



PETROBRAS

2005 Workshop Internacional de Geologia Médica  
Junho 2 - 4, 2005, Rio de Janeiro, Brasil.

# RI SCOS NATURAIS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

Carlos S. Bandeira M. - COPPE/ PDEXP/GEO/CENPES/ PETROBRAS, bandeira.coppe@petrobras.com.br

Dennis J. Miller. - PDEXP/GEO/CENPES/ PETROBRAS. miller@petrobras.com.br





PETROBRAS

## *Sumário*

- *Introdução e objetivos da apresentação*
- *Os contaminantes inorgânicos naturais*
- *Contaminantes orgânicos naturais*
  - *Aerossóis*
    - *Tempestades de areia*
    - *Vulcões*
    - *Vulcões de areia e seeps*
    - *Hidratos de metano*

**PETROBRAS**

# Introdução / Objetivo

- A comunidade científica do Brasil como do resto do mundo possui um conhecimento razoavelmente bom a respeito de doenças tais como aquelas causadas por asbestos, sílica, bem como o uso do mercúrio em atividades garimpeiras principalmente na região Amazônica.
- Muitas nações já despertaram para a necessidade de mapear a distribuição geológica dos elementos e substancias tóxicas para os organismos vivos.
- A Geologia Médica é o novo ramo da ciência que aborda o relacionamento entre os elementos químicos naturais e as doenças acarretadas por falta ou por excesso de elementos nos organismos.
- Não obstante, relativamente pouco tem sido feito no tocante as substâncias orgânicas naturalmente formadas no meio ambiente.
- Muito embora a maior parte das substancias orgânicas relacionem-se a produção antrópica, elas originam-se também em ambientes naturais e muitas delas a partir de fenômenos geológicos catastróficos.
- Este trabalho tem por objetivo enfatizar a importancia das substancias orgânicas naturais na Geologia Médica.



PETROBRAS

# Os domínios do planeta

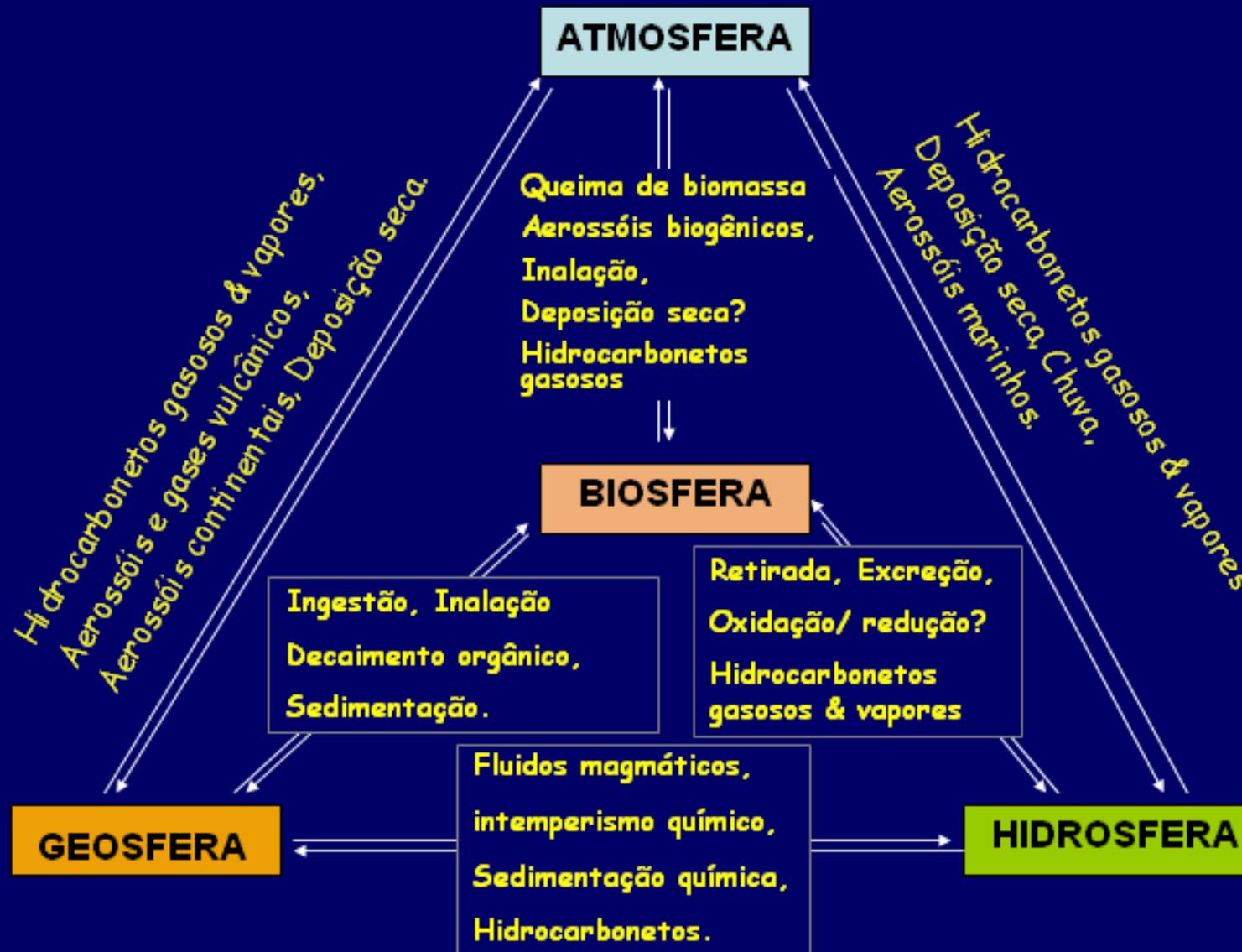


Diagrama de Larocque and Rasmussen, 1998 (modificado por Bandeira &, 2005).



PETROBRAS

# Geologia Médica e principais produtos inorgânicos naturais

Geologia Médica - Contaminações naturais devido a distribuição anormal dos elementos traços em solos e águas.

Principal elemento	Necessidades	Excesso	Carência
F	Dentes e ossos	Fluorosis	Cárie e Osteoporose
I	Hormônios tireoidais		Crescimento da tiróide
Se	Ação nos radicais livres	Perda de dentes, cabelos e nariz. Inflamação na pele, náusea, e fadiga	Insuficiência cardíaca e edema pulmonar
Zn	Sistema imunológico	Colestasis progressiva	Redução do crescimento corporal
Al	Não essencial	Doença de Alzheimer	
Cd	Não essencial	Interfere com o Zn	
Hg	Não essencial	Venenoso	



PETROBRAS

## Orgânicos naturais

- Quais os efeitos dos fenômenos catastróficos para os seres vivos?
- Como as substâncias orgânicas naturais são encaradas pela Geologia Médica?





