

Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias

Impactos na Qualidade da Água e na Saúde Pública

Ou

Crônica de uma Morte Anunciada

Profa.Sandra M. F. O.Azevedo
IBCCF - UFRJ

Evento Climáticos Extremos

















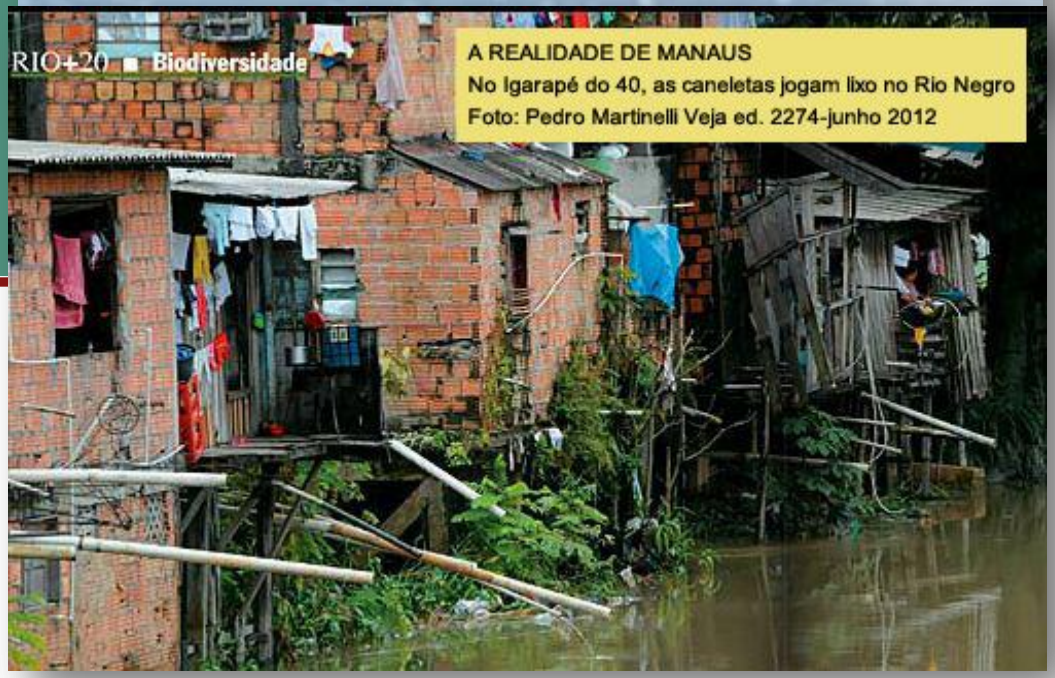











RIO+20 ■ Biodiversidade
A REALIDADE DE MANAUS
No Igarapé do 40, as caneletas jogam lixo no Rio Negro
Foto: Pedro Martinelli Veja ed. 2274-junho 2012

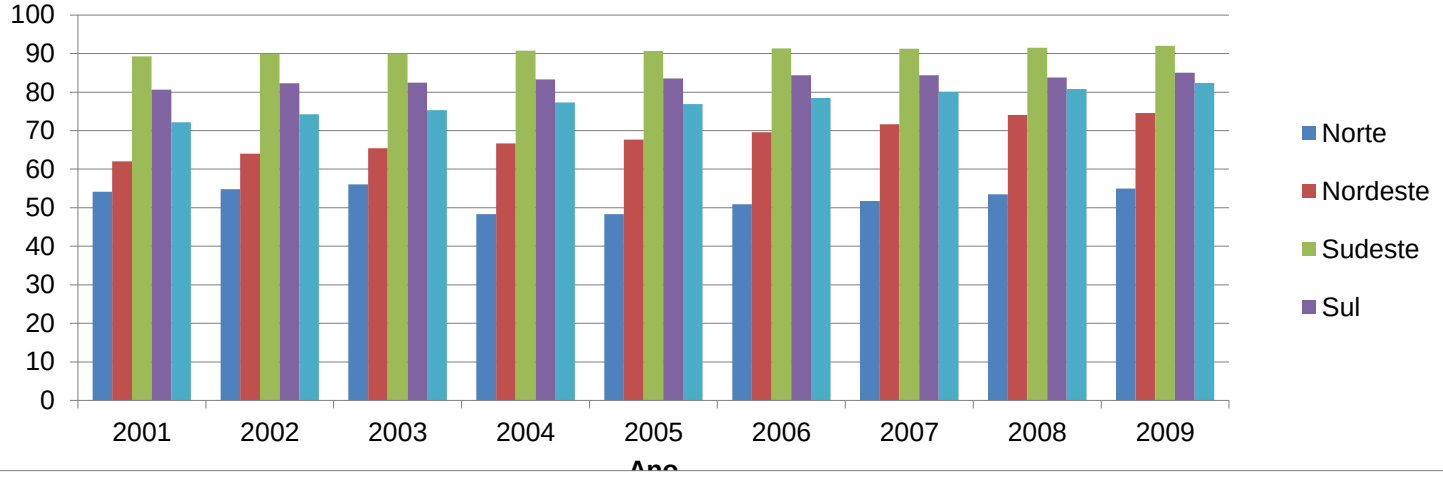


Doenças de veiculação hídrica:

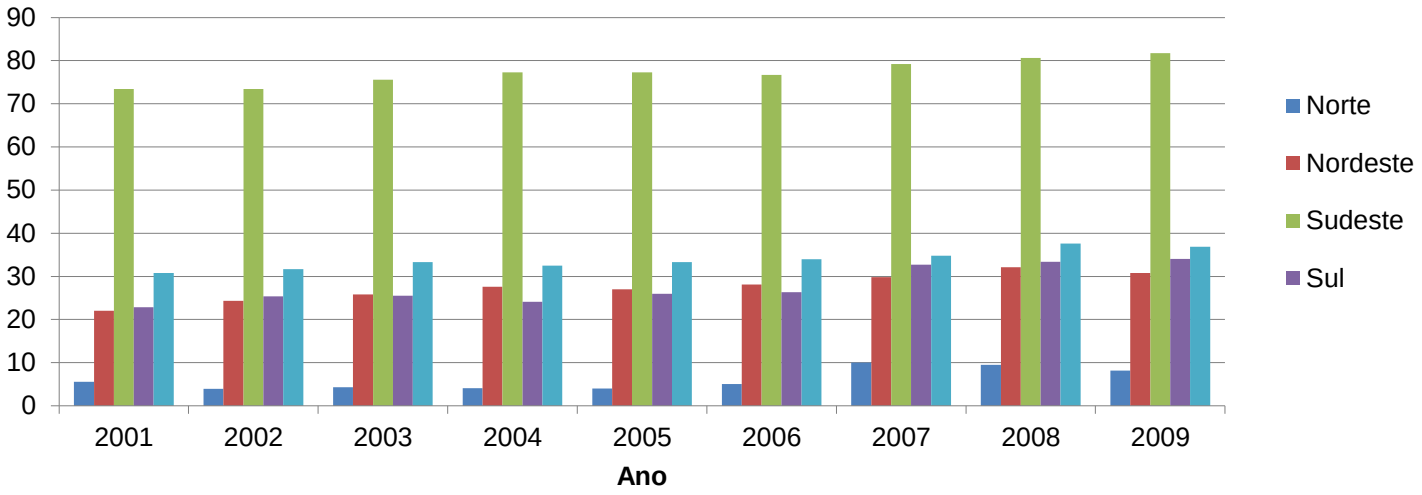
- Doenças diarréicas agudas (cólera, febre tifóide, disenteria);
- Parasitoses (leichmanioses; amebiases, esquistossomose; etc);
- Doenças transmitidas por vetores aquáticos (malária, febre amarela, dengue, etc);
- Doenças virais (hepatite A, rotavirus, etc);
- Doenças relacionadas a contaminantes químicos (metais pesados, pesticidas, dioxinas, etc).

