente para alimentar o planeta.

Em 2050, a população mundial deverá atingir 9,1 bilhões, e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) prevê que nesse ponto, o mundo precisaria produzir 70% de alimento a mais do que hoje, para alimentar todas essas pessoas.

Esse prazo de 2050 é geralmente citado por cientistas e organizações como a FAO e a Oxfam como o ano em que o mundo ficará efetivamente sem comida suficiente.

Se você olhar para o valor nutricional da produção atual de alimentos, a segurança alimentar global já é mais tênue do que pensamos. Além disso, **o crescimento populacional e econômico na China, na Índia e nos países africanos irá agravar essa tendência. O ano 2023, é o ponto de cruzamento para o crescimento populacional nestas três áreas.**

Em 2023, mesmo que todo o excedente proveniente de países da Europa, América do Norte e do Sul fosse exclusivamente exportado para a China, a Índia e a África, ainda não seria suficiente.

Quatro anos depois haverá uma falta de comida de 214 trilhões de calorias. Menker compara isso com as calorias fornecidas por 379 bilhões de hambúrgueres Big Mac - mais do que o McDonald's produziu em toda a sua existência.



Só “apertar o cinto”, certamente não resolverá a crise!

AGRICULTURA INTENSIVA

Uma das alternativas apresentadas pela nossa sociedade, frente à crescente demanda de alimento, foi a implementação da chamada Agricultura Intensiva, uma forma de aumentar intensamente o rendimento de terras agrárias (gerando lucros crescentes aos proprietários...), mas sem a devida atenção crítica às consequências ecológicas deste tipo de procedimento.

Considerações preliminares

Ao buscamos informações sobre Agricultura Intensiva, deparamo-nos com uma realidade, em princípio, surpreendente: a falta de informações, particularmente de informações críticas sobre ela.

Pelo Google encontramos apenas 13 textos recentes (2017-2019), quase todos elogiosos à A.I., considerada “moderna”, “típica de países desenvolvidos”, enquanto se apresenta, em oposição, uma “Agricultura Extensiva”(?), descrita como “rudimentar”, “típica de países

subdesenvolvidos”. Assim sendo, fui coletando nesses artigos, tanto informações sobre “vantagens da A.I.”, quanto também, informações (esparsas) sobre “problemas que ela acarreta”. O texto apresentado, sendo uma coletânea de posicionamentos, contém assim diversas duplicações de informação, assim como também informações controversas sobre o mesmo aspecto.

AGRICULTURA INTENSIVA

Objetivos da A.I.

Altos índices de produtividade.

Maior rentabilidade do uso do solo.

Elevado lucro por área plantada.

Atividades que dão suporte à comercialização externa.

A alta produtividade da agricultura intensiva, é possibilitada pelo uso dos *produtos transgênicos*, espécies modificadas geneticamente para um desenvolvimento mais rápido, potencializado pela utilização de insumos agrícolas específicos, que geralmente são fabricados pela mesma indústria que desenvolve a mudança genética das semente.

Características-

Uso da *Monocultura* (com a seleção de sementes e de mudas adequadas ao tipo de clima e solo, visando a colheita de grandes quantidades de um único tipo de produto).

Depende de grandes extensões de terra e assim é realizada em latifúndios, sendo que as áreas destinadas a essa produção possuem custo elevado.

Uso intensivo dos meios de produção, tais como máquinas agrícolas (tratores, ceifeiras, plantadeiras, aradeiras, caminhões, etc;) e tecnologias para aumentar o rendimento do cultivo.



Laranjal



Eucaliptal



Monocultura de bovinos

A A.I. é um agrosistema típico de países com alto desenvolvimento econômico.

Ao contrário, a Agricultura Extensiva é comum em países com baixo desenvolvimento econômico e, quando presente em países subdesenvolvidos e a produção, frequentemente se destina à exportação.

Na A.I. ocorre aumento da produtividade devido a uma otimização, principalmente no tempo gasto entre o preparo do solo e a realização da colheita. (por meio de tecnologias, biotecnologias, como o uso de fertilizantes e insumos, “defensivos agrícolas”, herbicidas e inseticidas). Isto leva a um aumento do número de colheitas realizadas no mesmo espaço de tempo,

Em alguns casos, até a qualidade do solo é pouco determinante, pois grande parte de nutrientes é fornecida com adubos incorporados na água de rega.

Pouca utilização da mão de obra, e, quando há, é especializada e qualificada.

Alto investimento financeiro em tecnologia na agricultura, como terraceamento, drenagem dos solos, modificação genética de produtos (transgênicos), etc;

Na *pecuária extensiva* da qual deriva a produção de carne e leite em grandes áreas, os níveis de produtividade são baixos, uma vez que os animais têm sua dieta limitada ao consumo de pastos nativos, vivendo soltos sem maiores cuidados e não recebendo vacinas.

Já na *agropecuária intensiva* tais fatores não exercem tanta influência, pois são utilizados sistema de irrigação, estufas que controlam temperaturas; na pecuária intensiva o gado é confinado, além receber muitos outros recursos que amenizam os impactos climáticos, destacando que nessa prática, até mesmo os elementos naturais deixam de ser indispensáveis.

No caso da pecuária intensiva, ocorre um maior acesso ao consumidor (levando a custos finais menores).

Ela também constitui uma oportunidade de capturar as emissões de metano, produzidos pela digestão de ruminantes.

Problemas criados pela A.I.

Corresponde apenas a 20% da produção mundial de alimento, pois grande parte visa a produção de biocombustível.

A agricultura intensiva pode levar, e leva na maioria dos casos, a uma sobre-exploração do terreno agrícola, com uma subsequente redução da sua produtividade.

A substituição da cobertura vegetal original, geralmente contendo várias espécies de plantas, por uma única cultura, é uma prática danosa ao solo.

Utilização de Agrotóxicos (VER TAMBEM SUB-CAPÍTULO CORRESPONDENTE)

Ocorre a poluição dos solos e da água pelo uso de agrotóxicos, (os chamados “defensivos agrícolas”), que são utilizados para combater as pragas que atingem as lavouras.

Esses produtos químicos não atingem apenas o campo cultivado. Muitas vezes, quando chove ou quando o terreno é irrigado, os pesticidas são levados para as camadas mais profundas do solo e para os mananciais de água doce, contaminando-os.

A poluição dos solos e da água, devida ao uso indiscriminado de agrotóxicos pode levar a uma diminuição da biodiversidade, pois esses pesticidas, muitas vezes, não atingem apenas as pragas, mas também outros organismos (animais e plantas) que estão no raio de aplicação do agrotóxico.

A utilização de pesticidas tem numerosos outros efeitos negativos ao nível da saúde dos trabalhadores, das pessoas que vivem nas proximidades da área de aplicação ou a jusante, e até dos consumidores.



Irrigação Intensiva

Uma das estratégias da A.I. visando o crescimento mais rápido das plantações em monocultura e a possibilidade de aumentar o número de colheitas por ano, é o uso de Irrigação intensiva. Utilizam-se sistemas de aspersão de água altamente sofisticados nos quais é possível regular a intensidade da irrigação e ajustá-la ao solo em questão e à ocorrência de chuvas. Esses sistemas, muitas vezes, dispensam inclusive o uso de mão de obra, dado o seu deslocamento automático. Frequentemente, a própria água de irrigação já contém o fertilizante produzido (em geral pela mesma empresa que produz as mudas) específico para a monocultura em questão.





Problemas com esse procedimento são o esgotamento de fontes de água mais superficiais levando à utilização de poços artesianos que vão reduzindo o volume dos Aquíferos acessíveis. Outros problemas são o esgotamento dos recursos biológicos da área (micronutrientes, microfauna) e o acúmulo de sais e metais contidos na água em pequenas quantidades, mas que se somam, dado ao volume da irrigação.

Degradação do solo e Desertificação

Quando o solo é degradado, ele se torna menos produtivo, restringindo o que pode ser cultivado e reduzindo a habilidade do solo de absorver carbono. Isso exacerba as mudanças climáticas, ao passo que as mudanças climáticas, por sua vez, exacerbam a degradação do solo de muitas maneiras diferentes.

Aproximadamente 500 milhões de pessoas vivem em áreas que sofrem desertificação. Regiões áridas e zonas que sofrem desertificação também ficam mais vulneráveis às mudanças climáticas e a eventos extremos, incluindo secas, ondas de calor e tempestades de poeira.

Novos conhecimentos mostram um aumento nos riscos oriundos da escassez de água em regiões áridas: riscos de danos por incêndio, de degradação da *permafrost* e da instabilidade dos sistemas alimentares, que ocorrem já com um aquecimento global em torno de 1,5° C”,

Riscos muito altos, relacionados à instabilidade dos sistemas alimentares, são esperados com 2° C de aquecimento global.

Desflorestação

A **desflorestação**, que consiste no desaparecimento de massas florestais, tem como consequência o desaparecimento de absorventes de dióxido de carbono, reduzindo-se a capacidade do meio ambiente em absorver as enormes quantidades deste causador do efeito estufa, e agravando o problema do aquecimento global.

Observou-se num estudo comparativo entre dois rios, que o rio que teve sua cobertura vegetal modificada apresentava apenas uma espécie de peixe, enquanto o curso da água cuja mata ciliar foi mantida, possuía 35 espécies.

Monocultura

Um efeito da monocultura é o esgotamento do solo: na maioria das colheitas retira-se a planta toda, interrompendo desta maneira o processo natural de reciclagem dos nutrientes. O solo torna-se empobrecido, diminui a sua produtividade, tornando-se necessária então a aplicação de adubos.

Animais também são produzidos em espécies individuais densas (monocultura) Exemplos são os animais de produção de carne ou leite como o gado bovino, frango e aves, gado suíno, peixes (aquicultura), dentre outros.

O plantio de monoculturas, por não haver rotatividade das espécies plantadas, acaba com o nutrientes do solo.

Por não ser utilizada esta rotação, tende a ocorrer a degradação da terra, já que a sequência usual é: desmate, queimada, plantio, esgotamento de solo, abandono e reinício do processo em outra área.

Quando o solo é prejudicado e acaba sendo trocado por outro, a consequência é o aumento do nível de desmatamento.

O uso intensivo de espécies modificadas geneticamente – os transgênicos – e o uso de insumos agrícolas específicos impacta diretamente na produtividade, aumentando-a, mas alterando as características do solo em questão, tornando-o inadequado para o plantio de outras espécies.

Impactos da Agricultura Intensiva no meio ambiente

A Agricultura Intensiva prejudica aos poucos a saúde do meio ambiente.

(cont.)

A agricultura intensiva requer grande uso de combustível e de outros produtos químicos, o que pode acarretar um alto impacto ambiental,

Apesar de resultar em produtividades mais significativas do que os sistemas tradicionais, este tipo de agricultura pode resultar, a médio prazo, no empobrecimento absoluto do solo ou na sua contaminação com substâncias químicas indesejáveis, tendo como consequência o decréscimo progressivo das produções.

O uso exagerado de pesticidas diminui a biodiversidade.

A sobre-exploração tende a levar também à salinização dos solos, que é o processo de acumulação no solo de sais solúveis de sódio, de magnésio e/ou de cálcio, resultando na redução da fertilidade do solo,

A plantação das monoculturas causa um grande problema ambiental devido ao esgotamento dos nutrientes presentes naquele solo, pois quando há uma única espécie sendo plantada, ela necessita de nutrientes específicos do solo. Não havendo uma rotatividade, seus nutrientes irão acabar, já que essa espécie necessita deles para seu desenvolvimento. Quando o solo se esgota e ele é abandonado, inicia-se a plantação em outro lugar. Geralmente o novo local sofre um desmatamento e a partir de então são iniciados os processos de produção, até que ocorra novamente o desgaste do solo e ele seja novamente abandonado, buscando-se uma outra área.

Ao contrário, na **agricultura extensiva**, com o uso de técnicas rudimentares há a utilização da *rotação de culturas*, onde o solo tem um período de descanso, podendo se regenerar. Além disso, o cultivo em regiões de morros, é feita em *curvas de nível* que retêm a água da chuva e dispensam irrigação intensa (mas que, pela sua estrutura, são impraticáveis na A.I., dado o uso de maquinário volumoso).



Segundo a [Agência Fapesp](#), a ampliação das culturas de cana-de-açúcar, do milho, da mamona, do girassol, da soja, do amendoim, associadas à substituição de florestas por áreas de pastagem de gado têm provocado diversos impactos negativos à composição química, e à biodiversidade dos corpos d'água.

No caso da cana-de-açúcar, por exemplo, o uso da *vinhaça* (subproduto do refino do álcool) como fertilizante pode ser desastroso.

A *vinhaça* é rica em nitrogênio, elemento químico cujo efeito na forma de fertilizantes pode ser um grave ofensor ao [equilíbrio](#) do [efeito estufa](#), assim como, em excesso na água de rios e lagos, pode favorecer o crescimento de

algas e o consequente processo, conhecido como **eutrofização**, que provoca diminuição do oxigênio na água, a morte e decomposição de muitos organismos, diminuindo a qualidade da água e possivelmente uma considerável alteração do ecossistema.

Já a *fuligem* produzida pela queima da cana-de-açúcar durante a colheita contém um tipo de carbono diferente, que pode ser assimilado em maior ou menor escala por organismos presentes em um rio, levando à sua extinção.. Após o material se depositar no solo ou em um ecossistema aquático, a fuligem acidifica o solo e a água, e isso também acarreta graves consequências para os ecossistemas.

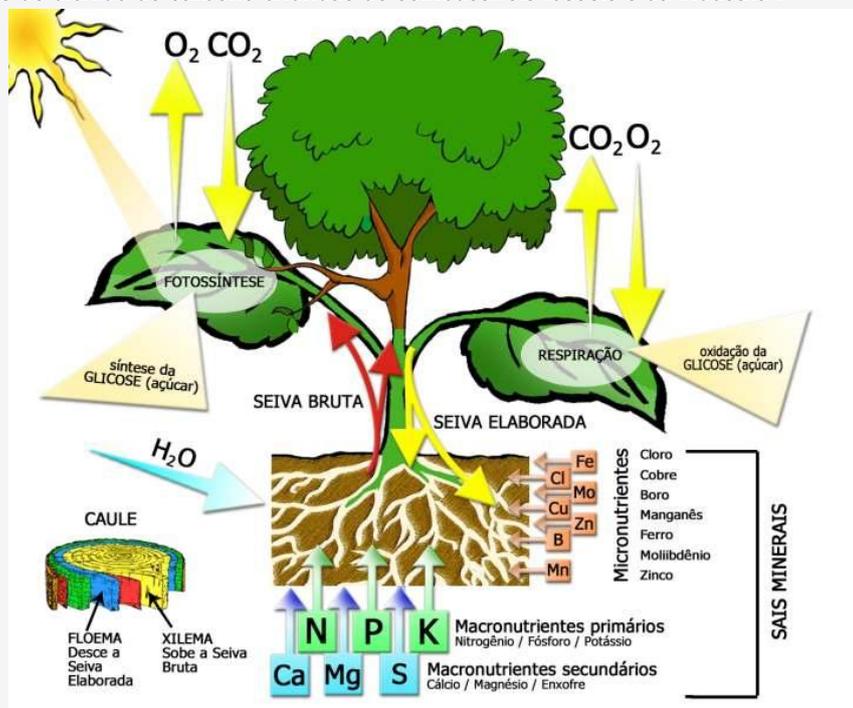
A maior parte das áreas de produção de agroenergia não possui água suficiente para manter as culturas com elevada produtividade, e assim será necessário *irrigá-las*. É preciso debater se os biocombustíveis podem ser uma alternativa realmente viável, além de se promover a discussão sobre o necessário controle quanto a uma expansão agrícola de qualidade, cujos danos ao meio ambiente possam ser minimizados.

A **suspensão de novos investimentos em biocombustíveis** já foi recomendada pela ONU, pois além dos fatores até aqui comentados, sua produção requer **grandes quantidades de água**. Para produzir 1 litro de combustível feito da cana-de-açúcar, por exemplo, são necessários 1,4 mil litros de água. Ou seja, **o que pareciam ser soluções inequívocas - o investimento em biocombustíveis e a expansão das áreas de produção de alimentos em monoculturas - podem significar o oposto em termos ambientais**.

A agropecuária, silvicultura e outros tipos de uso da terra já correspondem a quase um quarto das emissões humanas de gases de efeito estufa, de acordo com relatório divulgado recentemente pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Como boa parte das emissões de metano, um dos gases que mais contribuem com o efeito estufa, vem do gado, práticas como a pecuária extensiva ou a agricultura comercial, em que grandes áreas verdes são desmatadas para pastagem desses animais, acabam por agravar o quadro de mudanças climáticas.

Os processos naturais do solo absorvem (um volume de) dióxido de carbono equivalente a quase um terço das emissões de dióxido de carbono oriundas de combustíveis fósseis e da indústria".



Todo esse ciclo levou os avaliadores do IPCC a alertarem os governos de todo mundo de que é impossível conter as mudanças climáticas sem alterar o uso do solo e a forma como se produzem alimentos mundialmente.

O IPCC também chama atenção para a necessidade de redução do consumo excessivo e do desperdício de alimentos, pois um terço dos alimentos produzidos é perdido.

O IPCC (2019) propõe uma produção de gado mais concentrada, que não alimente o ciclo de desflorestamento para pastagem de gados que emitem metano. Nessa questão, o relatório também adverte para a eliminação do desmatamento e da queima das florestas.

(cont.)

Impactos negativos no meio ambiente (resumo):

A *Agricultura Intensiva* requer grandes quantidades de energia (grande uso de combustível) para a produção, transporte e aplicação de adubos químicos e pesticidas. Esta energia é quase sempre proveniente da combustão de energia fóssil, aumentando (muito) a produção de gases de efeito estufa

A AI leva ao desmatamento, que é essencial na agricultura intensiva, pois a utilização de maquinário volumoso não é compatível com o plantio integrado à vegetação original;

Acarreta o esgotamento dos solos, pois na AI não é utilizada a rotação de terra e nem a rotação de cultura. A sequência de eventos em geral é: desmate, queimada, plantio, esgotamento de solo, abandono e reinício do processo em outra área.

Na Agricultura Intensiva são comuns as “mobilizações do solo” (aração), com destruição da estrutura do solo e dos organismos úteis que nele vivem.

A Agricultura Intensiva leva à erosão do solo, podendo resultar na desertificação destes solos.

Destrói o habitat natural da maioria das criaturas selvagens.

O uso excessivo de fertilizantes e produtos químicos pode alterar a biologia de rios e lagos.

O uso de pesticidas geralmente mata também insetos úteis.

A irrigação dos campos cultivados é responsável pela utilização de mais da metade da água potável consumida na região.

A retirada da cobertura vegetal original para o plantio (desmatamento) em conjunto com a irrigação e utilização de minerais corretivos é a combinação “ideal” para o surgimento de erosões no solo.

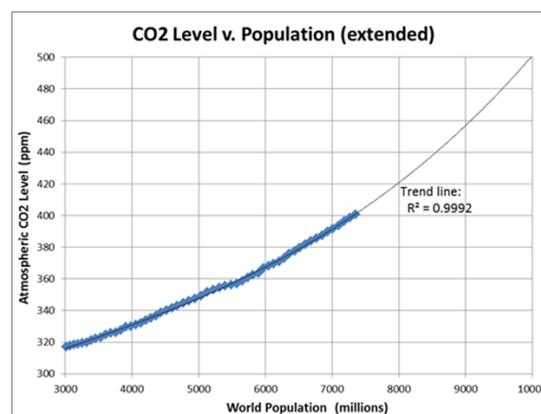
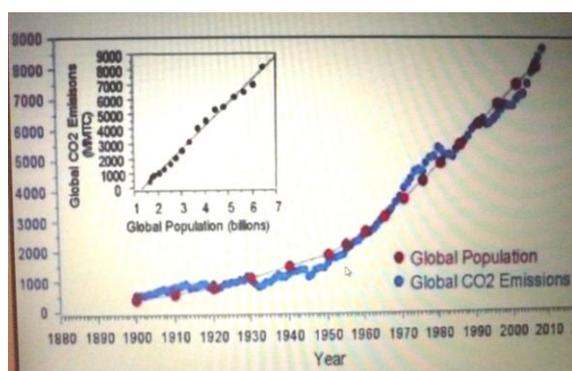
Segurança alimentar As mudanças climáticas estão afetando todos os quatro pilares da segurança alimentar: *disponibilidade* (rendimento e produção), *acesso* (preços e capacidade de obter comida), *utilização* (nutrição e preparo dos alimentos) e *estabilidade* (rupturas na disponibilidade). “Veremos efeitos diferentes em países diferentes, mas haverá impactos mais drásticos em países de baixa renda na África, Ásia, América Latina e Caribe.”

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ALIMENTO

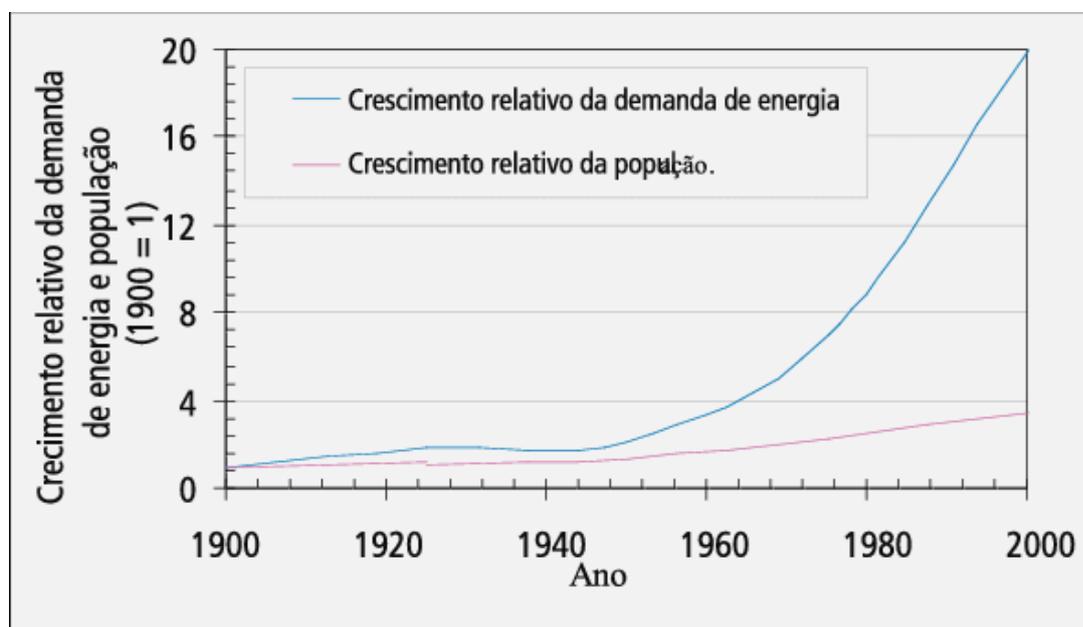
AQUECIMENTO GLOBAL E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO DE ALIMENTO

Como já apresentamos em detalhes mais acima neste texto, dois aspectos relacionados ao explosivo aumento populacional que está ocorrendo são:

- que a produção de CO₂ que vem aumentando exatamente na mesma proporção do aumento exponencial do número de habitantes;
- que, pela previsão da ONU (de mais de 9 bilhões de pessoas em 2050) passaríamos a ter uma estonteante concentração de CO₂ de 460ppm (um aumento de mais de 50% da provável concentração de CO₂ no início da Era Industrial!!)



Este aumento da produção de CO₂, não é exclusivamente determinado pelo *número* de habitantes. Na realidade ele vem potenciado pela crescente *demanda de energia na produção de bens* a partir do final da IIª Guerra Mundial (década de 50), como se vê abaixo.



E o grande problema desse aumento rápido da concentração de CO₂ no ar, conforme também já sabemos, é o seu papel de gás de Efeito Estufa, sendo um dos principais indutores do Aquecimento Global.

Embora o Aquecimento até agora ocorrido (algo em torno de 2°C) pareça ser quase insignificante para a nossa percepção de calor, um dos seus efeitos é a marcante influência sobre fenômenos meteorológicos (como, por exemplo, o catastrófico excesso de precipitação de chuva em algumas regiões, indutor de degradação do solo; ou, em outros locais, a desertificação de solos propensos a esse tipo de degradação. Tais efeitos estão indiretamente ligados a uma prevista redução da produção de alimentos.

No entanto o efeito direto do Aquecimento sobre a produção agrícola é ainda mais intenso. Há, de fato, um ligeiro aumento de produção para elevações de temperatura abaixo de 1°C, devido a um aumento do metabolismo das plantas. Mas, acima desse nível de aquecimento, o inverso acontece com muitos cereais. E este efeito inibidor, que já é notado com aquecimentos de 2°C (o que já está ocorrendo ou em vias de ocorrer), se tornará catastrófico, caso a temperatura global atinja valores de 4°C ou maiores.

O que ocorre é que muitos mecanismos enzimáticos do metabolismo vegetal, são criticamente dependentes da temperatura do ambiente no qual as plantas se desenvolvem (como se vê, por exemplo, pela mudança drástica do funcionamento da maioria das plantas ao longo das estações do ano). E estes mecanismos fisiológicos foram selecionados naturalmente, ao longo de milênios e em diferentes regiões do planeta, levando a um funcionamento ótimo em faixas relativamente estreitas

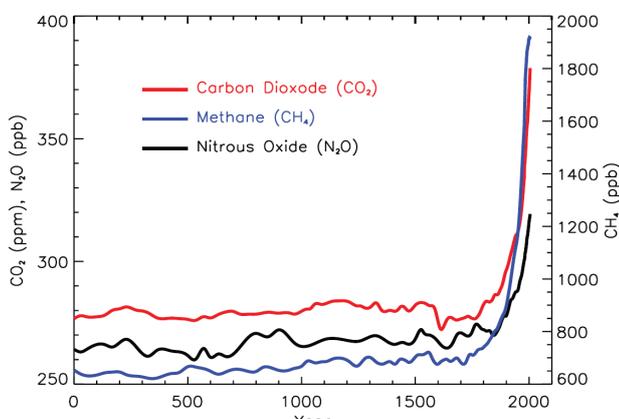
de variações térmicas. Dado o fato de que este processo natural de seleção é lento, não haverá condições de adaptação para as condições de Aquecimento Global rápido que estamos produzindo.

Um relatório recente do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) aponta para a necessidade de limitar o aquecimento do Planeta Terra em até 1,5°C sob pena de provocar redução nas safras de alimentos: *Lavouras de milho podem encolher 5,5% no Brasil e mais de 10% nos EUA; haverá perdas de rendimento de até 15% para soja e trigo; no México haverá perdas estimadas de rendimento de 3% para o milho, 26% para a aveia, 14% para o feijão e 15% para o sorgo.*

Isso traria, segundo estimam os especialistas uma diminuição média de 3,2% na quantidade de alimentos disponíveis para a população mundial, uma redução de 4% do consumo de frutas e verduras e de 0,7% de carne vermelha com relação a 2010.

Tais alterações poderiam causar 529 mil mortes suplementares em 2050. As regiões do Pacífico ocidental (264.000 mortos) e do Sudeste da Ásia (164.000 mortos) seriam as mais atingidas; cerca de 75% das mortes ocorreriam na China (248.000) e na Índia (136.000).

Vale ainda acrescentar a esses efeitos, um círculo vicioso: como se vê na figura abaixo está ocorrendo um aumento vertiginoso da liberação de gases de Efeito Estufa, que levará a aumento adicional da Temperatura Global; em consequência disso haverá uma perda de vitalidade da vegetação em geral, reduzindo a sua ação de absorção do CO₂ (utilizado pelas plantas na síntese de carboidratos) e, ao contrário, com sua morte e apodrecimento, ocorrerá uma liberação do CO₂ e do metano nelas acumulados.



Concentrações atmosféricas de diversos gases estufa do ano 0 ao 2000

É importante lembrarmos que os resultados finais das atividades agrárias e pastoris efetivamente estão mais liberando do que reabsorvendo gases de efeito estufa. A pecuária, além da produção de CO₂ pelo metabolismo energético do gado é uma das grandes produtoras de gás metano, derivado do processo digestivo de ruminantes. Soma-se a isso a produção de CO₂ pelo desmate e queimadas para a obtenção de áreas de pasteio, a utilização da madeira da deflorestação na produção de lenha; e ainda a própria redução da quantidade de árvores como absorvedoras de gás carbônico. Mesmo na agricultura o consumo de energia e produção de CO₂ pelo maquinário de preparo da terra, colheita, transporte e armazenamento de alimentos vegetais é grande. Restando ainda lembrar que no Brasil, grande parte da atividade agrária está vinculada à plantação de vegetais com a função de produzir biocombustíveis (cana de açúcar e soja), isto é, destinada a médio prazo a ser queimada produzindo gases de efeito estufa.

Convém lembrar que somos o sétimo país com a maior produção de CO₂, atrás apenas da China (22.44%) dos Estados Unidos (12.25%), Índia (6.06%), Rússia (4.75%) e Indonésia (4.16%). O

Brasil com 3.83%da produção mundial), está à frente de países do primeiro mundo, como Japão (2.53%)e Canadá (1.79).

Convém assinalar, finalmente, que grande parte da nossa atividade agropecuária não se destina à produção de alimento para a nossa população, mas sim à exportação, seja a de carnes (principalmente bovina), ou a de biocombustíveis, sendo os lucros daí provenientes, propriedade de grandes conglomerados. Pouco ou quase nada disso que é contabilizado euforicamente como aumento do PIB é efetivamente aplicado na obtenção de melhores condições de alimentação, saúde, moradia, saneamento, ou educação para o povo do país. Infelizmente ...

OXOXO

OCEANOS

BIODIVERSIDADE E CADEIA ALIMENTAR

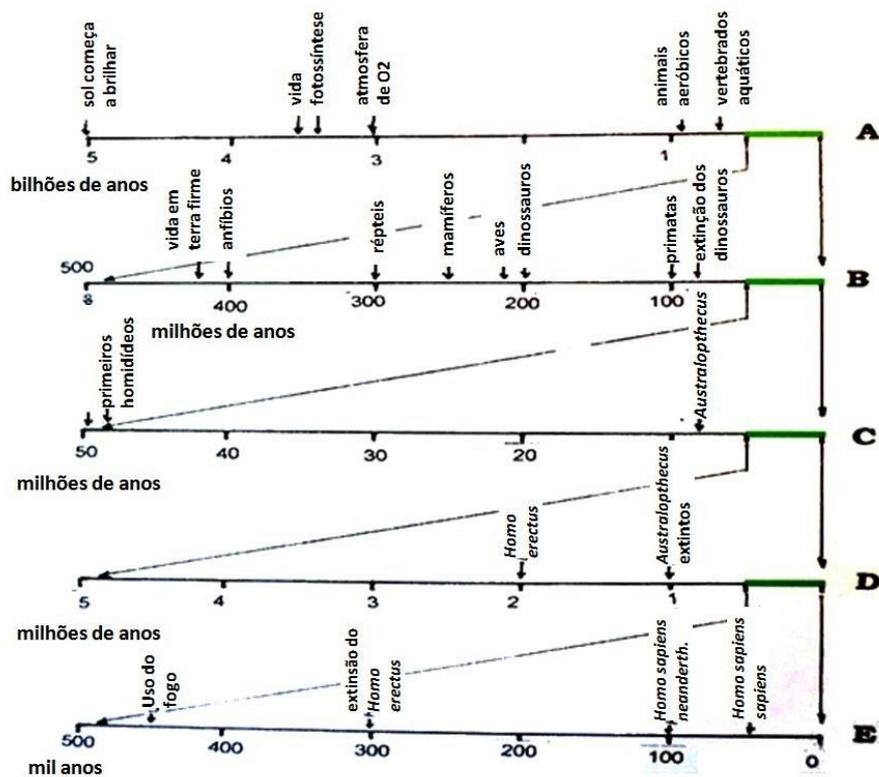
É uma afirmação comum e profundamente verdadeira que a **vida começa no mar**.

De fato, ao que se sabe, foram marinhos os primeiros seres vivos de que se tem notícia. Vemos abaixo na primeira escala da figura (a mais expandida), que a história do nosso sistema solar e também da Terra se inicia há 5 bilhões de anos, mas a vida, efetivamente, levou mais 1 bilhão e meio de anos para se fazer presente, num ambiente ainda sem oxigênio.

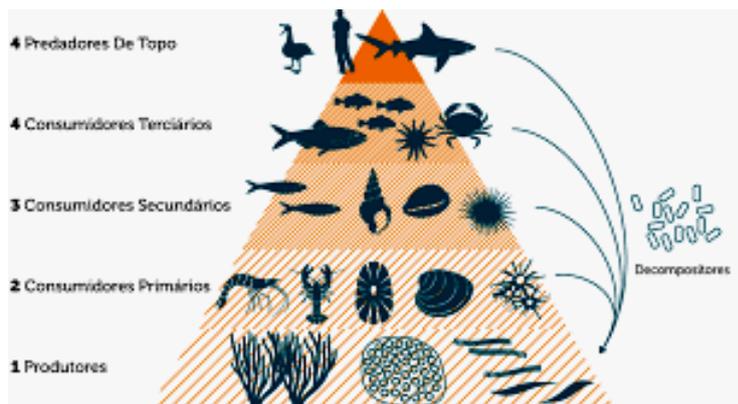
Foi apenas a *fotossíntese* que possibilitou a decomposição do gás carbônico (CO₂) com o aproveitamento do carbono na estruturação do corpo de seres vivos e, ao mesmo tempo, a liberação do O₂, criando, agora sim, uma *atmosfera* como nós conhecemos, e possibilitando o surgimento da vida aeróbica, o que, no entanto, levou mais dois bilhões de anos (período de tempo durante o qual todos os seres vivos ainda eram simples e minúsculos invertebrados *anaeróbicos* e aquáticos). Já então, no entanto, iniciavam-se as chamadas *Cadeias Alimentares* em que seres maiores e mais complexos se alimentavam de outros menores e mais simples, vivos ou em decomposição. Cerca de 200 milhões de anos após o surgimento da aerobiose, há cerca de 600 milhões de anos antes de nossa Era, apareceram os peixes, os primeiros *vertebrados*.

Mas, como vemos na escala **B** do gráfico, a vida em terra firme ainda demorou uns 200 milhões de anos para surgir, e isso ainda com os anfíbios (que passam a primeira fase da sua vida como animais aquáticos e só como adultos, transformam-se em terrestres). Após mais uns 100 milhões de anos surgiram então os répteis, primeiros animais de vida efetivamente terrestre. Isto sem levarmos em consideração que até nós, após esses três bilhões e meio de anos de Evolução, ainda passamos os nossos 9 meses iniciais de vida numa bolsa cheia de líquido amniótico.

Indiscutivelmente, podemos então afirmar que a vida surgiu no mar e teve grande parte de sua evolução neste ambiente líquido. Foi (e continua sendo) nesse ambiente que a maior parte do processo de obtenção de alimento se estruturou. Sempre no sentido de uma Cadeia Alimentar na qual os seres vivos mais simples, servem de alimento aos mais complexos.



Pode-se assim falar em diversos e sucessivos “Níveis de Consumo”, conforme se mostra nas ilustrações abaixo



maioria, têm uma temperatura corporal em correspondência direta com a temperatura da água circundante. O aquecimento das águas provoca um maior consumo de oxigênio, torna as espécies mais vulneráveis a malformações congênitas e a doenças; altera os padrões e ritmos de crescimento, interfere na oferta de alimentos e altera os ciclos de reprodução.

A elevação da temperatura atua em combinação com outros estressantes ambientais provocados pelo aquecimento global, como a desoxigenação e a acidificação da água; e por fatores adicionais, como a poluição química por fertilizantes e por efluentes industriais; pelo lixo marinho e pela pesca excessiva. Com a prevista continuidade das agressões ao meio ambiente, a biodiversidade marinha, que já dá mostras de estar em empobrecimento acelerado, deve declinar ainda mais, colocando um imenso desafio para as nações do mundo, que dependem, em elevada proporção, dos recursos naturais que retiram do mar.

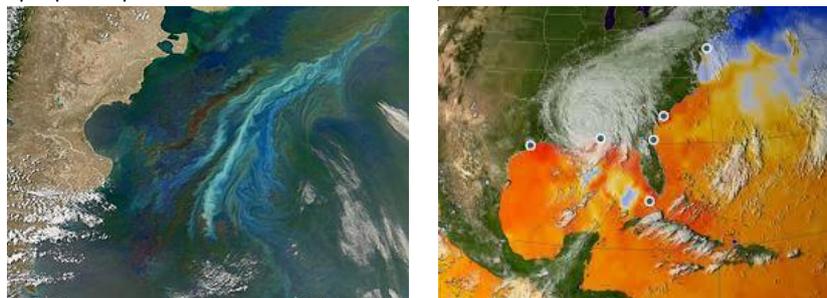
Mais de 500 milhões de pessoas em todo o planeta têm suas vidas de alguma forma ligadas ao mar, e 14 milhões encontram emprego apenas na atividade pesqueira. Mais de 3 trilhões de dólares que circulam anualmente na economia mundial, vêm diretamente de produtos marítimos; e 21 trilhões de dólares derivam de serviços ambientais indiretos. Disso se percebe a enorme importância da conservação dos mares em uma condição saudável. O esgotamento dos estoques de peixes, moluscos, crustáceos e algas comestíveis sem dúvida afetará a estabilidade política, social e cultural de muitas nações, especialmente as mais pobres e as que mais dependem do mar; e acentuará o problema da fome crônica que hoje já aflige mais de 800 milhões de pessoas.