PETROBRAS

# Orgânicos naturais

PRODUTO	EFEITOS	FONTES NATURAIS	REFERÊNCIA
BENZENO	Tontura, sonolência, perda de consciência. Longas exposições provocam efeitos na medula óssea e anemia e leucemia. Morte.	Sistemas petrolíferos (Bacia de Uinta - USA).	ASTR (2002) <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts3.html">http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts3.html</a>
BTEX (além do benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos)	Efeitos sobre fígado, rins, coração, pulmão. Toxicidade aguda para a vida aquática. Irritação da pele, depressão do sistema nervoso.		
DIÓXIDO DE CARBONO	Asfixiante. Efeito estufa.	Vulcões.	
FENÓIS	Danos ao fígado, diarreia, anemia hemolítica.	Minas de carvões	ASTR (2002) <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts67.html">http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts67.html</a>
METANO (C <sub>1</sub> )	Asfixiante. Efeito estufa. Tem a capacidade de acumular 21 vezes mais calor por molécula que o CO <sub>2</sub> .	Combustível fóssil (petróleo, gás e carvão), pântanos.	NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health <a href="http://www.skcinc.com/nioshdb/rtecs/pa16bc50.htm#W">http://www.skcinc.com/nioshdb/rtecs/pa16bc50.htm#W</a>
NAFTALENOS	Destruição ou danos a células vermelhas do sangue.	Combustível fóssil (petróleo, gás e carvão)	ASTR (2002) <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts115.html">http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts115.html</a>
POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (PAHS)	Alguns são carcinogênicos ao serem inalados.	Vulcões, partículas de poeiras, sistemas petrolíferos.	ASTR (2002) <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts69.html">http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts69.html</a>



PETROBRAS

# Aerossóis

Os aerossóis globais são compostos por múltiplos componentes tais como poeira de ventos, fumaça de biomassa, sais marinhos, poeira vulcânica, além de particulados de áreas urbanas industrializadas.

Cada componente de aerossol tem uma fonte específica bem como propriedades e ocorre sobre uma região específica e um estrato preferencial. Os componentes de aerossóis são (Husar et al., 2000):

1. Poeiras devido a ventanias (elementos crustais)
2. Fumaças de biomassas (orgânicos)
3. Sais marinhos (NaCl)
4. Biogênicos (sulfatos e orgânicos)
5. Vulcanicos (ácidos sulfúrico e gases diversos)
6. Urbanas-industriais neblinas (sulfatos, orgânicos).

Na realidade a atmosfera é o caminho de muitos diferentes nutrientes como nitratos, amônia, compostos orgânicos de nitrogênio, fosfatos, zinco e outros elementos bioativos como cádmio e mercúrio (Solás, 2005).



PETROBRAS

# Aerossóis - tempestades de areia

- Os aerossóis são partículas finas suspensas no ar. Alguns ocorrem de forma natural a partir de tempestades de areia, vulcões, queimadas e *sprays* oceânicos (NASA, 2004).

[http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural\\_hazards\\_v2.php3?topic=dust](http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?topic=dust)

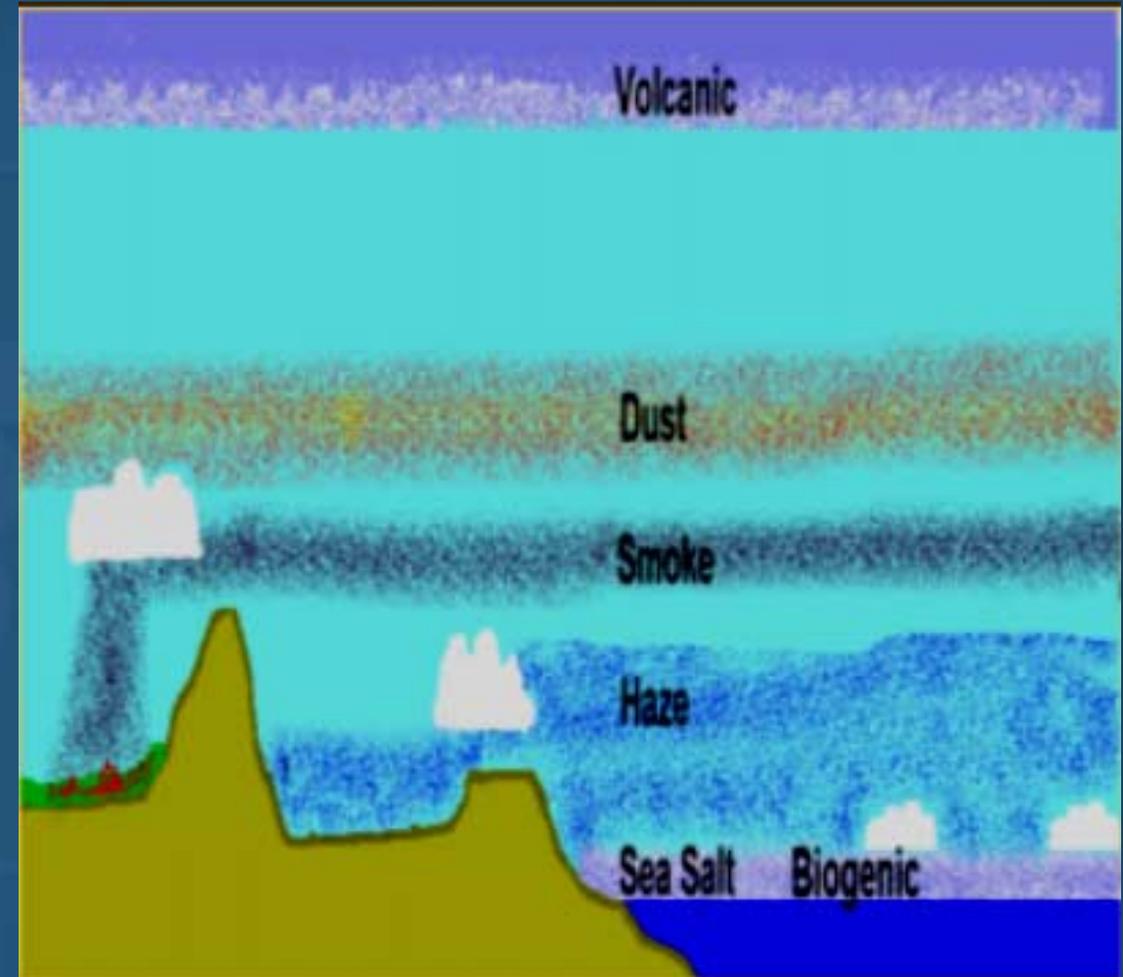
- As tempestades de areia afetam cultivos, povos, vilas e climas e podem ter caráter intercontinentais. Em 1971 o todo o planeta Marte foi coberto por uma tempestade de areia.

[http://www.jpl.nasa.gov/news/press\\_kits/merlaunch.pdf](http://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/merlaunch.pdf).

- A maior parte das poeiras carregadas por tempestades de "areia" estão sob a forma de silte.

[http://www.achetudoeregiao.com.br/ANIMAIS/erosao\\_eolic\\_a.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/ANIMAIS/erosao_eolic_a.htm)

<http://www.harbour.sfu.ca/dlam/newsletters/9906.html>



Principais aerossóis na atmosfera

(Husar et al., 2000)