Doenças diretamente relacionadas com a qualidade da água!

Percentual de domicílios abastecidos com água de Rede Geral e com canalização interna



Percentual de Domicilios com Rede Coletora de esgoto



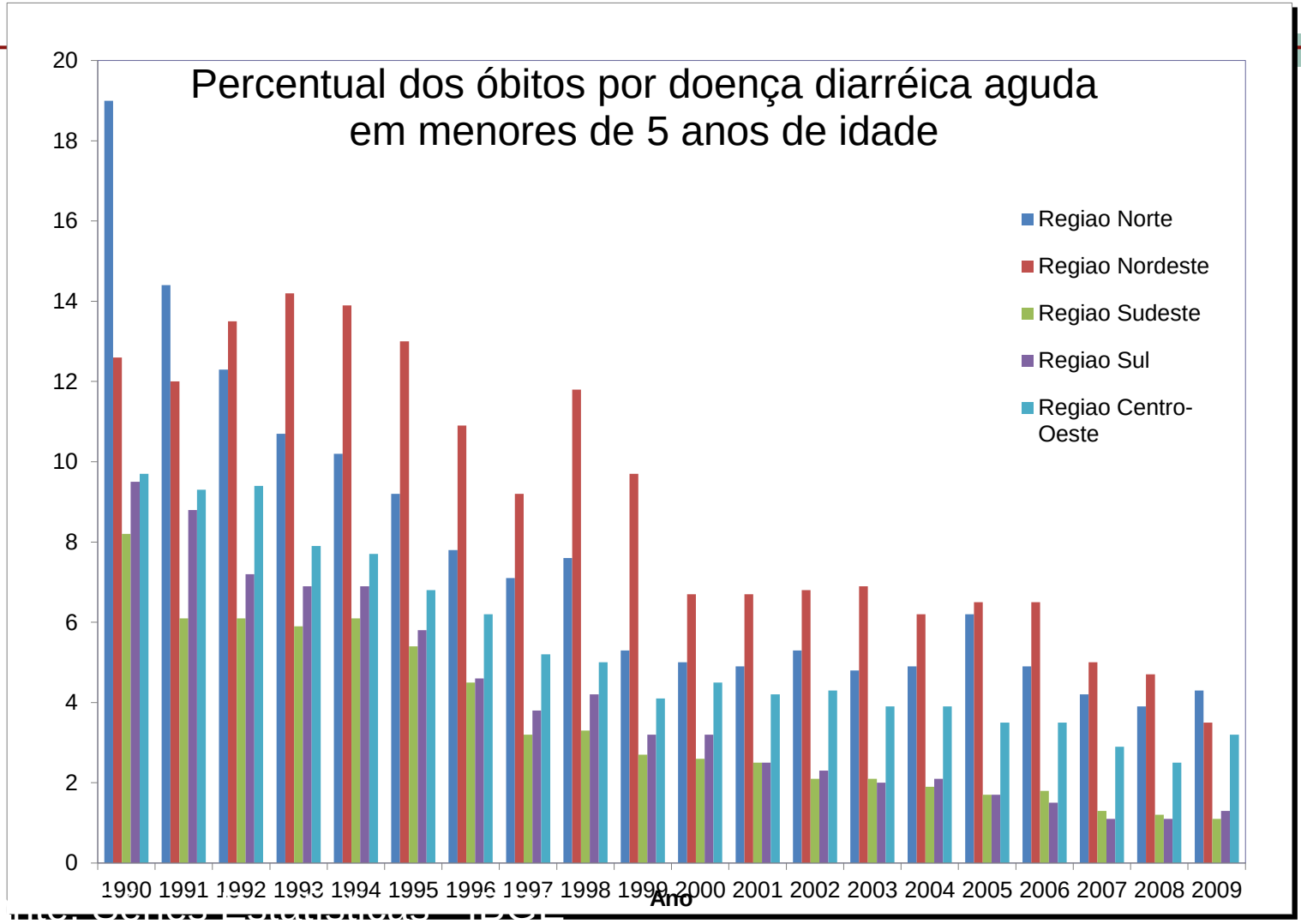
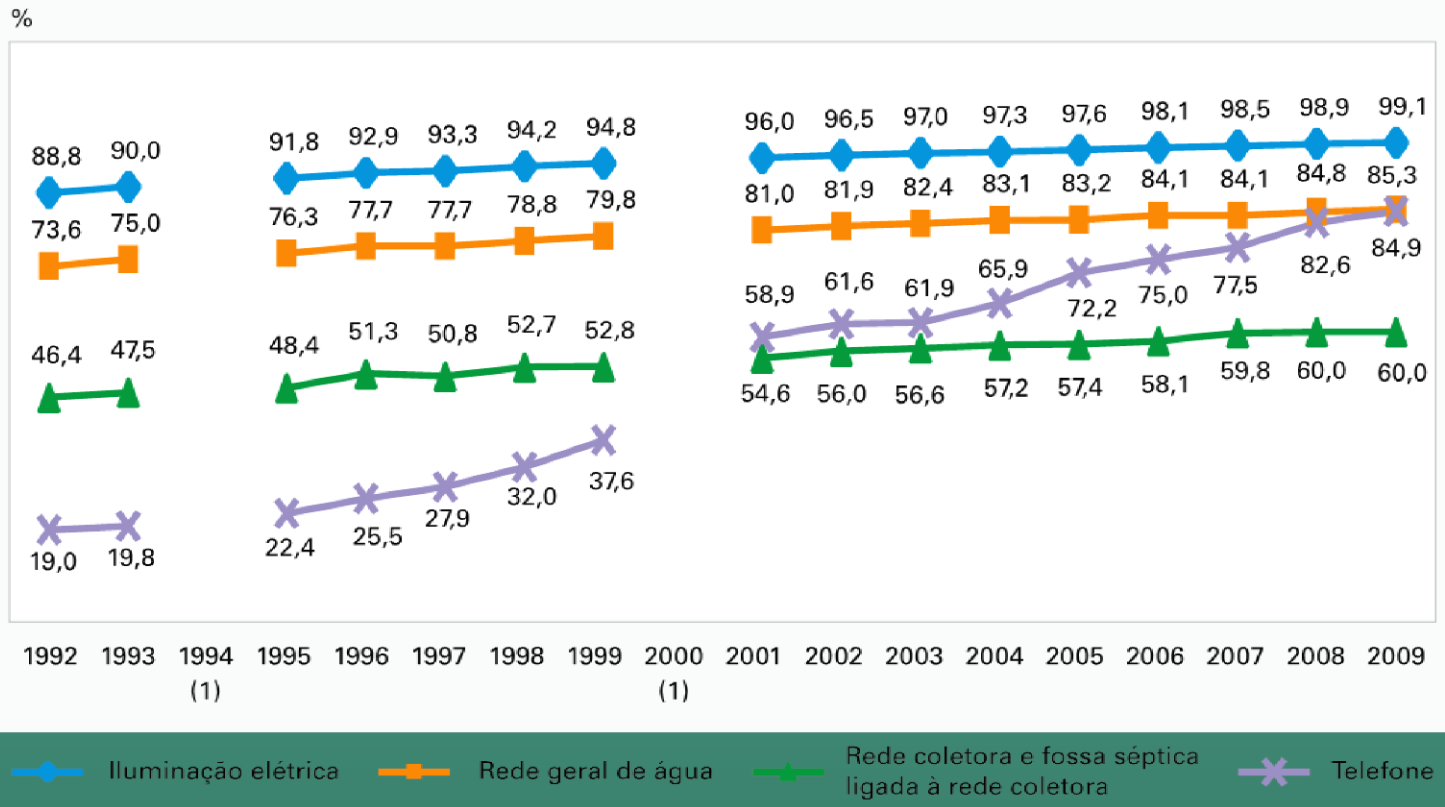