Influência no plâncton

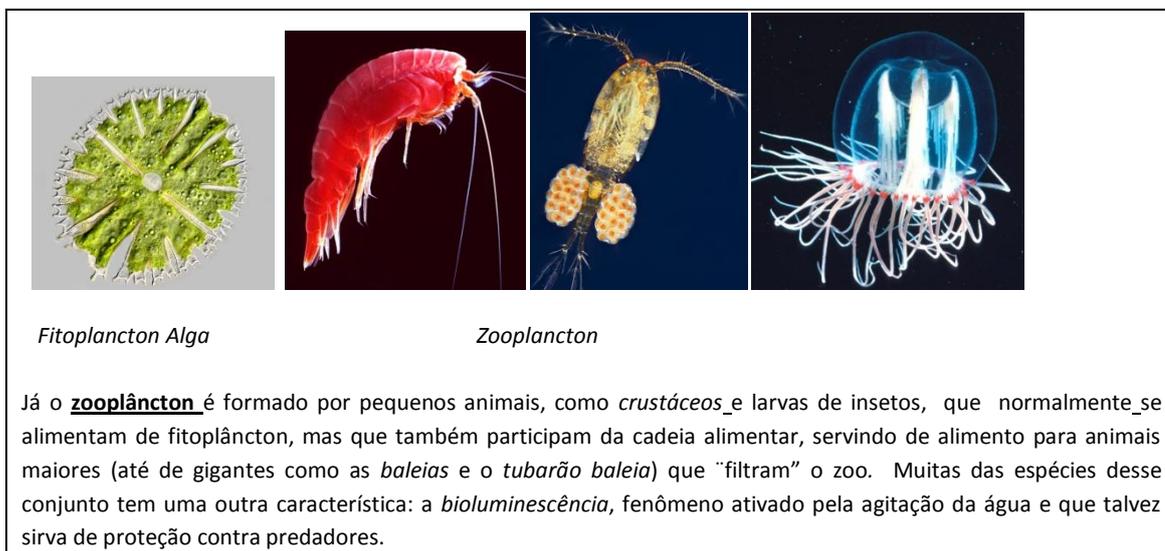
Os organismos do plâncton (ver abaixo) apresentam grande importância para o ambiente marinho, sendo a base da cadeia trófica como um todo. Apesar de não se poder ter uma certeza de como esses organismos reagiriam a um aumento contínuo da temperatura do oceano, podem-se realizar estimativas. Alguns trabalhos preveem que, apesar de uma elevação moderada da temperatura do oceano gerar um aumento na produção, a longo prazo e com elevações mais intensas da temperatura, acontecerá uma queda na produção desses organismos.

PLÂNCTON

É o conjunto de seres, em geral microscópicos, que vivem nas regiões mais superiores do oceano e que tem importantes funções para a vida no planeta. O plâncton é formado por dois sub-conjuntos de seres: o **fito-** e o **zooplâncton**. O fitoplâncton é composto de seres que fazem *fotossíntese*, utilizando a energia da radiação solar, captam o CO₂ da atmosfera, dissociam o *carbono* (com o qual será formado o carbonato de cálcio, importante na constituição das carapaças de outros animais), e o *oxigênio*, o qual é liberado na atmosfera. Além disso o fitoplâncton ainda serve de alimento para o zooplâncton, constituindo assim o primeiro elo da cadeia alimentar do Planeta. Mas há também situações em que esses seres se reproduzem em excesso, um fenômeno chamado de *floração* e que pode apresentar características tóxicas, exterminando outros seres vivos



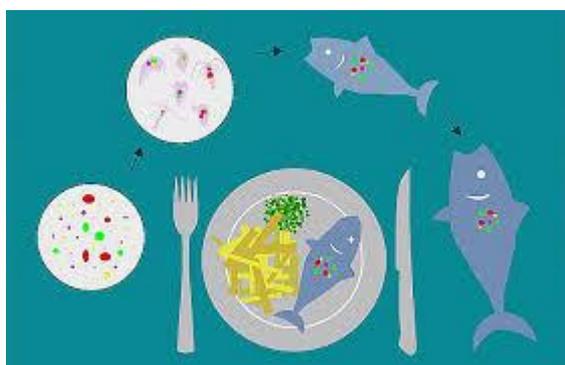
Floração ("bloom")



Estima-se que um aumento da temperatura nas partes mais superficiais do oceano acabaria gerando uma redução da disponibilidade de nutrientes e assim da produção primária. Uma diminuição global na produção primária iria acarretar, não apenas uma redução na produtividade pesqueira, mas também a diminuição do oxigênio atmosférico.

Dispensam-se assim comentários sobre a importância da manutenção da biodiversidade e o risco que estamos correndo quando descuidamos da manutenção da saúde de nossos oceanos, muitas vezes atingindo elos essenciais dessa cadeia, mas que nos passam despercebidos.

Um problema adicional que não pode ser ignorado é o que se refere aos riscos da *contaminação das águas marinhas por substâncias tóxicas*, as quais podem penetrar na cadeia alimentar já nos seus níveis inferiores, e irem se acumulando à medida em que esse material vai sendo incorporado nos níveis mais e mais complexos. Acabaremos assim nos alimentando dos dejetos que nós mesmo produzimos!



Bom Apetite!...

AQUECIMENTO OCEÂNICO

O aquecimento oceânico é um fenômeno que ocorreu no passado geológico do planeta por causas naturais, mas que, no presente, vem sendo intensificado em alta velocidade pela ação do próprio Homem, como consequência do Aquecimento Global.

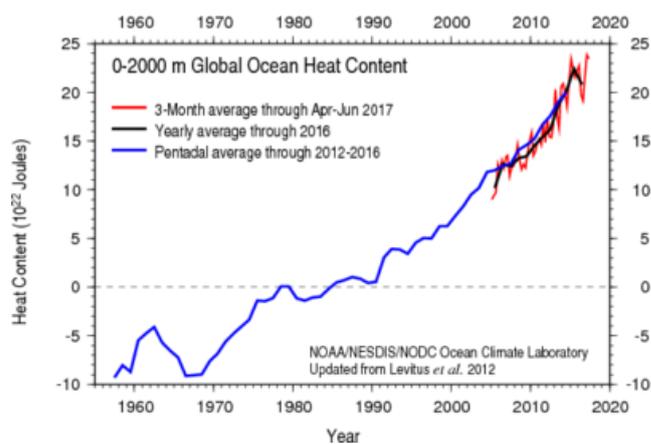
O aquecimento oceânico desencadeia uma série de efeitos secundários de grande impacto por si mesmos, como a subida do nível do mar, mudanças na salinidade, na oxigenação e na estratificação das massas de água; causa prejuízos à biodiversidade, interferência nos padrões de ventos e chuvas e intensificação dos episódios de clima extremo, como os tufões, entre outras consequências. Essas mudanças atuam em combinação, potencializando seus efeitos, e afetam todo o planeta. Além de representarem um grave desequilíbrio ecológico, elas colocam sérios desafios para a sociedade em termos de segurança alimentar, física, política, econômica e social, tendo consequências que se ramificam sobre todos os aspectos da vida humana.

O aquecimento oceânico é um produto direto do Aquecimento Global. Por uma reação física simples, o aquecimento atmosférico transmite energia térmica para as águas, elevando sua temperatura. O Aquecimento Global, como já sabemos é um fenômeno de vastas proporções, que tem origem claramente humana, sendo produto da continuada emissão de gases de Efeito Estufa na atmosfera, oriundos da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, processos industriais e outros fatores. O acúmulo desses gases na atmosfera impede que o calor da Terra se dissipe para o espaço, elevando os níveis globais de calor.

Níveis de aquecimento já observados e projeções

Desde 1990 o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) vem incluindo o efeito do aquecimento oceânico, entre os muitos que o fenômeno do Aquecimento Global produz. De acordo com um relatório do IPCC (2013), a camada superficial dos oceanos (de até 700 metros de profundidade) seguramente aqueceu desde 1971. Não há muita segurança sobre os níveis de elevação térmica antes da década de 1970 devido à escassez de dados confiáveis, mas daquela data em diante as medições se multiplicaram, com métodos e equipamentos cada vez mais aprimorados, dando grande solidez aos achados. Como a transmissão de calor para as águas se dá através do ar, é na camada mais superficial do oceano (de até 75 metros de profundidade), que ocorre o aquecimento mais importante. A elevação entre 1971 e 2010 foi de $0,11^{\circ}\text{C}$ por década (o que implica em quase $0,5^{\circ}\text{C}$ no total). Dos 75 até os 700 m, o aquecimento tem sido menos intenso, mas ainda perceptível, com uma elevação de cerca de $0,015^{\circ}\text{C}$ por década. É provável que tenha ocorrido aquecimento também entre os 700 m e os 2 mil metros a partir da década de 1980, e entre os 3 mil metros até o fundo a partir da década de 1990, mas estas camadas mais profundas ainda têm estimativas mais incertas.

Os oceanos são grandes armazenadores de calor, e respondem por cerca de 93% de todo o acréscimo de energia térmica acumulado na Terra entre 1971 e 2010, com a camada até os 700 metros estocando cerca de 64% do total. O que se nota nesse gráfico é que, embora a elevação da temperatura efetivamente parece muito reduzida, colocando-nos dúvidas sobre o real efeito do Aquecimento Global, a medida da quantidade de calor acumulada não nos deixa dúvidas sobre essa influência (e, reciprocamente, sobre a significância dessa alteração).



Leva muito tempo para que as camadas mais profundas equalizem suas temperaturas com as camadas superficiais; e devido ao constante aumento da temperatura atmosférica, o descompasso permanece. O aquecimento apresenta variações regionais significativas devido a múltiplos fatores, como a geografia, padrões climáticos, correntes marinhas e outros. No geral, as águas do Hemisfério Norte estão se aquecendo mais, em particular a região norte do Oceano Atlântico, como já vimos antes.

O aquecimento oceânico deve continuar ao longo do século XXI, mas os níveis que irá atingir são incertos, dependendo diretamente da evolução das temperaturas atmosféricas. As estimativas mais confiáveis para até 100 metros de profundidade preveem um aquecimento de até 2°C até o fim do século XXI. Estudos posteriores ao último relatório do IPCC indicam que o aquecimento está acelerando em torno de 40% além do previsto. Vale à pena ter em mente que, dada a latência entre a elevação da temperatura atmosférica e o seu efeito em termos de aquecimento das várias camadas do oceano, é previsível que, mesmo se o processo de elevação da temperatura sofrer uma atenuação ou até estacionar, ainda assim, ocorrerá ainda por um bom tempo, uma elevação da temperatura marinha.

Relação com políticas públicas

Baseando-se em dados do Climate Action Tracker (CAT), foram estimados 5 possíveis cenários futuros para o aumento da temperatura oceânica. No caso de não serem criadas políticas públicas de diminuição das emissões de gases, a resultante até 2100 seria um acréscimo entre 4,1 e 4,8°C na temperatura do oceano. Mesmo no caso de as discretas políticas atuais serem seguidas á risca, estima-se, até 2100, um acréscimo entre 3,1 e 3,7°C. No cenário de os países assinantes do Acordo de Paris seguirem os objetivos propostos, ainda se estima um aumento até 2100 entre 2,6-3,2°C. Também foram realizadas projeções para elevações abaixo de 2°C, mas para isso seriam necessárias reduções nas emissões de gases do efeito estufa muito maiores dos que já propostos naquele Acordo de Paris. Note-se, porém que em época mais recente, a reunião do **COP-25** (dezembro de 2019) que visava confirmar as decisões do Acordo de Paris (em que 70 países haviam se comprometido a neutralizar emissões até 2050) resultou num fracasso, na medida em que os maiores emissores de gases não conseguiram chegar a um acordo sobre os efetivos valores das reduções; e isto ficou mais patente ainda, pelo fato de o governo Trump ter decidido retirar os EUA do acordo. Como a ONU não tem mecanismos que obriguem os países a cumprirem as promessas assumidas no Acordo, as decisões básicas sobre regulação das emissões de gases estufa acabaram “ficando para a COP-26” (que só ocorrerá em novembro de 2020...).

Realizar as modificações propostas para a emissão dos gases de efeito estufa acarretaria um custo econômico que seria de menos de 1% do PIB global previsto em 2030, um custo extremamente pequeno para o benefício ambiental que seria conseguido. E os custos econômicos, se nenhuma medida for tomada, serão muito maiores. Esses fatos mostram que há outros fatores em jogo, politicamente muito fortes, a ponto de impedir a implementação dessas medidas tão vitais para a humanidade e para o planeta. Inevitavelmente, a suspeita para uma tal “inércia ativa” só pode recair sobre as empresas que lidam com a obtenção e utilização dos produtos geradores de gases estufa, ou de lucros indiretos através de aumentos contínuos de crescimento econômico (como veremos adiante).

EFEITOS

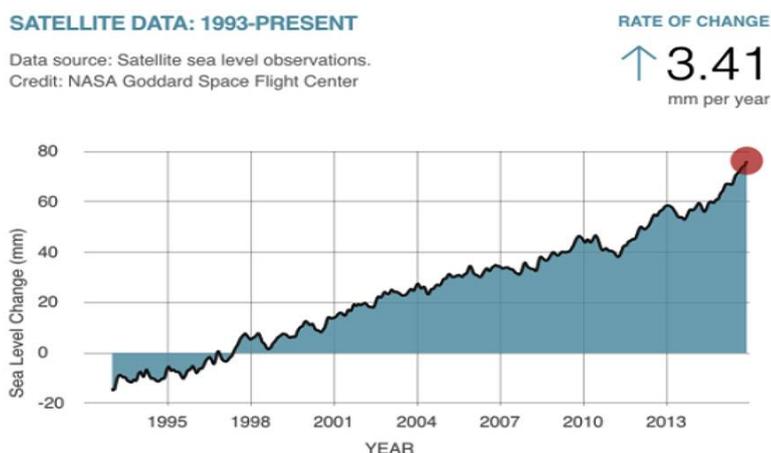
Elevação do nível do mar

Um dos efeitos mais diretos, evidentes e importantes do aquecimento oceânico é a subida do nível do mar, que se deve à expansão térmica, (uma reação física pela qual o volume dos corpos aquecidos se expande). Mesmo com notadas variações regionais, o nível médio das águas já tem se elevado em todo o mundo, mas esta elevação ocorre em significativo descompasso em relação ao aquecimento atmosférico, uma vez que a água tem uma grande inércia térmica, ou seja, ela demora para aquecer e expandir quando exposta a uma fonte de calor. Não obstante, como o aquecimento atmosférico já ocorre há muitas décadas, o mar já está respondendo visivelmente às mudanças, expandindo o seu volume.

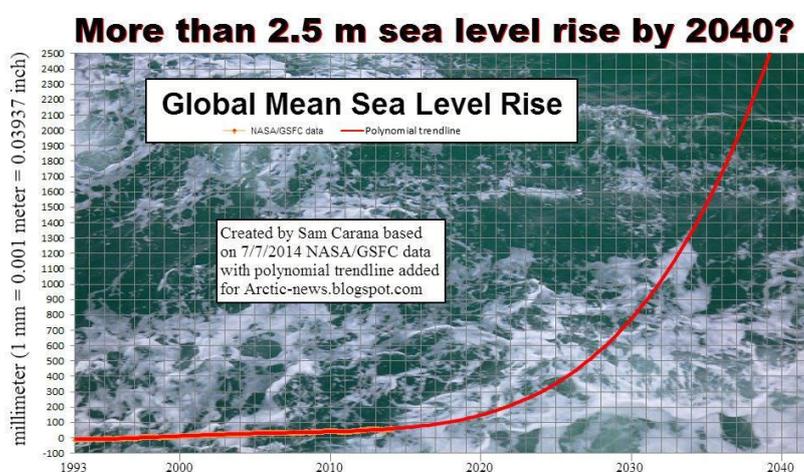
Há, no entanto, um segundo fator não menos importante para esta elevação, também devido ao Aquecimento Global que é o *derretimento dos gelos polares e de geleiras*.

O derretimento do gelo que recobre terra firme, que em 1993 respondia por cerca de 40% da variação no nível do mar, passou a ser o fator dominante de mudança, com 60% da contribuição em 2014. E a maior surpresa veio da contribuição das grandes massas de gelo da Terra: a Groenlândia passou de 5% para 25% do total de água em excesso aportada aos oceanos nesse período. Antártida, cuja contribuição para o nível do mar é positiva, mas rodeada de incertezas, se mantém mais ou menos constante, com 10% da “culpa”. A maior parte do gelo terrestre do Ártico está presa na Groenlândia. São 2,96 milhões de quilômetros cúbicos de gelo cobrindo agora áreas terrestres – e ele está derretendo nos oceanos. Se todo o lençol de gelo da Groenlândia descongelasse, ele elevaria em 7 metros os níveis marinhos. Isso inundaria significativamente megacidades, tais como Mumbai e Hong Kong. E a Groenlândia está “emagrecendo” a olhos vistos: suas geleiras lançavam 34 bilhões de toneladas de água no mar entre 1992 e 2001, e passaram a lançar 215 bilhões entre 2002 e 2011.

Entre 1901 e 2010 o nível médio dos oceanos se elevou 19 centímetros, com uma taxa média de elevação de 1,7 milímetros por ano. Esta taxa acelerou-se para 3,2 mm ao ano entre 1993 e 2010, e continua aumentando, chegando atualmente a 3.41mm/ano, conforme mostrado no gráfico abaixo



As previsões sobre o nível máximo a que chegará o oceano são muito divergentes. O IPCC indica uma faixa entre 26 e 98 centímetros em 2100; mas vários estudos vêm afirmando que essas estimativas são muito conservadoras e que a elevação poderá chegar a 2 metros no final do século. E avaliações ainda mais radicais, prevendo um caráter exponencial para a taxa de derretimento, calculam elevações assustadoras de mais de dois metros nos próximos 20 anos.



A diferença entre as previsões se deve à incerteza sobre como a sociedade reagirá ao longo deste século, cessando ou não as emissões de carbono e outros gases, o que pode minimizar ou agravar a dimensão da elevação final. Porém deve se levar em conta a grande inércia térmica da água, (isto é que, mesmo quando cessa a fonte de calor, a água demora para deixar de se expandir). Assim, mesmo se as emissões de gases estufa cessarem imediatamente, a água do mar continuará a se expandir e seu nível continuará a se elevar por centenas ou milhares de anos, especialmente devido ao lento aquecimento das águas profundas, que em certas regiões podem levar mais de mil anos para serem postas ao contato com as camadas mais superficiais já aquecidas. Isto demonstra a gravidade do problema, o peso da herança que esta geração deixará para suas sucessoras, e a necessidade de redução drástica das emissões, o quanto antes.

Grande parte da população humana vive hoje nos litorais, cujas cidades em sua maioria expõem as pessoas a um elevado risco devido ao seu pouco preparo para enfrentar os desafios colocados pela elevação do nível do mar e os outros impactos derivados do aquecimento global. Na maioria dos casos, especialmente se as previsões mais pessimistas se concretizarem, será imperativa

uma mudança em massa das populações para zonas mais altas, pois os custos do muralhamento costeiro em larga escala são altos demais.

O avanço das águas sobre a terra firme também provoca mudanças nos ecossistemas costeiros e em sua biodiversidade. Populações costeiras de animais terrestres que já estão ameaçadas mostram alta vulnerabilidade e baixa capacidade de adaptação à elevação do nível do mar, devida à progressiva fragmentação do seu habitat, ocupação de seus nichos ecológicos por espécies invasoras e maior susceptibilidade a doenças, aumentando sensivelmente o risco de sua extinção.

Evaporação, precipitação, salinidade, ventos, ondas

Mais de 3/4 de todas as trocas de calor entre a atmosfera e a superfície da Terra que se dá através de evaporação e precipitação, ocorrem sobre os oceanos, determinando uma grande parte das características do clima geral do planeta. O aumento do calor do oceano e da atmosfera está levando a uma maior evaporação de água. Por conseguinte, aumenta o nível de umidade atmosférica, disponibilizando mais água para retornar à superfície sob forma de chuva. Com isso um dos efeitos secundários é o de provocar mudanças na salinidade do mar devido a mudanças na evaporação e nas precipitações.

Mas há também alterações mais dramáticas do aquecimento oceânico tais como a tendência de ocorrerem chuvas mais intensas em várias regiões do globo, e uma tendência de intensificar também os episódios climáticos extremos, como os tufões e furacões, cuja força destrutiva está na dependência direta do calor da água superficial e do nível de umidade do ar. Um fator adicional devido ao Aquecimento Global é o da mudança das características das correntes marítimas, principalmente aquelas da Região Ártica levando a alterações nas propriedades das áreas de alta e de baixa pressão atmosféricas em todo o Continente Sul-americano

Com a intensificação desses eventos, a população humana, especialmente a que vive no litoral, fica exposta a riscos cada vez mais elevados.

Ao mesmo tempo, o vapor d'água é um gás estufa, e de todos é o que tem maior impacto no conjunto, devido à sua presença em grande quantidade na atmosfera. Disso deriva que um aumento na concentração de vapor d'água no ar, oriundo da evaporação do oceano, inevitavelmente implica em um *ciclo de reforço mútuo* no aquecimento global. Além disso, um ar mais quente e mais úmido se comporta de maneira diferente do que um ar seco e frio, o que significa que os padrões de ventos também sofrem modificações com o aquecimento e umidificação da atmosfera.

O aquecimento também potencializa a força de impacto das ondas do mar, que vêm aumentando sua energia em torno de 0,4% por ano desde 1948 (dando um aumento total de quase 30%), com previsões de continuarem aumentando. Isso tem consequências diretas sobre a erosão costeira e se combina à elevação do nível do mar e ao aumento da força das tempestades e precipitação para produzir estragos intensificados nas costas continentais. A ação das ondas é um dos principais fatores no modelamento das regiões costeiras e na definição da gravidade e alcance das suas inundações.

Liberação de metano

Um efeito que até há pouco era desconhecido é a liberação do metano estocado em sedimentos depositados no fundo do oceano sob a forma de hidratos de metano (ou clatratos), que

resultam da sua combinação com as moléculas de água em condições de baixa temperatura e/ou alta pressão, como as que ocorrem nas regiões frias ou em águas profundas. Como já discutimos, o metano é um dos principais gases estufa, mas nesta combinação de clarato ele não representa ameaça. Porém a elevação da temperatura do oceano possibilita que esta combinação seja desfeita e o metano escape para a atmosfera, circunstância que tem sido chamada de "detonação da bomba de clatratos". O elevado risco que isso representa deriva da imensa quantidade de gás estocado como clatrato, em torno de dez mil gigatoneladas. A liberação de uma pequena fração desse metano já faria com que os níveis atmosféricos aumentassem em até mil vezes em relação aos níveis pré-industriais. Além disso, o metano é de 20 a 60 vezes mais potente do que o gás carbônico em sua capacidade de aumentar o efeito estufa. Em condições normais, cerca de 90% do metano liberado de águas profundas é oxidado em seu caminho até a superfície e perde seu potencial de ameaça térmica, mas, por outro lado, contribui para a maior acidificação e desoxigenação da água. Mas no Ártico, que tem grande parte do seu oceano constituído de águas rasas, a estabilidade dos clatratos depende em essência da baixa temperatura; e assim, com a elevação da temperatura do mar nessa região, a emergência de metano do leito marinho não sofre mais um bloqueio significativo. Soma-se ainda o fato de que várias zonas com grandes depósitos são sujeitas a terremotos, aumentando a possibilidade de exposição direta do metano. O entendimento desses mecanismos ainda é incompleto, mas segundo o climatólogo Archer, "*existe na Terra tanto metano na forma de hidratos que parece o ingrediente perfeito para um cenário apocalíptico. [...] O reservatório de hidratos de metano tem o potencial de aquecer o clima da Terra dentro de poucos anos, até um estado semelhante ao da 'Estufa do Eoceno', fator de uma das Grandes Extinções. O potencial para uma devastação planetária colocado pelo reservatório de hidratos de metano parece, portanto, comparável à destrutividade de um inverno nuclear (após uma guerra atômica) ou do impacto de um meteorito".*

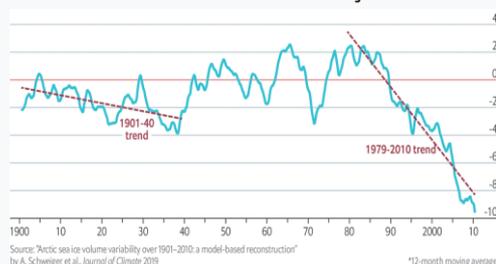
Derretimento de gelo

O processo de degelo das calotas polares é bem evidente, sendo um dos sinais mais claros do aquecimento, como já discutimos no capítulo correspondente.

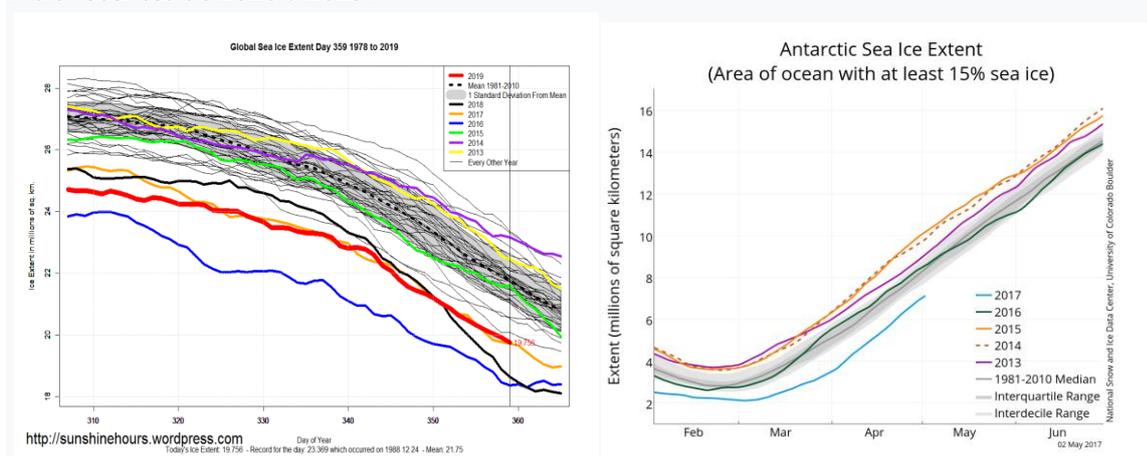


A animação mostra a redução entre 1979 (linha laranja) e 2010 do **gelo flutuante do Ártico**.

Medidas efetivas dessa retração ao longo do ano tem mostrado não apenas a existência do degelo, como também a sua acentuação nos anos mais recentes.



Na Antártida, o mesmo fenômeno parece estar ocorrendo, como mostrado abaixo para diversos meses do ano. Notar no gráfico à esquerda que as quatro curvas inferiores, são dos anos mais recentes de 2016 a 2019.



Um fenômeno marcante é o do desprendimento de grandes áreas de gelo flutuante, separando-se do gelo fixo e dispersando-se no Oceano Antártico..



As taxas de derretimento do gelo marinho sofrem o efeito do aquecimento das águas, interferindo em sua dinâmica e acelerando o derretimento. E sofrem também a influência do aquecimento da atmosfera. Os gelos flutuantes do Oceano Ártico são os que têm sido mais intensamente afetados, verificando-se uma redução de grande magnitude em sua espessura e área, desde pelo menos a década de 1950, acelerando-se ainda nas décadas mais recentes. Artigo no jornal Guardian, mostra que o oceano profundo e as criaturas que lá vivem estão enfrentando a mudança de temperatura e a escassez de alimentos. Como já sabemos, o oceano profundo desempenha um papel crítico na manutenção da pesca e remoção de dióxido de carbono da atmosfera, bem como é o lar de uma enorme variedade de criaturas. Mas os alimentos no fundo do mar nas regiões mais profundas do oceano *podem cair em 55% até 2100*, privando os animais e micróbios que vivem neste habitat.

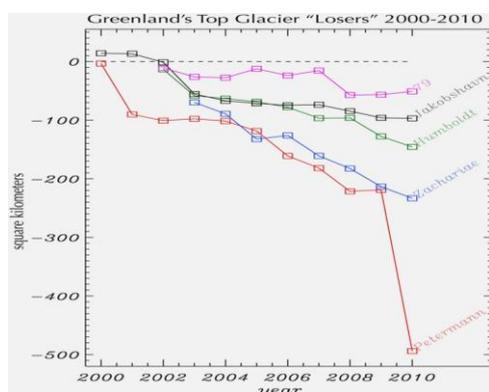
O derretimento do gelo flutuante tem graves implicações para os ecossistemas polares, pois muitas e diferentes espécies, tais como as focas e ursos polares, que descansam sobre placas de gelo flutuantes entre seus mergulhos, ou certas algas unicelulares, que estão na base da cadeia alimentar, e

que se fixam nas placas de gelo, dependem da existência do gelo para sobreviver; ou ainda certos tipos de *krill*, que ali encontram abrigo, e afetam outras populações de muitas maneiras distintas.

Como já discutimos anteriormente, a redução das brancas superfícies geladas, causa uma redução do *albedo* terrestre, isto é, da capacidade da Terra de devolver para o espaço a radiação recebida, já que os objetos brancos são os maiores refletos de radiação; assim, esta redução do albedo intensifica o ciclo de aquecimento global. Além disso, o derretimento dos gelos polares exerce um impacto significativo nos padrões de salinidade e temperatura da água, bem como no sistema de correntes marítimas.

Como vimos acima, no Oceano Ártico a taxa de redução no gelo flutuante tem sido de 3,5 a 4,1% por década desde 1979, o que representa uma perda de 45 a 51 mil km² nesses períodos. A redução na espessura das placas invernais entre 1980 e 2008 foi de 1,3 a 2,3 metros, o que implica na sua maior fragilidade e durabilidade ao movimento das marés. Há uma grande probabilidade de que a velocidade de dispersão das placas e o período anual de derretimento também aumentaram. O período em que o trecho entre o Mar da Sibéria e o Mar de Beaufort ficou inteiramente livre de gelo flutuante aumentou sua duração em cerca de três meses desde 1979.

Mesmo no caso da Groenlândia onde grande parte do gelo é de terra firme (dado ao fato de ela ser uma ilha), tem havido degelos acentuados como mostrado abaixo, para as várias banquisas.

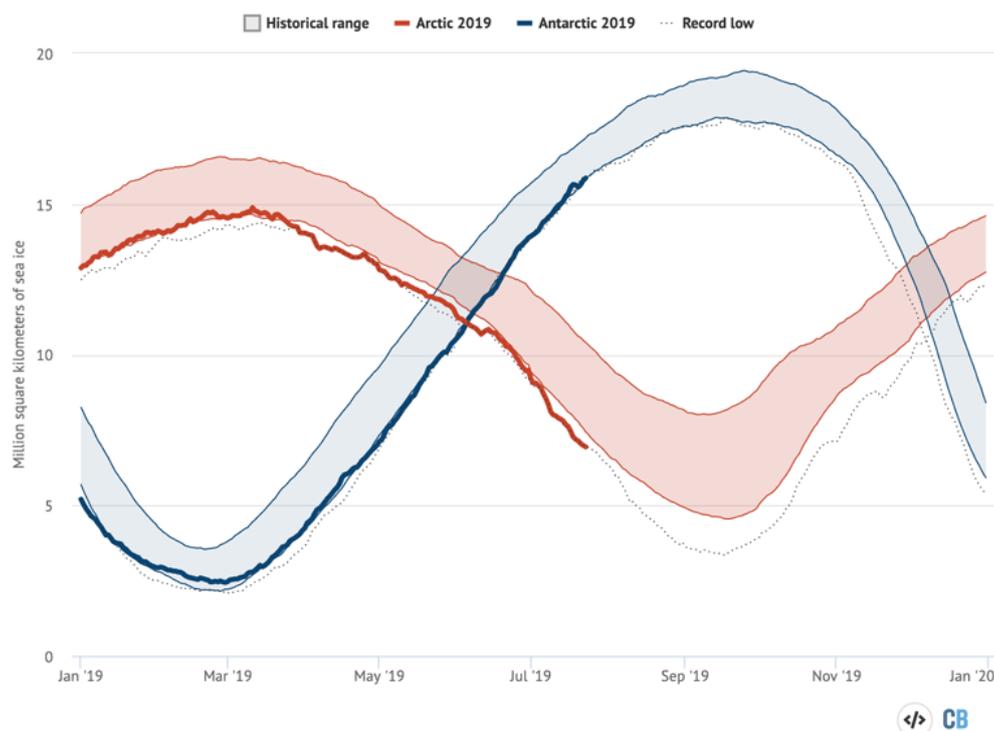


No caso da Antártida em que a maior parte de seu gelo se localiza sobre massas de terra, e suas características são menos conhecidas do que aquelas do Ártico, as observações indicam que tem ocorrido em certas partes uma expansão na área de oceano coberta por gelo, e em outras uma redução. Paralelamente, há indícios de que a estrutura do gelo tem sofrido mudanças, com provável diminuição de sua espessura em algumas áreas. Porém, as plataformas de gelo em torno da Península Antártica e no Mar de Weddell, há décadas vem experimentando uma nítida retração geral.

Evidentemente, esse gradativo degelo, vem trazendo sérios problemas à população de mamíferos habitantes dessas regiões.



Arctic and Antarctic sea ice in 2019



A globalidade do degelo é ilustrada acima, pelo conjunto de registros simultâneos da extensão do gelo *flutuante* em ambas as regiões polares (o caráter em oposição destes registros se deve à inversão das estações do ano em ambos os hemisférios). Notar nestas representações que os registros para o ano de 2019 (linhas intensas) se situam no limite inferior da faixa histórica de flutuações desta variável, ou até abaixo dela no caso do Ártico.

Correntes marinhas e estratificação

A temperatura é um dos fatores que influenciam a formação e a intensidade das correntes marinhas. Modificações no padrão dos ventos, na precipitação da chuva, na umidade e na temperatura atmosférica, bem como na salinidade e densidade da água, também têm um impacto, mas o conhecimento de sua influência sobre a circulação marinha ainda é pobre. No entanto, evidências paleogeográficas sugerem que, em períodos geológicos anteriores, em que houve um aquecimento global importante, a circulação marinha foi drasticamente modificada.

Várias evidências vêm se acumulando indicando mudanças recentes em alguns sistemas de correntes, como os *giros subtropicais do norte e sul do Oceano Pacífico* a *Corrente Circumpolar Antártica*.

Ao mesmo tempo em que as correntes são afetadas pelas forças externas, elas também influem nos ventos, na umidade atmosférica e na temperatura do ar, entre outros fatores, sendo sem dúvida um dos mais poderosos meios naturais de transporte de calor entre as várias regiões do mundo. Por outro lado, o aquecimento mais rápido da camada superficial das águas tem causado uma estratificação mais acentuada entre as camadas, o que pode intensificar episódios de desoxigenação em virtude de dificultar as trocas gasosas entre as camadas superficiais, que são mais oxigenadas, e as profundas.

Mudanças nas correntes marinhas e na estratificação também afetam a biodiversidade de várias maneiras importantes, alterando rotas de migração, ciclos reprodutivos e interferindo na oferta de alimento, fatores que por fim levam ao declínio das populações ou sua redistribuição geográfica, com impactos sobre a economia, a política e a segurança alimentar das nações.

Influência do aquecimento dos oceanos na saúde humana

Quarenta e quatro porcentos da população global vive na região litoral. Sendo assim, o aumento da temperatura do oceano pode impactar sobre a saúde e o bem-estar humanos de diversas maneiras. Diretamente, com o aumento da frequência e intensidade dos tufões e furacões, causando grandes danos a cidades costeiras. Além disso, com o aumento do nível do mar, várias cidades costeiras tendem a sofrer inundações com maior frequência, e a longo prazo, diversas cidades e ilhas irão ser completamente engolidas pelo avanço dos oceanos.

Diversos estudos apontam também para a ligação entre o aumento global das temperaturas e a maior difusão de doenças. Seja de maneira indireta, em vista da importância do oceano na manutenção da temperatura global: com o aquecimento oceânico, ocorrerá um aumento na temperatura de regiões tropicais, levando assim a uma expansão de doenças trópicas, como a malária.

Por outro lado, levando-se em consideração apenas o ambiente marinho, as principais fontes de aumento de doenças tendem a ser duas: a primeira, de organismos que fazem parte da dieta dos seres humanos, transmitindo diretamente os patógenos ou toxinas; a segunda, a de doenças presentes em ambientes recreativos que podem penetrar no corpo das pessoas através do contato de feridas com a água. Existem dois agentes de doenças humanas relacionadas com o mar: espécies de bactérias do gênero *Vibrio* e toxinas produzidas por algas. Estudos apontam para um aumento da proliferação de bactérias do gênero *Vibrio* com o aumento da temperatura do oceano. Por exemplo no Golfo do México, já se demonstrou a relação entre a crescente temperatura da superfície do oceano e o aumento da concentração dessas bactérias em ostras. E essa bactéria tem grande interesse para a saúde pública, visto que entre 30 e 40% das pessoas que a contraem acabam morrendo. Além disso, infecções por essa bactéria não precisam do consumo direto de alimentos infectados, sendo que o simples contato de água contaminada com feridas abertas já é o suficiente para gerar a contaminação.