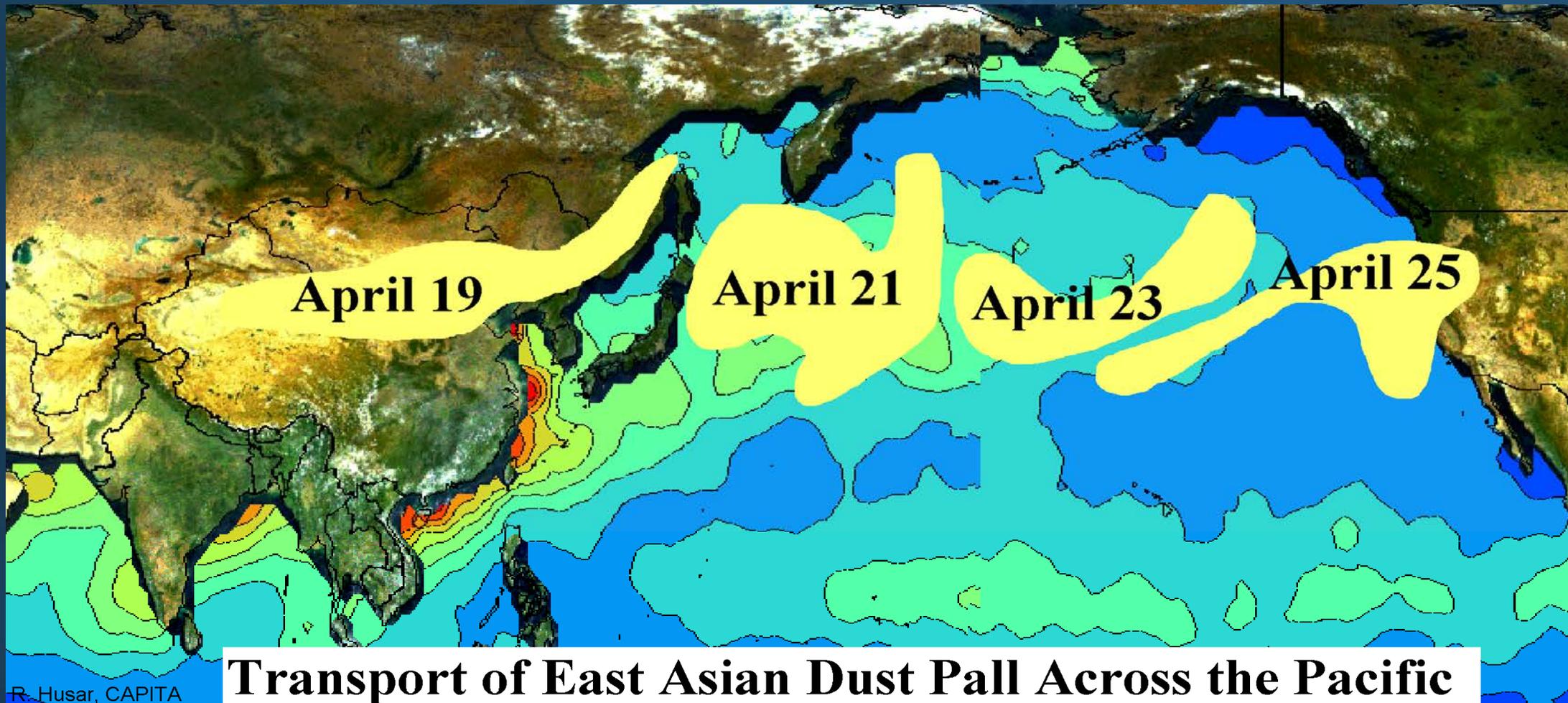
PETROBRAS

# Tempestades de areia

## Da Ásia a América do Norte

Em abril de 1988, uma tempestade de areia vindo da Mongólia, composta de sedimentos finos do deserto de Gobi e da área industrial poluída da China, atravessou o oceano e cobriu 25% da América do Norte - Canadá e Estados Unidos (CNN, 2001).

<http://archives.cnn.com/2001/WORLD/asiapcf/east/04/17/weather.gobi/index.html>



**Transport of East Asian Dust Pall Across the Pacific**

R. Husar, CAPITA

<http://capita.wustl.edu/asia-fareast/index.html>

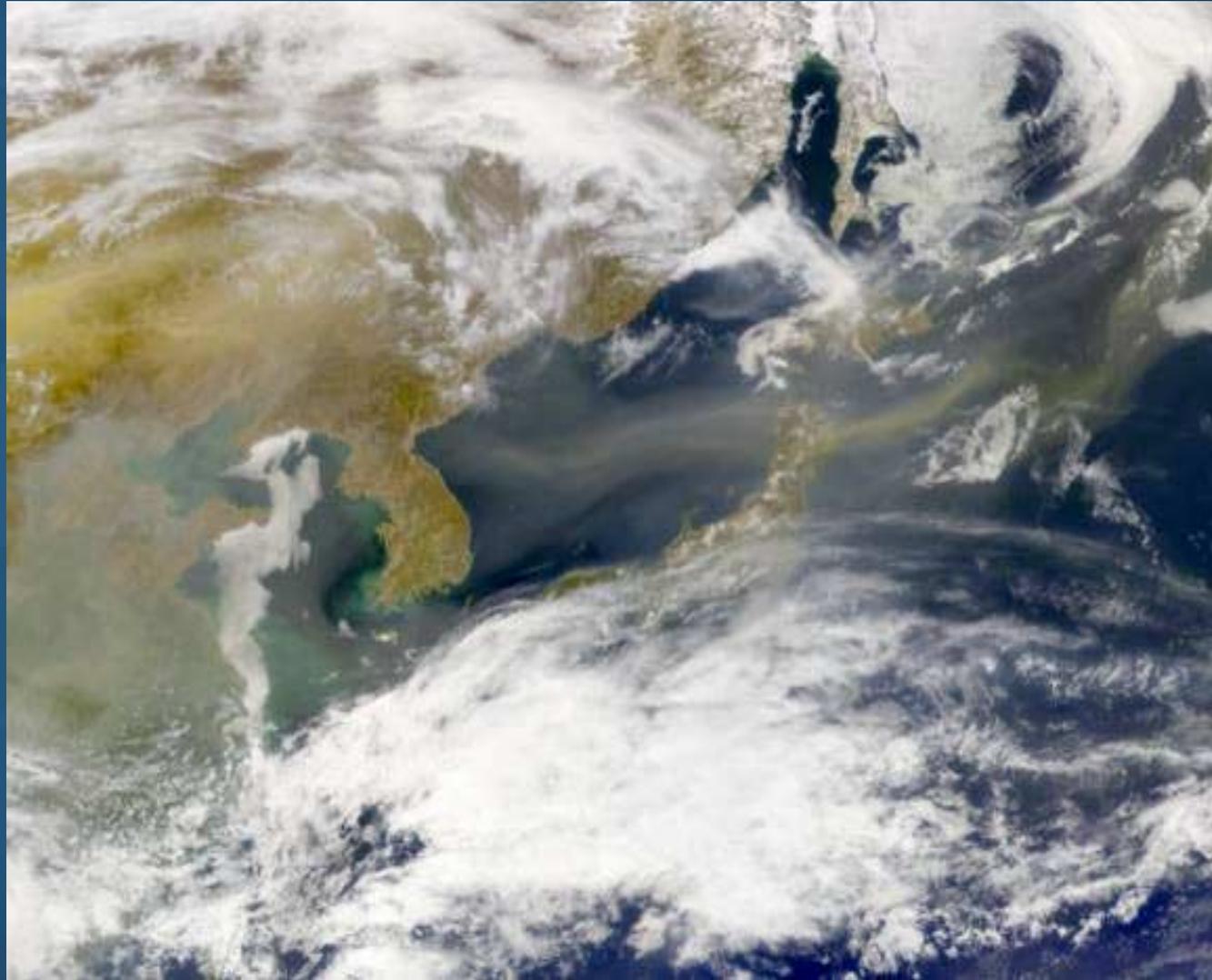


PETROBRAS

# Tempestades de areia

Novamente em 2001:

Satélites da NASA detectaram uma nuvem de poeira maior que 2 000 km saindo da China, atravessando o Oceano Pacífico sobre Japão e Coréia do Norte, cruzando o oceano, atingindo a América do Norte desde o Alasca até a Flórida levando poeira e contaminantes de um continente a outro.