Percentual dos óbitos por doença diarréica aguda em menores de 5 anos de idade
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009
Ano
Regiao Norte
Regiao Nordeste
Regiao Sudeste
Regiao Sul
Regiao Centro-Oeste

Gráfico 42 - Percentual de domicílios com alguns serviços básicos, no total de domicílios particulares permanentes - Brasil - 1992/2009



Fonte IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 1992/2009

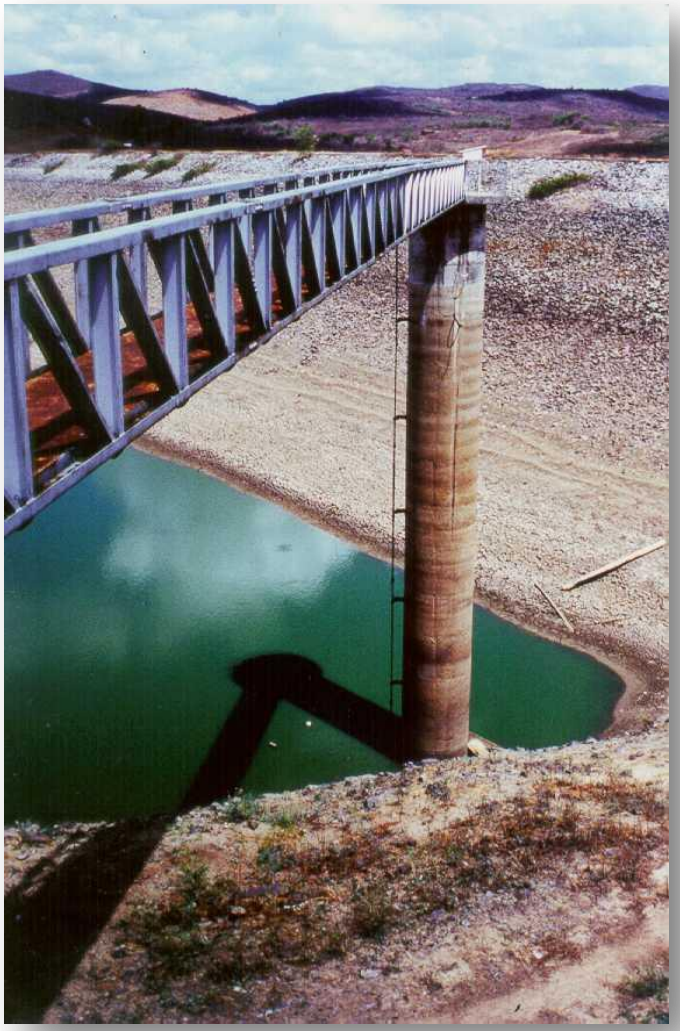
Nota: Indicadores de 2004 a 2009 harmonizados com a cobertura geográfica existente até 2003.

(1) A pesquisa não foi realizada.