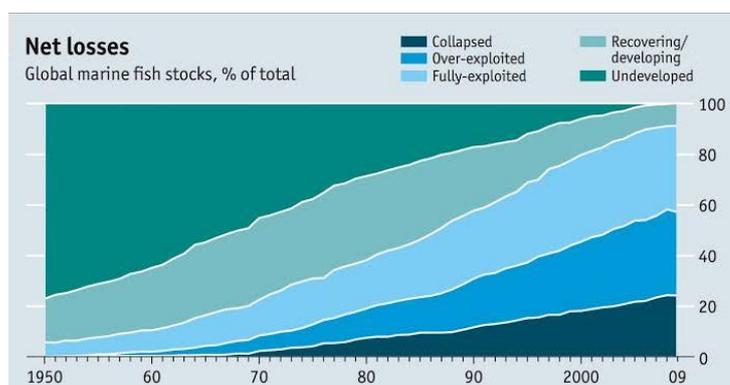
A segunda fonte principal são as multiplicações explosivas de algas marinhas tais como *dinoflagelados* e *diatomáceas* que produzem toxinas as quais se acumulam em peixes e frutos do mar, e que, além de diarreia e paralisia, podem causar danos neurológicos e aos demais órgãos. Estudos já apontam para uma correlação entre as multiplicações dessas microalgas com o aumento da temperatura, tornando mais provável a ingestão dessas toxinas.

Uma possível fonte de doenças, até muito graves, está vinculada ao degelo do permafrost siberiano. Existe uma possibilidade de haver vírus de épocas pré-históricas congelados nesse substrato. Vírus com os quais a humanidade nunca entrou em contato e contra os quais assim nunca desenvolveu mecanismos imunes. se isto ocorrer, há a possibilidade (probabilidade?) da ocorrência de uma epidemia de grande letalidade. Felizmente este evento terrificante ainda não ocorreu e oxalá nunca saia do campo das possibilidades apavorantes...

DECLÍNIO DAS POPULAÇÕES DE PEIXES MARINHOS

O declínio das populações de peixes marinhos é um fenômeno recente e de grandes proporções. Suas causas são as atividades humanas, principalmente a pesca excessiva e predatória, secundada por outras agressões humanas ao meio ambiente, como o aquecimento global e a poluição.

Cerca de 80% das populações de espécies valiosas para o homem, estão sendo exploradas no limite de sua capacidade, estão em redução acelerada ou já foram completamente esgotadas, não havendo perspectivas de melhora na situação sem que o contexto mundial seja profundamente modificado em direção à sustentabilidade.



Nesta representação fica evidente que um número crescente de espécies já se encontra totalmente explorada, super-explorada ou até já em colapso, enquanto um número cada vez menor se encontra em recuperação.

Muitas outras espécies não interessantes para o homem, do ponto de vista alimentar ou econômico, estão igualmente em declínio. Seja pela quebra das cadeias alimentares, perda de habitats e outras ameaças indiretas derivadas do desaparecimento de espécies úteis. O declínio de peixes marinhos representa um importante desequilíbrio ecológico, com efeitos negativos em múltiplos níveis: dá um grande prejuízo para a economia global e é uma séria ameaça à segurança alimentar e ao bem estar da sociedade. que retira do mar muitos benefícios e produtos.

CAUSAS

Até o século XIX, salvo raras exceções, a natureza foi explorada pelo homem sem uma noção de que ela poderia se exaurir. Pela sua vastidão e riqueza biológica, os mares eram considerados uma fonte de recursos infinita. Contudo, desde então, as águas dos oceanos e sua biodiversidade têm sido intensamente degradados por uma variedade de fatores, que incluem a pesca excessiva, a poluição marinha, a penetração de espécies invasoras e o aquecimento global.

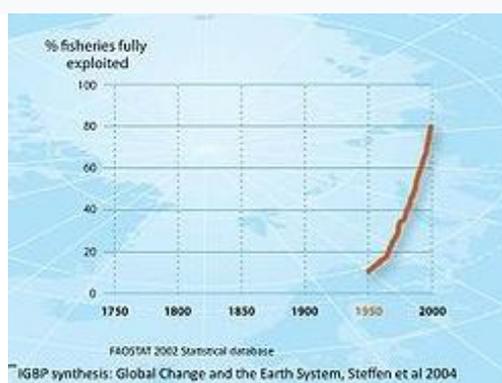
Pesca

Com o aperfeiçoamento da tecnologia pesqueira e do advento da pesca industrial ao longo do século XX, esta atividade foi ampliada dramaticamente, expandindo-se para áreas antes inexploradas e aumentando o volume do pescado. A partir dos anos cinquenta, como mostrado acima, o volume passou a aumentar aceleradamente. Nesta época capturava-se cerca de 17 milhões de toneladas anuais, e em 1994 foi atingido o pico, com um total de 85,3 milhões de toneladas.

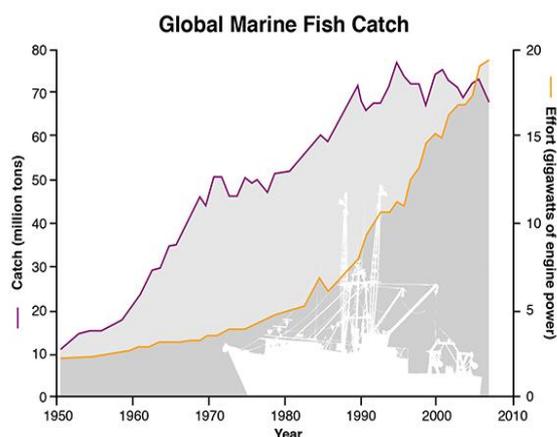
De acordo com a *Avaliação Ecológica do Milênio*, promovida pelas Nações Unidas, vários estudos tem apontado para o fato de que o volume da pesca mostra uma tendência constante de declínio, a despeito dos esforços feitos em aumentá-lo, e não há sinais de que essa tendência possa ser revertida se o contexto atual permanecer o mesmo. A queda da quantidade total de pescado nos últimos anos, tem sido relativamente modesta, mas como a indústria pesqueira tem se voltado para áreas e espécies que não haviam ainda sido exploradas, isso tem mascarado o fato de que peixes antes importantes e abundantes desapareceram rapidamente.

Em 2003 cerca de 23% dos estoques de peixes valiosos para o homem já haviam colapsado, significando que o volume de captura já não chegava a 10% do que fora em seu auge. Em termos geográficos, sete das dez mais importantes áreas de pesca em todo o mundo já estão exploradas em seu limite ou superexploradas.

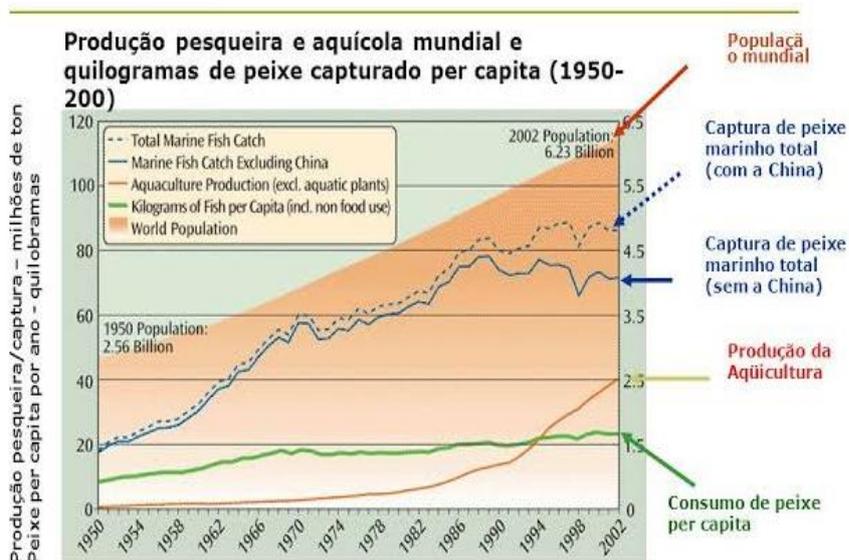
Evolução (1950-2000) do percentual dos estoques de peixes oceânicos que estão sendo explorados em seu limite, (FAO)



Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2012 apenas **25%** das populações de peixes comestíveis permaneciam em boas condições, mas estas eram em geral pouco valiosas economicamente, ao passo que 52% das populações valiosas já estavam exploradas em seus níveis máximos, sem possibilidade de expansão; 19% já ultrapassaram os níveis de sustentabilidade, pondo-as em declínio acelerado, e 8% já haviam sido esgotadas.



Total de captura de peixes marinhos de 1950 para 2010 (gráfico cinza claro) e o “Esforço de pesca” (gráfico cinza escuro, superposto). Nota-se que o volume total de pescado se manteve alto, graças a um aumento exponencial da energia gasta para pescá-lo.



A **figura** mostra que o aumento da captura de peixes marinhos deixou de acompanhar o crescimento da população a partir dos anos 90, e que o consumo de peixes 'per capita' (linha verde) só se manteve constante graças ao aumento da produção da Aqüicultura (linha vermelha).

A pesca excessiva, predatória ou ilegal tem sido o fator mais relevante no declínio das populações de peixes marinhos. De 133 extinções de espécies marinhas documentadas nos últimos 200 anos, 55% ocorreram devido à superexploração, com o restante devido à perda de habitats e outras ameaças. Estudos indicam que em 2015 apenas metade dos peixes disponíveis nos mares para consumo estavam presentes em relação à sua população de 1970, e algumas projeções indicam que em 2050 só haverá um terço deles. Além disso, certas técnicas de pesca, como o arrastão de fundo, danificam a estrutura do habitat de espécies bentônicas, provocando efeitos negativos sobre outras espécies que não são o objeto da pesca.

Pesca acidental



Pequenos peixes e crustáceos sem valor econômico são capturados pelos navios pesqueiros junto com espécies valiosas, mas são descartados. Muitos acabam dando às praias trazidos pela maré.

A pesca com redes, habitualmente captura, junto com os aproveitáveis, muitos peixes e outros seres aquáticos que não são economicamente interessantes ou não são comestíveis, a chamada "pesca acidental" ou "incidental", ou "fauna acompanhante", que pode incluir também golfinhos, focas, aves marinhas, tartarugas, baleias e outros tipos de animais, mas eles acabam sendo descartados com poucas condições de sobreviver ou já mortos, e sua morte se torna tão inútil quanto prejudicial à biodiversidade. Os números exatos dessa mortandade desnecessária são incertos devido à falta de fiscalização eficiente e aos dados pouco confiáveis fornecidos pelas companhias pesqueiras,

mas segundo o Greenpeace, certos tipos de pesca podem chegar a ter **90% de toda a captura como fauna acompanhante**.

Uma estimativa da FAO baseada numa revisão de 800 artigos sobre este tópico mostrou que a dimensão do problema realmente é assustadora, sendo que na década de 1990, a cada ano, de 17,9 a 39,5 milhões de toneladas de diversas espécies animais estavam sendo capturados acidentalmente pelos navios pesqueiros e descartados; com uma média provável de pelo menos 27 milhões de toneladas, e uma taxa de sobrevivência dos descartes em geral baixa; sendo isto um elemento importante num sistema de produção e consumo mundial que se caracteriza pelas grandes taxas de desperdício de recursos.

Aquecimento global

Outros fatores de grande peso no declínio das populações de peixes são derivados do Aquecimento Global, um problema gerado pela continuada emissões de gases estufa pelo homem, em especial o gás carbônico, oriundos da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, desperdício de alimentos e outras causas, provocando a elevação das temperaturas mundiais. Assim como aumenta o calor da atmosfera, o mesmo ocorre com que os oceanos. O aquecimento da camada mais superficial do oceano, de até 75 metros de profundidade, foi de cerca de 0,3 °C desde 1971. Esta camada tem um papel essencial na economia oceânica, pois nela se produz a maior parte do alimento disponível para os seres de todas as camadas, e é a camada que está se modificando com maior rapidez.

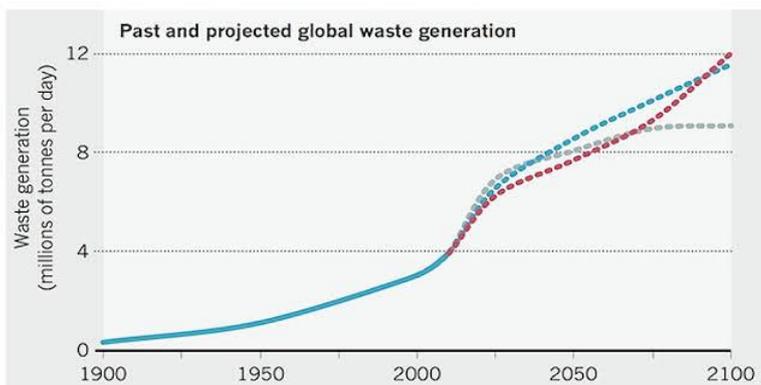
O aumento da temperatura da água provoca um desequilíbrio metabólico nos seres marinhos, pois as reações químicas no seu organismo são modificadas com a mudança na temperatura ambiente. Também facilita invasões de espécies exóticas e a proliferação de doenças antes desconhecidas; interfere na oferta de alimentos, nos ciclos de reprodução, nas migrações, na distribuição geográfica das espécies e outros processos. Já é um exemplo clássico o maciço branqueamento de colônias de corais em todo o mundo, especialmente no Caribe e na Oceania, causado pelo aumento da temperatura da água. Os corais são as zonas mais diversificadas biologicamente dos oceanos. Além disso, o aquecimento reduz os níveis de oxigênio dissolvido na água. Há mais de 500 regiões costeiras onde os níveis de oxigênio têm sido reduzidos abaixo da capacidade de sobrevivência dos seres marinhos, criando as chamadas "zonas mortas". Em muitas outras regiões a redução não chegou a este extremo, mas também tem provocando efeitos negativos em larga escala.

Ao mesmo tempo, a elevação dos níveis atmosféricos de gás carbônico induz uma elevação em suas concentrações nas águas, já que os gases do ar permanecem em um estado de trocas contínuas com os gases dissolvidos nas águas. O gás carbônico tem a propriedade de tornar a água mais ácida, o que realmente tem se verificado. Os mares tiveram sua acidez aumentada em 30% desde o início da Revolução Industrial no século XVIII, quando os combustíveis fósseis passaram a ser usados intensivamente, uma modificação sem paralelos nos últimos 300 milhões de anos.

Mudanças na salinidade da água e nas correntes marinhas, outros efeitos paralelos do aquecimento global, também têm impacto ambiental negativo, assim como a erosão costeira, derivada da subida do nível do mar, que destrói muitos habitats litorâneos e aumenta a turbidez da água. Todas essas alterações têm um impacto negativo disseminado e direto sobre a biodiversidade. Poucas espécies têm capacidade de se ajustar a essas mudanças, especialmente na dimensão global e na

velocidade em que elas estão acontecendo. Há um amplo consenso de que as condições devem piorar se as tendências permanecerem como estão.

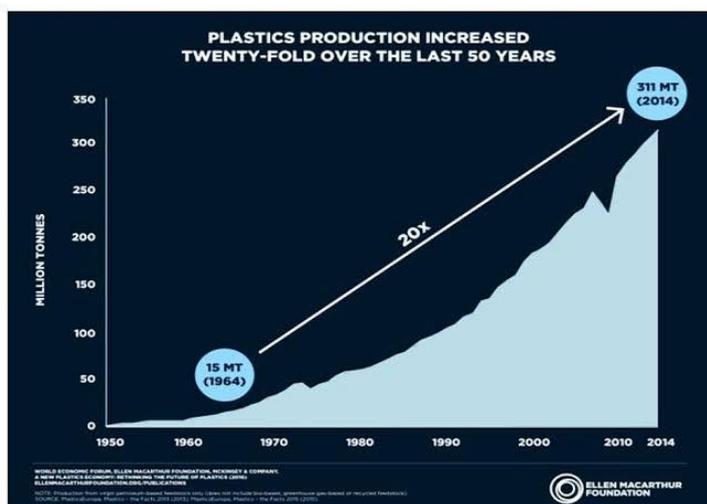
Poluição



Produção de detritos efetiva (linha azul contínua), e previsível (linhas pontilhada), acentuada pelo previsível aumento populacional (linha vermelha) e só controlável num nível bem mais alto com medidas de controle de consumo acentuadas (linha cinza)

Resíduos sólidos

Os oceanos são atualmente o depósito final de imensas quantidades de detritos e efluentes tóxicos. A sociedade moderna, especialmente a ocidental, se caracteriza por sua grande produção de lixo não-biodegradável, onde se destacam os plásticos, que se encontram flutuando pelas águas de todo o planeta ou se depositam nos fundos. Esses objetos permanecem no ambiente por muito tempo, em alguns casos, até por séculos, antes que sejam decompostos pelos processos naturais. Nos fundos eles provocam grandes modificações nas características físicas dos ambientes e soterram animais e plantas. Podem também ser confundidos com alimentos pelos peixes, que acabam morrendo depois de sua ingestão. Os plásticos microparticulados já estão presentes em toda a cadeia alimentar dos mares, absorvidos por organismos microscópicos e depois passando para os seres maiores.





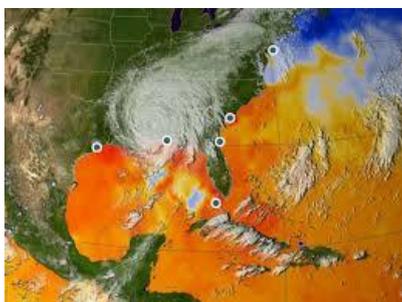
Ainda não existem dados precisos, mas calcula-se que até sete bilhões de toneladas de lixo sejam lançadas ao oceano anualmente, das quais cerca de 70% se deposita no fundo, e o restante flutua livre pelos mares. Em certas áreas, chamadas zonas de convergência ou "giros", formam-se campos de detritos flutuantes compactamente reunidos e com centenas de quilômetros de extensão, como grandes lixeiras a céu aberto. Nos locais mais poluídos, como o Giro do Pacífico Norte, pode chegar a haver um milhão de fragmentos e objetos flutuantes por km² de oceano. Nos fundos do oceano a situação não é melhor, e em algumas regiões é crítica. Em certas zonas costeiras da Indonésia foram encontrados mais de 690 mil detritos por quilômetro quadrado de leito marinho. Muito desse lixo acaba voltando às praias com as marés, poluindo-as e prejudicando as atividades humanas bem como os ecossistemas litorâneos. Em pontos das costas da Sicília, por exemplo, já foram registrados mais de duzentos fragmentos de lixo arremessados pela maré a cada metro quadrado de praia.

Uma forma de resíduo de grande importância no conjunto são os restos de materiais de pesca descartados no mar pelos navios pesqueiros, tais como linhas, boias e toneis, mas com grande destaque para as redes. Faltam dados precisos, mas estimativas informais afirmam que até 30 km de redes de pesca são descartadas em cada viagem de navio pesqueiro no Atlântico Norte, e uma situação similar deve se repetir em todos os mares. Uma estimativa de 2005 em navios da Alemanha e Reino Unido indicou até 1.245 km de redes descartadas por ano. Na costa atlântica do Canadá calcula-se que tenham sido perdidas por acidentes ou em descartes intencionais, 80 mil redes entre 1982 e 1992. As redes abandonadas continuam "pescando" até que seu material se decomponha, o que pode levar centenas de anos para acontecer; enquanto isso todo o peixe pescado morre inutilmente. É a chamada "pesca fantasma". O problema afeta também tartarugas, focas, golfinhos, aves marinhas e até baleias, que se prendem nessas redes e acabam morrendo. Redes que flutuam livres carregam ovos e larvas de espécies exóticas para novas regiões, onde podem se tornar invasivas. Outras que se depositam nos fundos prejudicam comunidades bentônicas.



Substâncias químicas

Outras importantes formas de poluição são as descargas de fertilizantes, esgotos e lixo orgânico, que também ocorrem em quantidades elevadíssimas. Essas substâncias constituem uma excepcional oferta de nutrientes para vários tipos de microrganismos como o fitoplâncton e as bacterianas saprófitas, desencadeando um processo chamado eutrofização, onde suas populações se multiplicam exponencialmente. Os predadores dos microrganismos num primeiro momento se beneficiam, tendo mais alimento à disposição, mas o processo frequentemente chega a níveis explosivos, e, como consequência, os níveis do oxigênio consumido por tal quantidade de seres, declinam vertiginosamente, provocando mortandades em massa. Ao mesmo tempo, esses microrganismos liberam muitas substâncias tóxicas como subproduto do seu metabolismo, agravando o problema. As descargas oceânicas de nutrientes derivados das atividades humanas aumentaram em 15% desde 1970, e as projeções até 2030 indicam um aumento adicional de 5%. Por seu turno, os agrotóxicos, usados em vastas quantidades nas lavouras, se infiltram nos aquíferos subterrâneos ou são arrastados pelas chuvas até os rios, e dali também acabam nos mares, onde intoxicam os seres vivos.



“Floração” (“bloom”) no Golfo do México e Antilhas

Substâncias dissolvidas no ar também podem ter impacto sobre a vida marinha quando se dissolvem na água. O exemplo mais estudado nesta categoria é o gás carbônico, que já foi tratado na seção sobre o aquecimento global. Outras substâncias são metais pesados como o mercúrio, que já foi detectado em muitas amostras de peixes comestíveis, e o chumbo, em menor extensão, também foi encontrado em algumas regiões, ampliando a contaminação da água com descargas desses mesmos metais trazidas através dos rios. De 4 a 6% da contaminação marinha por hidrocarbonetos também se dá através do ar, e uma proporção ainda não bem determinada de contaminação por nutrientes ocorre desta maneira. Efluentes industriais variados levados pelos rios, o esgoto pluvial urbano contaminado e derrames de óleos e outras substâncias tóxicas, são outros expressivos fatores adicionais no cômputo final das agressões ambientais. Os óleos chegam aos mares por fontes variadas, entre elas a lavagem de tanques de navios, naufrágios, vazamentos acidentais e atividades de exploração de petróleo. Há escassos dados sobre a situação geral dos derrames de óleo, mas eles parecem gerar mais impactos nas zonas costeiras do que em mar aberto, onde as descargas são mais facilmente diluídas e atingem menos seres vivos. Vale lembrar nesse sentido a extensa, intensa e perene contaminação de muitas praias do Nordeste brasileiro por grandes porções flutuantes (“manchas...”) de resíduos de petróleo, de “procedência não identificada formalmente”. Contaminantes que se mostraram também patogênicos pelo simples contato cutâneo dos “lixeiros” voluntários.

Todas essas substâncias exercem efeitos tóxicos múltiplos sobre os peixes e outros seres marinhos, e afligem também o homem de maneira direta ou indireta, por exposição súbita ou por efeito cumulativo, causando mortes, intoxicações, malformações congênitas e outros distúrbios

genéticos ou de crescimento, redução de peso, descalcificação da estrutura óssea, tumores, perturbações comportamentais e outras doenças, além de agravarem males pré-existentes. Águas poluídas frequentemente são veículo de doenças infecciosas e contaminam peixes, crustáceos, algas e bivalves que servem de alimento. A Organização Mundial de Saúde calculava em 2003 mais de 120 milhões de casos anuais de doenças gastrointestinais e mais de 50 milhões de casos anuais de severas doenças respiratórias causadas pelo banho ou mergulho em águas costeiras poluídas. As doenças humanas originadas dos vários tipos de poluição marinha haviam causado neste ano 12 bilhões de dólares em prejuízos materiais diretos.

Poluição sonora

Há crescente preocupação com o aumento de ruídos no oceano, devido à crescente atividade naval e exploradora, chegando, segundo algumas estimativas, a níveis dez vezes maiores do que eram há cinquenta anos. Também esta área é pouco estudada e sabe-se pouco a respeito dos seus impactos, mas presume-se que eles possam ser de grande escala. Sabe-se porém, que certas espécies de peixes, cefalópodes, répteis marinhos e principalmente os cetáceos utilizam o *som como meio de localização e comunicação* e têm sido prejudicadas, verificando-se o surgimento de problemas como desorientação, perturbações comportamentais, dificuldades de alimentação e de encontro de parceiros para reprodução.

Espécies invasoras



Neogobius melanostomus, espécie que se tornou invasora em vários mares, rios e lagos do mundo, levada na água de lastro dos navios e exemplar da estrela-do-mar-japonesa, invasora na Tasmânia.

Esses desequilíbrios ambientais, ao reduzirem as populações locais, estimulam a invasão das regiões por espécies exóticas, que competem com as nativas por alimento, locais de abrigo e nidificação; tornam-se frequentemente predadoras e muitas vezes assumem o inteiro controle sobre as populações locais, além de transmitirem doenças e parasitas desconhecidos localmente, que podem também eles se tornar pragas por si mesmos. Algumas espécies invasivas podem ainda gerar danos a estruturas construídas pelo homem, prejudicar o turismo e a aquicultura, provocar eutrofização da água e liberar substâncias tóxicas como produto do seu metabolismo, desencadear erosão litorânea, aumentar os custos de conservação dos ambientes marinhos em áreas protegidas e podem levar à degradação de ambientes culturalmente importantes.

A disseminação de espécies invasoras pode ocorrer pela liberação acidental ou intencional de espécies exóticas em outros ambientes em função do comércio ou da aquicultura; podem viajar para outras regiões, misturadas a resíduos removidos das praias e depositados em outros locais, ou através de canais abertos pelo homem, como aconteceu após a construção do Canal de Suez; mas é facilitada enormemente pelo intenso trânsito internacional por via marítima. Algumas espécies podem ser transportadas agarradas ao casco dos navios, como fazem cracas e algas, mas a difusão se dá principalmente através da água de lastro: muitos navios usam como lastro a própria água do mar, que transportam para regiões distantes, onde a descarregam no momento de limpeza de seus tanques. Junto com a água, são descarregados inúmeros espécimes marítimos adultos ou seus ovos e larvas, introduzindo-os em ambientes onde frequentemente não possuem predadores naturais ou outros meios de regulação populacional. Então se multiplicam aceleradamente, pondo as espécies nativas em sério risco.

O processo de invasão, que afeta tanto os mares como todos os sistemas terrestres, tende a reduzir a riqueza biológica das regiões invadidas e provocar uma grande homogeneização mundial na biodiversidade. Isso se tornou um problema de dimensões globais, que é uma das causas mais importantes no declínio populacional de muitas espécies marinhas e que tem um custo elevadíssimo, tanto em termos ecológicos como econômicos, sociais e culturais. Cerca de 40% de todas as extinções desde o século XVII, cujas causas são conhecidas, foram devidas à invasão de espécies exóticas.

Causas estruturais e sociais

Os fatores de declínio acima listados, surgem principalmente pelo desconhecimento do papel fundamental que a natureza desempenha no equilíbrio de todo o ambiente mundial, onde o homem se insere e do qual depende essencialmente; e também, pelo desconhecimento dos seus limites, conduzindo a um modelo de civilização marcado pela generalizada exploração predatória e insustentável dos recursos naturais.

Fatores como fiscalização inadequada, interesses políticos e econômicos imediatistas, a falta de sintonia entre a sociedade e os cientistas que estudam o ambiente e advertem sobre as suas ameaças, uma pobre articulação entre as nações e grupos sociais para a resolução de problemas que transcendem fronteiras políticas e culturais, tradições e preconceitos culturais; e, também, hábitos de vida que resistem a mudanças necessárias de um contexto em permanente transformação, os vastos desperdícios de recursos em todas as atividades de produção e consumo, os escassos investimentos em conservação e recuperação ambiental, as poucas áreas protegidas, o uso de tecnologias ultrapassadas, a existência de indivíduos e grupos empenhados em atividades ilegais; e uma população humana que não cessa de crescer, exigindo recursos sempre maiores. Estes “poucos” fatores são aditivos e decisivos para o declínio das espécies selvagens terrestres e aquáticas em todo o mundo, colocando a vida na Terra em grave desequilíbrio.

Merece consideração, pela sua grande importância logística, o intenso empenho que muitas empresas tem, no ocultamento e desvio da atenção do povo para a importância e amplitude dos efeitos desses diversos fatores. Evidentemente, dentro de um modelo social competitivo e crescente a todo custo, qualquer controle e regulação que ameace reduzir o poder econômico de cada uma dessas empresas, será visto como prejudicial e assim combatido com todos os meios, legais, imorais ou até criminosos. Evidentemente, nem mesmo o controle por meio de legislação controladora é confiável, dado o efeito da pressão econômica sobre os Poderes Legislativo e Judiciário, como fica claro, por exemplo, na recente mudança da legislação sobre os níveis máximos de agrotóxicos, agora

denominados “Defensivos agrícolas”, permitidos em nosso país (até 500 vezes mais elevados do que os níveis permitidos na Europa!).

Biodiversidade

Os sistemas marinhos, assim como todos os outros, são muito interrelacionados e interdependentes; e os sistemas terrestres e os aquáticos estão também ligados por vários laços diretos e indiretos. Cada espécie desempenha um papel específico no equilíbrio ecológico, e os peixes não são exceção. Da mesma forma, os seres vivos se interrelacionam com o seu ambiente físico, determinando muitas de suas propriedades. Assim, uma vida marinha saudável é essencial para que os serviços ambientais providos pelos mares continuem sendo oferecidos, e para que o grande papel dos oceanos na regulação do ambiente de toda a Terra permaneça equilibrado e funcional, sendo os principais responsáveis por muitos dos mais importantes ciclos bio-geo-químicos do planeta, tais como o ciclo da água e o do carbono. Dessa maneira, o declínio acentuado em que se encontram muitas populações de peixes, provocado pela grande quantidade de fatores adversos acima citados, desencadeia uma série de efeitos em cascata que acabam por afetar todos os ecossistemas onde vivem. E, se o declínio é profundo, podem levar tanto à extinção de espécies como ao colapso completo do sistema onde elas se inserem. As repercussões desses danos e perdas se estendem para muito além dos ecossistemas marinhos localizados. Prejudicam a Terra como um todo e envolvem também o homem de uma infinidade de maneiras.

Artigo de Nicola Davis, no jornal Guardian, mostra que no oceano profundo, as criaturas que lá vivem, estão enfrentando a mudança de temperatura e a escassez de alimentos. O oceano profundo desempenha um papel crítico na manutenção da pesca e remoção de dióxido de carbono da atmosfera, bem como é o lar de uma enorme variedade de criaturas. Mas os alimentos no fundo do mar, nas regiões mais profundas *podem cair até 55% até 2100*, privando os animais e micróbios que vivem neste habitat.

A “extinção econômica” de uma espécie de peixe, isto é, o ponto onde ela se torna tão rara que sua exploração se torna contraproducente, em geral é atingido muito antes de sua extinção biológica. No entanto, a superexploração pode levar efetivamente à extinção biológica, pois existe uma população-limite para que os processos de sua reprodução sejam bem sucedidos e ela sobreviva.

Os mesmos problemas, acrescidos de outros, tais como mutações genéticas e malformações congênitas, estresse, redução no crescimento e no peso e aumento da vulnerabilidade a predadores e doenças, sucedem em consequência da poluição química e física dos oceanos e das mudanças na água derivadas do aquecimento global, como a desoxigenação, a elevação da temperatura e a acidificação.

Todas as espécies são afetadas em maior ou menor grau pelas mudanças nas propriedades químicas e físicas do oceano, mas os recifes coralinos em particular, têm revelado uma sensibilidade extraordinária, especialmente em relação à acidificação e o aquecimento das águas, estando em um processo de degeneração e morte em massa em praticamente todos os oceanos. Embora os corais não sejam peixes, servem de abrigo ou alimento para muitas espécies, sendo um elemento de grande peso na cadeia alimentar e no equilíbrio dos sistemas marinhos. Os impactos decorrentes da eutrofização das águas costeiras pelos fertilizantes e esgotos têm feito a quantidade e a extensão das “zonas mortas”, (onde a biodiversidade é baixíssima e restrita em sua maioria a espécies unicelulares), aumentar rapidamente desde 1990. A pesca fantasma e acidental continuam matando inutilmente milhões de exemplares de peixes e outros animais todos os anos.

Uma série de estudos recentes têm feito projeções alarmantes para a biodiversidade oceânica em geral e para os peixes em particular, pela combinação de todas as agressões ao ambiente marinho. As projeções apontam que, se as presentes tendências continuarem, a taxa de extinções, já grande, vai acelerar. Os mares correm o risco real de sofrer uma extinção em massa, que pode ser tão vasta que não teria precedentes nem mesmo nas grandes extinções da pré-história. Este prognóstico foi referendado por um balanço dos resultados de centenas de trabalhos sobre este tema, realizado por cientistas da Universidade da Califórnia. A gravidade da ameaça somente há pouco tempo foi percebida, pois os processos oceânicos em geral, permanecem invisíveis para os seres humanos, ao contrário do que ocorre em terra firme. Porém, chegou-se à conclusão de que os mares estão em situação ainda mais crítica do que os ecossistemas terrestres. O que faz o processo atual diferir das extinções pré-históricas, é o declínio rápido e extenso dos peixes e outros animais de grandes dimensões como as baleias, que estão entre os principais alvos da pesca comercial, e que ocupam posições-chave na cadeia alimentar, ocasionando uma série de extinções em cascata. Segundo Jonathan Payne, professor da Universidade de Stanford e co-autor de um dos ditos estudos, "a remoção preferencial dos maiores animais dos oceanos modernos, um padrão nunca visto na história da vida animal, pode desestruturar os ecossistemas por milhões de anos e chegar a um nível de perdas bem maior do que as anteriores extinções em massa. [...] Se não houver uma mudança dramática na maneira como manejamos os mares, nossa análise sugere que os oceanos vão sofrer uma extinção em massa, de intensidade e seletividade ecológica suficientes para ombrear com as maiores já ocorridas".

Outro estudo apontou que a rapidez e a intensidade da acidificação das águas não tem paralelos nos últimos 300 milhões de anos, e que a última vez em que um processo semelhante aconteceu, foi durante a maior extinção em massa já ocorrida, a grande Extinção do Permiano-Triássico, que resultou no desaparecimento de cerca de 95% de todas as formas de vida marinhas.

Um exemplo bem visível de degradação oceânica acontece na Austrália. Reportagem da BBC mostra que *dois terços de Grande Barreira de Corais sofrem danos sem precedentes. O branqueamento dos corais chegou à porção central da barreira*. No ano passado, análises já haviam mostrado que a parte norte também sofria com o problema. Somados, os eventos afetaram um trecho de 1,5 mil km de recifes. O branqueamento ocorre quando os corais sofrem mudanças ambientais e expulsam as algas que vivem em seus tecidos. Com isso, eles perdem sua principal fonte de nutrientes e ficam mais suscetíveis à morte. O processo pode ocorrer por mudanças na temperatura da água e, por isso, é intensificado pelo aquecimento global.

Sociedade

Para muitas pessoas, o peixe é um alimento diário.

Os oceanos são uma das mais importantes fontes de recursos e sustento para a humanidade. Um sexto de toda a população mundial depende principalmente do mar para sua alimentação. Os peixes são uma das mais baratas, acessíveis e saudáveis fontes de proteína para a dieta humana e são particularmente importantes para a população de baixa renda, que não tem acesso fácil a outras fontes de proteína como a carne de gado e de aves. Cerca de 2,6 bilhões de pessoas obtêm dos peixes pelo menos 20% de sua ingestão proteica anual. Em países pobres como Bangladesh, Camboja, República do Congo, Guiné Equatorial e Sri Lanka, bem como em algumas nações insulares, a população pode chegar a depender dos peixes em 50% na obtenção de proteínas, Em algumas comunidades na região ártica, o peixe pode representar até 90% de todo o alimento

consumido. Além disso, os peixes são origem de outros produtos, como substâncias medicinais, óleo e couro, e servem como alimentação de outras criações.

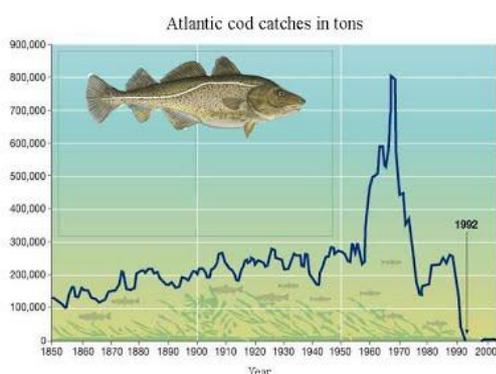
A redução da disponibilidade de peixes é um componente destacado no conjunto de ameaças à segurança alimentar da humanidade, que hoje ainda tem quase 800 milhões de pessoas sobrevivendo em uma condição de subnutrição e fome crônicas. O declínio da oferta de peixes ameaça assim a estabilidade social, econômica e política da sociedade, sendo um contingente humano que cresce sem parar e necessita a cada dia de mais recursos. Uma situação que é complicada por uma série de outros desafios contemporâneos urgentes, como a habitação, a educação, o transporte, a energia e muitos outros.