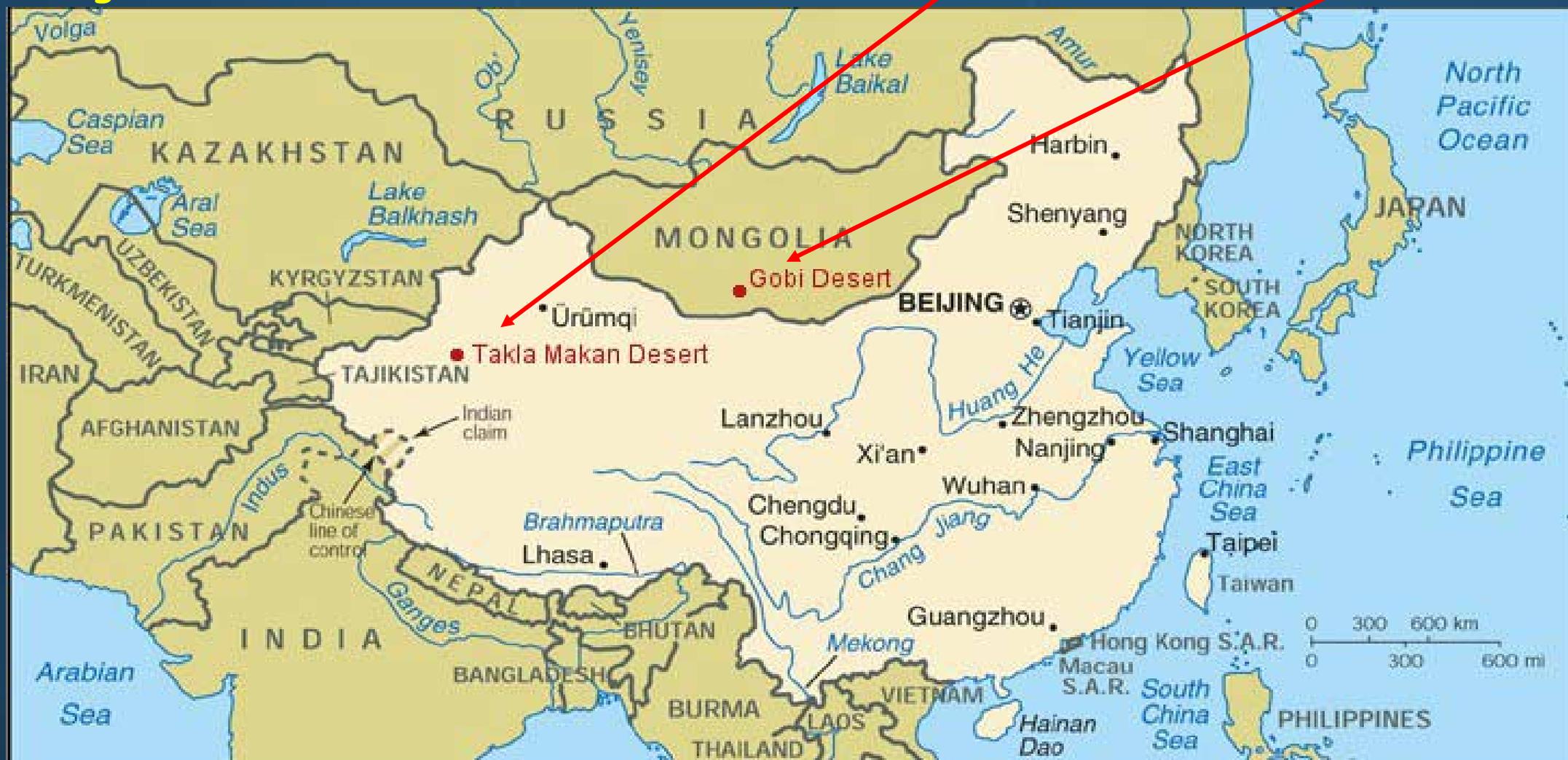




PETROBRAS

# Tempestades de areia

A nuvem de poeira na realidade originou-se antes da Mongólia, ou seja: a partir da Sibéria. Nos dias 6 a 9 de abril foram carregaram milhões de toneladas de poeira do deserto de Takla Makan da China e de Gobi na Mongólia.





PETROBRAS

# Tempestades de areia

Rua de Baicheng na província de Jilin a norte da China durante uma violenta tempestade de poeira no dia 7 de abril de 2001 (Zev

Levin, 2001).



# Tempestades de areia

As bactérias da meningite meningocócicas (inflamação da medula espinhal ou no cérebro) encontram condições muito favoráveis de desenvolvimento na África Subsaariana (pouca chuva, baixa umidade e muita poeira).

As nuvens de poeira que deixam o Saara atingem pontos como as Ilhas Canárias ou mesmo mais distantes como a região Amazônica e a Europa.

Os nutrientes presentes nestas nuvens não estariam facilitando a propagação de doenças?



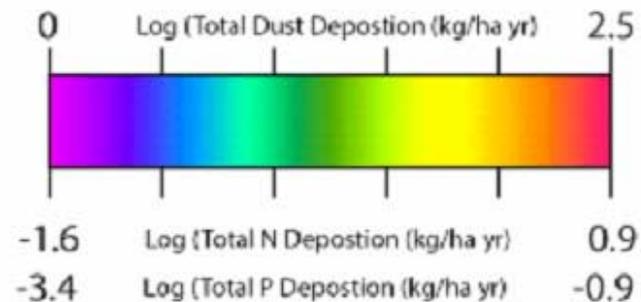
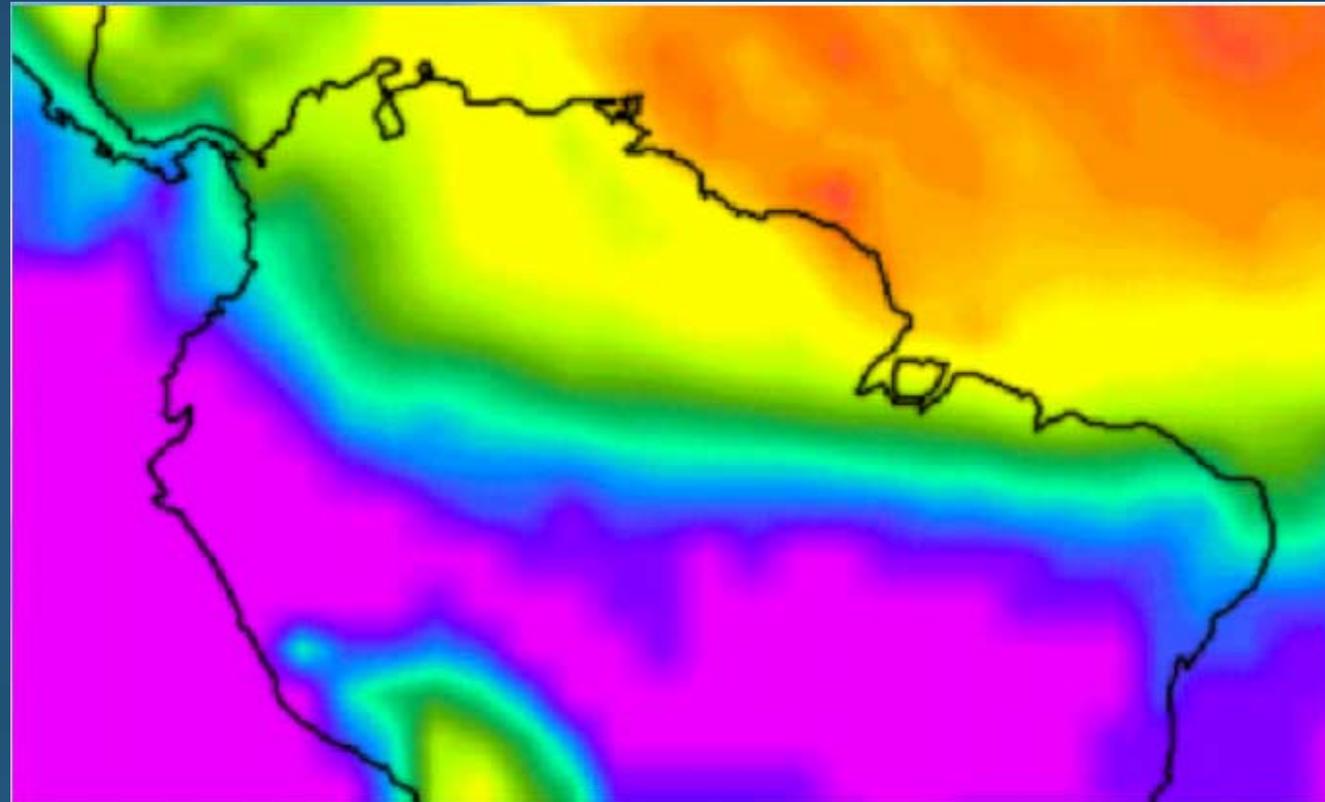
Nuvem de poeira deixando o Saara no sentido das ilhas Canárias (foto ESA)



PETROBRAS

# Tempestades de areia

A América do Sul também recebe poeiras oriundas do deserto de Sahara perfazendo entre 20 a 50 kg de poeira a cada ano por hectare (Chadwick, 2002 and Artaxo et al., 2004).