Efeitos da Seca – *"El Ninho"* ⇨ Região Nordeste







Reservatório de Tabocas PE : 97-98-99

Reservatório do Funil, Rio Paraíba do Sul, município de Resende - RJ

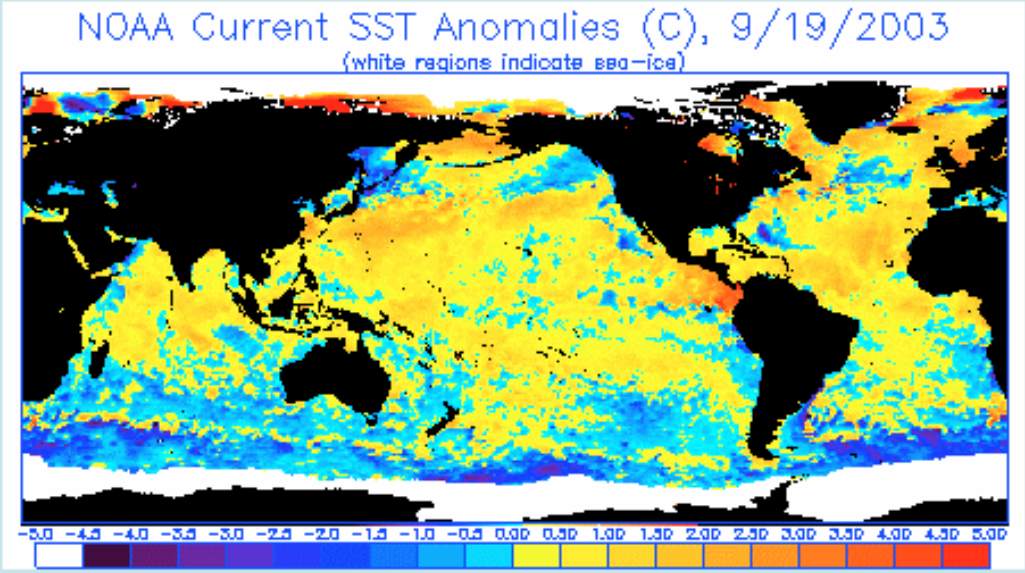


O Globo 11/11/2014

February 3, 2000

El Niño Increases Diarrheal Disease Incidence by 200 Percent

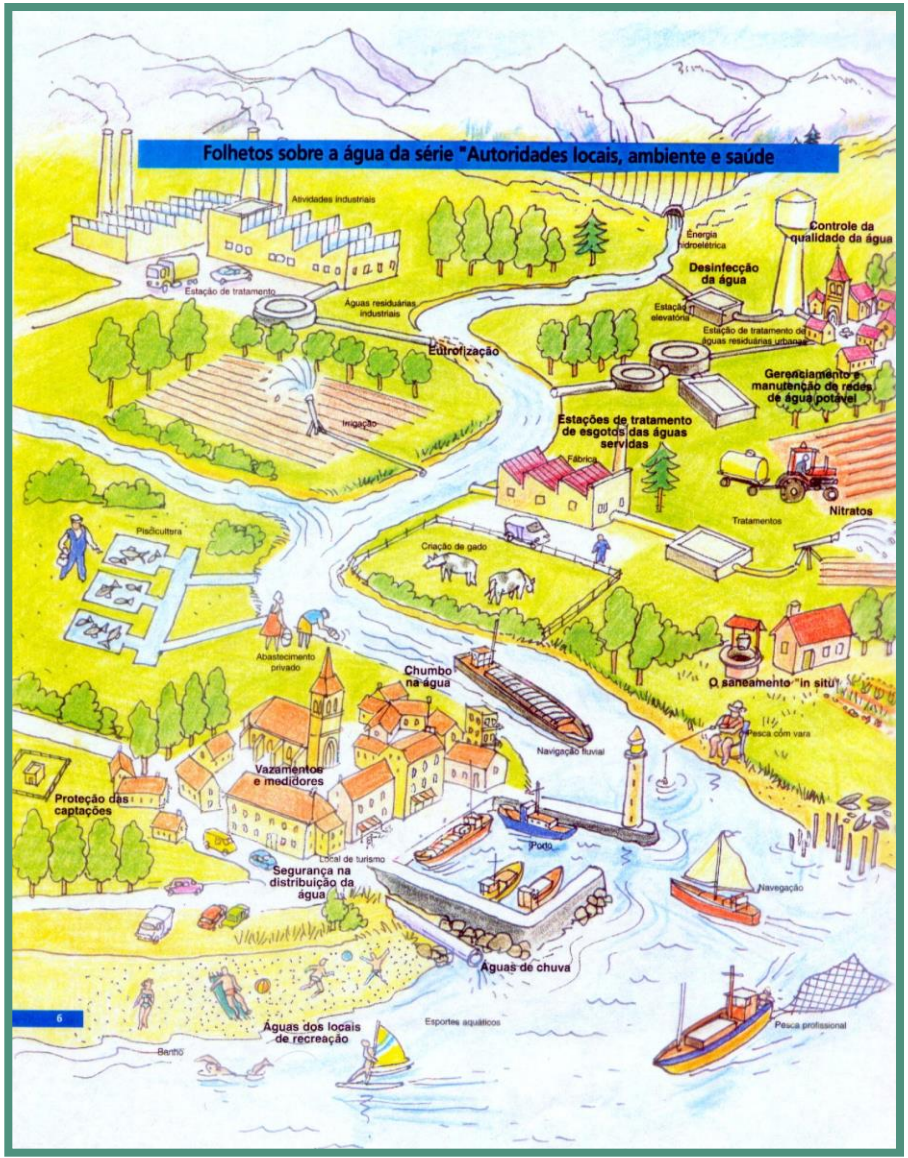
The El Niño phenomenon--the warming of the equatorial Pacific ocean that occurs every two to seven years--has been linked to outbreaks of dengue, malaria, and cholera. Now, researchers from the Johns Hopkins School of Public Health, A.B. Prisma, and the Instituto Nacional de Salud in Lima, Peru, have found that the 1997-1998 El Niño season increased hospitalizations for diarrheal disease by 200 percent, according to a study published in the February 5th issue of *The Lancet*. The results are cause for concern, said the researchers, since diarrhea already causes one billion episodes and three million deaths annually in children under five worldwide.