Como as populações de peixes não respeitam as fronteiras políticas das águas nacionais e como boa parte da pesca se dá em águas internacionais, o declínio dos estoques marinhos pode também levar a uma exacerbação de conflitos entre países que dependem da pesca. Em 2015 foi publicada a primeira grande revisão global sobre o tema, uma abordagem inovadora, quando até então os estudos em geral se concentravam em aspectos isolados. Os autores concluíram que, com a intensificação dos variados impactos, a diversidade da vida marinha deve decrescer expressivamente. Espera-se que o plâncton continue abundante e posa até florescer sob as novas condições, mas essa abundância não deve se refletir nos outros elos da cadeia alimentar, que são menos resistentes a mudanças, como a acidificação e o aquecimento das águas. Para a sociedade, isso vai representar um drástico declínio na oferta de alimentos.

Os recursos ambientais marinhos, incluem benefícios fundamentais como a reciclagem de poluição e a regulação do clima, das chuvas, da temperatura mundial e dos ciclos da água e do carbono, que só podem continuar sendo providos se esse ecossistema permanecer equilibrado e saudável.

Porém, somente os descartes da pesca acidental já representam uma agressão enorme à disponibilidade de peixes. Na costa do Brasil e no Mar do Norte os descartes chegam a ser metade de todo o volume da pesca; na costa leste dos Estados Unidos a porcentagem perdida pode chegar a 80% do volume final; e o problema do desperdício de recursos marinhos se repete em proporções variáveis em todo o mundo. Além dessa agressão ecológica, até a perda econômica é considerável, chegando seguramente à casa dos bilhões de dólares todos os anos.

O esgotamento das populações de bacalhau nas costas da Terra Nova em 1992 é um exemplo clássico do impacto deste problema: 40 mil pessoas perderam seu emprego, cidades pesqueiras da região tiveram uma redução populacional de 20%, e o governo canadense gastou bilhões de dólares na tentativa de remediar os efeitos do colapso, que são sentidos até a atualidade. Apesar de uma moratória na pesca do bacalhau imposta desde aquela época, a população do peixe não foi capaz de se recuperar.



Outro exemplo dramático é a erradicação de 90 a 99% das populações de várias espécies de grandes tubarões pela conjugação de superexploração, esgotamento de fontes de alimento, pesca acidental, degradação do ambiente e outros fatores. Como esses peixes estão no topo da cadeia alimentar, seu desaparecimento tem provocado um crescimento explosivo de algumas espécies das quais eles se alimentavam, como as arraias. Estas, por sua vez, produziram o declínio de várias espécies úteis ao homem, como as vieiras, ostras e outros moluscos bivalves, redesenhando os ecossistemas de várias regiões marinhas. Por um efeito de cascata, combinado à redução de outros predadores como o atum, intensamente pescado, outras espécies estão crescendo aceleradamente, como as medusas, que geram grandes prejuízos à pesca, alimentando-se de ovos e larvas de peixes úteis.

Por sua vez, a expansão da aquicultura, para compensar o declínio das espécies livres, provoca muitos efeitos ambientais e sociais indesejáveis, como a poluição, a difusão de espécies invasoras, a destruição de habitats costeiros e o empobrecimento e migração de comunidades pesqueiras tradicionais.

Isso é apenas uma pálida amostra do que enfrenta hoje o ambiente oceânico e sua biodiversidade, e a repercussão em múltiplos níveis que sua degradação acarreta para o homem. Esta situação de crise geral já causou a extinção de grande número de espécies e ameaça a sobrevivência de inúmeras outras. E assim, se as tendências atuais continuarem inalteradas, representará mais uma ameaça à sobrevivência da própria civilização, como hoje a conhecemos,

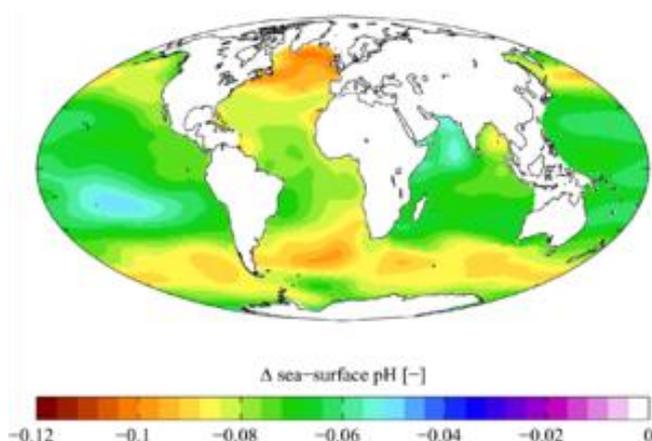
O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento sintetizou o problema, assinalando a sua gravidade e a sua dependência direta das atividades humanas e da forma como se estrutura a sociedade contemporânea, mas também apontou caminhos para remediá-lo:

"Uma causa comum por trás da acelerada degradação do ecossistema marinho é a inabilidade dos mercados de desenvolver e gerenciar sustentavelmente recursos naturais que são bens comuns, como aqueles encontrados no oceano. Isso é um desafio comparável àquele que encontram outros bens globais de uso comum, como a atmosfera. Como foi enfatizado por um estudo recente do Stockholm Environment Institute, *o oceano é a vítima de uma maciça falha de mercado. O verdadeiro valor dos seus ecossistemas, serviços ambientais e funções é persistentemente ignorado pelos criadores de políticas e largamente excluído das estratégias de desenvolvimento e economia.* [...] Como resultado desta falha de mercado e de política, tanto o setor privado como o público se tornam propensos a sub-investir ou não investir nada nas atividades necessárias para a preservação do ambiente marinho (tratamento de resíduos, proteção costeira, etc.) e a superinvestir em atividades prejudiciais ao ambiente marinho (pesca excessiva, agricultura baseada nos químicos, etc.). [...]"

"Ao longo dos últimos vinte e poucos anos, a comunidade internacional estabeleceu numerosos compromissos com o objetivo de proteger e restaurar a sustentabilidade do oceano. [...] Enquanto que algum progresso foi feito através de cada uma dessas iniciativas, permanecem importantes deficiências na implementação de uma ampla gama de compromissos sobre os oceanos, e os níveis gerais de compromissos econômicos têm sido vergonhosamente inadequados. Consequentemente, a saúde geral do oceano tem continuado a deteriorar. [...] A gravidade e a aceleração das ameaças aos ecossistemas oceânicos e sua biodiversidade, a escalada crescente dos prejuízos econômicos, e a irregular efetividade concreta daqueles compromissos, sublinham a necessidade de se identificar e implementar rapidamente abordagens inovadoras para reverter a degradação oceânica e costeira. Em uma época de recursos financeiros cada dia menores, torna-se ainda mais crítico usar estrategicamente as limitadas verbas públicas e privadas para a recuperação e proteção dos oceanos. [...]"

Temos as ferramentas políticas essenciais para reverter essas tendências globais de degradação e temos já um programa organizado para engajar investimentos públicos e privados de alto potencial catalítico para sustentar os oceanos que está folgadoamente dentro do nosso alcance financeiro. **Contudo, a janela de oportunidade de restaurar e desenvolver sustentavelmente os recursos oceânicos para esta e as futuras gerações está se fechando com rapidez, já que os impactos podem se tornar irreversíveis além de certo ponto.**

ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA



Alteração do pH na superfície oceânica devido ao aumento de CO₂ antropogênico entre 1700 e 1990

A **acidificação oceânica** é a designação dada à diminuição do pH nos oceanos, significando aumento da acidez, causada pelo aumento do gás carbônico (CO₂) atmosférico, que se dissolve na água alterando o seu equilíbrio químico. Desde o início da Revolução Industrial, quando as emissões de carbono iniciaram uma rápida escalada, o pH da superfície oceânica diminuiu cerca de 0,1 na escala logarítmica do pH. Embora essa diferença pareça pequena pelo tipo de escala utilizada, ela representa um aumento de cerca de 26% na concentração de íons hidrogênio H⁺, os responsáveis diretos pela acidificação.

A elevação dos níveis de CO₂ na atmosfera tem origem nas atividades humanas, principalmente na queima de combustíveis fósseis. O desmatamento global contribui indiretamente ao aumento do CO₂ na atmosfera devido à diminuição do sequestro de carbono atmosférico através da fotossíntese. O aumento de CO₂ atmosférico e a absorção do CO₂ pelo oceano é diretamente responsável pela acidificação oceânica na superfície.

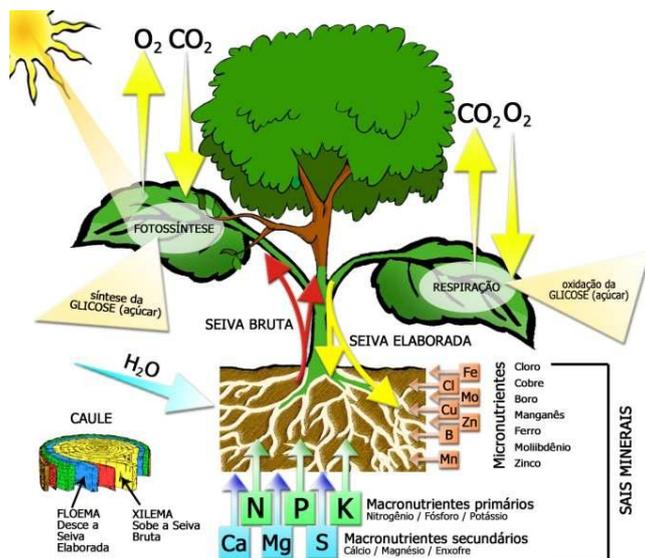
Ciclo do carbono

Na **Terra** o **carbono** circula num grande ciclo biogeoquímico entre os seus reservatórios: a **atmosfera**, a **biosfera**, a **hidrosfera** e a **litosfera**. Este ciclo pode ser dividido em dois tipos: o **ciclo "lento"** que é dominado pelos processos geológicos, e o **ciclo "rápido"** que envolve processos físico-químicos e biológicos.

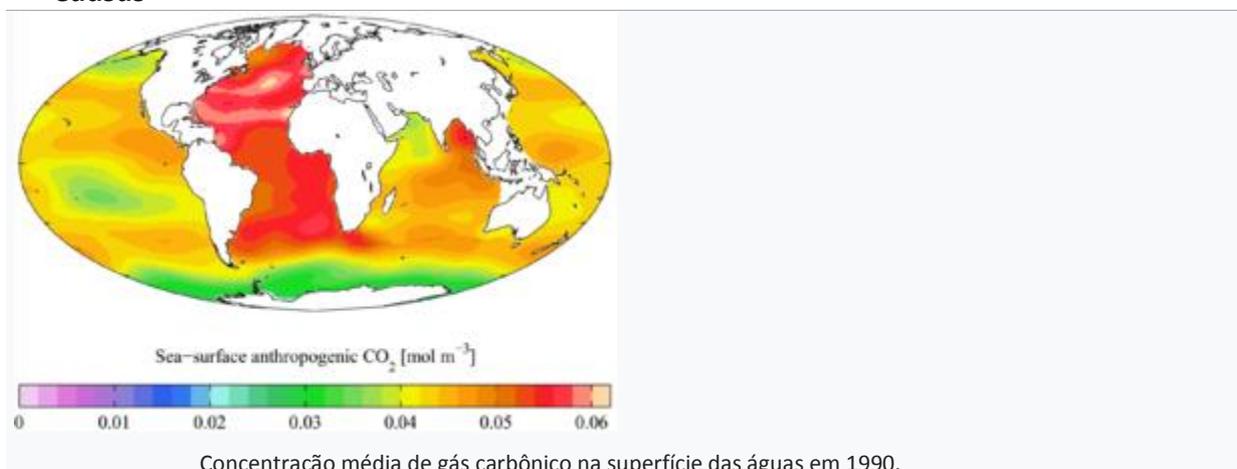
Numa escala geológica, existe um ciclo entre a **crosta terrestre (litosfera)**, os oceanos (**hidrosfera**) e a atmosfera. O gás carbônico (CO₂) da atmosfera, ao ser dissolvido, forma o **ácido carbônico**, o qual pode reagir lentamente com o **cálcio** e com o **magnésio** da crosta terrestre, formando **carbonatos**. Através dos processos de **erosão**, estes carbonatos são disponibilizados na coluna d'água e voltam para os oceanos. Os **carbonatos** acabam por chegar ao fundo do mar. Estes **sedimentos** vão sendo acumulados ao longo de milhares de anos, formando **rochas sedimentares** como as **rochas calcárias**. O ciclo continua quando essas rochas sedimentares do leito marinho são arrastadas para o **manto** da Terra, por um processo de **subducção**. O CO₂ no manto é devolvido para a atmosfera através das erupções e outros tipos de atividades **vulcânicas**, completando-se assim o ciclo.

O **ciclo biológico do carbono** é relativamente rápido: estima-se que a renovação do carbono atmosférico ocorre a cada 20 anos. Como já vimos mais acima no texto, através do processo da fotossíntese, as plantas absorvem a energia solar e o CO₂ da atmosfera, produzindo oxigênio e hidratos de carbono (açúcares como a glicose), que servem de base para o crescimento das plantas. Os animais e as plantas pelo processo de respiração, utilizam a energia contida nos hidratos de

carbono e emitindo CO_2 . Juntamente com a decomposição orgânica, a respiração devolve para a atmosfera o carbono biologicamente fixado nos estoques terrestres (nos tecidos vivos, no solo e na turfa).



Causas



A acidificação oceânica tem origem humana e é um dos efeitos do aumento nos níveis atmosféricos de gás carbônico. Este gás deriva principalmente da combustão de combustíveis fósseis, mas também do desmatamento, do desperdício de alimentos, de processos industriais como a produção de cimento, e outras origens menores. O problema está diretamente associado ao aquecimento global, cujas causas são basicamente as mesmas.

Metano

, uma das consequências do aquecimento global, obviamente é o [aquecimento das águas do mar](#). Se este processo continuar desimpedido, uma substância pode vir a desempenhar um papel importante na acidificação da água e também amplificar gravemente o próprio aquecimento global: o [metano](#).

Retomando o que já vimos mais no início do texto, o metano é um dos [gases estufa](#), assim como o gás carbônico, e como ele, tem as propriedades de reter calor atmosférico e, por vias indiretas, acidificar a água. Como já sabemos, o metano é um dos produtos da decomposição de matéria orgânica, e existe em vastas quantidades em depósitos no leito oceânico, fixado sob a forma de [hidratos de metano \(clatratos\)](#). Nessa forma de clatrato, o metano é inerte e inofensivo para o ambiente. Nas regiões árticas ele se encontra aprisionado no *permafrost* (o solo permanentemente

congelado das regiões frias). No caso dos depósitos marinhos, a estabilidade dos clatratos depende de duas condições: baixas temperaturas (mares frios) e/ou altas pressões (mares profundos). Com o atual aquecimento das águas do mar, os clatratos depositados em mares pouco profundos ficam expostos à dissolução, liberando o metano. Ao migrar pela coluna de água até a superfície, a maior parte desse metano é oxidada por bactérias e se transforma em gás carbônico, e o restante se transmite para a atmosfera. O que se transforma em CO₂ contribui para a acidificação da água, e o metano livre no ar contribui para o aquecimento global, sendo um gás dezenas de vezes mais eficiente que o CO₂ em seu potencial de retenção de calor. O grande problema é que existe realmente uma vasta quantidade de metano nesses depósitos marinhos, uma quantidade que provavelmente excede a quantidade combinada de carbono que existe atualmente no solo, na atmosfera e no mar. Uma parte significativa deste imenso depósito reside nos mares frios de baixa profundidade, como os que cobrem a plataforma continental do leste da Sibéria. Para continuarem estáveis, esses depósitos dependem estritamente da baixa temperatura e assim, estão crescentemente ameaçados de desestabilização pelo aquecimento oceânico. A grande quantidade de metano ali existente se porventura for liberada é capaz de acelerar bastante o aquecimento global e agravar a acidificação da água. E vale lembrar que o Oceano Ártico, entre todos, é o que está aquecendo com maior rapidez, o que torna a ameaça muito real.

Acidificação

A dissolução do CO₂ atmosférico na água do mar aumenta a concentração do íon hidrogênio H⁺ da água, reduzindo assim o pH do oceano. O valor do pH que era de 8.18 no século XVIII (Época pré-industrial) atingiu no presente o valor de 8.07. Esta redução de pouco mais de 0.1, um valor aparentemente baixo, na verdade representa um aumento de quase 30% na acidez da água. Até 2100 é prevista uma queda no pH ainda muito maior, podendo chegar a 0,3, o que significaria uma acidificação 170% maior. Estimativas independentes chegaram a resultados ainda mais pronunciados, prevendo uma queda de 0,5 a 0,7. Porém, a distribuição da acidificação é irregular, e ocorre com mais rapidez nos mares frios do que nos quentes. Os oceanos já absorveram cerca de metade da quantidade de gás carbônico emitida para a atmosfera ao longo dos últimos 200 anos, quando os níveis globais começaram sua rápida elevação.

Efeitos

Biodiversidade, segurança alimentar e economia

A acidificação constitui um grave desequilíbrio químico dos oceanos, mas apenas recentemente sua importância foi reconhecida. Disso decorre que os estudos sobre o tema ainda são relativamente poucos quando comparados à abundante bibliografia sobre outras ameaças ambientais, mas os princípios gerais do processo já estão bem estabelecidos e novas pesquisas estão se multiplicando com rapidez.

Como todas as formas de vida marinha dependem de condições estáveis para sobreviver, as mudanças recentes já têm ocasionado variados problemas para muitas espécies, tais como distúrbios no crescimento e na morfologia, no comportamento, no sistema imunológico, na fertilidade, nos hábitos de reprodução e alimentação, dificuldades de orientação e de locomoção, menor sensibilidade ao ambiente, menor resistência a doenças e declínio da saúde geral; tais distúrbios levam à redução das populações. A acidificação também interfere no metabolismo de vários grupos de organismos como os corais, esponjas, moluscos de concha, crustáceos e equinodermos, entre outros, que precisam de carbonato de cálcio para formar suas estruturas corporais rígidas. Vários grupos de plâncton, que estão na base da cadeia alimentar marítima, também precisam de cálcio para a construção e manutenção das suas estruturas corpóreas e estão sendo prejudicados.

Os efeitos da acidificação foram estudados com maior detalhe em alguns grupos de seres, especialmente os corais, certas algas e o plâncton, que demonstraram níveis reduzidos de calcificação diante de um pH ácido. Mas, mesmo que alguns grupos possam ter maior resistência e não serem afetados diretamente, a longo prazo o desequilíbrio deve prejudicar toda a vida marinha, pois todos os seres estão de alguma forma inter-relacionados.



No retângulo em destaque, modificações na concha de um exemplar de *Limacina helicina*, espécie de plâncton dos mares árticos de grande importância ecológica. Sua concha é muito sensível à dissolução, e por isso a *Limacina* tem sido estudada extensivamente como uma **espécie indicadora** de acidificação.

De acordo com Peter Brewer, cientista do Monterey Bay Aquarium Research Institute, em 2009 os oceanos já haviam recebido mais de *500 bilhões de toneladas de gás carbônico*, sendo impossível que uma quantidade tão vasta possa ser adicionada aos mares sem que provoque mudanças substanciais em seu equilíbrio e suas propriedades físicas e químicas, e sem que isso afete sua **biodiversidade** em larga escala. Esse desequilíbrio tende a facilitar a ocorrência de eventos de **eutrofização**, que por sua vez são um dos mais importantes agentes da criação de "zonas mortas", que já passam de 400 em todo o mundo. Além disso, um pH ambiental mais baixo interfere na circulação e disponibilidade de certos nutrientes e exige maior dispêndio de energia dos organismos para manterem seu equilíbrio químico interno.

Por consequência, a acidificação compromete ainda mais a sobrevivência dos estoques de peixes, moluscos e crustáceos para consumo humano, agravando o grande declínio que esses estoques já estão sofrendo por causa da pesca excessiva. Os prejuízos para a sociedade ainda não foram bem determinados, mas podem ser muito elevados, chegando a 100 bilhões de dólares anuais, gerando mais fome e pobreza no mundo. O impacto sobre os corais é um dos mais dramáticos, e tem repercussão proporcional sobre a humanidade, já que sua riqueza biológica provê o sustento para cerca de 400 milhões de pessoas. O relatório *The State of the Ocean 2013*, elaborado pelo Programa Internacional sobre o Estado do Oceano em parceria com a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais, indicou que os riscos para os ecossistemas marinhos têm sido muito subestimados, que as mudanças estão acontecendo mais rápido do que o previsto e que os efeitos da acidificação, combinados a outras agressões que os mares sofrem, devem se revelar dentro de pouco tempo, ainda mais graves do que o estimado anteriormente.

Outros efeitos

A acidificação reforça e agrava outros problemas ambientais enfrentados pelos mares, como o **aquecimento** e a **desoxigenação oceânica**, o acúmulo crescente de **dejetos marinhos**, as descargas de **poluição tóxica** (efluentes industriais, agrotóxicos, fertilizantes), e a pesca excessiva. Ao mesmo tempo, como algumas espécies parecem se beneficiar de uma redução no pH das águas, elas tendem a proliferar com mais facilidade e podem se tornar **invasoras**, especialmente em regiões em que os ecossistemas já estão fragilizados ou degradados por outros impactos ambientais. Neste caso estão, por exemplo, certas espécies de **medusas**, que podem se tornar uma ameaça para banhistas e mergulhadores.

A redução do pH tem efeito também sobre as propriedades **acústicas** da água, tornando mais fácil a propagação de frequências sonoras abaixo de 10 kHz. Isso ocorre porque com o aumento da concentração de gás carbônico, reduzem-se os íons de **boro**, que respondem por grande parte da absorção sonora nestas frequências. Este fenômeno tende a aumentar o ruído geral nos oceanos e pode prejudicar os sistemas de localização ou comunicação de animais que empregam o som para isso, como as **baleias**, **orcas** e **golfinhos**. Segundo um estudo de Hester *et alii*, "sob os cenários prováveis de emissão futura de CO₂ e outras fontes, pode ser prevista uma redução de 0,3 ou mais unidades no pH em torno de meados deste século, resultando em um decréscimo em quase 40% no índice de absorção sonora". Além dos problemas que isso deve gerar para a biodiversidade, deve complicar atividades econômicas e militares que empregam o **sonar**, um sistema de localização pelo som. Toda a situação é piorada com o aumento nos níveis de ruído nos mares gerado pela crescente

atividade naval, e com o atual aquecimento das águas, que também exerce efeito sobre a acústica aquática.

As modificações na química dos mares podem ter efeitos imprevisíveis sobre o ciclo do carbono, já que os mares desempenham importante papel neste ciclo. A saturação da água com gás carbônico pode, a partir de certo ponto, impedir que mais gás seja absorvido pelas águas, as quais, com sua grande capacidade de armazenamento, têm evitado que o aquecimento global se tornasse ainda mais intenso do que já é. Cessado este processo de absorção, todo o gás emitido permanecerá na atmosfera, produzindo efeitos sobre o clima e a química atmosférica ainda mais graves e reforçando o aquecimento global em uma cascata de *feedbacks*.

Todos os **serviços ambientais** providos pelos mares são prejudicados pela acidificação, em maior ou menor grau. Esses serviços incluem 1) suporte a outros ecossistemas, 2) provisão de alimentos, 3) benefícios culturais e 4) regulação de fenômenos naturais potencialmente destruidores para o homem. Na primeira categoria, pode ser citado como exemplo a importância que os corais têm para a preservação da vida de inúmeras outras espécies. Como os corais são muito sensíveis à acidificação, seu declínio compromete a sobrevivência de uma legião de outros seres. Na segunda categoria, é ilustrativa a importância para a alimentação da população humana que têm moluscos, crustáceos, caranguejos e camarões, grupos que têm mostrado também grande sensibilidade à acidificação. Na terceira, o fato de que o declínio ou extinção de espécies presentes em tradições e mitos de várias culturas trará danos possivelmente irreparáveis para as culturas dessas comunidades. Na quarta categoria, pode ser citado o importante papel que colônias bentônicas de bivalves e os corais desempenham na proteção costeira contra tempestades, amortecendo o impacto das ondas.

Uma modificação desta amplitude no pH oceânico não era vista nos últimos 300 milhões de anos, mas na perspectiva do **tempo geológico** está ocorrendo com extrema rapidez. Esta velocidade provavelmente é o fator mais determinante para a ocorrência da acidificação, pois modelos teóricos mostram que cenários de grande emissão de carbono não exercem impacto significativo sobre o mar quando ocorrem num intervalo maior que 100 mil anos, pois nestes casos há tempo para que o carbono adicional seja neutralizado por processos naturais, na reação com os carbonatos dos depósitos terrestres. Por outro lado, quando modificações rápidas e intensas similares às do presente ocorreram no passado, elas produziram **extinções em massa**, como a que ocorreu entre o período **Permiano** e o **Triássico**, quando grandes quantidades de gás carbônico foram injetadas na atmosfera e nos mares em decorrência de intenso **vulcanismo**. Estudos com os registros fósseis mostram também que eventos passados de intensa acidificação dos mares levaram milênios para serem compensados pelos processos naturais. A continuar o atual ritmo de emissões, combinadas às outras ameaças em atividade, os oceanos com toda a probabilidade sofrerão as mesmas consequências dos eventos de acidificação do passado remoto, quando as condições ambientais se assemelharam às que o homem tem provocado agora, e terão sua biodiversidade maciçamente erradicada, o que sem dúvida produzirá um impacto catastrófico sobre a população humana, que em vários aspectos é dependente do mar e seus recursos.

Segundo a **Royal Society**,

"A acidificação é uma razão poderosa, em acréscimo às **mudanças climáticas**, para a redução global das emissões de CO₂. Devem ser estabelecidas imediatamente ações para a redução global das emissões de CO₂ para a atmosfera a fim de evitar um dano irreversível aos oceanos. Recomendamos que todas as abordagens possíveis sejam consideradas para impedir que mais CO₂ suba à atmosfera. Nenhuma opção que signifique uma contribuição importante deve ser desprezada. [...] Aparentemente não existe maneira de remover este CO₂ adicional dos oceanos depois de ele ter sido absorvido, nem parece haver, realisticamente, algum modo de reverter seus efeitos químicos e biológicos generalizados. Levantar milhares de anos para que este CO₂ adicional seja removido dos mares por processos naturais, devolvendo-os às suas condições pré-industriais. Assim, parece que a única solução prática para minimizar as consequências de longo prazo é reduzir as emissões de CO₂".

OBS: Encontramos aqui mais uma manifestação do "Wishfull Thinking": a afirmação "parece assim que a **única solução prática...** é *reduzir (substancialmente) as emissões de CO₂*". Prática?? Viável ????

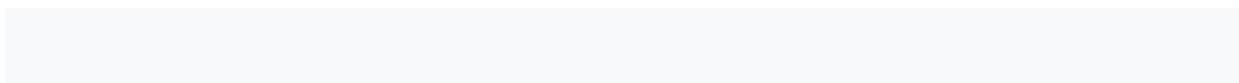
DETRITOS MARINHOS

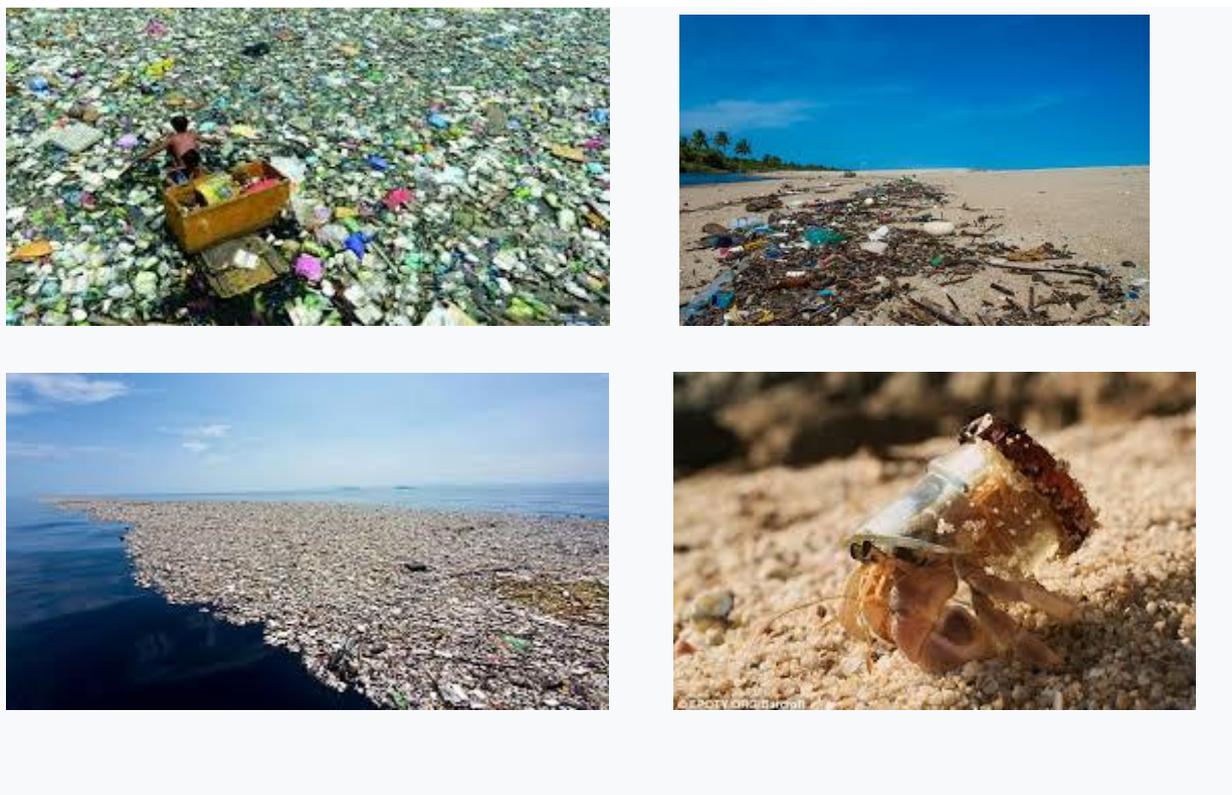
Detrito marinho ou **lixo marinho** são resíduos de origem humana que deliberada ou involuntariamente acabam nos mares, e que atualmente constituem uma grande fonte de poluição marinha. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente inclui nesta definição os detritos de águas interiores, como os rios e lagos.

Existem formas de detritos marinhos que são produzidas naturalmente, como os amontoados de plantas arrastados pelas enchentes, por exemplo, embora a maior parte do problema atual seja de origem humana. Recentemente, com a crescente utilização dos plásticos não biodegradáveis, tomou proporções alarmantes. Os detritos são uma séria ameaça aos ecossistemas marinhos, levam animais e plantas à morte por asfixia, intoxicação ou ferimentos, interferem fisicamente no ambiente por acumulação, são confundidos com comida por várias espécies e a sua ingestão provoca graves danos nos seus organismos, frequentemente levando à morte. Afetando os ecossistemas e espécies, muitas delas de valor econômico, o homem acaba prejudicado também, como a ciência já comprovou.

O problema ainda não foi mapeado em detalhe, mas muitos estudos já foram feitos indicando que ele tem vasto impacto ambiental, econômico e social. O detrito marinho é um desafio de grandes proporções que cresce a cada dia, é uma das mais onipresentes formas de poluição e tem dado enormes prejuízos, e por isso tem chamado a atenção internacional. Mas as medidas adotadas até agora têm sido insuficientes para a reversão desse quadro que é muito preocupante e cuja repercussão é de longo prazo.

Os detritos





O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) considera detrito marinho "qualquer material sólido, persistente, manufaturado ou processado, que é descartado ou abandonado no ambiente marinho ou costeiro. Os detritos marinhos são objetos que foram feitos ou usados por pessoas e deliberadamente descartados nos mares, rios ou praias; foram levados ao mar indiretamente pelos rios, inundações, esgotos e águas servidas, ou vendavais; foram perdidos acidentalmente, incluindo materiais perdidos no mar durante tempestades (materiais de pesca, cargas); ou foram deliberadamente deixados pelas pessoas nas praias e costas".

Não existe ainda um diagnóstico acurado ou completo do problema, mas seus efeitos têm sido auto-evidentes, indicando sua amplitude e gravidade. A cada ano, os mares recebem uma quantidade enorme, de lixo e detritos diversos. Alguns estudos sugerem que possam ser até 7 bilhões de toneladas anuais, embora esta seja uma estimativa extrema. A maior parte, talvez 70%, vai para o fundo, mas o restante flutua sobre as águas, e atualmente boiam em média 13 mil objetos ou fragmentos plásticos por quilômetro quadrado de superfície, mas com ampla variação regional. Em certas áreas, chamadas *zonas de convergência* ou "*giros*", sob a influência das correntes marinhas, formam-se campos de detritos flutuantes compactamente reunidos e com centenas de quilômetros de extensão, como grandes lixeiras a céu aberto. Nos locais mais poluídos, como o Giro do Pacífico Norte, pode chegar a haver um milhão de fragmentos e objetos flutuantes por km² de oceano.

No fundo a situação é também dramática: em algumas regiões, como a Indonésia, há mais de 690 mil detritos por quilômetro quadrado de leito marinho. Muito desse lixo todo, jogado no oceano acaba voltando à terra, e polui as praias de todo o mundo, afetando os ecossistemas costeiros e os animais terrestres. Nos locais mais intensamente poluídos, como as costas da Sicília, já foram registrados 231 itens a cada metro quadrado de praia. Cerca de 70% dos detritos que permanecem próximos de regiões costeiras urbanizadas têm origem em terra; o restante foi despejado diretamente no mar. Em áreas distantes da civilização, a maior proporção de detritos deriva de atividades pesqueiras e navais.

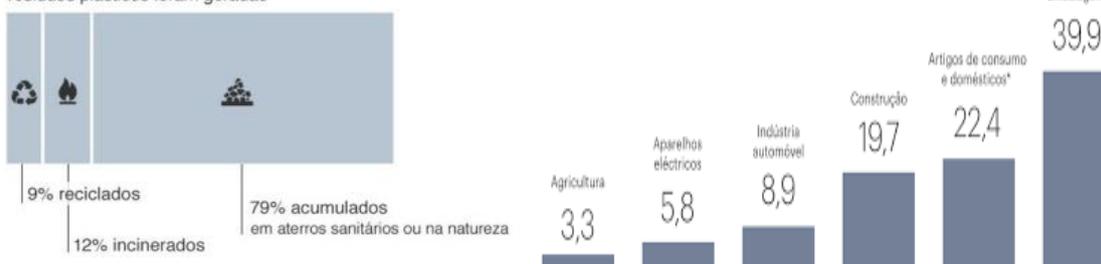
O problema está crescendo, e não diminuindo, a despeito dos esforços que vêm sendo feitos para minimizar os impactos, que repercutem no equilíbrio ecológico, na saúde humana, no

abastecimento alimentar, na economia, no turismo e no desfrute estético e social dos ambientes naturais.

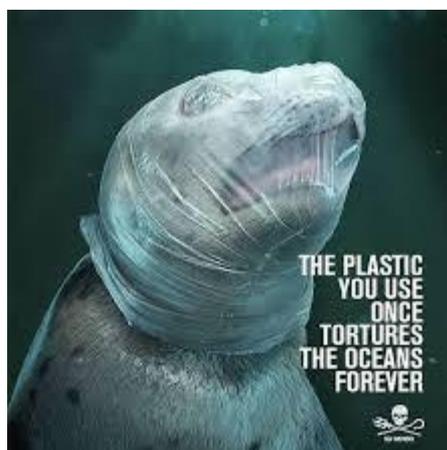
Uma grande variedade de fontes produz os detritos marinhos: as cidades com seu lixo urbano, que acaba parando em esgotos e rios e vai para o mar; as indústrias com seus resíduos; o lixo de plataformas petrolíferas; o deixado por turistas em praias; detritos oriundos de desastres e acidentes, de atividades militares, da produção agrícola, da mineração, da pesca, do comércio e do transporte de cargas e pessoas via naval. Todo esse lixo, além de poluir fisicamente os ambientes, os polui quimicamente, liberando substâncias tóxicas.

Plástico

Até 2015, cerca de 6,3 bi de toneladas de resíduos plásticos foram geradas



Quanto tempo vai levar para o plástico desaparecer?



Duração de detritos plásticos



Restos de um albatroz revelando um estômago cheio de objetos plásticos

O principal detrito do mares são os objetos de plástico, afetando todas as regiões oceânicas com bilhões de toneladas de objetos diversificados a boiar pela superfície ou se depositando no fundo marinho. O plástico é um material onipresente na civilização contemporânea, e o encontramos sob as mais variadas formas. Por conseguinte, é também um dos mais descartados no ambiente como lixo,

muito do qual não recebe destinação correta e acaba indo parar nos mares, carregados por rios, enchentes, negligência humana, e outras maneiras. O plástico é um material que se degrada lentamente; conforme o tipo, pode permanecer mais de 600 anos visivelmente no ambiente antes de se decompor em fragmentos microscópicos, misturando-se ao plâncton e finalmente infiltrando toda a cadeia alimentar oceânica.