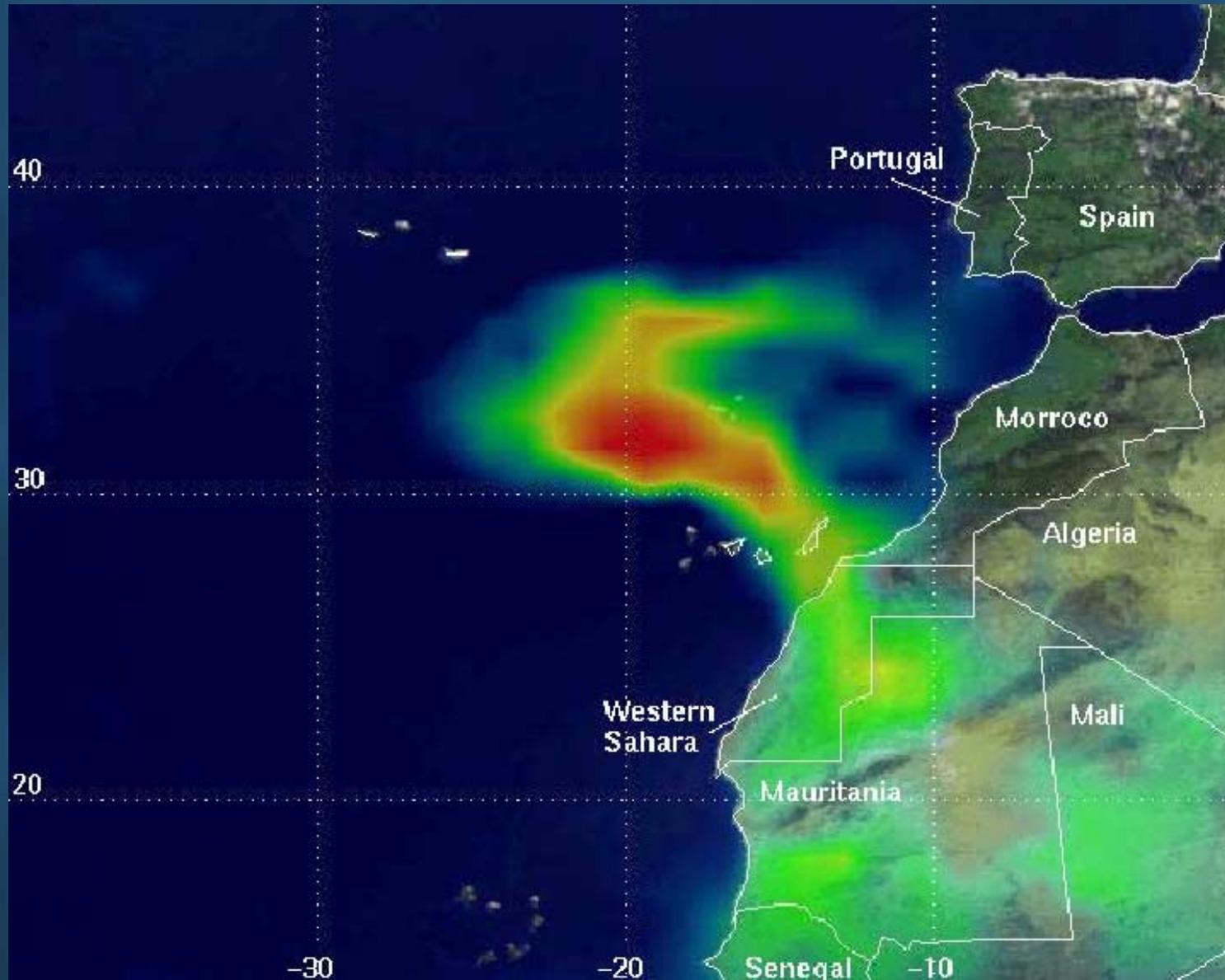




PETROBRAS

# Tempestades de areia

Tempestade de areia do deserto de Saara migrando em direção a Europa no ano de 2001