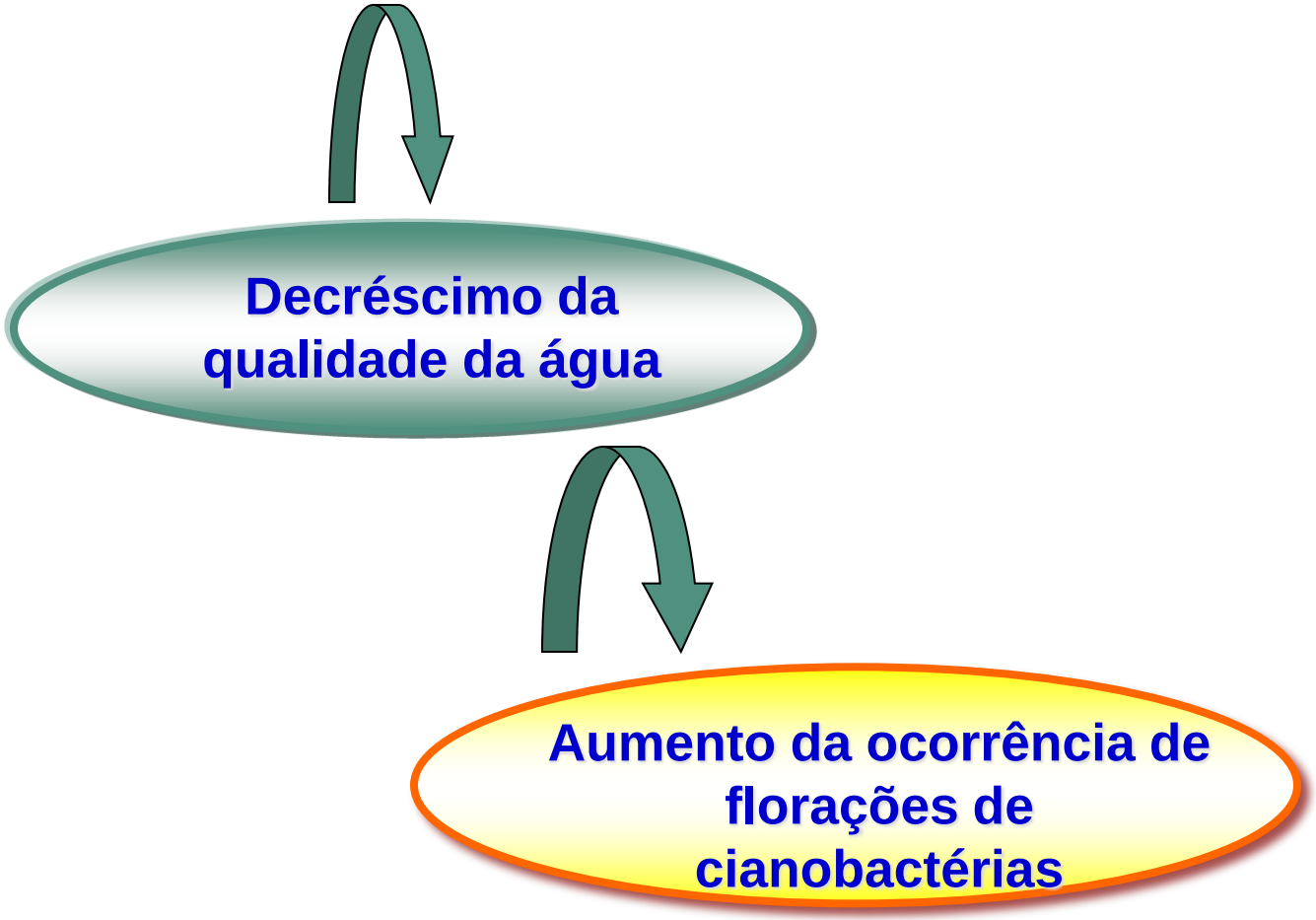
Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos

- abastecimento,
- irrigação,
- industria,
- navegação,
- recreação,
- aqüicultura

Eutrofização



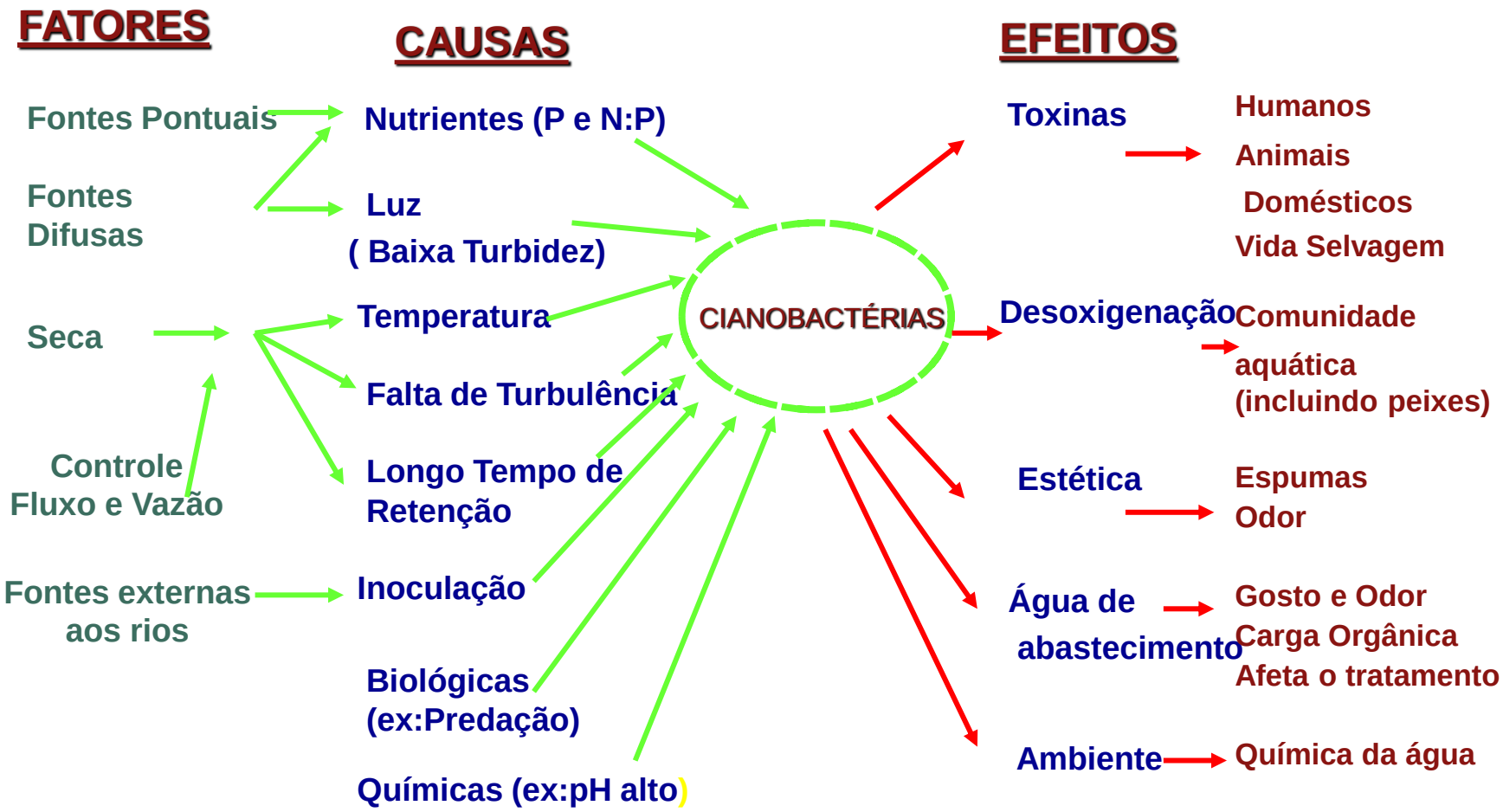
Aumento do Processo de Eutrofização



CONDIÇÕES IDEAIS PARA A OCORRÊNCIA DE FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS

- Vento fraco;
- Temperatura da água entre 15-30º C;
- pH entre 6-9;
- Abundância de nutrientes (N e P).