O plástico interfere nos ciclos naturais do oceano, soterrando criaturas que vivem no fundo, bloqueando parte da superfície quando boia em grandes maciços, liberando substâncias tóxicas, e, mesmo sendo indigerível, é confundido com alimento por várias espécies de animais, causando obstruções no seu tubo digestivo e matando-os. Cerca de 100 mil tartarugas, aves, focas e outros grandes animais marinhos são mortos anualmente por plástico, mas esses números são muito maiores se os somarmos com o de outras criaturas. Um dos objetos plásticos mais daninhos são as sacolas de compras, usadas aos bilhões em todo o mundo. Um levantamento realizado em praias da Espanha, França e Itália revelou em média a existência de 1.935 objetos diversos por quilômetro quadrado da faixa costeira. Setenta e sete por cento deles eram de plástico, e destes, 93% eram sacolas. Outra pesquisa analisou em 1998 os objetos flutuantes no Pacífico Norte e constatou que 89% deles eram de plástico.

Materiais de pesca

A atividade pesqueira é responsável por grande descarga no mar, de artefatos de pesca, tais como redes, linhas, boias, tonéis ou anzóis. Nos últimos 50 anos a descarga acentuou-se, devido ao aperfeiçoamento de técnicas e equipamentos, à expansão da frota e à introdução das linhas e redes de plástico; e se tornou tão relevante a ponto de ser, frequentemente, tratada em separado. Em 2002 foram coletadas 107 toneladas de linhas e outros objetos pesqueiros somente nos atóis Pearl e Hermes, no Havaí. No ano seguinte, foram retiradas mais 90 toneladas. Algumas observações informais indicam que até 30 km de redes são descartadas em cada viagem de navio pesqueiro no Atlântico Norte; e isso deve se repetir similarmente em todos os mares.



Tartaruga enrolada numa rede de pesca abandonada



Essas redes abandonadas no mar causam todos os anos a morte inútil de milhões de peixes e outros animais, pois mesmo abandonadas continuam como antes a ser enormes e eficazes armadilhas, que continuarão a capturar vítimas sem parar durante séculos até que seu material se decomponha, mas sem que ninguém aproveite o produto dessa "pesca fantasma", como é chamada. Linhas, cordas e redes se enredam em hélices de navios, danificando-as, obstruem tubulações e sistemas de bombeamento de água, e complicam a própria atividade pesqueira e a navegação em geral, tornando-se um problema de todos. Já existem áreas no oceano que são evitadas pelos navios de pesca devido à grande quantidade de redes abandonadas e outros detritos. Em alguns lugares as redes compõem mais de 80% do total de detritos.

Outras origens

- **Plataformas petrolíferas:** Por estarem rodeadas por ambientes marinhos, qualquer objecto perdido torna-se automaticamente um detrito marinho. São grandes causadoras da quantidade de itens tais como plásticos derivados dos tubos de perfuração, capacetes de protecção, luvas e barris de armazenamento.
- **Navios de carga e outras embarcações:** Durante as suas viagens, podem por inúmeras razões perder a totalidade ou parte da sua carga. Para além de contentores de carga com o seu conteúdo, derrames de óleo e combustível, assim como os os resíduos resultantes da sua limpeza, infelizmente acabam de maneira invariável nas águas marítimas.

Resíduos sólidos e águas residuais: As descargas de águas residuais nos grandes ecossistemas marinhos, quando mal planeadas e elaboradas, transformam-se num foco de inserção de detritos marinhos. Alteram diretamente, não só as propriedades físico-químicas da água, como introduzem igualmente resíduos sólidos aí presentes. Os sistemas de gestão de resíduos sólidos, quando ineficientes, podem igualmente potenciar o fluxo de resíduos para os rios, terminando nos mares e oceanos. Uma observação surpreendente e assustadora, foi o encontro de elevadas concentrações de metais pesados (cádmio e mercúrio) em populações marinhas das ilhas Kerguelen um dos locais mais isolados do Planeta, a quatro mil quilómetros ao sul da Índia; águas à primeira vista isentas de qualquer tipo de poluição humana.



Eventos naturais como furacões, como o Furacão Katrina, terremotos e maremotos também podem produzir grandes quantidades de resíduos que terminam no mar.

Impactos

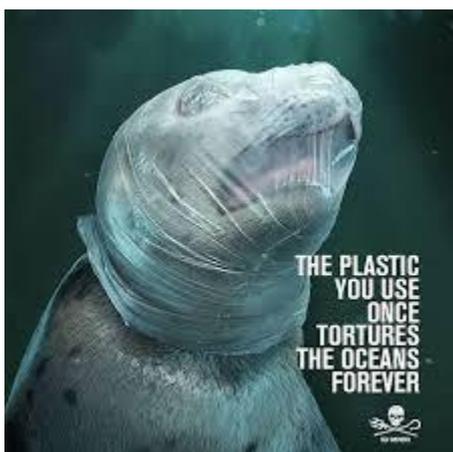
Embora os efeitos dos detritos marinhos sejam variados regionalmente, a contaminação é global, já que os oceanos são todos interligados e a carga de detritos flutua livremente ao longo das correntes marinhas.

A partir da contaminação do ambiente, o homem passa a ser também afetado. Entre os principais impactos, o PNUMA listou:

Ecológicos, que podem ser de três tipos:

- Efeitos físicos, podendo chegar a destruir ecossistemas pela simples acumulação excessiva,
- Efeitos químicos, derivados da liberação de substâncias tóxicas na água, e
- Efeitos sobre indivíduos e populações, produzindo morte ou sofrimentos por ingestão de lixo indigerível ou tóxico, sufocação, e por enredamento em cordas e linhas, que podem matar por asfixia, afogamento ou imobilização, podem ferir cortando, amputando membros, ou causar deformações e malformações de crescimento. Os detritos também provocam mudanças de hábitos, dificuldades de locomoção, fixação, alimentação e nidificação, e tendem a fazer declinar espécies e populações.

Muitas espécies ameaçadas são particularmente vulneráveis aos problemas gerados pelo detrito marinho, como as tartarugas, que frequentemente confundem sacolas plásticas com as medusas de que se alimentam. Em certas espécies, como o albatroz-de-Laysan, até 90% da população estudada tem plástico em seu trato gastrointestinal. Os corais, as ervas marinhas e outras espécies como caranguejos e moluscos que vivem nos fundos do mar, são os grupos de criaturas mais vulneráveis, mas os impactos mais óbvios são sobre os grandes animais, como as aves, tartarugas, golfinhos, baleias e focas. Pelo menos 267 espécies já foram documentadamente prejudicadas por lixo marinho.





Colônia de albatrozes em uma praia cheia de lixo e restos de um albatroz com o estômago cheio de objetos plásticos

Os detritos flutuantes também podem servir de veículo para espécies exóticas, que podem se tornar invasoras em regiões diferentes da sua origem. Vários casos de invasão através deste meio já foram documentados, incluindo invasões de mexilhões e marés de algas.

Econômicos e sociais

Muitos países já registraram declínio na pesca por causa do lixo, e o problema afeta o turismo ao depreciar esteticamente as paisagens costeiras e causando potencialmente problemas de saúde (como foi, por exemplo, o caso da grande contaminação de praias do Nordeste brasileiro por placas de pixe, provenientes de despejos de navio(s) petroleiros. Como sabemos, muito do lixo é deixado pelos próprios frequentadores dos litorais. Os impactos econômicos desta poluição ainda não foram estimados com precisão, mas através de estudos pontuais, pode, se projetar a dimensão global dos prejuízos. Por exemplo, a Inglaterra e o País de Gales gastam 30 milhões de dólares anuais na limpeza de suas praias. Em 1998 os detritos marinhos jogados às praias produziram no estado de Nova Jérsei, nos Estados Unidos até 3,6 bilhões de dólares em prejuízos. Nas Ilhas Shetland, danificando equipamentos ou prejudicando os peixes, os detritos marinhos dão prejuízos para a pesca que chegam a mais de 3 milhões de euros anuais. O Japão gasta mais de 4 bilhões de ienes anuais para reparar navios danificados por detritos.

Estão incluídos nos prejuízos também os problemas ligados à saúde pública e à segurança humana. Detritos em praias, são frequentes causa de ferimentos em pessoas; lixo hospitalar pode estar contaminado com doenças, lixo flutuante é uma ameaça a nadadores, mergulhadores e esportistas.

Deve ser considerado que grande parte da população do mundo vive em regiões litorâneas, recebendo impactos diretos da poluição por detritos marinhos. A maioria dos detritos provém das regiões industrializadas, mas como o problema é transnacional, os países pobres sofrem consequências igualmente severas, e de maior impacto proporcional. Também é preciso assinalar que a poluição marinha afeta um ambiente que é fundamental para a sociedade de várias maneiras, sendo uma importantíssima fonte de alimentos e outros benefícios.

Manejo

O problema dos detritos marinhos está ligado ao problema maior do manejo do lixo, reconhecido como um desafio ambiental e sócio-econômico-cultural dos mais relevantes atualmente e considerado prioritário pelo PNUMA. Várias conferências internacionais e acordos já foram estabelecidos para diagnosticar e lidar com o assunto, que, no entanto, está longe de ter uma solução. Na realidade, em vez disso, agrava-se a cada dia, uma vez que os materiais em geral são persistentes,

permanecendo longos períodos no ambiente, os mecanismos humanos de coleta e limpeza são precários e a descarga está aumentando.

Assim como com o lixo em geral, as causas da contaminação marinha são múltiplas e de abordagem difícil. Fundam-se em geral na falta de um amparo jurídico e policial efetivo para normatização e fiscalização; na escassez de recursos financeiros para implementar projetos e leis; e na própria vastidão do problema, que nasce em todos os níveis da sociedade e afeta todas as culturas e ecossistemas. Além de hábitos e tradições arraigadas, mas mal orientadas, de disposição de dejetos, há a falta de entendimento do público em geral a respeito dos resultados de suas ações. Esse é um aspecto muito complexo e de difícil encaminhamento, por esbarrar em lucros e sucessos comerciais e industriais. Esse viés é produzido pelo próprio modelo social dentro do qual vivemos, calcado no crescimento a qualquer preço e no sucesso econômico daí resultante. Uma das vertentes desse descaminho é a pressão econômica sobre a atividade política, resultando numa legislação falha, ambígua ou inexistente (como já discutimos acima em relação aos agrotóxicos); e resultando, mais ainda, em entraves do próprio processo de aplicação de leis e fiscalizações.

Mais do que isso, esses desencaminhamentos sociais são implementados por campanhas publicitárias massivas e totalmente antagônicas a quaisquer tentativas de controle. A televisão, fonte de grande parte da “educação” que a população recebe, quando muito, exhibe algumas campanhas oficiais contra a produção e abandono de lixo; válidas, sem dúvida, mas totalmente insuficientes e inadequadas para um enfrentamento real do problema. Ao mesmo tempo esse público, especialmente os jovens, é bombardeado por propagandas muito bem estruturadas visual- e psicologicamente, estimulando o consumo de supérfluos, produtores de grandes quantidades de resíduos com embalagens de bebidas e comidas; e, mais sutilmente, pelo desencadeamento de “obsolescências programadas” de desprezo do que é “velho” e valorização do “novo”.

A própria ciência ainda está mal preparada para abordar o desafio, pois os estudos já feitos são poucos diante da sua vastidão do problema, e, em geral, são limitados a aspectos locais. A grande maioria enfocou o lixo arremessado nas praias; alguns analisaram a situação dos detritos em mar aberto, e uma pequena minoria se aprofundou no estudo do lixo no leito oceânico; muita pesquisa ainda precisa ser feita.

Praticamente não é abordado o incitamento, pela *propaganda*(*), do consumo de “alimentos” e bebidas supérfluas e até prejudiciais. Como também já comentado no caso da Agricultura Intensiva, onde, “surpreendentemente” quase nada é dito ou publicado sobre os seus efeitos negativos ou perigosos. Evidentemente, estaríamos então “invadindo” as áreas altamente defendidas, dos lucros das grandes corporações. Numa clara evidência de que o nosso modelo social/econômico (voltado exclusivamente para a imediatista e contínua expansão e crescimento econômicos), pouca preocupação tem e pode ter, com a ecologia e o bem estar da população, encarada apenas como “conjunto de consumidores”.

(*) Grande e cada vez melhor estruturado (estética- e emocionalmente) vilão dos tempos modernos; ao mesmo “estilo” do primeiro cavaleiro do Apocalipse.

O PNUMA recomenda, entre outras, as seguintes medidas para minimizar o impacto negativo do detrito marinho, enfatizando sempre que ele transcende fronteiras políticas e que a prevenção é mais efetiva e mais barata do que o combate a um problema já instalado:

- Reforço internacional à legislação vigente sobre o lixo e aos sistemas administrativos e fiscalizadores.
- Estabelecimento de programas de monitoramento.

- Educação do público em larga escala, fazendo-o entender a importância do problema, seu papel nas causas, e ensinando formas de preveni-lo e mitigá-lo, dirigindo-se especialmente ao público que vive no litoral e os turistas.
OBS: sem deixar de chamar a atenção do público, especialmente nos grandes centros urbanos, para a quantidade de detritos que são induzidos a produzir!
- Reestruturação do setor pesqueiro, introduzindo métodos e materiais de pesca menos danosos ao ambiente.
- Incrementar a eficiência e segurança dos sistemas de manejo de lixo dos navios de transporte de carga e passageiros.
- Incentivar a pesquisa e o intercâmbio de informações, a cooperação global, preparando mais pessoal técnico.
- Dedicar mais incentivos e recursos a infraestruturas sanitárias e a programas de redução do lixo e de manejo correto dos resíduos.

OBS: Nota-se das descrições, que grande parte das descrições e análises se baseia em objetos e contaminantes macroscópicos (facilmente atribuíveis a falhas humanas) e muito pouco se discute sobre “micro-contaminações” (micropartículas, substâncias líquidas) muito mais “institucionais” e “empresariais”, conseqüentes à falta de legislação e de controle adequado. Mas aí, a pesquisa estaria novamente se vendo frente a pressões econômicas de manipulação de legislação e aplicação de leis. Infelizmente....

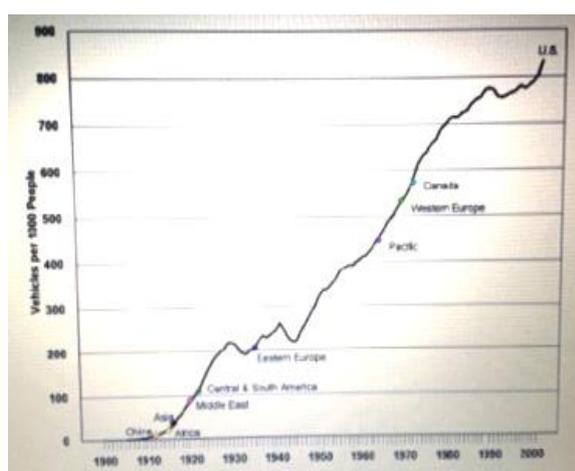
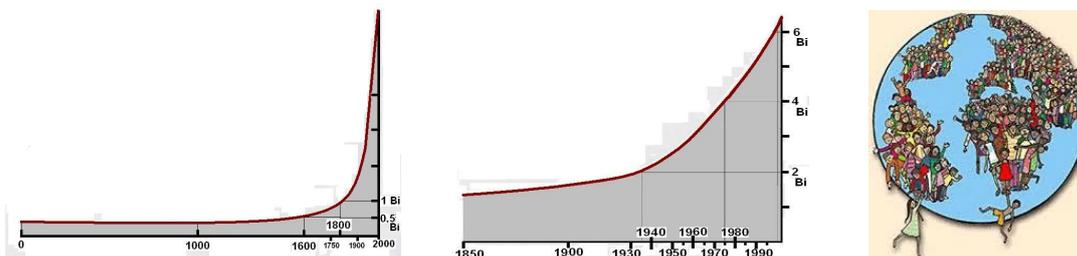
Voltando ao início, passa a ser uma verdade que **“A vida começa e termina no mar”**

OXOXO

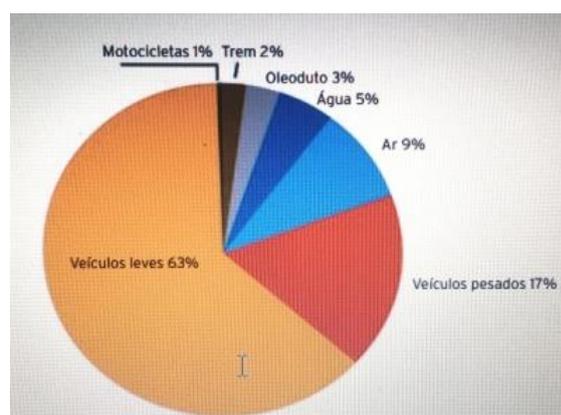
ENERGIA

REQUERIMENTO DE ENERGIA

Dado o exponencial crescimento da população mundial e o modo cada vez mais “dispendioso” de seus hábitos de vida, é óbvia a necessidade de um fornecimento crescente de energia.

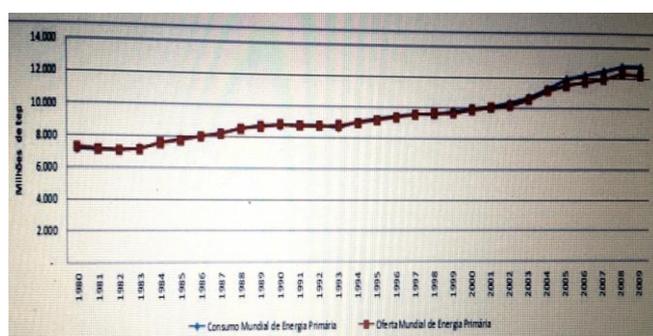


Veículos/pessoa em diferentes países



Consumo por diferentes tipos de transporte (EUA)

Até um certo ponto de nossa história, a crescente demanda de energia veio acompanhando a produção. Nota-se, porém que, a partir de 2004, este pareamento está deixando de existir, sendo seriamente em risco o equilíbrio do meio ambiente.

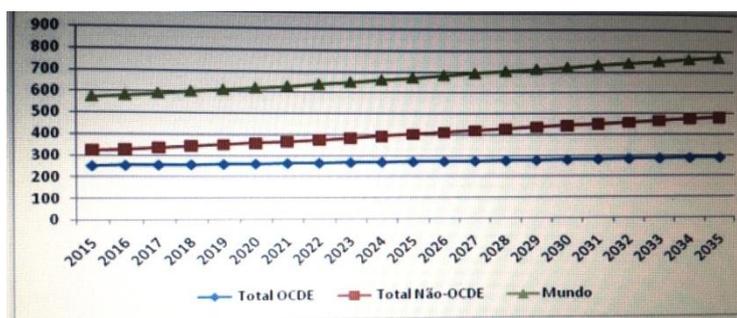


Energia Primária: Oferta (linha vermelha e quadrados) x Consumo (linha azul e losangos) mundial

↑

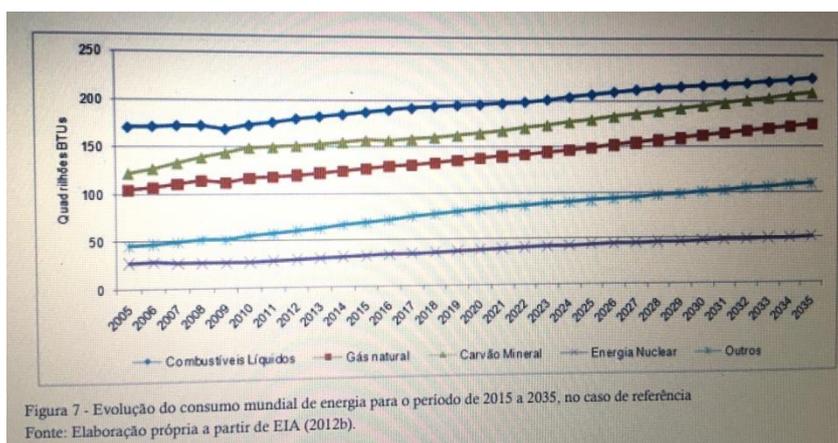
No gráfico abaixo, mostra-se que existe uma grande diferença entre os assim chamados “OCDE- países ricos” (linha vermelha e quadrados) e nos “não OCDE” (linha azul, losangos), no que se refere ao consumo de Energia Primária e o seu aumento (medido e previsto). Nota-se que nos OCDE

deverá ocorrer um aumento do consumo de quase 50% nestes 20 anos, aumento que irá se refletir diretamente na variação do consumo total (linha negra e triângulos). No mesmo espaço de tempo, nos países “não OCDE”, o aumento previsto é de apenas uns 10%, acentuando assim intensamente a diferença entre ambos os grupos



A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) foi criada em 30 de Setembro de 1961, sendo também chamada de "Grupo dos Ricos", porque os 36 países participantes detem juntos mais da metade de toda a riqueza do mundo.

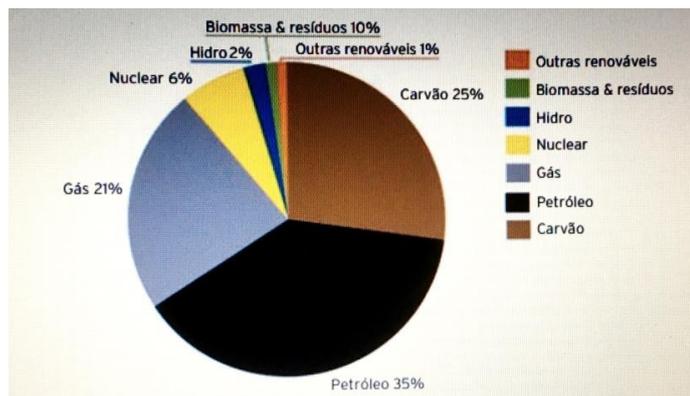
Prevê-se também que este aumento de produção aconteça em todas as grandes áreas de fornecimento de energia: combustíveis (linha azul, losangos), carvão (linha cinza, triângulos), gás natural (linha vermelha, quadrados), nuclear (linha verde, x), e outros (linha inferior). Nota-se, no entanto, que o fornecimento de energia pela combustão de carvão apresentou um aumento de consumo bem mais acentuado entre 2005 e 2010, ao mesmo em que o de combustíveis líquidos teve o comportamento inverso.



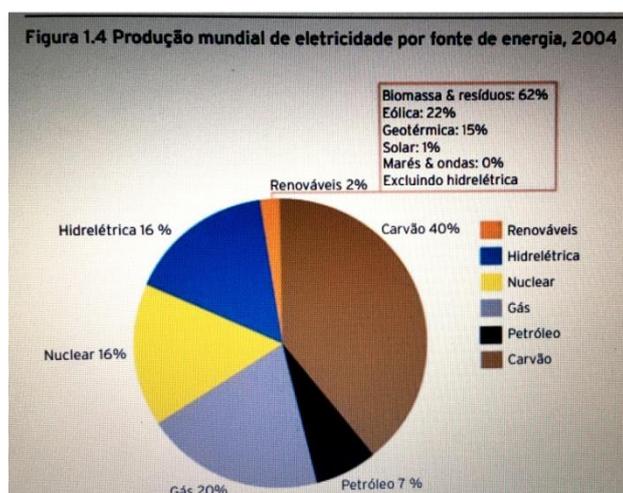
FORNECIMENTO DE ENERGIA

Pela figura abaixo, nota-se que nos EUA, a fonte primária predominante de fornecimento de energia ainda é a combustão de material fóssil líquido (petróleo), sólido (carvão) e gasoso (gás natural), os quais, em conjunto, fornecem mais de 80% do total do consumo. Este fato impõe um desafio enorme ao equilíbrio do meio ambiente, dada a grande produção de CO₂ deles resultante. Um desafio não solucionável, a curto prazo, com a utilização de energia “limpa” hídrica, eólica e outras, as quais, em conjunto não dão conta hoje de mais de 5% do total. Mesmo a substituição desses grandes poluidores por energia nuclear (que hoje também fornece apenas 6% do total), não nos livra de

poluição, só que agora, dos não menos perigosos resíduos radiativos; isso para não falar dos complexos e dispendiosos reatores, cuja construção demanda, ela própria, um considerável gasto de energia.



Um aspecto interessante na utilização da energia primária é a sua transformação em *energia elétrica*, cuja transferência e utilização, uma vez montada uma rede de transmissão, passa a ser muito rápida, pouco onerosa e livre de poluição adicional (resultante do transporte de outras fontes de energia). De fato, esse tipo de fornecimento parece estar em franco desenvolvimento.



Isso, além de sua utilização direta em numerosos tipos de sistemas, tais como iluminação, manutenção de temperatura do ambiente, ativação de equipamentos elétricos e eletrônicos. Um certo fator limitante ainda é constituído pelo seu armazenamento, mas isto é amplamente compensado em termos ambientais, pela possibilidade de utilização de uma fonte de energia primária limpa que é a *hidrelétrica* (que hoje já é responsável pela geração de cerca de 16% da energia total produzida no mundo!

Cabe-nos, no entanto, chamar a atenção para um fato muito complexo e crítico para a própria sobrevivência da humanidade: a do *esgotamento* das fontes primárias de energia.

CRISES NO ABASTECIMENTO DE RECURSOS NATURAIS

Recursos naturais são “estoques de materiais existentes em ambiente natural que são escassos e economicamente úteis”. Ou seja, se forem usados de forma excessiva (e estão sendo) terminarão e teremos (já temos um) problema dos grandes.

Nesses recursos naturais não estão incluídos apenas petróleo, gás natural ou carvão. Alimentos também fazem parte dele assim como a água potável, o bem mais necessário à continuidade da vida de boa parte dos animais, homens principalmente. O responsável por tudo isso é nossa espécie.

O mundo está em crise. O uso excessivo dos recursos do planeta pelos humanos está levando a Terra a uma situação de risco nunca vivenciada antes. Pela primeira vez na história, uma espécie pode ser responsável por uma extinção em massa.

Um índice medido pelo Global Footprint Network, avaliando, de ano a ano, a Sobrecarga da Terra, o ponto máximo de uso de recursos naturais que poderiam ser renovados sem ônus ao meio ambiente, mostra que a Terra atingiu essa data limite em 2019 no dia 29 de julho, três dias antes do que em 2018 – e *mais cedo do que em toda a série histórica, medida desde 1970*.

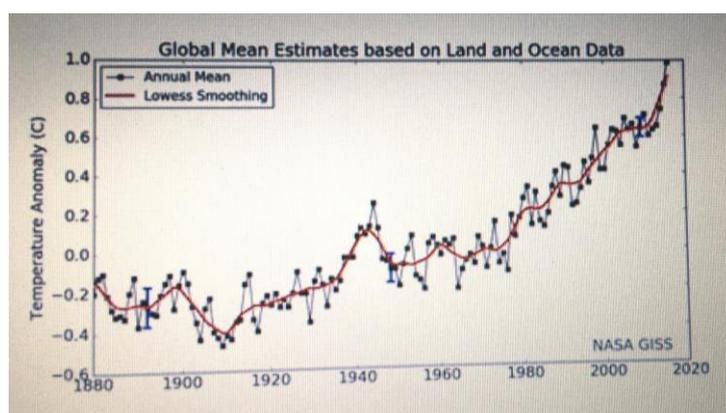
Isso significa que, a partir daquele dia, todos os recursos usados para a sobrevivência da humanidade (água, mineração, extração de petróleo, consumo de animais, plantio de alimentos com esgotamento do solo, entre outros pontos) entraram em uma espécie de "crédito negativo".

Para manter o mesmo padrão de consumo atual, seriam necessários 1,6 planetas Terra.

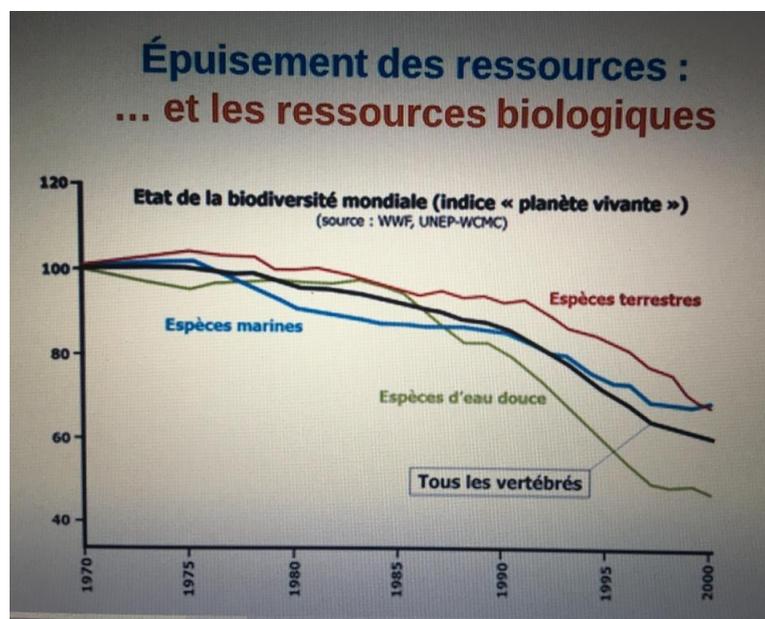


O planeta entrou em déficit de recursos naturais em 1970. Desde então, a humanidade tem consumido mais do que o planeta consegue regenerar. Nos últimos 20 anos, a data-limite tem chegado cada vez mais cedo. "Sublinhar que não podemos usar 1,6 Terras por muito tempo quando só temos uma é simplesmente reconhecer o contexto da existência humana", disse Mathis Wackernagel, fundador da Global Footprint Network.

Enquanto isso as emissões globais de CO2 crescem e atingem a maior alta da história, diz o estudo. E, paralelamente a isso, como já sabemos, a temperatura do globo vem aumentando continuamente.



Estamos caminhando a passos largos na direção da sexta extinção em massa, uma situação na qual 75% das espécies do planeta simplesmente deixarão de existir. É o que já está acontecendo com todas as espécies vivas, seja marinhas, seja de água doce, seja terrestres, cuja biodiversidade está se reduzindo exponencialmente, afetando TODOS os vertebrados.



“Esgotamento de recursos: ...e os recursos biológicos

O abastecimento de água doce do planeta já está comprometido. Como já discutimos no capítulo correspondente, se mantivermos nosso padrão de consumo e de devastação do meio ambiente, o quadro irá se agravar muito rapidamente. Em 2025, dois terços da população do planeta (5,5 bilhões de pessoas) poderão ter dificuldades de acesso à água potável. Em 2050, 75% da humanidade pode estar sendo ameaçada.

Estimativas da FAO mostram que para alimentar a população humana em 2050 – (até lá seremos 9,1 bilhões de pessoas) – a quantidade de alimentos produzidos no planeta deve aumentar em 70%. Atualmente um em cada seis habitantes do planeta passa fome, o que significa quase 1 bilhão de pessoas!

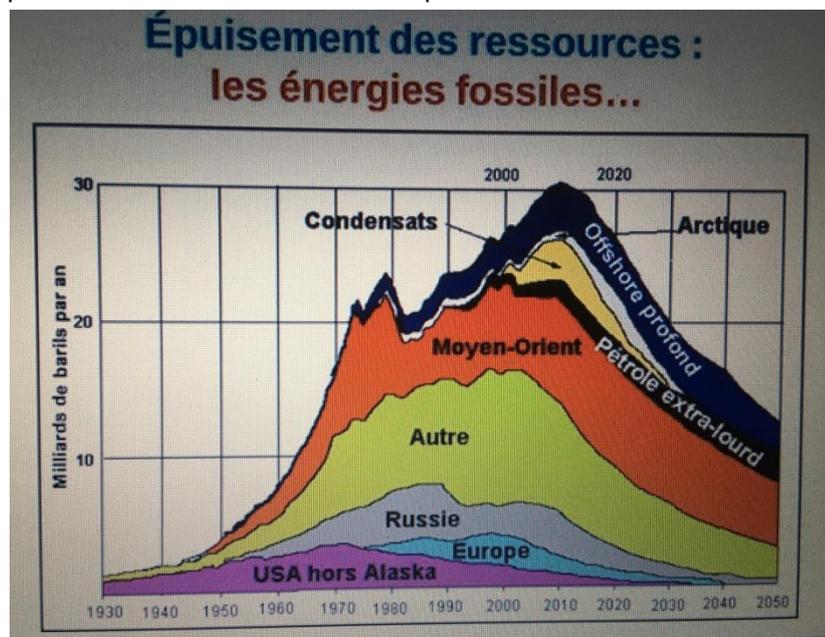
A produção de petróleo deve atingir seu pico por volta de 2035. Depois disso será ladeira abaixo. Ninguém sabe ainda com qual velocidade, mas que vai acontecer, vai! Ou seja: um dia, o mundo terá de viver sem petróleo, o que talvez não seria uma má ideia, mas o problema é que a matriz energética planetária ainda é pesadamente dependente de combustíveis fósseis.

Pos.	País	B.Pet
—	Mundo	1532,0
1	Venezuela	297,7
2	Arábia Saudita	265,9
3	Canadá	173,6
4	Irão	157,3
5	Iraque	143,1

6	 Kuwait	101,5
7	 Emirados Árabes	97,8

Nota-se uma grande concentração das reservas de petróleo em 7 países que detém, cada um, reservas de cerca de 100 bilhões de barris (B.Pet). Todos os demais países, incluindo nisso grandes consumidores como a Rússia, os Estados Unidos e a China são dependentes de crescentes importações desse combustível. Suas reservas são bastante reduzidas: Rússia-60,0; EUA-19,1; China-16,1. Mesmo o Brasil tem reservas comparativamente pequenas: 25.2 B.Pet.

A despeito das reservas mundiais gigantescas e crescentes ao longo da segunda metade do século XX, o seu uso elevado, estará levando ao seu rápido esgotamento a partir de 2010, o que é o prenúncio de uma crise social sem precedentes!



Esgotamento de Recursos: as energias fósseis...

Entre os combustíveis fósseis, o CARVÃO é o que tem reservas espalhadas pelo maior número de países. Atualmente, mais de 100 países, têm em seu solo reservas comprovadas. As maiores estão nos Estados Unidos, Rússia, China, Índia e Austrália. Mas, como todo combustível não renovável, o carvão um dia também terá fim. É o mesmo problema do petróleo: nossa matriz energética ainda depende maciçamente de combustíveis fósseis.

O GÁS NATURAL é mais um combustível fóssil e, portanto vai, um dia, terminar. A previsão é que isso ocorra antes do carvão, daqui a 45,7 anos,

Terras Raras: Um grupo de 17 elementos químicos, dos quais depende, entre outros, a produção de semicondutores, essenciais na construção da maioria de equipamentos eletrônicos e que podem fazer um grande estrago se começarem a faltar. E a possibilidade de isso acontecer é grande: 95% da produção mundial está na mão da China...

O **cobre** é um dos metais mais utilizados pelo homem. Ao contrário de outros materiais não renováveis, o cobre é reciclável. O aumento de seu uso nos últimos anos, porém, tem sido estrondoso e chegará a um patamar em que a capacidade humana de extraí-lo do solo será menor que a demanda por ele.

Enfim, a realidade é essa!

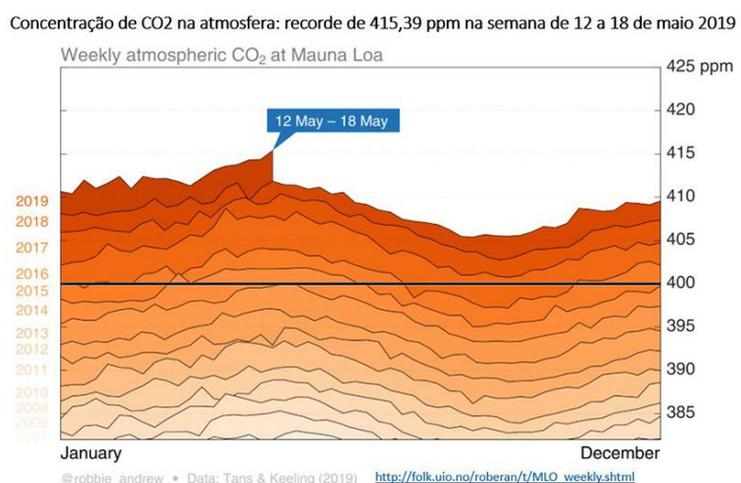
E, para nos deixar ainda mais felizes, incluímos abaixo um texto sobre os novos recordes na produção de CO₂:

Concentração de CO₂ na atmosfera atinge novo recorde em maio de 2019

"O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera contribuiu para o fato dos últimos 6 anos (2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019) terem sido os mais quentes já registrados no Holoceno (2019 deve ser o terceiro ano mais quente já registrado). O nível minimamente seguro de concentração atmosférica de CO₂ é de 350 ppm.

Assim, o mundo teria não só de parar de emitir gases de efeito estufa (GEE) como teria que fazer "emissões negativas", ou seja, sequestrar carbono e fazer uma limpeza da atmosfera.

O gráfico abaixo mostra o aumento ocorrido nos últimos anos e o ritmo da escalada é impressionante. Notar que, devido às variações sazonais, sempre ocorre o pico em maio e o vale em setembro



Concentração de CO₂ na atmosfera.