PETROBRAS

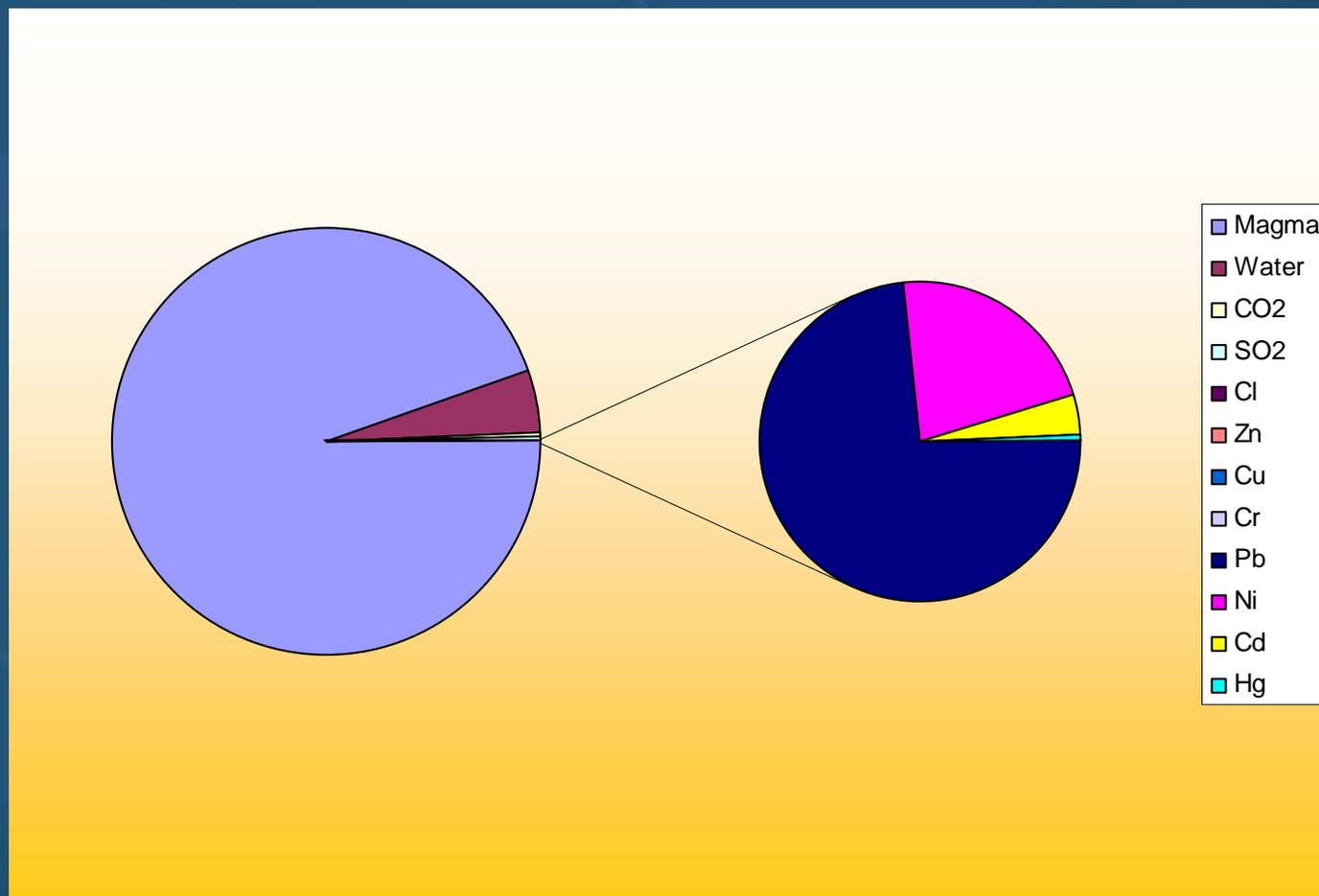
# Vulcanismo



# Vulcanismo

O vulcanismo espalha na superfície da Terra produtos químicos e substâncias oriundas do interior do planeta. Em junho de 1991 o vulcão Pinatubo, situado nas Filipinas ejetou em milhões de toneladas os seguintes produtos:

10.000 de magma,  
 491 de  $H_2O$ ,  
 42 de  $CO_2$ ,  
 17 de  $SO_2$ ,  
 3 de  $Cl$ ,  
 2 de Zn,  
 1 de Cu,  
 0,55 de Cr  
 0,10 de Pb,  
 0,03 de Ni,  
 0,0055 de Cd,  
 and 0,0008 de  $Hg$ .



Os aerossóis oriundos desta explosão afetou o clima global por três anos.

(Gerlach, 1996; Selinus, 2004).



PETROBRAS

# Vulcanismo

- Vulcão Klyuchevskaya (4750 metros acima do nível do mar), na Rússia, ocorrida em 1 de outubro de 1994. A pluma elevou-se a uma altitude entre 10 a 14 km (NASA, 1994).



<http://www.geographicguide.com/asia.htm>

- A erupção do vulcão Tambora, em 1815 na ilha de Sumbawa na Indonésia, ejetou aproximadamente 100 km<sup>3</sup> de rochas. A temperatura média da parte central da Inglaterra caiu cerca de 4.5 ° F.

<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Mount%20Tambora>

- No vulcão Etna situado na Itália, a principal emissão é de CO<sub>2</sub>, mas estão presentes também grandes emissões de CH<sub>4</sub> (Pecoraino & Giammanco, 2004).

[http://www.vulkaner.no/v/volcan/etna\\_e.html](http://www.vulkaner.no/v/volcan/etna_e.html)

<http://www.solcomhouse.com/etna.htm>



PETROBRAS

# Vulcões de lama

## Vulcão de lama Azeri no Azerbaijão



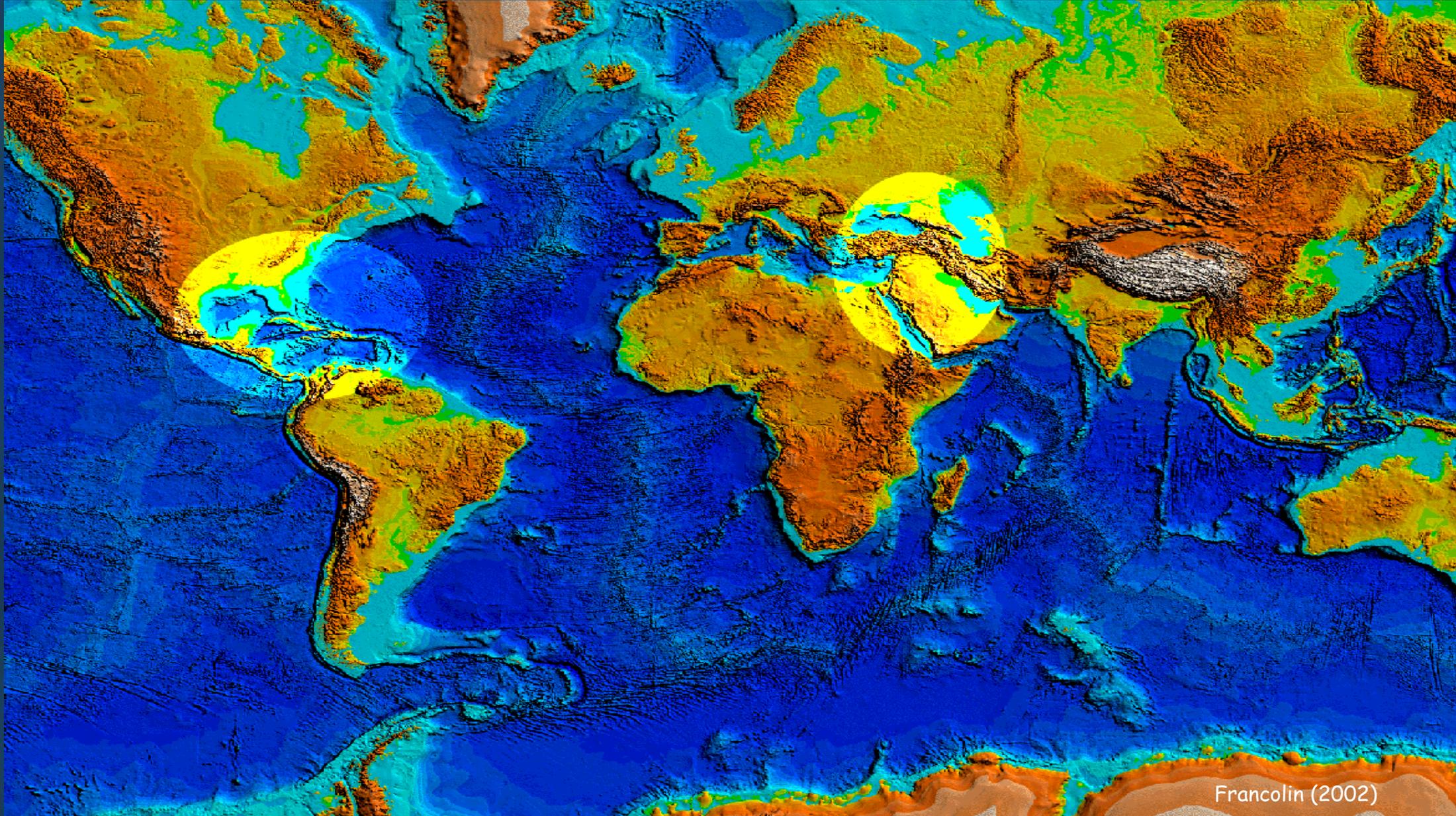
Azeri mud volcano flares



PETROBRAS

# Vulcões de lama

## Principais acumulações de hidrocarbonetos na Terra



Francolin (2002)