PRINCIPAIS CAUSAS E EFEITOS DAS FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS



Florações de cianobactérias em reservatórios de abastecimento público:





Represa Bilings,

Foto Ciência Hoje, 1980



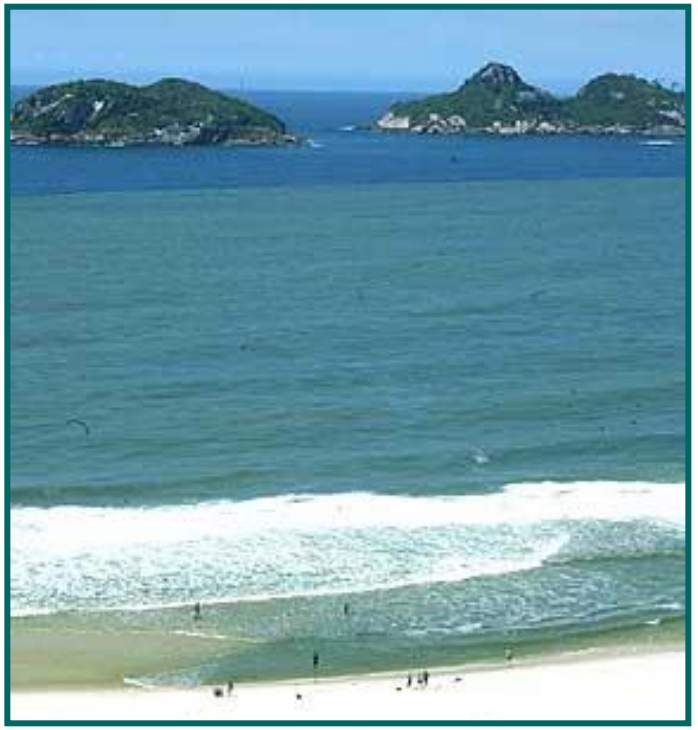


Florações de cianobactérias em lagoas costeiras:

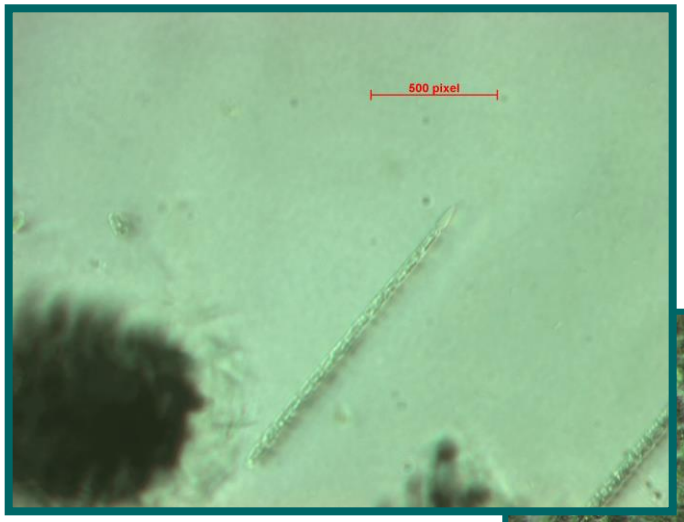
Floração de *Microcystis* Atingindo a Zona Costeira - RJ



Jornal O Globo 11/11/04



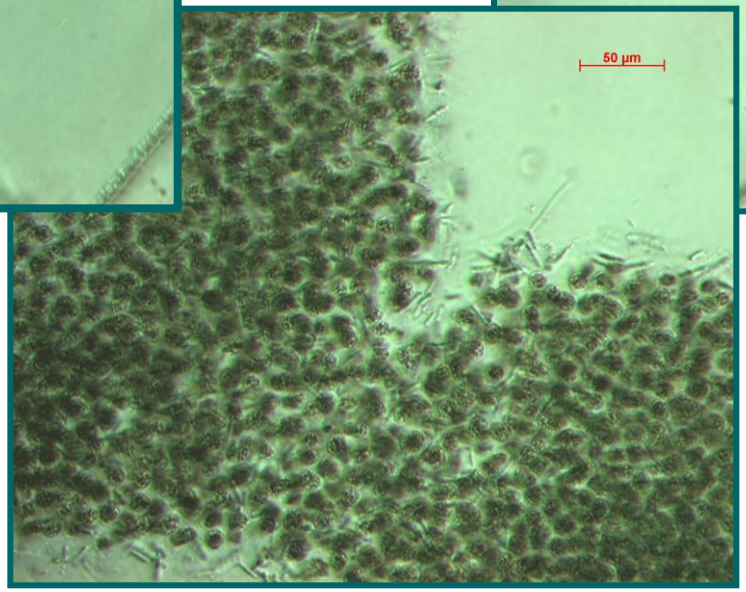
Espécies de cianobactérias usualmente encontradas em florações brasileiras