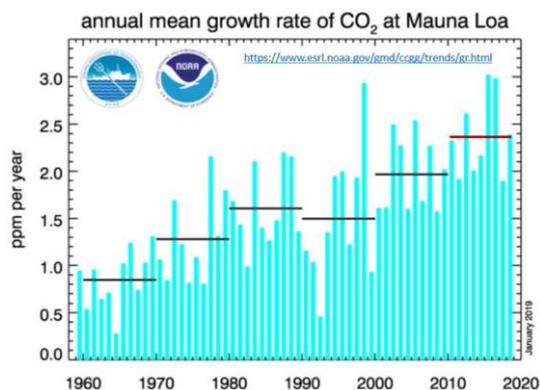
A concentração máxima de CO₂ que estava em 404 ppm em maio de 2015, saltou para 407,7 ppm em maio de 2016, atingiu 409,7 em maio de 2017, alcançou 411,2 ppm em maio de 2018 e o novo recorde foi atingido em maio de 2019 com 414,7 ppm.

A variação de maio a maio, no último ano, foi de 3,5 ppm, um recorde preocupante e que se agrava ao longo do tempo.

O limiar de 400 ppm foi atingido em maio de 2013 e o de 2016 foi o primeiro a ultrapassar a marca de 400 ppm em todos os meses.

Na média anual, 2014 ficou com 398,7 ppm, 2015 com 400,83 ppm, 2016 com 404,2 ppm, 2017 com 406,6 ppm e 2018 com 408,5 ppm.

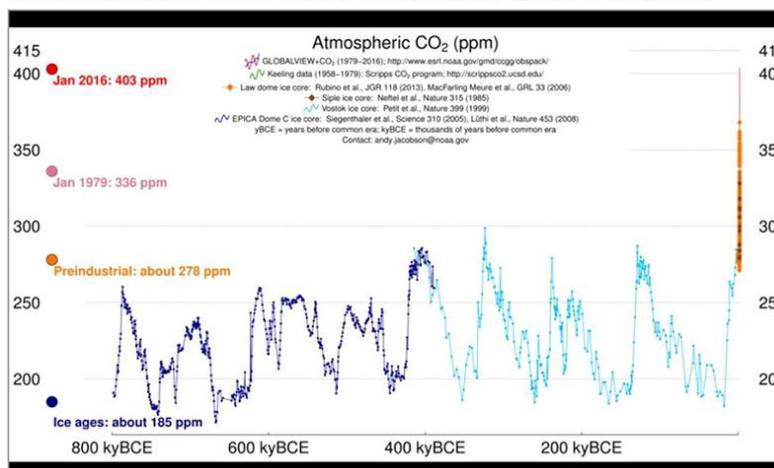
Embora o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera não apresente uma tendência monotônica, a subida acontece de forma consistente ao longo das décadas.. Portanto, a despeito das variações sazonais, o efeito estufa continua aumentando em ritmo mais acelerado do que nas décadas anteriores.



Crescimento dos valores anuais (barras) e médios (linhas horizontais)

Nos 800 mil anos antes da Revolução Industrial e Energética a concentração de CO₂ estava abaixo de 280 ppm, conforme mostra o gráfico abaixo da NOAA. As medições *com base no estudo do gelo*, mostram que em 1860 a concentração atingiu 290 ppm. Em 1900 estava em 295 ppm. Chegou a 300 ppm em 1920 e atingiu 310 ppm em 1950. Com base nos dados do laboratório de Mauna Loa, constata-se que a concentração de CO₂ na atmosfera, na média mensal, mantém o ritmo acelerado no século XXI, mesmo após a assinatura do Acordo de Paris.

History of atmospheric carbon dioxide from 800,000 years ago until January, 2016.



Histórico da concentração de CO₂ na atmosfera. Notar, **em vermelho** os valores recentes dessa concentração

O dramático é que o efeito estufa está se agravando. O artigo de Gavin L. Foster e colegas, publicado na Nature Communications (04/04/2016) mostra que o mundo caminha para um Aquecimento Global sem precedentes em milhões de anos. Os atuais níveis de dióxido de carbono são inéditos na história humana e estão no caminho certo para subir às alturas. Se as emissões de carbono continuarem em sua trajetória atual, a atmosfera poderia atingir um estado não visto em 50 milhões de anos. Naquela época, as temperaturas eram até 10° C mais quentes e nos oceanos eram dramaticamente mais altos do que hoje.

O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera contribuiu para o fato dos últimos 6 anos (2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019) terem sido os mais quentes já registrados no Holoceno (2019 deve ser o terceiro ano mais quente já registrado). Como já sabemos, o nível minimamente seguro de sua concentração atmosférica é de 350 ppm! Assim, o mundo não só teria de parar de emitir gases de efeito estufa (GEE) como teria que fazer “emissões negativas”, ou seja, teria que sequestrar carbono e fazer uma limpeza da atmosfera. Superar a era dos combustíveis fósseis e fazer uma mudança da matriz energética seria um passo fundamental.

Mas a lentidão da redução da queima de energia fóssil poderia, ainda assim, levar o mundo ao caos climático. Além disto, as demais atividades humanas também emitem gases de Efeito Estufa. Por exemplo, a pecuária é grande emissora de gás metano que é pelo menos 21 vezes mais poluente do que o CO₂. E uma grande ameaça que se agrava com o processo de degelo é a “bomba de metano” que existe no permafrost.

Portanto, o mundo está num beco sem saída.

Quanto mais avança o crescimento econômico e o desenvolvimento das atividades humanas mais acontecem as emissões de GEE. Os benefícios do desenvolvimento são colhidos hoje pela humanidade, mas os prejuízos para a biodiversidade estão aumentando de forma exponencial e os custos humanos serão pagos pelas novas gerações. As crianças e os jovens de hoje vão pagar um alto preço nas próximas décadas se a concentração de CO₂ não voltar para o nível de 350 ppm. *SE??*

Isto quer dizer que, a despeito das boas intenções do Acordo de Paris, assinado em 2015, e das Conferências das Partes (COPs), as emissões globais estão aumentando e os compromissos dos países estão sendo insuficientes para atingir os objetivos acordados na capital francesa. Está cada vez mais difícil alcançar a trajetória de decrescimento das emissões de GEE. *Obs: isso sem levar em conta a recente decisão de Trump de retirar os EUA do acordo e o resultado lastimável da COP-21 a qual não chegou a nenhum acordo para ratificar o Acordo de Paris!!!*

Greta Thunberg – a ativista sueca de 16 anos que ajudou a inspirar a explosão mundial de mobilizações climáticas para jovens – argumenta que o sucesso ou fracasso do movimento climático global pode ser só determinado por uma medida: a redução da curva de emissão de GEE: “As pessoas sempre dizem a mim e aos outros milhões de estudantes grevistas que devemos nos orgulhar pelo que conseguimos. Mas a única coisa que precisamos olhar é a curva de emissões. E me desculpem, mas ainda está aumentando. Essa curva é a única coisa que devemos olhar” (Johnson, 05/06/2019).

A CRISE ENERGÉTICA E A SUA DEPENDÊNCIA DO MODELO SOCIAL /ECONÔMICO QUE NOS REGE
O desenho animado “There’s no tomorrow”(*) aborda de maneira hilariante mas muito precisa a questão do caos energético que inevitavelmente nos aguarda. Abaixo, uma síntese das suas legendas.

HUMAN EXTINCTION BY 2030 – There is no tomorrow

V=FCEOfZV10aU ou V=Ag66nE1fipc 29 dez 2014 (34:51)

Extrato da Tradução (com alguns comentários e adaptações) do desenho animado “didático” sobre esgotamento de reservas energéticas do planeta frente ao modelo cultural de crescimento contínuo exponencial.



O *Cretáceo tardio* foi um tempo de grande aquecimento e os dinossauros ainda estavam presentes, vivendo as suas vidas, seguros do seu lugar no topo da cadeia alimentar. Sem atenção para as transformações que ocorriam ao seu redor. Os continentes estavam se separando abrindo grandes fendas na superfície terrestre, as quais foram se enchendo de água, tornando-se oceanos.

Algas se reproduziam livremente

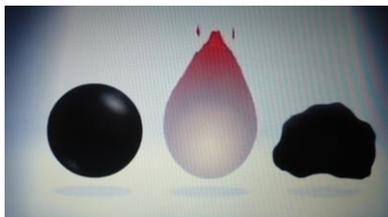


Envenenando a água, elas morriam caindo aos trilhões no fundo dos mares. Rios levavam sedimentos para estes mares até que o material orgânico remanescente das algas ficou soterrado



À medida em que a pressão sobre elas ia aumentando, assim também a temperatura ia subindo, até que uma reação química transformou o material orgânico em combustíveis fósseis de hidrocarboneto, petróleo e gás natural.

Um processo semelhante também ocorreu em terra firme produzindo carvão.

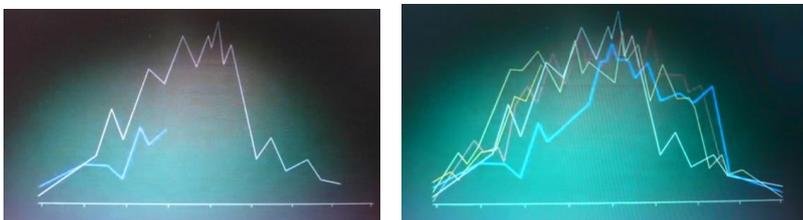


A natureza levou cerca de 5 milhões de anos para criar os combustíveis fósseis que o mundo consome em um ano! O modo de vida moderno é dependente desta luz solar fossilizada, embora um surpreendente número de pessoas não se dê conta disso.

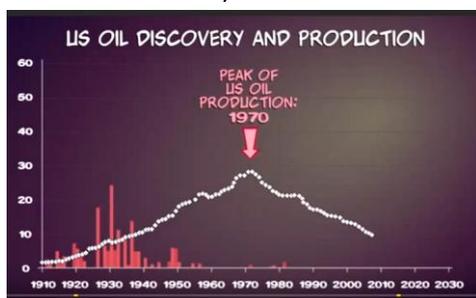
Desde 1860 os geólogos já descobriram mais de dois trilhões de barris de petróleo. Mas, desde então, mundo já usou cerca de metade desse tanto. O primeiro grande depósito de petróleo nos EUA foi Spindletop, descoberto em 1900. Muitos outros seguiram. No início esses depósitos eram encontrados facilmente e o petróleo, de ótima qualidade, mais superficial, era fácil de ser extraído.

Os EUA produziram mais petróleo do que qualquer outro país, possibilitando-lhe tornar-se uma superpotência.

Uma vez que um poço de petróleo comece a ser bombeado, é apenas uma questão de tempo até ele entrar em declínio de produção. Poços individuais tem diferentes padrões de produção, embora com o mesmo comportamento geral.



Na década de 50, o geofísico M. King Hubbart (1903-1989) fez uma previsão de que a produção de gasolina dos EUA iria atingir um pico cerca de 40 anos após o pico das descobertas de poços nos EUA. Poucos acreditaram nele, mas em 1970 a produção americana de petróleo atingiu realmente um pico, entrando, a seguir num declínio permanente (que irá atingir zero, previsivelmente em 2030!)

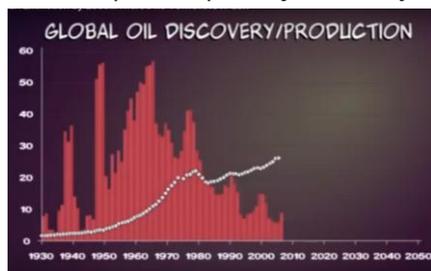


A partir desse ponto, os EUA tornaram-se crescentemente dependentes de petróleo importado.

Apesar do uso de tecnologias mais e mais avançadas, a descoberta de novos campos de petróleo nos EUA e a sua produção tem decrescido contínua e inevitavelmente. Descobertas mais recentes como a de Anwar no Alaska e mesmo o campo de Jack-3 no Golfo do México, forneceriam petróleo por apenas alguns meses de consumo doméstico. Mesmo sendo grande, nenhum campo conseguiria satisfazer as necessidades energéticas dos EUA.

Evidências já estavam surgindo em 2010 de que a produção mundial de petróleo está atingindo um pico ou está próxima a isso (lembrando da defasagem de 40 anos entre o pico das

descobertas e o pico da produção como já ocorreu na produção dos EUA)



De fato, a descoberta mundial de novos poços de petróleo atingiu um pico na década de 60 (em torno de 1965). Nos anos subsequentes o declínio da descoberta de novos campos vem sendo contínua, devendo pela curva do gráfico, chegar a zero em torno de 2020. Por outro lado, se o pico de produção ocorrer realmente 40 anos após o pico de descobertas, ele está chegando, prevendo-se então daqui por diante um declínio, com esgotamento da produção mundial de petróleo em torno do ano 2050.

Das 65 nações com maior produção de petróleo, 54 já chegaram ao seu pico de produção e várias das outras deverão atingi-lo brevemente. Para fazer frente ao declínio de produção que então ocorrerá, o mundo necessitará do equivalente a uma nova Saudi Arábia a cada 3 anos!

Na década de 60, o equivalente a seis barris(*) de petróleo era descoberto para cada um que era usado. Quatro décadas depois, o mundo consome entre três e seis barris para cada um que é descoberto. (*)1 Barril (de petróleo nos EUA) = 158.99 litros

Uma vez atingido o pico da produção de petróleo, a sua demanda ultrapassará o seu suprimento o que levará a uma crescente crise econômica com ampla flutuação do preço, não só da gasolina, mas de todos os derivados do petróleo. Lembrando que as cidades modernas são intensamente dependentes de petróleo (e seus derivados).

Não apenas uma enorme quantidade de tipos de bens de consumo, mas também produtos essenciais como o asfalto das estradas, o isolamento e condicionamento térmico de casas estão decisivamente baseadas em derivados do petróleo.

E isto para não falar do consumo de gasolina sem a qual todo o sistema de transportes no país (e no mundo) entrará em colapso. O espraiamento dos subúrbios, impinge às pessoas longas viagens entre o lar, o trabalho, a escola e as lojas. Muitas das cidades modernas já foram planejadas com áreas residenciais e comerciais bem distanciadas.

A presente economia global, depende de um crescimento sem fim, exigindo assim um crescente fornecimento de energia barata. Nós somos tão dependentes de petróleo e outros combustíveis fósseis que, mesmo uma pequena quebra no seu suprimento tenderá a criar efeitos de longo alcance em todos os aspectos de nossa vida.

Alguns combustíveis contem mais energia do que outros. Isto é a chamada “densidade energética”. Destes combustíveis o petróleo é o mais significativo.

O mundo consome 30 bilhões de barris de petróleo por ano, equivalendo ao volume de uma milha cúbica de petróleo. Tal quantidade contem o mesmo tanto de energia do que 52 usinas nucleares trabalhando pelos próximos 50 anos. (ou 2.600 reatores trabalhando por um ano).

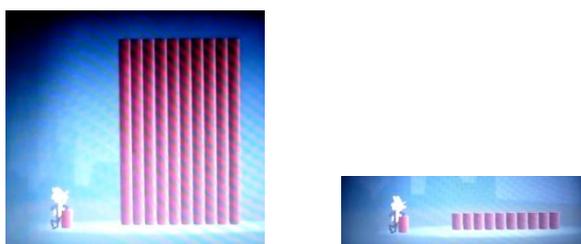
Embora o petróleo seja responsável pela geração de apenas 1.6% da eletricidade dos EUA, ele fornece a energia para 96% de todos os transportes. E em 2008, 3/4 do petróleo utilizado

nos EUA foi importado. Principalmente do Canadá, México, Saudi-Arábia, Venezuela, Nigéria e Angola



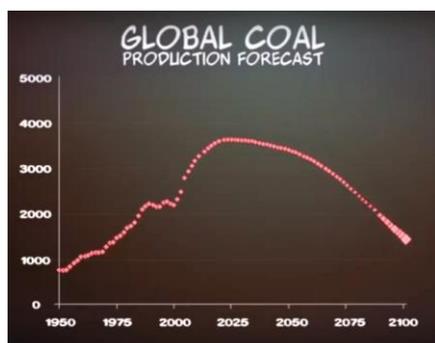
Muitos fatores tornam o petróleo especial como fonte energética: sua densidade energética é alta (um barril contém a energia equivalente a quase 3 anos de trabalho humano), ele é líquido em temperatura ambiente, é fácil de transportar e é utilizável em sistemas pequenos.

Para adquirir energia é preciso usar energia. Petróleo original é um bom exemplo: ele era fácil de extrair (o petróleo de melhor qualidade é bombeado primeiro); gastava-se o equivalente a um barril para achar e extrair 100 barris. À medida em que o petróleo fácil de encontrar foi se esgotando, a exploração teve que se transferir para águas profundas ou países distantes, gastando com isso crescentes quantidades de energia). Muitas vezes o petróleo encontrado atualmente é de baixa qualidade. A relação entre gasto e retorno baixou para 9/1!



É possível *converter uma forma de energia em outra*. Mas cada vez que você faz isso, um tanto da energia contida no combustível original é perdida. Há, por exemplo, um tipo de petróleo não convencional que pode ser extraído de areia betuminosa (“tar sand”) ou de um tipo especial de rocha (“shale”). Areia betuminosa é encontrada principalmente no Canadá enquanto “shale” ocorre principalmente nos EUA. De ambos pode se obter, por destilação petróleo sintético. No entanto esta transformação exige grande quantidade de calor e de água limpa, reduzindo assim a relação para 1.5/1

Carvão era bastante abundante e ainda gera cerca da metade da eletricidade do planeta. O mundo utiliza quase duas milhas cúbicas de carvão por ano.. A suposição de que “os EUA tem carvão para centenas de anos” é uma ilusão, pois não leva em consideração nem o *crescente consumo*, e nem a *redução gradativa da qualidade*, à medida em que o melhor carvão foi o primeiro a ser encontrado, explorado e gasto. Assim sendo a produção mundial de carvão pode atingir um pico antes de 2040.



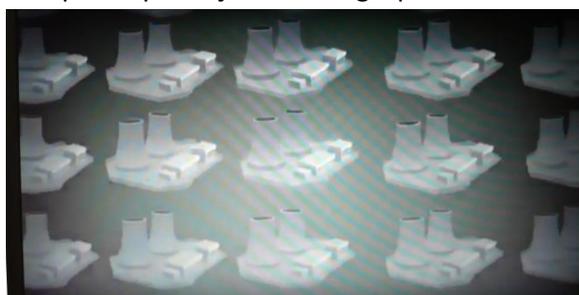
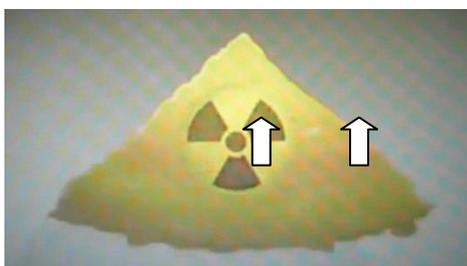
Muito do melhor carvão (antracito) já foi usado, deixando apenas aquele de menor qualidade que tem menor densidade energética. As questões de produção surgem, à medida em que os depósitos de carvão mais superficiais vão se esgotando e as minas vão tendo que explorar profundidades maiores ou serem deslocadas para locais de mais difícil acesso. Muitas empresas tem utilizado a destrutiva técnica da remoção dos topos de montanhas para atingirem os depósitos de carvão, causando assim grandes danos ambientais.

Gás natural muitas vezes é encontrado conjuntamente com petróleo e carvão. A descoberta de gás natural nos EUA atingiu um pico próximo a 1960 e a produção atingiu, aparentemente o seu pico em torno de 1980; pode-se disso prever a evolução da “produção” deste combustível...

Avanços tecnológicos recentes tornaram possível a obtenção de gás natural não convencional, como por exemplo a de “*shale gas*”, o que poderia amenizar o decréscimo de produção nos próximos anos. Mas a utilização de gás não convencional é questionável, uma vez que seu *gasto de produção é elevado* e assim, apenas a sua *venda a preço elevado é factível*.

Mesmo com a utilização de gás não convencional, a produção deste combustível tenderá a atingir um pico, agora em torno de 2030, com subsequente declínio.

Ainda existem amplas reservas de urânio para a produção de energia por fissão nuclear.



Mas, para fornecer os 10 terawatts de energia que o mundo atualmente gera a partir de combustíveis fósseis, seriam necessárias 10.000 usinas nucleares. E neste nível de produção e consumo, as reservas conhecidas de urânio durariam por apenas 10 ou 20 anos. Isso sem falar do sério risco ambiental representado pelo “lixo atômico” resultante...

Experimentos com reatores de Plutônio na França e no Japão foram um dispendioso fracasso. Fusão nuclear também enfrenta enormes obstáculos técnicos.

Há então as **Energias Renováveis**. Cada qual com suas limitações

Energia eólica (vento) tem uma relação entre produção e gasto elevada, mas é intermitente.

Energia hídrica (barragens com turbinas) é confiável, mas a maioria dos rios maiores no

Primeiro Mundo já tem barragens.

Energia Geotérmica convencional (calor das regiões mais internas do globo; num encanamento duplo, água fria é bombeada para baixo por um deles, retornando quente pelo outro; a energia térmica adquirida é então aproveitada). O MIT, prevê que, já em 2050 este processo poderia estar gerando até 10% da eletricidade dos EUA.

Energia das ondas, captada por turbinas colocadas perpendicularmente à direção predominante das ondas. Além do sistema, obviamente, se limitar às regiões costeiras, e variar amplamente de potência dependendo da intensidade das ondas, envolve ainda o custeio do transporte da eletricidade assim gerada e do desgaste do sistema, pelo efeito corrosivo da salinidade.

Biocombustíveis (gerados pela transformação física e/ou química de certas plantas ou de partes delas). Dentre estas a queima de madeira, apesar de sua baixa densidade energética, ainda é a mais utilizada. O mundo consome cerca de 3.7 milhas cúbicas de madeira por ano. É evidente que, dado o crescimento lento das árvores, este volume de gasto corresponde, em grande parte ao desmatamento de regiões florestais virgens, tornando o processo, além de seu evidente distúrbio ecológico severo, insustentável a médio ou longo prazo. A produção de biodiesel ou de etanol como combustíveis, teria a vantagem de poder ser realizado a partir de plantações. Mas envolve, além de uma rentabilidade baixa (agricultura mecanizada e material de baixa densidade energética), a utilização de grandes áreas de terra de plantio que deixariam de ser destinadas à produção de alimentos, sendo assim pouco viável em países de elevada densidade populacional ou reduzida área de plantio disponível. Isso sem falar da resultante contaminação da bacia hídrica dessas regiões por pesticidas e fertilizantes de grande intensidade e efeito tóxico utilizadas nesse tipo de plantação, não destinada à alimentação. E, finalmente, resta (?) a questão filosófica da utilização (e desgaste) de um solo fértil para a produção de substâncias a serem queimadas, gerando poluição!

Hidrogênio Precisa ser extraído de gás natural, carvão ou água, o que, com base nas tecnologias disponíveis, consome mais energia do que aquela fornecida pelo hidrogênio, tornando seu uso como combustível bastante improvável.

Painéis solares fotovoltaicos O seu *rendimento é reduzido*. Todos os painéis fotovoltaicos do mundo geram o mesmo tanto de energia do que duas usinas movidas a carvão. Para então darmos conta das necessidades mundiais de eletricidade, precisaríamos ter uma área de 140.000 milhas quadradas de painéis, lembrando que até 2007 nós tínhamos apenas umas 4 milhas. A própria confecção dos painéis é dispendiosa. Para a confecção de um simples painel gasta-se o equivalente a umas 3 toneladas de carvão...

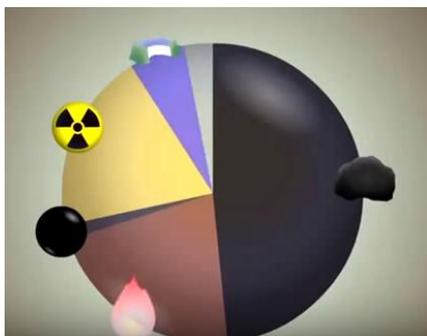
Painéis solares concentrados e painéis solares térmicos. Estes sim tem um grande potencial, embora até o momento haja em operação apenas umas poucas usinas usando essas fontes. Mas lembrando, ainda assim, que este processo é aplicável apenas em regiões de farta insolação e de que haveria um grande gasto adicional de energia para transmitir a eletricidade às demais regiões.

É preciso, finalmente ter em mente que todas essas alternativas dependem de maquinário que usa petróleo como combustível e dependem de materiais como o plástico, derivados do petróleo. Assim, ao avaliarmos a potencial descoberta de fantásticos novos combustíveis devemos sempre nos perguntar: qual a sua densidade energética? Pode ele ser bem armazenado e/ou facilmente distribuído? A sua fonte é confiável e perene ou é intermitente? Pode se pensá-lo a nível nacional? Há desafios de engenharia a serem resolvidos? Qual a sua relação de gasto com produção? Quais serão os seus impactos ambientais?

Convém levar em consideração ainda, que grandes números nem sempre representam grandes

significados. Assim, por exemplo, *1 bilhão de barris de petróleo, cobriria a demanda mundial por apenas 12 dias...*

Assim, a transição de combustíveis fósseis para outras fontes energéticas seria um desafio monumental. Embora em 2007 apenas 1.6% da eletricidade nos EUA estivesse sendo gerada usando petróleo, 48.5% dela ainda era gerada a carvão e 21.6% gerada com gás natural. Além disso, 19.4% provinha de usinas nucleares, 5.8% de usinas hidroelétricas e apenas 2.5% das demais fontes



Será então possível substituir um sistema baseado em combustíveis fósseis por um conjunto de fontes alternativas? Haveria certamente a necessidade de grandes desenvolvimentos tecnológicos além de um desejo político e de cooperação; enormes investimentos e acordos internacionais, além de empresas competentes e confiáveis para gerenciar e executar o processo.

Ainda que tudo isso fosse atingido, restariam perguntas cruciais:

- *poderia ser mantido o presente modo de vida?*
- *Como seriam absorvidos os necessários recuos nas diversas áreas industriais e agrícolas; as perdas de lucros e a instabilidade no sistema bancário?*
- *Como seriam absorvidos/tolerados os reveses com os montantes já investidos na exploração dos sistemas atuais de energias fósseis?*
- *Teria o governo a autoridade e o poder de criar a legislação necessária, mas certamente contrária aos interesses imediatos das classes dominantes??*

Com a descoberta da máquina a vapor (James Watt – 1781) e a utilização de carvão e petróleo como combustíveis, dando assim início à “Era Industrial”, a humanidade teve um crescimento sem precedentes de sua economia. Embora as razões de crescimento nem parecessem tão grandes o seu efeito cumulativo foi enorme. Sabemos que mesmo a uma razão de apenas 1% ao ano uma economia duplicará a cada 70 anos. A 2% ela duplicará a cada 35!

Como a nossa presente economia cresce em média a 3% ela tenderá a duplicar a cada 23 anos! E, como já vimos, com CADA duplicação a necessidade de energia e de recursos excederá a soma de TODOS os aumentos precedentes !

O nosso sistema financeiro está embasado na pressuposição de um crescimento econômico contínuo, o qual requer um suprimento continuamente crescente de energia.

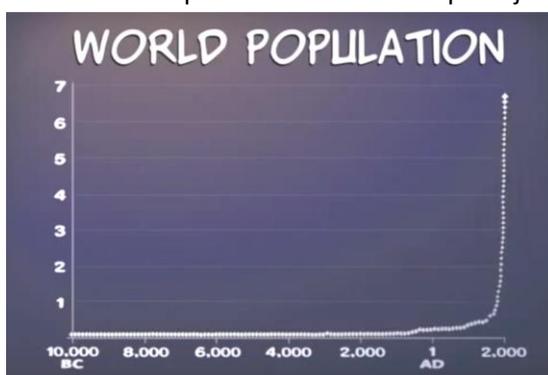
Os bancos emprestam dinheiro que eles não tem e que, assim, de fato, estão “criando”.
Os credores usam este recém-criado dinheiro de empréstimo (proveniente dos juros de outros empréstimos já quitados) para fazer crescer os seus próprios negócios e devolvem o empréstimo ao banco acrescido dos juros. Para tanto, obviamente, este crescimento precisa ter acontecido, o

que mantém o círculo vicioso em movimento...

Devido a esta criação de dinheiro formado a partir dos juros dos empréstimos, a maior parte do dinheiro no mundo é *virtual* e representa *débitos a serem devolvidos e juros sobre estes débitos ainda a serem pagos*. Na ausência de um crescente volume de empréstimos/juros e assim, de um contínuo crescimento da economia, **TODO O SISTEMA ECONÔMICO MUNDIAL ENTRARÁ EM COLAPSO**. Perversamente, ou o sistema expande, ou morre.

Parcialmente em função deste sistema de débitos, o crescimento da economia tem sido espetacular, tanto em termos GDP, represamento de rios (produção de usinas hidroelétricas), uso de água, consumo de fertilizantes, população urbana, consumo de papel, número de veículos motorizados, número de telefones e turismo, etc.

Mas, como já sabemos, igualmente cresceu a população mundial. Particularmente, após o início da Era Industrial, ela já atingiu os 7 bilhões de pessoas (partindo de um volume de menos de 1 bilhão, no qual se manteve ao longo de toda a Antiquidade e Idade Média). Mantida a atual taxa de crescimento, tenderia a atingir os 9 bilhões ao redor de 2050. Um processo de desenvolvimento certamente “pouco saudável” e de planejamento e controle quase impossível!



E esta expansão econômica e populacional já resultou numa série de alterações ambientais complexas e perigosas. Elevações dos níveis de óxido nitroso (N₂O) e de metano; depleção de ozônio, aumento da frequência de grandes inundações, danos aos ecossistemas costeiros, perda de florestas tropicais, aumentos em áreas “domesticadas”, extinção de espécies. Além do amplamente conhecido e alarmente aumento da concentração de CO₂.

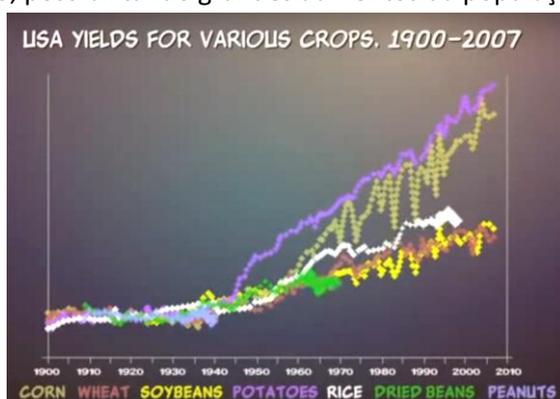
Alem de energia, a civilização moderna requer muitos outros recursos essenciais, dentre os quais: água fresca, solo de plantio, alimento, e muitos tipos de minerais e metais. E, conforme nos ilustra o modelo abaixo, é preciso ter em mente que o crescimento de um sistema estará sempre limitado pelo recurso mais escasso!



Convém lembrar que presentemente já estamos utilizando cerca de 40% da capacidade de fotossíntese do planeta e que, mesmo com algum grande avanço tecnológico, dificilmente ultrapassaremos os 80%. E podemos estar certos de que esta limitação acabará repercutindo seriamente sobre a nossa capacidade de produção de alimento (e a sua distribuição equitativa!!).

Maldosamente, algum dia, um adolescente brasileiro culto poderá criar o slogan híbrido "Without food, we are fooded"...

O suprimento global de alimento depende pesadamente de combustíveis fósseis. Antes da Primeira Guerra Mundial TODA a agricultura era orgânica. Porém, seguindo a invenção de fertilizantes e pesticidas derivados do petróleo, ocorreram aumentos massivos da produção de alimento, possibilitando grandes aumentos da população mundial

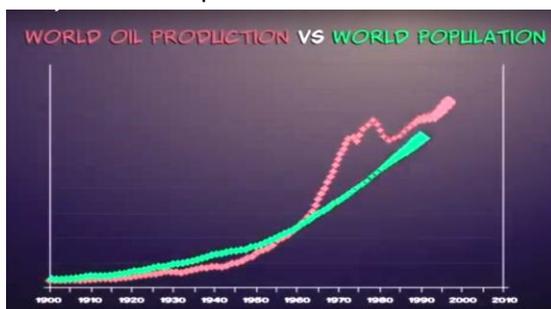


Notar que o aumento efetivo da produção de grãos, ocorreu APÓS a II Guerra Mundial

Na realidade, pode-se dizer que com o uso de fertilizantes artificiais a Terra alimentou muito mais pessoas do que seria possível apenas com a agricultura orgânica. E isto envolve um sério risco!

Combustíveis fósseis são necessários na produção e no fornecimento de alimentos e também para os equipamentos agrícolas, para o transporte, a refrigeração, o empacotamento em plástico e para o cozimento.

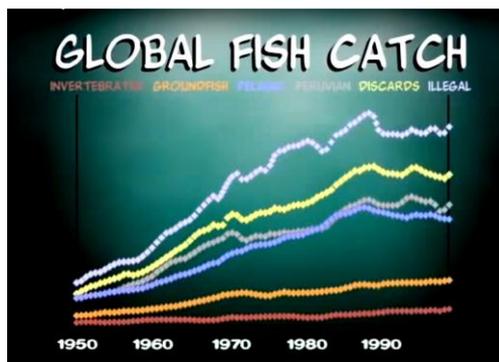
Cerca de 7 calorias de combustíveis fósseis são gastos para produzir 1 caloria de alimento. Pode-se dizer que a *agricultura moderna usa a terra para transformar combustíveis fósseis em alimento e alimento em pessoas*. E o que acontecerá quando esta começar a se esgotar? Continuará a ocorrer o paralelismo entre ambos?



Além da redução da disponibilidade de combustíveis fósseis, há diversas outras ameaças ao presente sistema de obtenção de alimento. Assim, até os aperfeiçoamentos tecnológicos e os subsídios oferecidos para este setor da economia podem ter resultados adversos. É o que se evidencia em relação à pesca.

O volume das pescas em águas costeiras veio aumentando até atingir um pico no final da década

de 80.



Nessas áreas, particularmente nos estuários dos rios, o envenenamento das águas por *fertilizantes baseados em petróleo* criou amplas áreas mortas. Em função dessa situação a pesca profissional teve que se deslocar para água cada vez mais distantes da costa e mais profundas. Com estas transformações calcula-se que a população global de peixes entre em colapso ao redor de 2048.

Mesmo em relação ao solo firme, numerosas e perigosas transformações estão ocorrendo. Chuva ácida vinda das cidades e indústrias remove do solo nutrientes vitais como potássio, cálcio e magnésio.

Outra ameaça à produção é a falta de água. Muitas fazendas irrigam intensamente as suas plantações usando água bombeadas de aquíferos subterrâneos e aumentando assim substancialmente a sua produção. *Tais aquíferos levaram milhares de anos para se encherem, mas são esvaziados com o bombeamento em algumas décadas (do mesmo modo que os poços de petróleo...).*

O monumental aquífero de Ogallala (assim como a maioria dos aquíferos do mundo, como já vimos), já reduziu tanto o seu volume que muitos fazendeiros já tiveram que abandonar a “agricultura irrigada” para voltar à bem menos produtiva “agricultura de terra seca”. Adicionalmente, a própria irrigação intensiva pode acabar levando à salinização do solo, isto é, ao acúmulo de sal no solo, uma das maiores causas de desertificação. Uma outra ameaça da agricultura mecanizada, que quase não ocorria na produção orgânica é a gradativa perda do solo mais superficial e produtivo. Em algumas áreas, metade desse solo, quando comparado a épocas mais antigas, já se perdeu. Há 200 anos havia cerca de 6 pés de solo de plantio nas pradarias dos EUA, do qual, atualmente, metade já se perdeu. Mas o problema mais sério da contínua irrigação é o estímulo ao crescimento de fungos como o “ug99”, cuja proliferação, segundo agrônomos confiáveis, *tem o potencial de destruir até 80% da safra mundial de grãos*, causando assim uma crise nutricional mundial sem precedentes!

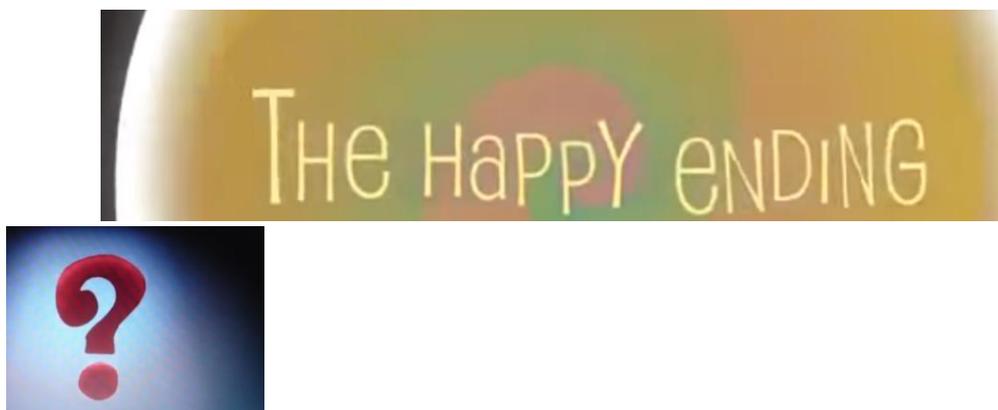
Até tentativas de amenizar a crise na produção de combustíveis fósseis, pode contribuir para esta crise de alimentação. Assim, obviamente, o incentivo à utilização de biocombustíveis, implicará em que uma parte substancial de terras férteis deixe de ser dedicada à produção de alimentos. E isto ainda é agravado pelo previsível envenenamento do solo nessas plantações de biocombustíveis, dado o uso intensivo de fertilizantes e pesticidas radicais.