PETROBRAS

# Vulcões de lama

## Vulcões de lama do Azerbaijão

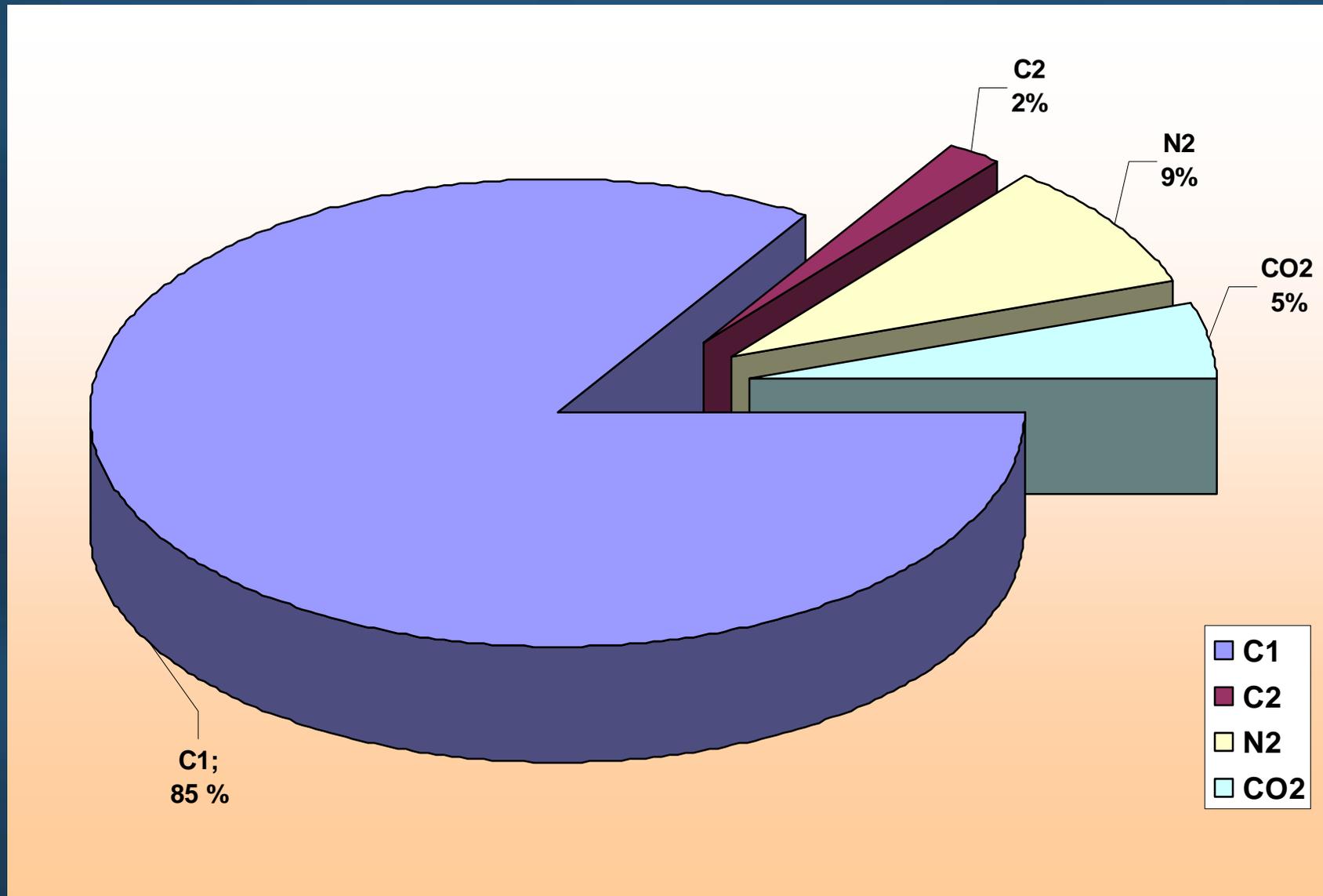
- No mundo existem mais de 700 vulcões de lama distribuídos em 25 países, sendo a maioria no Azerbaijão e região do Mar Cáspio. [http://www.first-exchange.com/FSU/Azer/nao\\_mv.htm](http://www.first-exchange.com/FSU/Azer/nao_mv.htm)
- Em cada erupção são lançadas centenas de toneladas de lama e milhões de m<sup>3</sup> de gases. <http://www.first-exchange.com/FSU/Azer/fec3053d.htm>
- Em 1947, 500 milhões m<sup>3</sup> de gas foram lançados na atmosfera durante a erupção do vulcão de lama Tourogay. (Akper, 2003).  
<http://www.searchanddiscovery.com/documents/abstracts/annual2003/extend/77922.PDF>
- Mesmo nos intervalos das erupções os vulcões de lama ainda expelem continuamente o CH<sub>4</sub>. Neste período de quietude o volume mais comum do total de gas emitido pelos vulcões de lama Charagan e Dashgil correspondem respectivamente a 44 mil m<sup>3</sup>/ano e 165,000 m<sup>3</sup>/ano. metros cúbicos por ano (Akper, 2003).



PETROBRAS

# Vulcões de lama

Média dos gases oriundos de diversos vulcões do Azerbaijão (Akper, F., 2003)





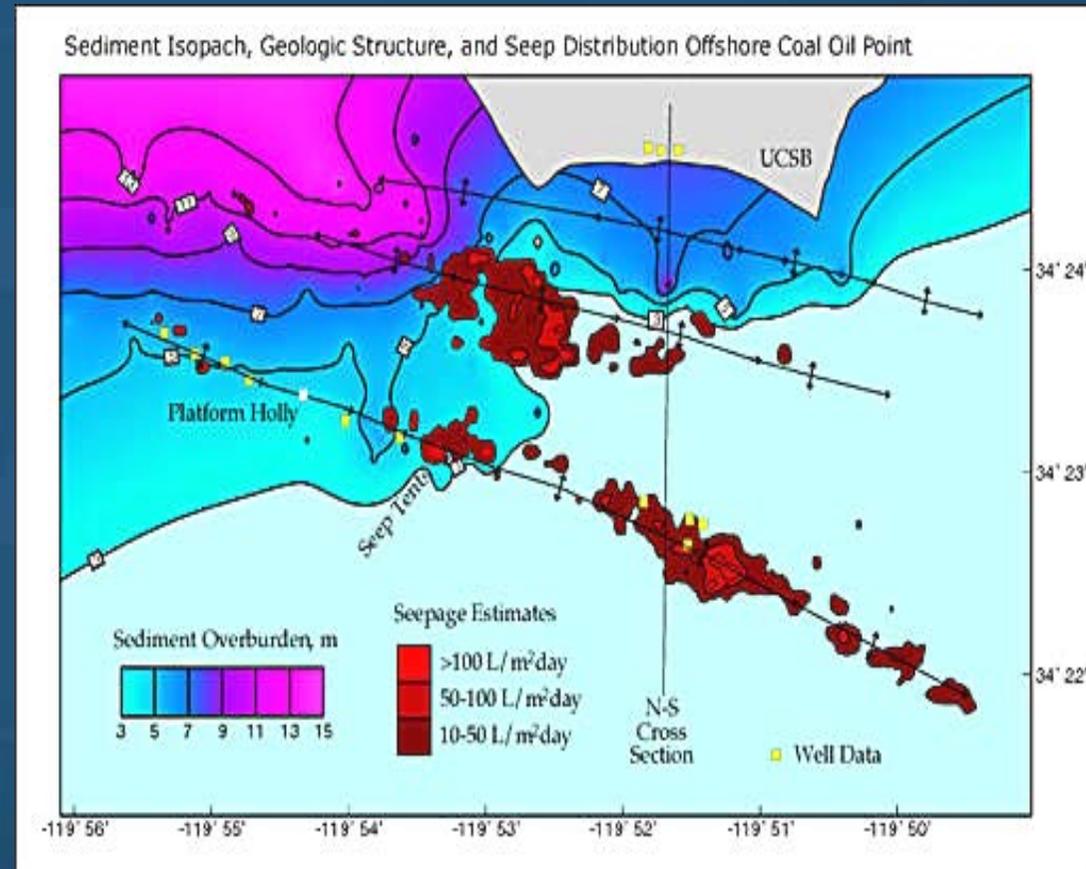
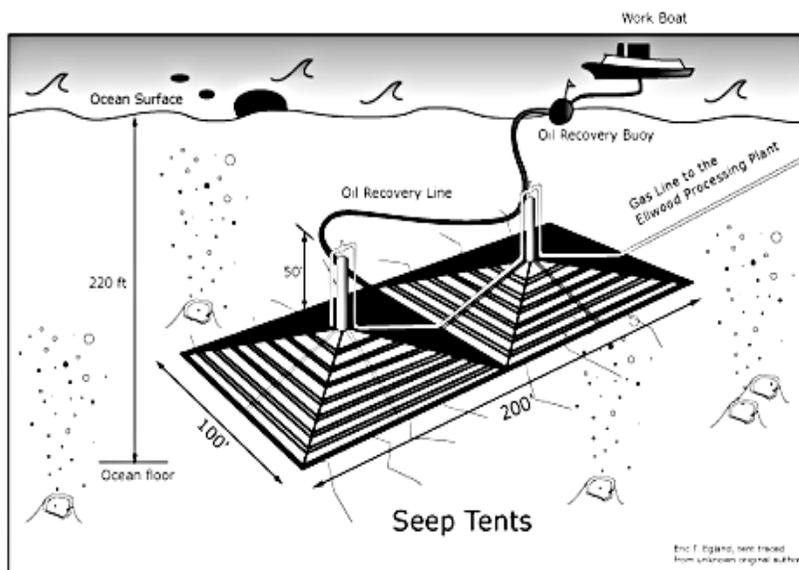
PETROBRAS