Cylindrospermopsis raciborskii



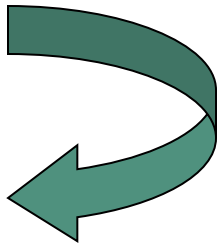
Anabaena sp



Microcystis aeruginosa

DIFERENTES CEPAS DE ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS

Substancias tóxicas diversas → **CIANOTOXINAS**



- **Neurotoxinas**
- **Hepatotoxinas**
- **Citotoxinas**
- **Endotoxinas - LPS**

Cianotoxinas: Década de 1980

Neurotoxinas

- Anatoxina-a
- Anatoxina-a(s)
- Saxitoxinas

Hepatotoxinas

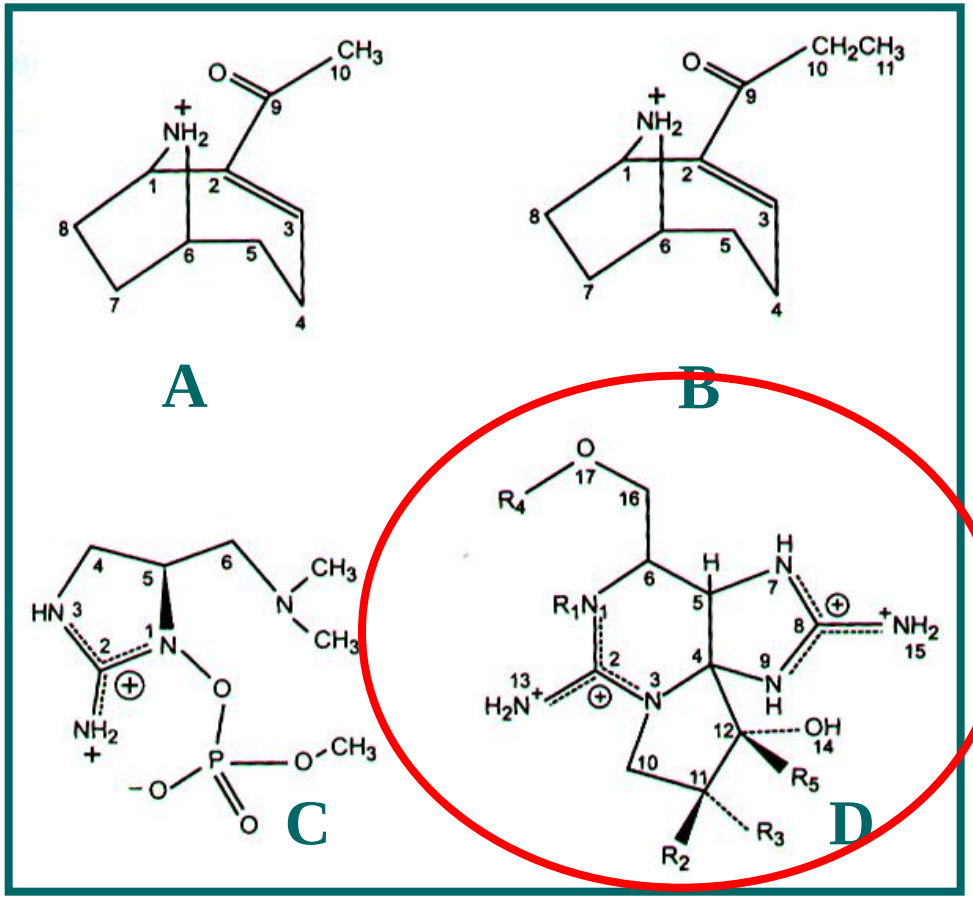
- Microcistinas
- Nodularina
- Cilindrospermopsina

Toxicidade de algumas moléculas naturais

Compound	Chemistry	Source	LD50 μg kg^{-1} BW
botulin A (s.c.)	protein	soil bacteria (*Chlostridium*	0.004
ciguatoxin 1	polyether	marin dinoflagellates	0.25
batrachotoxin	steroid	tropical frogs (*Phyllobates*	2
saxitoxin	alkaloid	cyanobacteria	8
tetrodotoxin	alkaloid	puffer fish (symb. bacteria)	8
anatoxin-A(s)	alkaloid	cyanobacteria	40
microcystin-LR	peptide	cyanobacteria	50
amanitine	peptide	mushroom (*Amanita*	100
anatoxin-A	alkaloid	cyanobacteria	250
aconitine	terpenoid	monkshood (*Aconitum* sp.)	270
microcystin-RR	peptide	cyanobacteria	600
strychnine	alkaloid	*Strychnos nux-vomica*	980
phalloidine	peptide	mushroom (*Amanita*	2,000
cylindrospermopsin	alkaloid	cyanobacteria	2,100
rotenone	alkaloid	*Lonchocarpus* (fabaceae)	2,650
domoic acid	amino acid	diatom (*Pseudonitzschia*	3,600
digitoxin	steroid	foxglove (*Digitalis* sp.)	3,900
ouabain	steroid	tropical plants	11,000
atropine	alkaloid	solanaceae	30,000

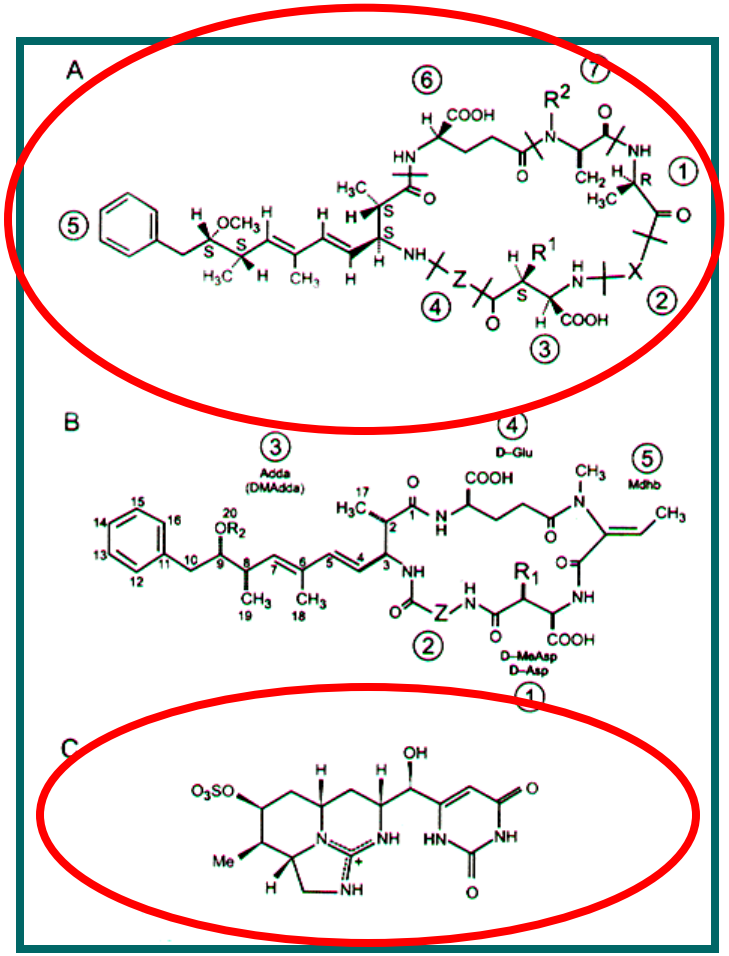
Toxicidade relativa à aplicação i.p. em camundongos;
Compilado do website da National Library of Medicine