E os desafios criados por todos esses fatores ainda se acentuam, se levarmos em consideração o contínuo e intenso crescimento da população mundial; crescimento esse que já vem sendo induzido “artificialmente”, tanto pelo desenvolvimento e aplicação de tecnologia modernas quanto pelas pressões do próprio sistema econômico no sentido de um contínuo e intenso crescimento da economia. E isto sem nenhuma avaliação crítica das possíveis consequências desse modelo cultural sócio-econômico. Aliás, se alguma avaliação vem sendo feita

é a de como fazer para manter a população acrítica e ativamente vinculada a essa caminhada competitiva em busca do poder. É o perverso papel da **propaganda!**

É óbvia também a crescente divergência entre o *encontro* de energia (que, na realidade, como já vimos, em grande parte já atingiu o seu pico, tendendo daqui para diante até a diminuir) e a sua crescente *demanda*, fruto, não apenas, do vertiginoso aumento populacional que continua ocorrendo, mas também do próprio modelo econômico que ainda nos rege.

Assim sendo, queiramos ou não, a grande crise não será evitada se não conseguirmos, até 2050, ver duplicada a nossa produção de alimento. (Ou, em palavras mais realistas: a grande crise NÃO será evitada!...)



A globalização, por um lado, se adéqua bem aos conceitos da “especialização”, criados e implantados na Era Industrial como forma de aumentar a produtividade. Mas, por outro, impõe uma grande pressão sobre as reservas de combustíveis, pelo aumento das distâncias impostas aos transportes.

Alem disso acaba criando complexas dependências de outros países, como já vem ocorrendo com aqueles do Oriente Médio e da América Latina, produtores de petróleo. Mais recentemente, surgiu uma dependência especial da China, onde, na Mongólia se localizam as únicas minas de *metais raros*, essenciais na produção de semicondutores utilizados na circuitaria da maioria dos equipamentos eletrônicos. Note que estas dependências acabam criando complexos problemas diplomáticos ou até estratégico/militares.

O que pode então ser feito em relação a estes problemas, particularmente aos de consumo intenso de energia? Muitos acreditam que a crise pode ser prevenida, seja através de Conservação, Tecnologias Inovadoras, “Crescimento Inteligente”, Reciclagem, Substituição de Fontes de Energia (trocando os combustíveis fósseis por energias renováveis), e/ou pela Criação de Leis restringindo ou direcionando os gastos energéticos.

O vídeo nos mostra claramente que todos esses procedimentos, se fossem exequíveis, certamente seriam interessantes, embora levassem apenas à REDUÇÃO do elevadíssimo consumo, e portanto não impedindo, mas apenas postergando o esgotamento das reservas de combustíveis e a crise global resultante.

A real implantação de todas essas medidas e o real caminho no sentido de conseguirmos efetivamente evitar (se é que ainda é possível) a gigantesca crise em direção à qual estamos celeremente nos encaminhando, dependeria fundamentalmente de uma radical mudança do modelo cultural, embasado no crescimento contínuo, que ainda nos rege. Mas sabemos da enorme dificuldade de mudarmos o presente Modelo, de vez que a sua manutenção é essencial

para que o poderosíssimo Sistema Financeiro, baseado em “lucros presumíveis”, se mantenha funcionando.

Mas podemos presumir que a resistência não viria apenas da “elite controladora” (detentora do Poder Monetário e, conseqüentemente do Poder Político e até Policial/Militar). Viria, certamente, também do próprio povo, doutrinado desde a infância num modo de vida racional-competitivo, modo de vida esse que busca o “bem estar” artificial promovido pelos meios de comunicação e de propaganda; ou, mais idealmente, a própria “ascensão social”, dos indivíduos, tendo como alvo a sua inclusão nas “classes dominantes”.

Assim sendo e olhando de frente, corajosamente, para a crise que está “logo ali” (particularmente se levarmos em consideração que qualquer transformação intensa iria requerer um longo período de transição de, no mínimo, 20 anos, colocando-nos assim, desde já, no interior da Crise), poderíamos, sem perder o bom humor, dizer que nós temos à nossa frente duas opções de Extinção Global diametralmente opostas: a de nos acabarmos pelo impacto e conseqüências do Aquecimento Global; e a de nos acabarmos pela falta de combustível a ser queimado.

Mas há ainda um caminho alternativo, “intelectualmente mais elevado”: o de nos acabarmos pela falta dos preciosos metais das Terras Raras da Mongólia.



Este caminho nos oferece ainda a chique “customização”, escolhendo um agente causal que nos é mais apropriado e simpático:

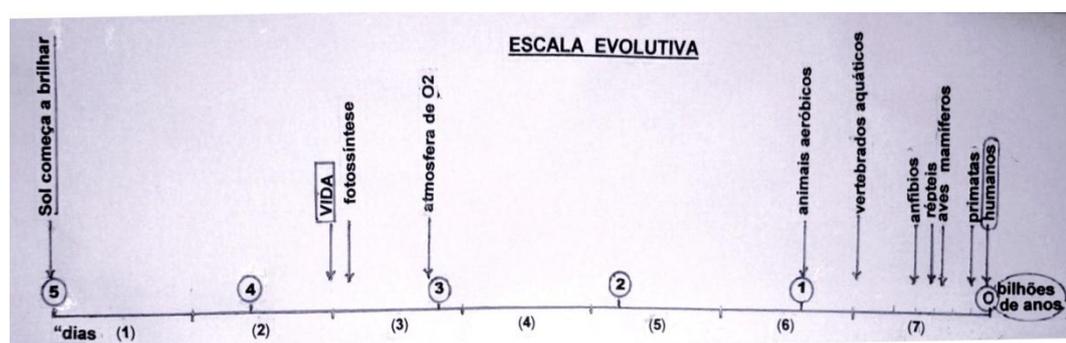
Para os mais sisudos, o **Cerium** ; para os festeiros, o **Praseodymium**; para os mais moderninhos, o **Neodymium**; os Bons Samaritanos, ficarão felizes com o **Samarium**; para os políticos, o **Promethium** (mas não Cumprum), e, quando são cobrados, o **Dysprosium**; mas sabem muito bem onde guardar os seus valores (no **Europium**); e temem aquele, para o qual não há segredos, o **Holmium** (tambem conhecido pela alcunha de Sherlockium); e há todo aquele conjunto de “iums” de uso ainda a ser identificado, tais como o **Terbium**, o seu irmão caçula **Erbium**, e o mais velho **Yterbium**; e há os apaixonados La e Lu (**Lanthanum** e **Lutetium**); em todo caso, não há como negar o último degrau da escala “evolutiva” o Extintium,(que acaba de ser confirmado...).

EVOLUÇÃO

Visão Geral

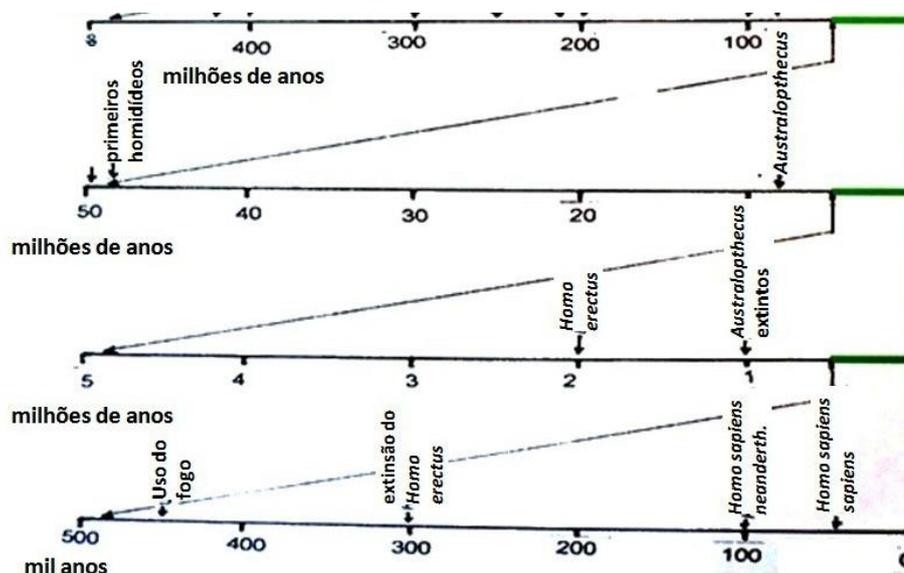
Durante toda a Antigüidade e Idade Média o pensamento corrente era o do *Criacionismo*, cuja visão central era a de um processo súbito desencadeado por Deus no qual TUDO, astros e estrelas, a Terra, os seres vivos e inclusive o Homem foram criados. E este último já foi criado em sua versão atual, feito “à imagem e semelhança do Criador”. Esses pensamentos eram defendidos, literalmente, “a ferro e fogo” pela Inquisição, braço armado da todo-poderosa Igreja.

Em época mais recente, entre os séculos XVII e XVIII, biólogos, geólogos e antropólogos, começaram a coletar evidências cada vez mais fortes e surpreendentes de uma realidade radicalmente diferente: *sequencial*, mas muito espalhada no tempo, ao menos nas suas etapas iniciais. Nesta nova visão, como já sabemos, percebeu-se que, embora a vida fosse um processo muito antigo, o seu desenvolvimento ocorreu lentamente, como se vê abaixo.

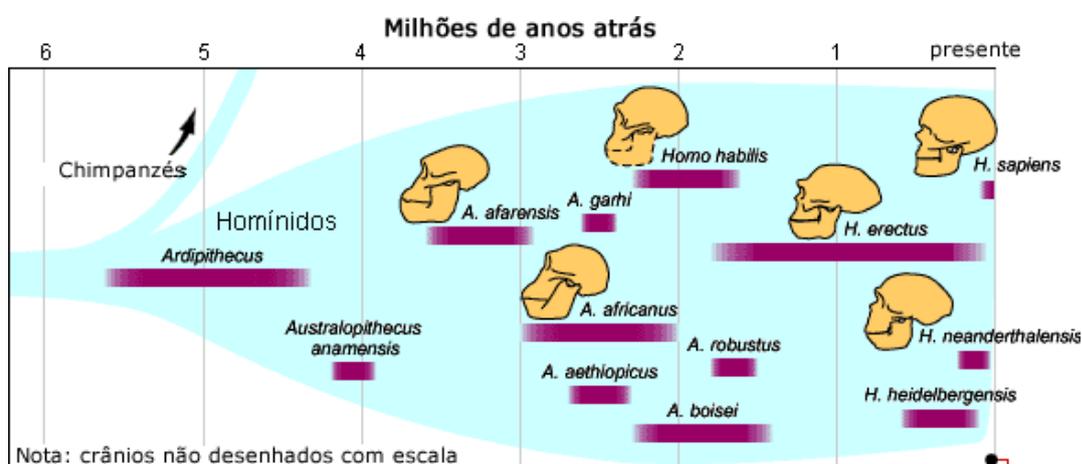


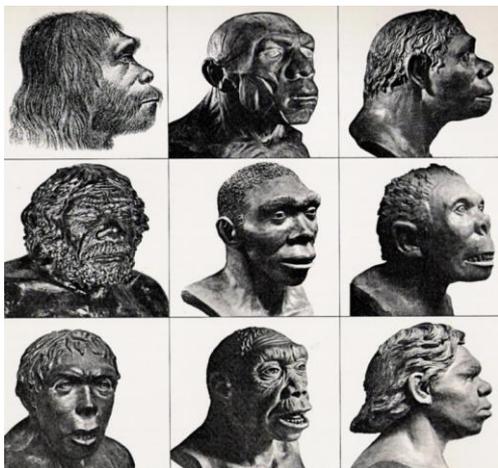
Assim, como já vimos: se numa representação simplificada imaginarmos os cinco bilhões de anos de existência do Sol, numa escala dos sete dias da semana, vemos que a vida só surgiu no final do 2º dia; e mesmo aí (ao longo de todo o primeiro bilhão e meio de anos), a atmosfera ainda não continha oxigênio; era composta, basicamente, de gás carbônico, metano e hidrogênio. Ocorreu então a grande inovação evolutiva, a *fotossíntese*: plantas adquiriram a capacidade utilizar a energia solar para desmembrar as moléculas de CO₂, aproveitando delas o carbono para construir o seu corpo e liberando o oxigênio. Começou assim a se formar, gradativamente, a atmosfera como nós a conhecemos. O caráter “gradativo” dessa alteração fica evidente quando notamos que animais *aeróbicos* (que respiram oxigênio) só surgiram no início do bilhão de anos mais recente (meio do “6º dia”). Todos ainda eram *invertebrados aquáticos*. Animais *Vertebrados* só se fizeram presentes no início do último “dia”. E a vida, com parte do tempo em terra firme (os *anfíbios*) só existe a partir do último “meio dia”. Répteis, aves e mamíferos foram então surgindo em rápida sequência. E só então, já no apagar das luzes, finalmente surgiram os primatas e, como parte deles, os humanos. Somos, até aqui, a última cuspidinha da Evolução.

Numa representação mais expandida desta fase mais recente (dos últimos 500 milhões de anos – a metade do “último dia” da representação) é mostrada abaixo .



O que se vê é que, mesmo numa representação mais e mais expandida, nós somos realmente um elo insignificante do ponto de vista do processo evolutivo. Mesmo nos 50 milhões de anos do surgimento dos primeiros *homínidos*, os nossos ancestrais mais diretos, os *Australopithecíneos* só surgiram há uns 8 milhões de anos. Ainda muito primitivos quando comparados às espécies do gênero *Homo* (que surgiram há 2 milhões de anos). Eles “ocuparam” o planeta durante quase todos esses 8 milhões de anos! E conviveram com o *Homo erectus* durante todo um milhão de anos. Esta espécie, aparentemente muito mais eficaz no domínio da natureza (aprenderam a utilizar o fogo e criaram muitos utensílios mais e mais elaborados) só se manteve durante 1.7 milhões de anos. Hominídeos do gênero que se auto-denomina “*sapiens*” só existem há 100 mil anos e nós mesmos (os “*duplamente sapiens*”) há metade desse tempo! E, ainda assim, convivendo parte desse tempo (e intercruzando, como mostram os estudos genéticos bem recentes) com os nossos “primos” *Neanderthais*.



Representações prováveis de *Homo nanderthalensis*

Isso, além dos aspectos evolutivos nos ilustra dois fatos: o primeiro é que o bom gosto na atração erótica não é uma característica evidente dos “duplo sapiens”. E o segundo é que se houve uma tentativa de nos criar à sua imagem e semelhança”, o Criador também teve uma certa dificuldade...

Dois pontos essenciais precisam ser assinalados: o primeiro é que, dado o caráter antropocêntrico da apresentação, poderíamos ter a impressão de que foi só nas etapas “finais” do estudo que surgiram a maioria das espécies; e que nos primeiros dois bilhões e meio antes do surgimento dos animais aeróbicos, praticamente não havia uma diversidade de grupos de animais. No entanto, como se vê na coleção de esqueletos calcáreos fósseis de invertebrados marinhos, a diversidade era o caráter predominante da vida mesmo naquela época remota.



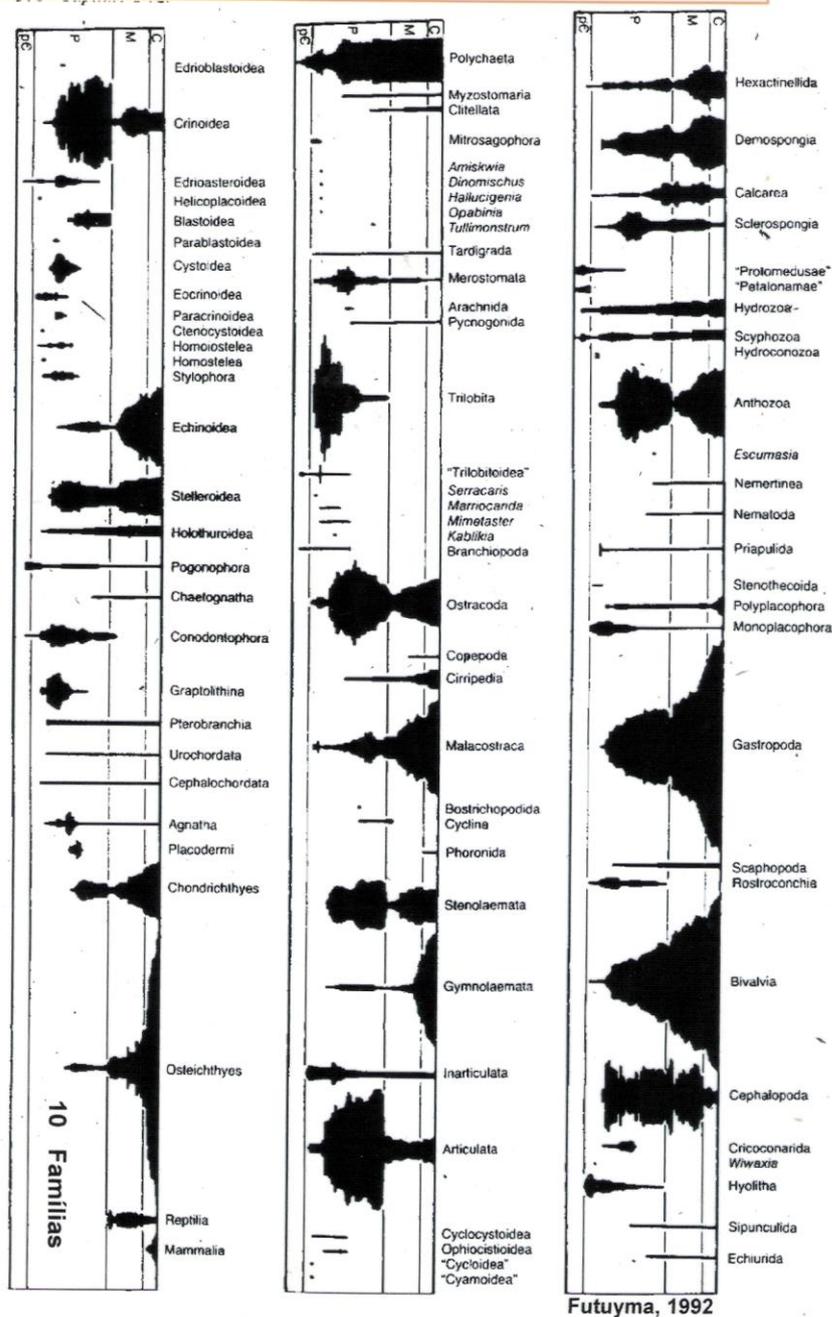
A representação abaixo nos mostra também uma segunda característica adicional importante da diversidade zoológica. Mas, para tanto, é interessante nos familiarizarmos primeiro com a classificação dos períodos geológicos:

PC: Pré-Cambriano; P: Paleozóico; M: Mesozóico; C: Cenozóico.

CMB: Cambriano; ORD: Ordoviciano; SIL: Siluriano; DEV: Devoniano; CAR: Carniano; PER: Permeano; TRI: Triássico; JUR: Jurássico; CRT: Cretássico; PAL: Paleogeno; N: Neogeno



EVOLUÇÃO da DIVERSIDADE ZOOLOGICA



PC =Pré-Cambriano P=Paleozóico M=Mesozóico C=Cenozóico

Mesmo sem entrar em detalhes, é evidente que a amplitude dos diferentes grupos é extremamente variável e diversificada. Há, muitos grupos que se mantiveram reduzidos, mas presentes em quase todas as Eras. Outros que oscilaram entre fases de grande expansão e de retração. Há grupos como os Trilobitas que, embora bastante vitais durante boa parte do Paleozóico, quase subitamente se extinguiram. E há finalmente, alguns grupos como, nos Invertebrados, as conchas (Bivalvos) e os caramujos (Gastropodas) e, nos Vertebrados, os Peixes

Ósseos (Osteícties) que estão em plena expansão nas épocas mais recentes.

Adicionalmente, essa representação nos mostra que as oscilações de vitalidade não são casuais. Há determinados momentos da evolução em que subitamente ocorrem reduções marcantes em inúmeros grupos. São as Extinções Globais, das quais houve ao menos cinco e está se iniciando uma Sexta (ver descrições abaixo). Destas, como se vê com clareza no gráfico, a mais dramática, até aqui, é aquela que marca o fim do período Paleozóico e início do Mesozóico (Tambem chamada "Extinção Permiana" ou "Grande Extinção")

Extinção do Ordoviciano (444Ma) - ocorrida no fim do Ordoviciano, vitimou sobretudo trilobites, braquiópodes, crinoides e equinoides; provavelmente resultante de uma erupção de raios gama que atingiu a Terra, fazendo a atmosfera alterar-se, deixando passar os raios UV, e provocando uma era glacial;

Extinção do Devoniano superior (360 Ma) - na Devoniano superior / Carbonífero inferior, evento gradual que vitimou cerca de 70% da vida marinha, sobretudo corais e estromatoporóides. Os placodermos desapareceram neste evento.

Extinção Permiana (251 Ma) - a maior de todas as extinções em massa, que fez desaparecer cerca de 96% dos gêneros marinhos e 50% das famílias existentes; desaparecimento quase total das trilobites.^[1] No entanto, algumas destas, como é o caso do límulo, conhecido também por "caranguejo-ferradura" se preservaram.

Extinção do Triássico-Jurássico (200 Ma).Cerca de 20% de todas as famílias marinhas e de arcossauros (com exceção dos dinossauros) foram extintas, o mesmo ocorreu com os grandes anfíbios da época.

Extinção K-Pg* (65,5 Ma) - mais conhecida pelo desaparecimento dos dinossauros. Acredita-se ter destruído 60% da vida na Terra. (*) Entre os períodos Cretense e Paleogeno

Extinção do Holoceno - é o nome dado ao atual evento de extinções de plantas e animais perpetrado pelo ser humano. Esta extinção se distingue das demais por estar ocorrendo em função de uma ação direta da civilização humana e não por eventos biogeoquímicos ou cósmicos (como no caso da queda de um asteroide comocausa da extinção K-Pg).

A validade deste evento como uma extinção em massa é debatido pela comunidade científica, sendo concluído por alguns que tal evento, apesar de chamar a atenção do ser humano, não possui magnitude suficiente para ser comparado as outros 5 grandes eventos de extinções em massa. No entanto, não há mais qualquer dúvida de que estamos entrando em uma extinção em massa que ameaça a existência da humanidade. Os biólogos usaram as estimativas altamente conservadoras para provar que as espécies estão desaparecendo mais rápido do que em qualquer outra época.

Um outro aspecto muito importante, pelo que já se vê nas fotos abaixo é que essas múltiplas espécies não surgiram e desapareceram em sequência e nem viveram separadas umas das outras. Bem ao contrário. Esses seres, ainda hoje, muitas vezes, vivem em grandes aglomerados, com um elevado número de espécies vivendo no mesmo local, uns se alimentando dos outros.



Corais (são animais)



Colônia de celenterados marinhos de vida livre. Poríferos marinhos, vivem presos a rochas

Isto ocorre, ao que sabemos hoje, nas chamadas “Cadeias Alimentares”, numa sucessão de tamanhos e eficiências de caça, indo gradativamente dos menores e indefesos aos maiores e mais



poderosos.

A harmonia desta sucessão alimentar depende, obviamente, como já sabemos, da existência de uma ampla *biodiversidade*. Por vezes, o desaparecimento de um simples “degrau” numa cadeia assim, pode interromper todo o processo de sobrevivência do grupo, particularmente das espécies mais no topo da cadeia. Vale também lembrar a ampla diversidade de espécies

particularmente nos primeiros degraus da cadeia, muitas das quais vivem ignoradas por nós nas águas marítimas mais profundas, e cujo desaparecimento nem notamos (exceto quando cadeias alimentares baseadas neles “subitamente” se interrompem).



Mesmo no grande grupo dos hominídeos esta aparente sucessão linear de sub-grupos, é um viés antropocêntrico (dando a impressão da existência isolada e destacada do *Homo sapiens*). De fato, mesmo que hoje, a nossa espécie seja a única de hominídeos presente, a existência simultânea de espécies dentro desse grupo é antes a regra do que a exceção.

E até a representação separada de cada uma das espécies como no gráfico acima, pode constituir um viés. Particularmente, no que diz respeito à nossa espécie, segundo já sabemos hoje de análises recentes de material genético que se tornaram possíveis, mostraram uma certa semelhança entre o e *Homo sapiens* e o *neanderthalensis*, sugerindo um intercruzamento entre ambas as espécies!

Tendências e Rotas evolutivas

Duas questões básicas para o entendimento do processo evolutivo são:

- 1- Por que uma dada espécie se extingue (e outras tantas não) ?
- 2- De onde e por que surge uma dada espécie e não outra(s)?

Para tentar responder a primeira dessas perguntas, vale à pena pensarmos que a evolução dos diversos grupos não é aleatória, mas sim, orientada até certo ponto por “Rotas Evolutivas”, aspectos morfológicos e funcionais que cada grupo “escolhe” num determinado ponto de sua evolução e que passa então a diferenciá-lo dos demais, “para o bem ou para o mal”. Essa “rota”, uma vez escolhida tende a acentuar cada vez mais a sua característica básica, ultrapassando então os limites mais gerais do grupo e atingindo diferentes espécies mais ou menos acentuadamente.

Podemos assim, pensar em características bem gerais. Por exemplo, é óbvio que já nas épocas mais iniciais do processo de vida, assim que uma atmosfera aeróbica se tornou disponível, houve o surgimento de seres *aeróbicos*, ao contrário de outros que permaneceram *anaeróbicos*, como muitas bactérias. A diferenciação entre esses dois grupos é tão intensa, a ponto de o oxigênio, ser essencial para a manutenção da vida nos aeróbicos como nós, mas altamente tóxica para os anaeróbicos. Veja, por exemplo, o tratamento de infecções por bactérias anaeróbicas, com água oxigenada (H₂O₂).

Outras características básicas, como o tipo de alimentação, diferenciam no mínimo três grupos: os basicamente carnívoros, os herbívoros e os mistos. É óbvio que uma vez definida uma dessas rotas, todo o organismo desses seres assim como seus padrões comportamentais passam cada

vez mais a se diferenciar dos outros. É evidente assim, que herbívoros, alimentando-se de vegetais, disponíveis maior quantidade, e que podem servir de fonte alimentar para grandes bandos, irão assim privilegiar comportamentos de vida em grupo e processos reprodutivos intensos; ao contrário de carnívoros cujo alimento, embora rico e de mais fácil digestão, é mais escasso, socialmente tendem mais a ser solitários ou viver em pequenos grupos e a ter reproduções bem mais esparsas.

Rotas evolutivas não são processos únicos, mas vem muitas vezes associadas a outras rotas, mais gerais ou mais restritas. Por exemplo, a evolução de vertebrados em direção à vida terrestre, vindo de peixes, para anfíbios, para répteis e para aves ou mamíferos. Essa rota por sua vez, leva à diferenciação do processo reprodutivo, indo da simples liberação de ovos em grande quantidade na água, como em peixes e anfíbios, à proteção cada vez mais intensa e eficiente de um número pequeno de ovos nos répteis e maiores nas aves, ao processo restrito de gestação intra-uterina, seguida de alimentação mamária nos mamíferos.

Vale lembrar que, embora raras, as rotas evolutivas podem também se modificar ou até “retroceder”, como acontece, por exemplo nos mamíferos “aquáticos”, nos quais se percebe uma gradativa adaptação mais e mais “completa” a esse “novo” ambiente, indo de simples “excursões aquáticas” (geralmente em busca de alimento), como por exemplo nas lontras e leões marinhos, que também ainda mantém membros posteriores formando patas diferenciadas; a grupos que já permanecem o tempo todo na água mas ainda precisando retornar à superfície para respirar, como as focas onde os membros posteriores ou inclusive os anteriores já se modificaram formando nadadeiras; a outros, finalmente, como os cetáceos, baleias e cachalotes que já sofreram adaptações anatômicas até de seu sistema respiratório, com um orifício de respiração no dorso da cabeça que lhes permite respirar sem ter que emergir.

Um outro exemplo de uma tal mudança de rota evolutiva, a partir dos répteis, vertebrados terrestres (que possuem quatro patas para apoio e impulsão no solo), foi a diferenciação de duas rotas evolutivas: uma em direção aos mamíferos; que mantiveram, inicialmente, a condição de quadrúpedes terrestres, e uma outra e muito intensa, adaptação morfológica e comportamental: a do voo nas aves. O referencial de espaço teve que se transformar de bidimensional (no solo horizontal) a tridimensional (no ar); No caso da transição de um grupo de mamíferos, os quirópteros (morcegos), em direção a esse novo referencial tridimensional, houve a diferenciação morfológica intensa dos membros anteriores, e, particularmente das “mãos” formando asas, acrescido ainda da possibilidade de um voo noturno e do reconhecimento de objetos e presas no escuro, com o desenvolvimento da eco-localização).

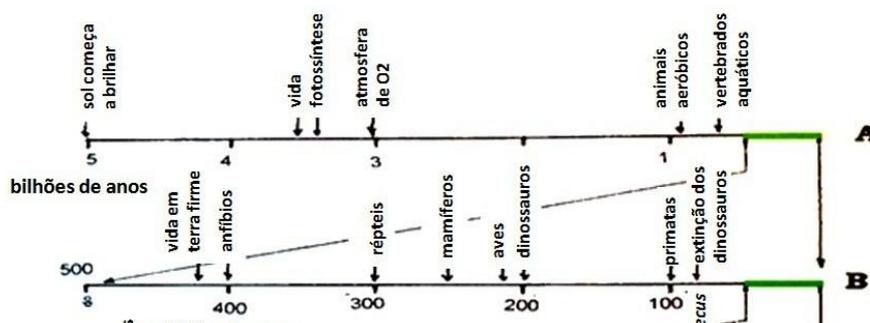
Até aqui descrevemos situações em que cada rota evolutiva trouxe apenas benefícios a longo prazo. Mas, nem sempre o processo evolutivo é tão sábio. Diversas vezes na história evolutiva do planeta, houve situações em que uma determinada rota, embora trazendo, inicialmente, reais vantagens adaptativas, terminou trazendo sérias dificuldades, até à sobrevivência de todo um grupo.

Um bom exemplo disso foi o que ocorreu com os dinossauros, os quais tomaram como rota evolutiva, o aumento de tamanho e massa corpóreas.



BOM APETITE!

Este rumo, evidentemente, trouxe grandes vantagens por um longo tempo da história, tornando os dinossauros menos vulneráveis à predação e, reciprocamente, mais eficientes na obtenção de alimento. Seja na condição de carnívoros (onde o aumento de tamanho e potência veio associado a um aumento do poder lesivo de dentes e garras); seja na condição de herbívoros (onde o aumento de massa muscular tornou-os mais protegidos de ataques e, em muitos deles o aumento de altura, principalmente pelo alongamento do seu pescoço, deu-lhes acesso a um novo espaço). É falsa a noção convencional de sua grande inadequação adaptativa, na medida em que esse conjunto de répteis, além de sofrerem um gradativo e intenso desenvolvimento de suas características morfológicas, foi também acompanhado do surgimento de um crescente número de espécies. Mais evidente ainda foi o enorme tempo da existência desse grupo no planeta (cerca de 120 milhões de anos!)

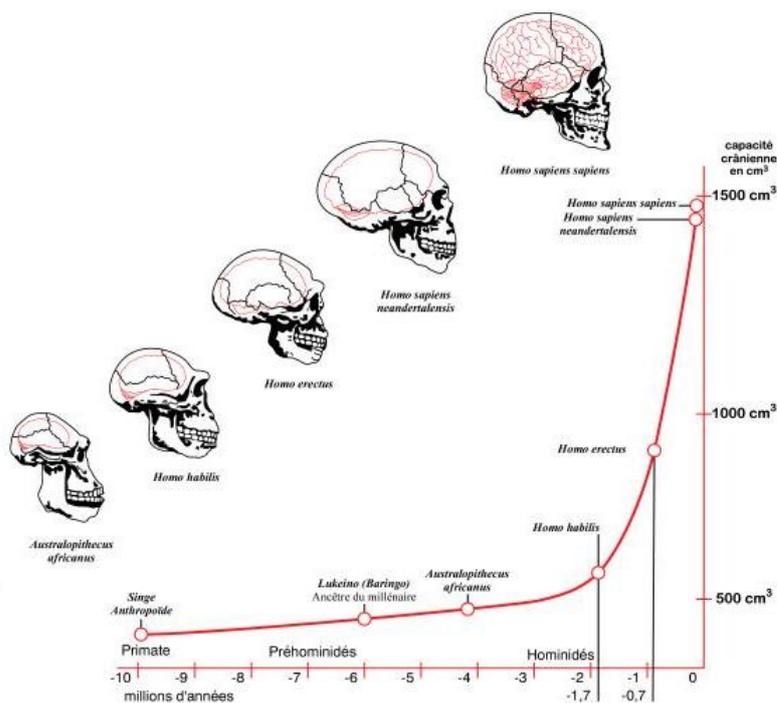
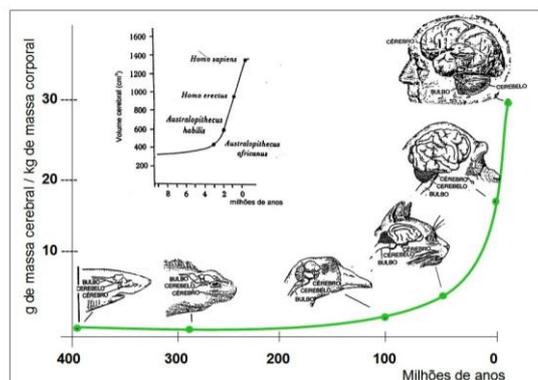


Impõe-se a nossa modéstia, de perceber que os *Hominídeos* só existem há 2 milhões de anos e a nossa espécie, só há 50 mil anos!!

No entanto, mesmo tendo sido bem adaptada por todo aquele longo tempo, um “simples” evento levou à sua completa extinção: Há 65.5 milhões de anos, (como visto na tabela mais acima) houve a queda de um grande meteoro num lugar que agora é parte do Golfo do México. Isto levou a uma grande liberação de gases de Efeito Estufa. E a causa provável da extinção desses répteis aparentemente tão bem adaptados, foi a dificuldade de manter a sua temperatura corpórea, em vista de sua grande massa corpórea. Extinguiram-se exatamente pela característica evolutiva que mais os beneficiou; uma Rota Evolutiva que virou um beco sem saída!!

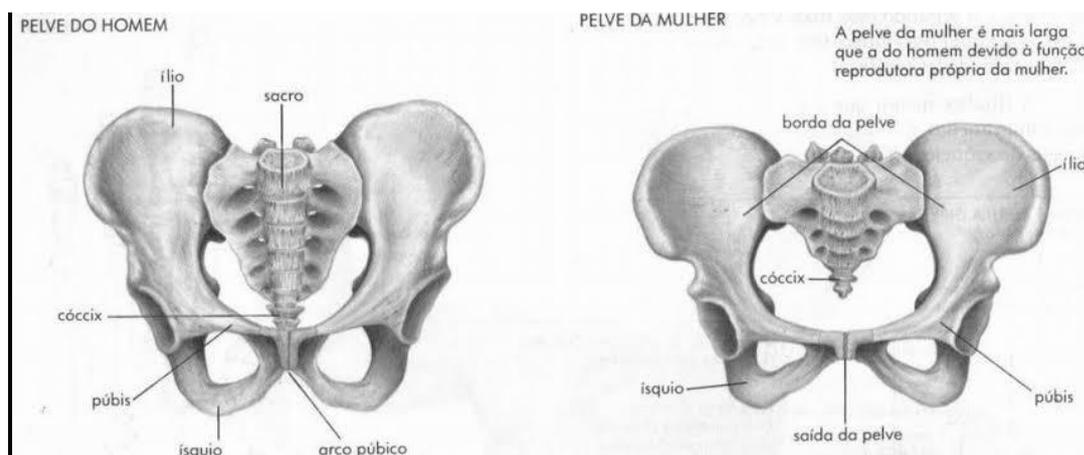
E por que estamos falando de tudo isso? O que tem isso a ver conosco, os tão bem sucedidos *Homo sapiens*?