# Seeps

## Fluxo de metano em Coal Oil Point

- O seep Coal Oil Point próximo a Santa Barbara, na Califórnia, produz 16.400 m<sup>3</sup> diários de hidrocarbonetos predominantemente de metano. Está situado a 70 metros de profundidade e é a principal fonte de poluição atmosférica do município de Santa Bárbara.

Diagram of Venoco Seep Tents and surroundings



- Os hidrocarbonetos ali encontrados contêm gases orgânicos reativos (ROGs), que são os precursores do ozônio. (Washburn, 1998)

# Seeps



PETROBRAS

## Composição dos gases do seep de *Coal Oil Point* (Washburn, 1998)

Gases e percentuais	
Componentes	%
C <sub>1</sub>	87.5
C <sub>2</sub>	5.1
C <sub>3</sub>	3.1
C <sub>4</sub>	1.3
CO <sub>2</sub>	1.3
N <sub>2</sub>	0.8
C <sub>5</sub>	0.5
C <sub>6</sub> <sup>+</sup>	0.3
O <sub>2</sub>	0.1
<b>total</b>	<b>100</b>



PETROBRAS

# Hidratos

## Hidratos de gás

- Assemelham-se a gelo e são sólidos que contêm gases naturais de tais como  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ , e gases raros em altas concentrações.



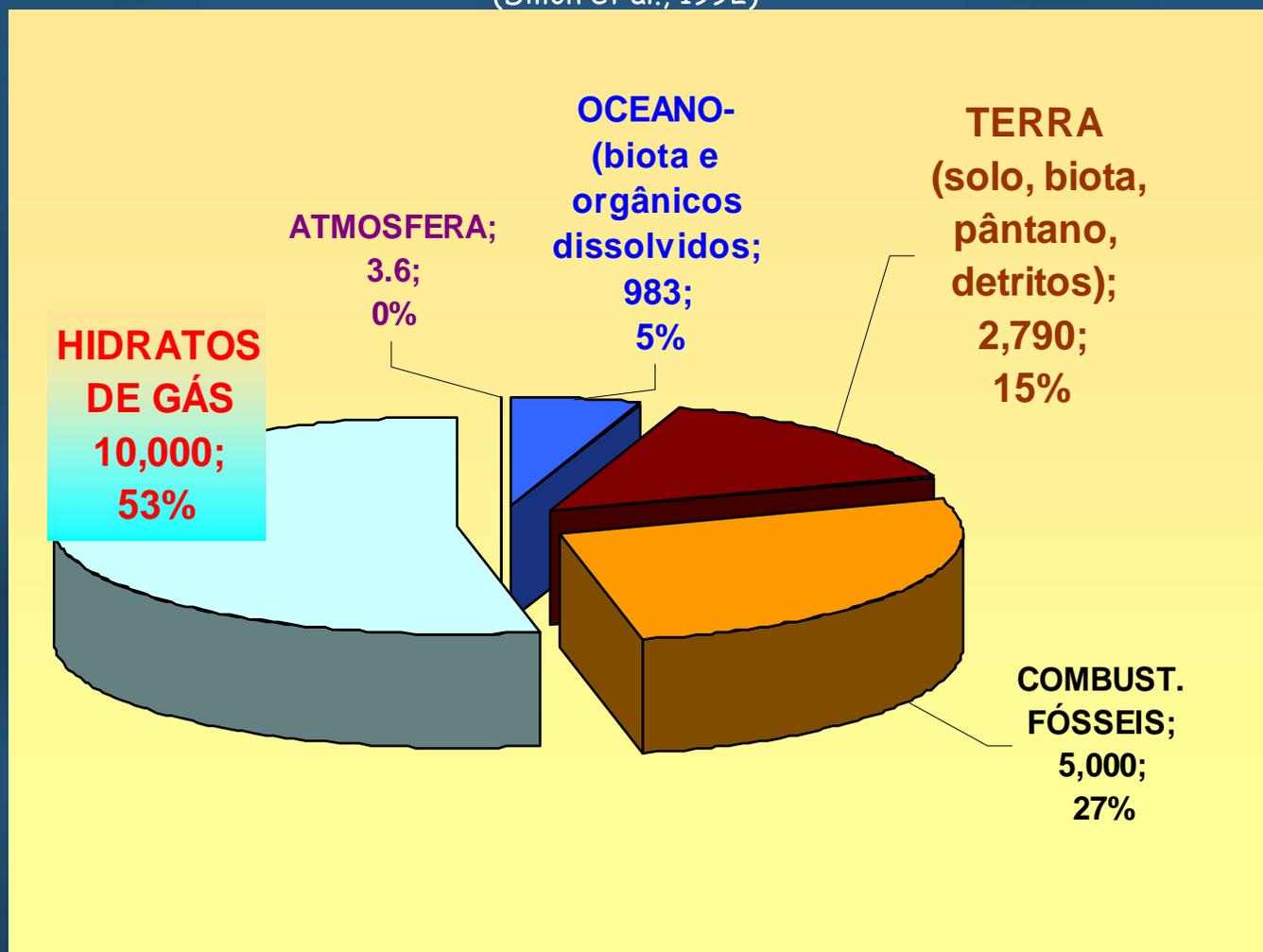
(Photo by Charles Fisher)

Os hidratos de metano foram descobertos em sedimentos de mares profundos e em áreas de permafrost e constituem-se grandes reservas de carbono e recursos energéticos. (Dilon, 2000)

# Hidratos

Proporção de hidratos em relação ao carbono orgânico do planeta  
(em reservas de  $10^{15}$  tons de carbono).

(Dillon et al., 1992)



( Não estão incluídos o carbono disperso em rochas e sedimentos, que equivalem a 1000 vezes esse total).



PETROBRAS

## CONCLUSÕES

- Os produtos naturais orgânicos afetam a saúde dos organismos vivos, clima, efeito estufa e concentrações de ozônio no planeta.
- A quantidade de produtos naturais gerados pelas atividades geológicas no meio ambiente através de tempestades de areia, vulcões, vulcões de lama, *seeps* e hidratos precisam ser considerados como assuntos importantes a serem estudados, cuidadosamente, pela comunidade científica em especial aqueles dedicados a Geologia Médica.



PETROBRAS

## Agradecimentos

*Ao GEOQ/CENPES / PETROBRAS e Luiz Antonio F. Trindad pelo crédito e suporte financeiro e ao Eugênio V. Santos pelas sugestões*



*PETROBRAS - 50<sup>th</sup> year*