O gráfico abaixo mostra que, especialmente nos mamíferos e, dentre eles, nos Primatas e, ainda mais acentuadamente nos hominídeos (v. gráfico incluso), que o seu cérebro vem tendo um crescimento exponencial. Esse crescimento do cérebro, teve como contrapartida, um crescimento do crânio



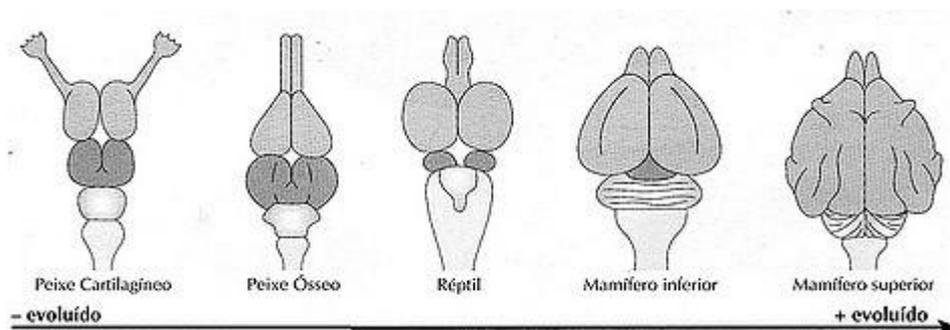
Crescimento cerebral nos vertebrados e, especialmente, nos hominídeos

Mas, limitando esse aumento do volume do crânio, estavam as dimensões dos “estreitos da bacia feminina” (e dos problemas de parto que isto tenderia a ocasionar). De fato, somos a única espécie animal que tem frequentes problemas de parto (até entre os mamíferos que são vivíparos). Note que mesmo a pelve feminina já sofreu adaptações (deslocando o cóccis para trás, aumentando as larguras dos ísquios e, com isso aumentando o diâmetro transversal do estreito, além de aumentar o ângulo entre as suas abas inferiores e de rodar os fêmures (e as pernas) mais para o lado, facilitando a passagem da cabeça do feto. Mesmo com essas adaptações, a cabeça do feto normalmente já tinha um diâmetro no limite do estreito e muitas vezes tinha que ajustar a sua posição para permitir a sua passagem.



CRESCIMENTO SELETIVO DE PARTES DO CÉREBRO

Mesmo com essas limitações a pressão seletiva pelo crescimento do cérebro continuou muito elevada. No encaminhamento desse desafio, surgiu uma alternativa criativa (mas perigosa como veremos adiante): o crescimento do cérebros humano não foi homogêneo, mas sim direcionado preferencialmente para as suas partes mais recentes: o córtex dos hemisférios cerebrais, como se vê na ilustração.



Notar nas figuras abaixo, o grande crescimento do córtex cerebral no homem, recobrendo completamente o *Tronco cerebral* (a parte mais antiga do cérebro). Notar também, na representação do hemi-cérebro (abaixo e à direita), que as dimensões do Corpo Caloso (em azul), estrutura que intercomunica os hemisférios, é marcadamente menor que os próprios hemisférios, advindo daí, como se pode prever, uma dificuldade de comunicação entre eles, com grandes repercussões sobre o seu desempenho.

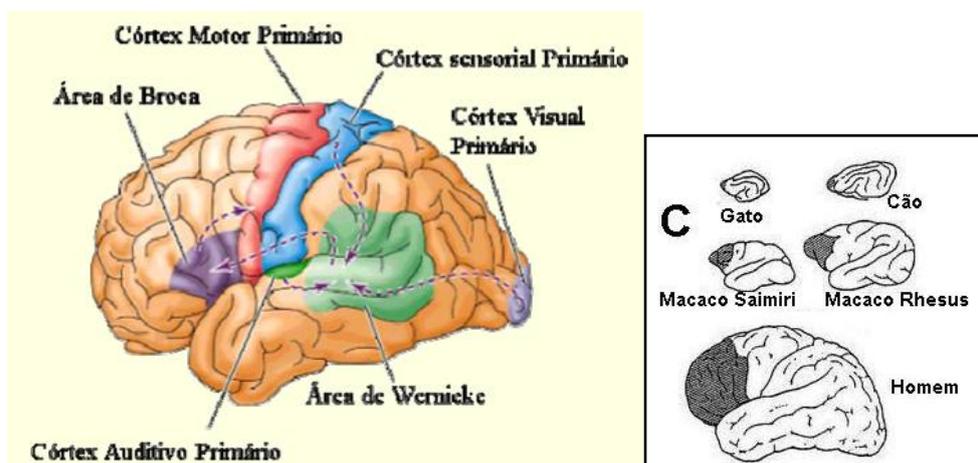


O que se percebe disso é que a Linha Evolutiva de crescimento do cérebro já chegou a um beco sem saída. Por um lado esta rota evolutiva objetivou o contínuo aumento da área e volume do córtex cerebral, “visando” assim o aumento da efetividade das funções dessa estrutura (armazenamento de informações, relações complexas entre elas, criatividade e intuição na gênese de projetos, novos conhecimentos e procedimentos). Por outro lado, as características anatômicas da bacia feminina limitando o desenvolvimento de crânios (e cérebros) maiores já estava ultrapassando o limite de uma interação harmoniosa entre ambas as rotas.

Duas complexas e “criticáveis” acomodações evolutivas foram então postas em prática: a primeira, como já sabemos, ao invés de limitar o crescimento do córtex, foi *limitando o processo de comunicação entre eles*. O Corpo Caloso acabou ficando totalmente desproporcional em relação ao volume do córtex. Calcula-se uma proporção de 50:1 entre o número de neurônios corticais e o de neurônios do Corpo Caloso! Esta desproporção evidentemente gerou uma dificuldade na integração funcional de ambos os hemisférios. A nova “solução” encontrada pela Evolução foi a de limitar as vias do Corpo Caloso, preferencialmente para a integração de funções nas quais ambos os hemisférios eram necessários, como, por exemplo, a integração entre as informações visuais geradas pelos campos visuais algo diferentes de cada um dos olhos. Ou a integração de controles motores em que ambas as mãos eram solicitadas para o desempenho simultâneo de atos diferentes.

Mas, por outro lado, possibilitar e impulsionar o processo de *Especialização Hemisférica*, dividindo as funções entre ambos os hemisférios e mantendo de um mesmo lado os controles de funções e *significados* biológicos semelhantes. Definindo assim também, um *Hemisfério Dominante*, o qual gerenciava as funções tidas como mais importantes. E deslocando para o outro hemisfério as funções tidas como secundárias, às quais teríamos acesso apenas em dados momentos “irrelevantes”. Nesta divisão de funções, compete então, normalmente, ao Hemisfério Esquerdo (que controla prioritariamente as funções do lado direito do corpo) esse papel “dominante”.

De entre as funções que caracterizam e destacam o ser humano (e que provavelmente já caracterizavam outras espécies de Hominídeos), está a comunicação. Seja pela fala, pela sua interpretação auditiva, pela escrita ou pela leitura, foram essas as funções que a evolução percebeu como as mais relevantes e foi a elas que ela designou as maiores áreas do hemisfério esquerdo.



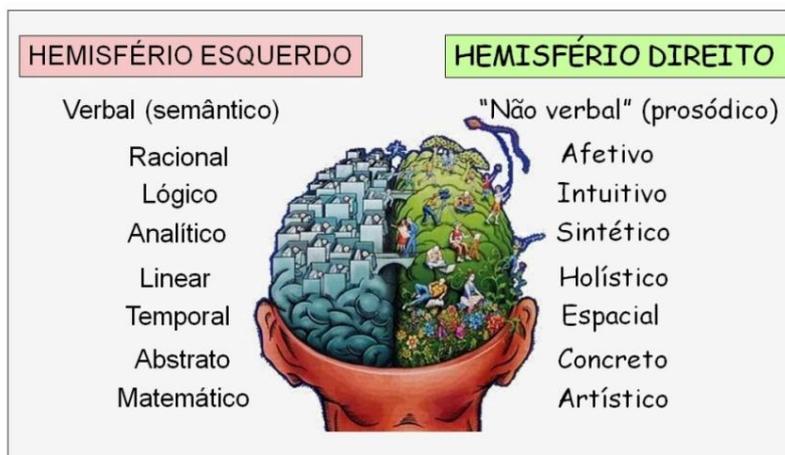
Nesta figura estão assinaladas diversas áreas do córtex do hemisfério esquerdo, importantes na comunicação: a *Área de Broca* a qual coordena a expressão vocal da fala; a partir dela saem ativações específicas para regiões do *Córtex Motor Primário* que comandam os movimentos de boca, lábios e língua entre outros. Por sua vez os sons ouvidos são registrados no *Córtex Auditivo Primário* que então encaminha as informações à *Área de Wernicke* onde elas são decodificadas em palavras e armazenadas. Do mesmo modo, são também decodificadas as palavras escritas, cujas informações iniciais são recebidas no *Córtex Visual Primário* local onde estão representadas as diversas regiões da retina, e de onde as informações são também encaminhadas à *Área de Wernicke*. Na figura à direita está representada em destaque o *Córtex Frontal*, região que vem crescendo rapidamente na Evolução e que é fundamental para o planejamento de ações (e assim da utilização de comunicação).

Mas ficou em aberto nesse processo evolutivo qual seria o significado preferencial com o qual essas funções seriam utilizadas. Por exemplo, qual seria o uso preferencial da comunicação auditivo/verbal? Seriam apenas palavras lógicas, sem um significado relevante para a entonação? E a comunicação auditiva pelo canto? Ou por instrumentos musicais? E o entendimento do som produzido por animais? E a nossa expressão verbal afetiva/emotiva? O choro? As expressões de dor, de pavor? Do mesmo modo, quais os significado atribuíveis a símbolos gráficos? Palavras, desenhos? E, como produzi-los adequadamente? Modo, materiais?

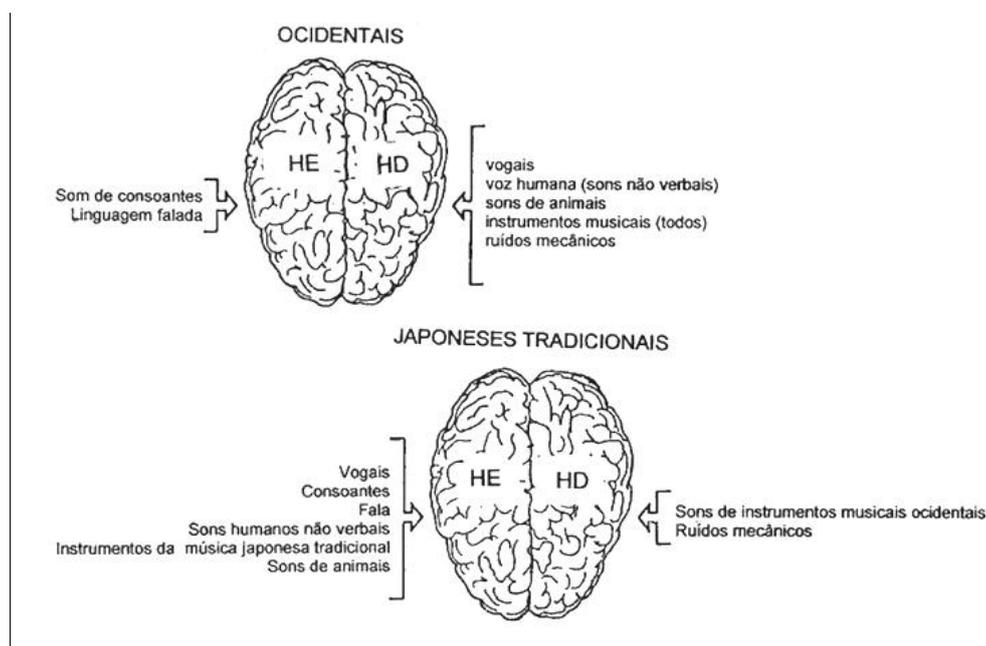
Enfim, poderíamos estender essa lista por páginas e páginas. E continuaríamos com as mesmas dúvidas básicas: “o que” e “como” selecionar? Felizmente a Evolução nos deixou um grande espaço em branco: as características desses modos de ser, não estão geneticamente determinadas, mas *dependem do aprendizado!* Cabe então ao Modelo Cultural no qual crescemos a definição, o treino e o uso dessas escolhas.

Vamos inicialmente falar da Especialização Hemisférica em nossa cultura ocidental racional-analítica-mecanicista-competitiva e agressiva. Uma listagem esquemática de funções de cada um dos hemisférios nos dá uma boa exemplificação do efeito desse modelo cultural.

Especializações funcionais do neocórtex de cada um dos hemisférios, em nossa cultura.



Mas haverá realmente uma influência do modelo cultural nisso? Um bom exemplo para isso é o que se convencionou chamar de “o cérebro japonês”, a influência da cultura sobre a percepção sonora, uma diferença que se manteve na geração mais velha, mas que se anulou para a geração que nasceu após a IIa Guerra Mundial (depois da Bomba Atômica e da imposição do “poderio” dos EUA...)



E é óbvio que não só a cultura determina as nossas competências neurais, como ela também retroage sobre a nossa percepção do mundo e das nossas relações com ele

Imagine como a percepção de mundo daquela geração japonesa mais velha era totalmente diferente da nossa. Por exemplo, aparentemente eles “conversavam” com os animais e entendiam também as falas humanas “não verbais” ! E como, obviamente, também a sua relação com esse mundo era totalmente diferente da nossa.

Confrontando isso com o quadro superior, é óbvio que não só essa cultura racional-analítica e fria molda funcionalmente o nosso cérebro, mas molda também a nossa percepção do mundo,

que nós passamos a ver como uma máquina lógica, racional, mas fria! E, é óbvio que poucos de nós amariam e respeitariam uma máquina, a qual só servia caso desse lucro; caso contrário seria jogada no lixo!)

Fantástica essa flexibilidade! “Flexibilidade” ou “Imposição Social”? E a quem ou a que, cabe a determinação das características desse processo? Quais são os modos sutis ou categóricos com que se transmitem esses “dogmas culturais”? Quais são os limites dessas manipulações? Quais são as “técnicas”?

Estamos então diante de um enorme e vital dilema, no que se refere à avaliação crítica do modelo cultural que (ainda?) nos rege! Aonde ele está nos levando? Qual é o nível de flexibilidade que ele exhibe para possibilitar uma transformação radical nas suas características? Qual é o “tempo” que ainda dispomos para efetuar mudanças mais essenciais? Quais são os efeitos a médio e a longo prazo das decisões e atitudes que a humanidade já tomou? Há como revertê-las?

E, o que faremos caso elas não sejam reversíveis a tempo de evitar uma SEXTA EXTINÇÃO GLOBAL, um processo o qual, dessa vez, dispensou a queda de meteoritos gigantes ou a erupção de grandes cadeias de vulcões, como já ocorreu; mas que está sendo plenamente *antropogênico* (nome chique para a catastrófica destruição do ecossistema que *nós* estamos produzindo).

A CAMINHO DA EXTINÇÃO! (ou não??...)

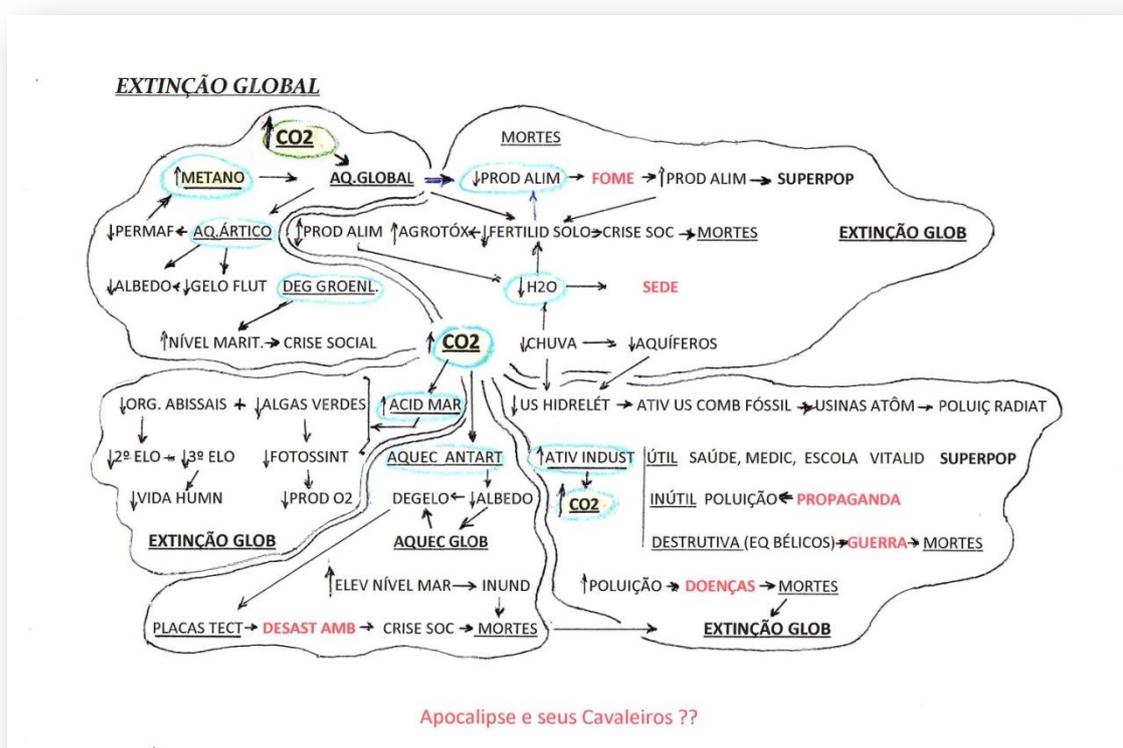
Vamos então fazer uma pequena síntese de todos os processos deletérios que já listamos no decorrer deste texto, para então, constrangidos ou não, tentarmos buscar caminhos...

(Interlúdio para pensarmos um pouco sobre os nossos passos “evolutivos” mais recentes)

EXTINÇÃO GLOBAL

SÍNTESE

O Quadro abaixo nos apresenta como síntese, um conjunto de fatores e de resultados dos diversos aspectos abordados no texto, assim como de suas relações.



Mesmo a uma observação sumária do conjunto, fica claro, não só o grande número de fatores envolvidos (fato que já ficou claro no texto), mas também o elevado grau de embricamento desses diversos fatores. Fica evidente também a existência de, ao menos, cinco conjuntos de fatores com ações específicas e interligadas, muitas vezes criando ciclos reverberantes.

Fica evidente também o papel central do CO₂ no desencadeamento de todo o processo de Aquecimento Global.

Iniciando a discussão do Quadro por este fator, vale à pena recordarmos a relação do início do aumento da concentração de gás carbônico com a descoberta da *máquina a vapor*, tendo como fonte primária de energia para produzir esse vapor a combustão de material orgânico (lenha ou carvão) com a conseqüente liberação desse gás.

Colocarmos, no entanto, a descoberta da máquina a vapor (ou mesmo da Era Industrial à qual ela deu início) como os *únicos* responsáveis por todo o processo de Aquecimento Global é uma simplificação enganosa. Estaríamos deixando de lado todo o *modelo social e econômico voltado para o lucro e para o crescimento contínuo e compulsivo*, que já vinha caracterizando a cultura ocidental há muitos séculos. Assim sendo, fica claro também, o caráter utópico de propostas do tipo “precisamos reduzir drasticamente a emissão de gás carbônico e de outros gases de efeito estufa”, principalmente quando isto significa “reduzir a produção industrial e rever todo o modelo econômico vinculado direta- ou indiretamente a ela”.

Assim sendo, o CO₂ que aparece no centro do nosso quadro, de fato não está isolado, mas sim firmemente atrelado a todo o modelo social que nos rege, e isto é claramente evidenciado pelo contínuo aumento de sua concentração atmosférica (e também, infelizmente, pelo insucesso das reuniões de cúpula dos governos na determinação de metas *reais* para o seu controle).

Dito isso fica agora claro o papel de mola mestra do CO₂ na gênese das demais alterações do Aquecimento Global.

Um dos grandes setores neste processo está vinculado ao seu papel de *gás de Efeito Estufa*; atua na *região polar Ártica*, onde leva ao *derretimento do gelo* flutuante e do *permafrost*, com a consequente liberação de *Metano*. Acentua-se assim, ainda mais, o Efeito Estufa na região, levando ao degelo cada vez mais intenso (inclusive do gelo fixo na Groenlândia, criando assim um outro conjunto de efeitos).

Com esse mesmo mecanismo, mas com efeitos diferentes e bastante drásticos, ocorre o *degelo na Antártida*. Além da elevação do nível do mar e de seus efeitos sociais, há o possível deslocamento de placas tectônicas, dada a variação de massa da região. E as consequências trágicas de um tal acontecimento (maremotos, terremotos, eclosão de vulcões, etc.) podem já estar se iniciando.

Um processo químico de outra natureza vinculado à elevação da concentração de CO₂ é a dissolução deste gás na água oceânica e a gradativa *acidificação* desta. As consequências desse fenômeno são mais furtivas, mas extremamente funestas, pois levam à gradativa redução da biodiversidade, com a extinção de seres abissais que constituem o elo inicial da cadeia alimentar que chega até a nós (com a gradativa redução de peixes e invertebrados marinhos). Um outro efeito, igualmente sorrateiro e sinistro, é a extinção de algas verdes, as quais, pela fotossíntese, absorvem CO₂ e liberam O₂.

A ação combinada dos gases de efeito estufa (CO₂ e metano) tem como resultado o gradativo *aumento da temperatura global*. Ainda que de baixa monta e assim quase imperceptível a nós e a outros animais com termo-regulação, o seu efeito, principalmente sobre vegetais é dramático. Tendo sido selecionados há séculos para uma existência dentro de uma determinada faixa térmica, o seu metabolismo (e assim a sua produção de alimentos) ou até a sua sobrevivência, é posta em risco por elevações de alguns poucos graus. E assim o aquecimento fora de um rígido controle, levará cada vez mais a uma redução da produção de alimento, com o consequente aumento da fome, particularmente em populações de baixo poder aquisitivo.

Mesmo o grande empenho (= lucro) na busca de um aumento da produção de alimento é uma faca de dois gumes: a adoção da chamada *“agricultura intensiva”*, de *monoculturas*, feito com maquinário pesado, muito agrotóxico, adubos industrializados e irrigação forçada, além do risco de contaminação do solo e da água, envenenamento dos consumidores, tem um efeito de

duração limitada. Leva à gradativa deterioração do solo e perda da sua fertilidade. O lucro do produtor ocorre pela exportação em grande escala de determinados produtos, mas fome crescente da população. Cresce o risco de aumento das crises sociais e da mortalidade.

A *deterioração do solo* levando ao seu abandono, paralelamente ao *desmate* (ou até ao *desflorestamento*) de novas áreas vai tendendo à desertificação, reduzindo ainda mais a produção de alimento. Além de reduzir a ocorrência de chuva e retenção da água. O desflorestamento tem ainda uma outra consequência pouco perceptível a curto prazo: a eliminação de absorvedores de CO₂ e ao mesmo tempo, liberadores de oxigênio.

Tais fenômenos, associados à prática da irrigação intensiva de lavouras, leva a uma redução *mais e mais intensa da água superficial*, disso resultando falta de água potável para a população, *sede* e crises sociais.

O bombeamento de poços artesianos, leva também, mais e mais, a um *esvaziamento de aquíferos*.

O bombeamento de água de rios, lagos, reduz o volume de represas e o funcionamento adequado de usinas hidrelétricas, levando ao uso mais intenso de usinas termoelétricas ou até de usinas nucleares, com aumento ainda maior das poluições.

E, finalmente, retornando ao início da discussão, temos o *aumento crescente da atividade industrial*. Promovido e reforçado pelo presente modelo econômico, produz-se (e comercializa-se) de tudo. Desde artigos e procedimentos úteis (voltados para a saúde e o ensino, por exemplo); a artigos e procedimentos inúteis ou até insalubres e perigosos mas intensamente promovidos pela *propaganda* (certamente o mais sorrateiro, bem estruturado, e maquiavélico inimigo da sociedade); e, finalmente, a equipamentos e processos bélicos e a sua utilização em guerras e genocídios diversos.

Embutido como mola mestra da maioria destes processos e promovendo o aumento das crises está a *superpopulação* possibilitada pelo uso crescente da energia sob diversas formas e indutora de poluições e demandas. Elemento central (evasivo) do modelo sócio-econômico de *crescimento contínuo "a qualquer custo"* (ainda que levando quase inevitavelmente à "Grande Crise")

Cada um desses grandes setores da deterioração das relações das pessoas entre si e delas para com o ambiente, tem a potencialidade nefasta de ser um **agente da EXTINÇÃO GLOBAL**. Todos eles atuando em conjunto e mantidos em atividade cada vez mais intensa, acabarão, ao que tudo indica, nos levando a esse final.

Cada vez mais cientistas sérios e corajosos, estão declarando que, na verdade, a Sexta Extinção Global já está em curso (e a todo vapor...). Ganharemos a medalha da estupidez por termos sido a única espécie a produzir a sua própria extinção.

RECOLONIZAÇÃO da TERRA

Bastaria a existência de um único casal (algo como Adão e Eva) para possibilitar a recolonização do planeta após a Sexta Extinção Global? Ou, mais realisticamente: Há uma possibilidade de um número reduzido de sobreviventes recolonizarem o planeta?

Esse tipo de questão tem incentivado muitos cientistas a realizarem cálculos, cujos resultados permitem três conclusões básicas: A primeira é a de que realmente é possível a

ocorrência de uma recolonização a partir de um número reduzido de sobreviventes. E a segunda é de que há muita divergência quanto a esse número limite de sobreviventes necessário. E a terceira (e mais restritiva), é a questão de quais os recursos ambientais necessários para poder haver essa recolonização.

A questão básica é a da possível ocorrência de problemas de saúde e de sobrevivência, em função da previsível *consanguinidade* (parentesco próximo) entre os descendentes dos sobreviventes. Em relação a isso é preciso levar em consideração o fato de que a nossa determinação genética depende de pares de genes, um dos quais é herdado da mãe e o outro, do pai. Podem ocorrer *falhas, ditas "recessivas"*, em um ou no outro desses genes que permanecem ocultas, a não ser que *ambos* os genes tenham a *mesma* falha. Esta probabilidade permanece baixa em populações de tamanho grande, mas aumenta, tanto mais quanto mais aparentados forem os cônjuges. E é claro que esta probabilidade aumenta na proporção inversa do tamanho do grupo populacional que está isolado. Há diversos exemplos de situações sociais e consequências desse tipo (famílias reais, grupos isolados acidentalmente, etc).

Um fator complicador adicional é quanto ao *grau de letalidade* de diferentes genes recessivos, permitindo ou não a sobrevivência em condições de saúde geral satisfatórias. Um exemplo clássico disso é a existência de uma população que permaneceu isolada por longo tempo e sobreviveu com uma falha recessiva num gene que determina a visão de cores e em que grande parte dessa população na atualidade é daltônica.

Com base em cálculos e pressuposições diferentes, os números limites de sobreviventes tem divergido bastante.

Essa é uma discussão que começou nos anos 80, quando um cientista australiano propôs uma regra básica: a de que "são necessários 50 reprodutores para evitar problemas reprodutivos decorrentes da consanguinidade, e outros 500 indivíduos para que a população consiga se adaptar ao ambiente".

Esta regra ainda é usada hoje em dia, mas os números foram aumentados para 500 reprodutores e 5 mil indivíduos a mais, afim de compensar perdas aleatórias de genes passados de uma geração para a outra. É o critério usado para manter o catálogo das espécies mais ameaçadas do mundo.

Mas antes de desistirmos da idéia daquele casal de sobreviventes, lembremos que somos a prova viva das incertezas inerentes a esse conceito.

Segundo evidências arqueológicas e anatômicas, nossos ancestrais não teriam atingido essa meta populacional, já que apenas mil indivíduos viveram durante um período de 1 milhão de anos. E, entre 50 mil e 100 mil anos atrás, enfrentamos novas dificuldades quando nossos ancestrais emigraram da África. Fomos deixados com uma diversidade genética impressionantemente baixa.

Em 2002, o antropólogo John Moore calculou para a NASA a possibilidade de astronautas sobreviverem no espaço por tempos muito longos. E, pelos seus cálculos chegou à conclusão de que haveria a necessidade de, pelo menos, 150 casais saudáveis, para sobreviver a uma viagem de 2.000 anos através do cosmos.

Um estudo mais recente, realizado por Cameron Smith da Portland State University, lançou dúvidas sobre esta conclusão e sugere que um número mais realista para garantir a sobrevivência está entre 10.000 e 40.000 pessoas. Esses números foram alcançados, levando-se em conta a diversidade genética necessária de uma população, a possibilidade de doenças ou desastre ao longo do caminho e da taxa de crescimento provável de partos naturais.

OBS: notar nesse sentido o curioso número de 144.000 sobreviventes ao holocausto bíblico

Vale à pena levarmos em consideração dados de Biologia Evolutiva conceituando o chamado *Efeito Fundador*. Este conceito parte do pressuposto de que, no surgimento de novas espécies, é bastante reduzida, em meio a uma população grande, a probabilidade de uma alteração genética inovadora dar origem a um novo conjunto de seres tão diferentes, a ponto de constituírem uma nova espécie. (Os genes mutantes dificilmente deixariam de se “diluir” no meio do patrimônio genético do grupo). Por outro lado esta probabilidade aumenta muito se a mutação ocorrer no meio de uma população pequena onde assim fica cada vez mais provável o surgimento e o estabelecimento de uma espécie nova.

Vemos assim, a partir desses dois fatos, que o resultado efetivo da Sexta Extinção poderia ser até muito promissor, se houver o surgimento de uma nova espécie de *Hominídeo*, origem de uma Rota Evolutiva substancialmente diferente da nossa atual.

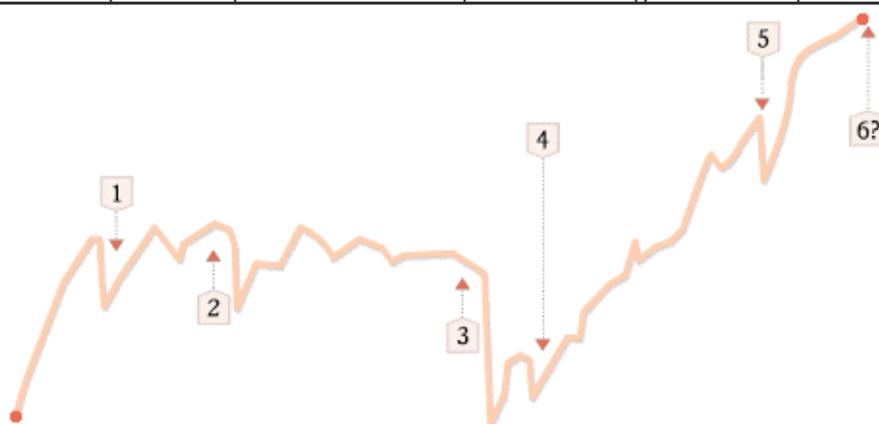
Evidentemente essa possibilidade é um sonho dificilmente realizável, especialmente a curto prazo. Isso porque **o processo de Extinção certamente não será algo súbito e exclusivo de algumas poucas espécies; com elevada preservação da maior parte do ambiente. E nem que uma recolonização possa iniciar “imediatamente” após a Extinção, completando-se assim em algumas poucas gerações.**

Ao contrário, a Extinção será um processo relativamente alongado, *originado* a partir de crecentes degradações ambientais que irão inviabilizando a sobrevivência; a nossa Extinção ainda que parcial ocorrera em meio a uma crise social sem precedentes com perda cada vez maior dos valores da comunicação entre os indivíduos. Ao contrário, como resposta à crescente falta de recursos, será provavelmente um “salve-se quem puder” em meio ao caos e à destruição. Com as condições ambientais deterioradas (por exemplo a elevação muito acentuada da temperatura global, a falta de alimento e de água potável, o esgotamento de recursos energéticos essenciais para manter o funcionamento de cidades) e em crecente deterioração.

Assim, o primeiro grande obstáculo já seria a própria constituição de grupos humanos os quais, antes de pensarem em qualquer repovoamento, estarão ocupados ao extremo com a sua própria sobrevivência.

E a segunda utopia a ser descartada é a de que os efeitos da Extinção desaparecerão rapidamente; algo como um tufão, que vem, destrói quase tudo, mas logo passa, permitindo, quase imediatamente o início da reconstrução.

Olhando os gráficos referentes ao número de espécies antes e após as extinções, vemos que, ao contrário da extinção em si, a maior parte da recomposição ambiental é bastante demorada (notando que a escala de tempo total neste gráfico é de aprox. 500 milhões de anos)



1. 435 milhões de anos atrás
2. 345 milhões de anos atrás

3. 250 milhões de anos atrás

4. 195 milhões de anos atrás

5. 65 milhões de anos atrás

Assim, é bom que as próximas milhares de gerações após a nossa (se ainda as houver), terão um bocado de entulho a remover e de sementes a plantar...

DIFICILMENTE NOS AGRADECERÃO PELA “IGNORÂNCIA ATIVA”
COM QUE (NÃO) ESTAMOS LIDANDO COM A QUESTÃO

Decisões, ao final do livro

Ontem eu estava, como também a maioria dos muitos dias “mais recentes”, trabalhando na estruturação do texto “Viunuquideu”. Por um lado, feliz com a quantidade de material científico que pude recolher, conseguindo efetivar a proposta inicial de não me ater, como muitos dos climatólogos “mais sérios”, a focalizar apenas um só dos aspectos da crise ambiental que estamos produzindo. Mas, ao contrário, tentando montar um amplo painel de múltiplos domínios em interação, muitas vezes reverberantes (como foi mostrado no QUADRO GERAL ao final).

E aí, me veio, mais uma vez a grande e angustiante pergunta: “PARA QUE estou fazendo esse esforço?”

Será, quase com certeza, mais um dos longos textos do Werner que *ninguém* vai ler. Mais um dos “Lá vem o Werner com...” (agora “com sua Extinção Global”!). Que me leva ao pensamento crítico: “Até quando vou continuar com esse delírio de *Salvador do Mundo*? Existe, efetivamente ainda hoje, qualquer possibilidade de reverter esse quadro de desastre ambiental, de uma 6ª Extinção Global”?

E a resposta a essa segunda pergunta é óbvia: se já havia muito poucas chances há 20 anos atrás, quando eu comecei a falar das potencialidades do uso do Hemisfério Direito (tentando por em prática o logo falido Projeto Religar), é evidente que essas chances rapidamente foram murchando e hoje, ao que a ciência séria e corajosa afirma, essas possibilidades são NULAS! E eu vou dizer “Mais uma vez estou percebendo o mundo com sua *Ignorância Ativa*!”

E me vem seguidamente as mesmas dúvidas: por que pessoas inteligentes e até ligadas afetivamente a mim, continuam a exhibir ferrenhamente a Ignorância Ativa? A imutável reação de “não quero nem saber”. E por que isso afeta a tanta gente (à *maioria* das pessoas, posso dizer!)? Parece uma falha genética! Um efeito colateral deletério do processo evolutivo! Como é possível que este processo evolutivo, estruturado sobre uma seleção de padrões de comportamento que deveriam garantir a sobrevivência da espécie, possa gerar padrões com efeitos diametralmente opostos?! É quase como se fosse algo já pré-programado; como se a própria *Evolução* fosse algo cujo destino final é a *Extinção*!!

No entanto, se nos despirmos de preconceitos e examinarmos mais atentamente algumas

profecias, poderemos ver algo muito interessante: há 2.000 anos, segundo nos relata João, o Evangelista, foi-lhe ditado pelo próprio Jesus (com o qual ele supostamente conviveu), um longo e complexo texto, o *Apocalipse*. E nesse texto (que constitui um dos livros de sua Bíblia), está descrito um processo de Extinção Global, que iria ocorrer com diversos componentes, que já podem ser identificados no nosso mundo atual: a morte pelas guerras, pela fome, pelas doenças, pelos diversos desastres ambientais e, sorrateiramente pelo nosso modelo cultural e pelo seu arauto, a propaganda (bela e aparentemente desarmada). E esse processo de extinção terá uma característica marcante: O SEU DESENNROLAR SERÁ INEVITÁVEL. E associado assim, evidentemente, a uma Ignorância Ativa dos seus determinantes, até a suas etapas finais.

Caso esta profecia, de fato, esteja se desenrolando, seria mais do que compreensível, a inclusão, já no nosso patrimônio genético, de um processo de ativação de mecanismos de Ignorância Ativa (muito úteis “para não atrapalhar roteiros já pré-estabelecidos”). E assim, fica clara a reação das pessoas aos meus textos. E aos textos de MUITOS cientistas climatólogos, como já fiquei sabendo!

De maneira interessante como já discutimos acima, uma parte final da profecia nos descreve a salvação de uma bem pequena parte da humanidade (os assim chamados 144.000), dos quais não se descreve nem o modo de sua seleção e menos ainda o seu destino e função. Especulando, talvez venham a ser os responsáveis pela recolonização do planeta como aventado acima. E talvez os iniciadores de uma nova sub-espécie com motivações diametralmente opostas à grande maioria da humanidade atual. Talvez, o assim futuramente chamado ‘*Homo amorosus*’. Mas algo que certamente não irei presenciar no estado encarnado.

E assim, estou dando razão ao caminho proposto pelo climatólogo Guy McPherson, convencido de que a “*Sexta*” já está em pleno andamento. Quando lhe perguntam como epílogo de entrevistas, o que ele então propõe fazer, a sua resposta em épocas mais recentes é “tentar viver com harmonia até o final”. Uma recomendação certamente valiosa e digna de ser posta em prática!...

Passo então a aceitar essa proposta como veredito e a me dedicar à percepção do modo com que posso me aproximar dessa harmonia...