Estruturas Química das Neurotoxinas



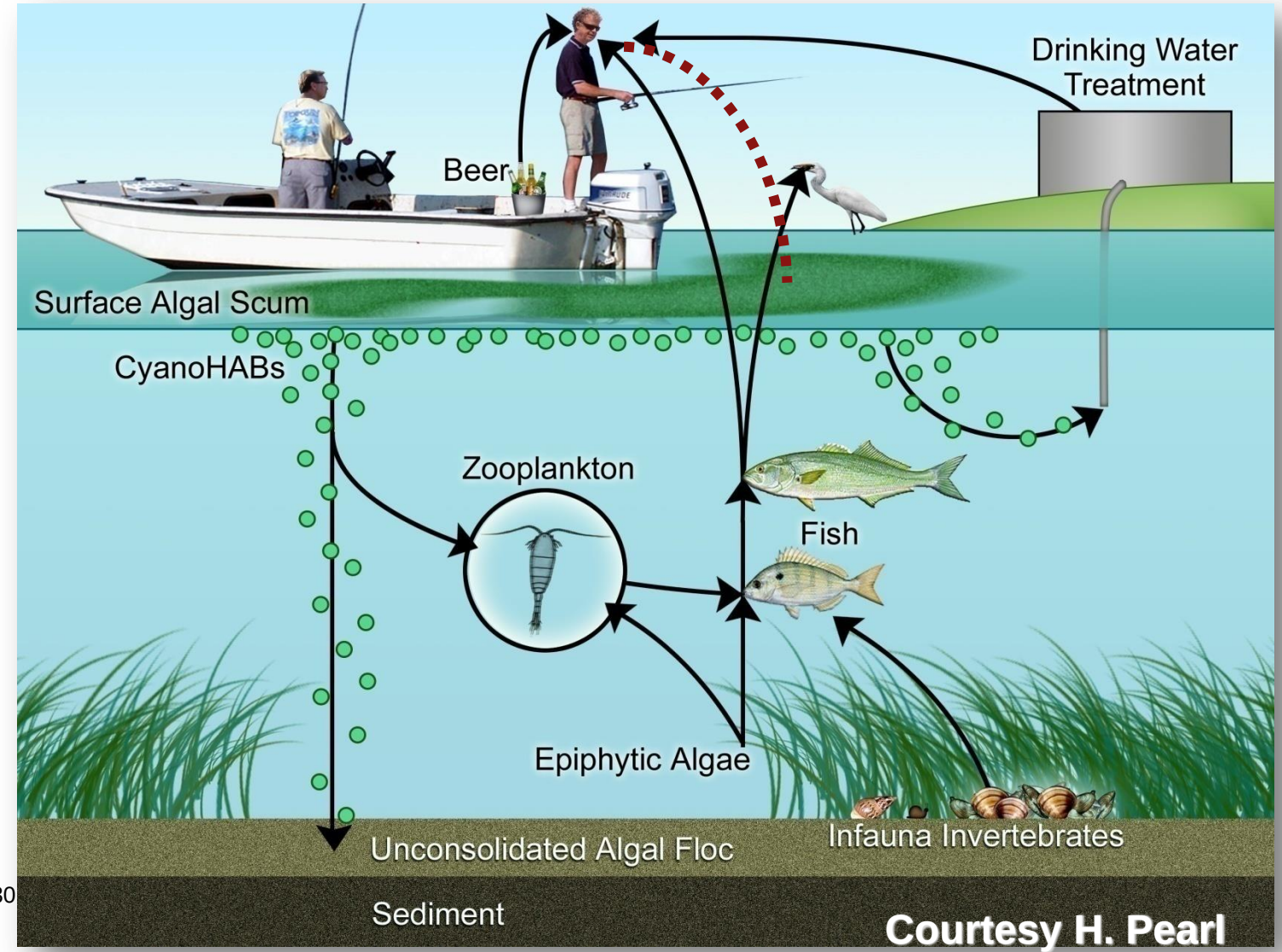
(A) anatoxina-a, (B) homoanatoxina-a, (C) anatoxina-a(s) e (D) estrutura geral das saxitoxinas

Estrutura Química das Hepatotoxinas



(A) microcistinas, (B) nodularinas, (C) cilindrospermopsina

Relações da cadeia trófica e saúde



Exposição Humana a Cianotoxinas

Diferentes vias:



Caruaru – fevereiro de 1996

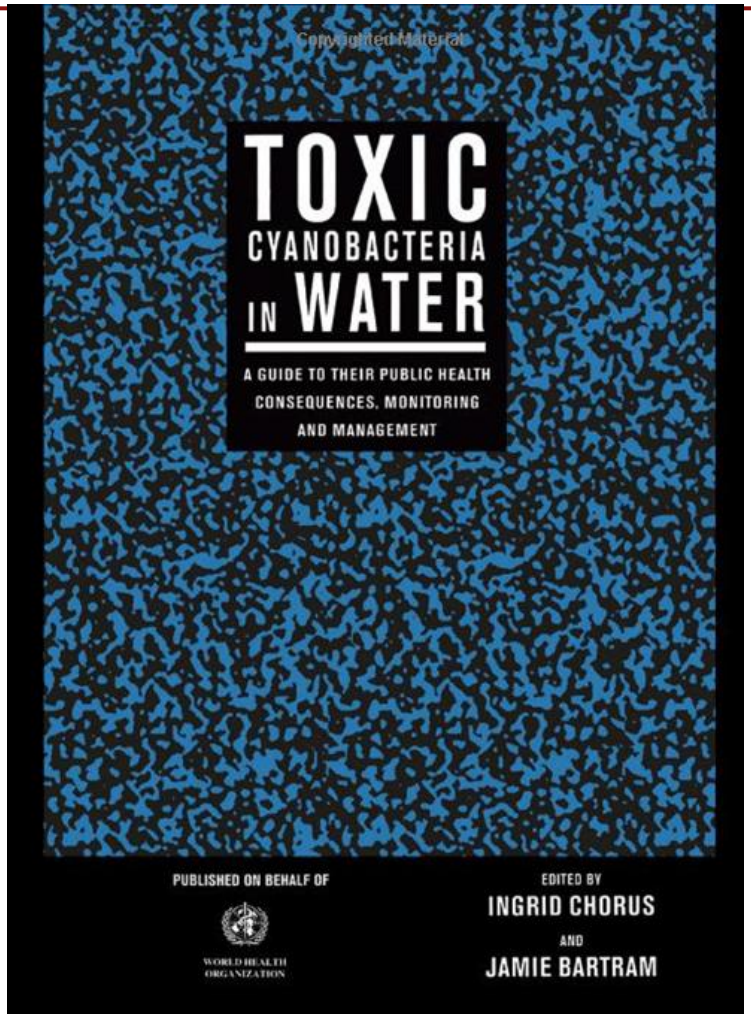
117 de 136 pacientes (86%) dialisados passaram a apresentar os seguintes sintomas :

Dor de cabeça, distúrbios visuais, náusea e vômito.

Hepatomegalia

60 mortes ocorridas até outubro 1996 puderam ser atribuídas a uma mesma síndrome





MINISTÉRIO DA SAÚDE

PORTARIA N.° 1469, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000. (*)

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 2° do Decreto n° 79.367, de 9 de março de 1977, resolve:

Art. 1° Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2° Fica estabelecido o prazo máximo de 24 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento.

§ 1° No caso de tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas, este prazo é de até 36 meses.

§ 2° No período de transição deverão ser observadas as normas e o padrão estabelecidos na Portaria n.° 36/GM, de 19 de janeiro de 1990.

Art. 3° É de responsabilidade da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4° O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5° Fica delegada competência ao Presidente da FUNASA para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6° Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ SERRA

1

Avanços no conhecimento sobre toxicologia de microcistinas em vertebrados

Após pelo menos 4 décadas de estudos:

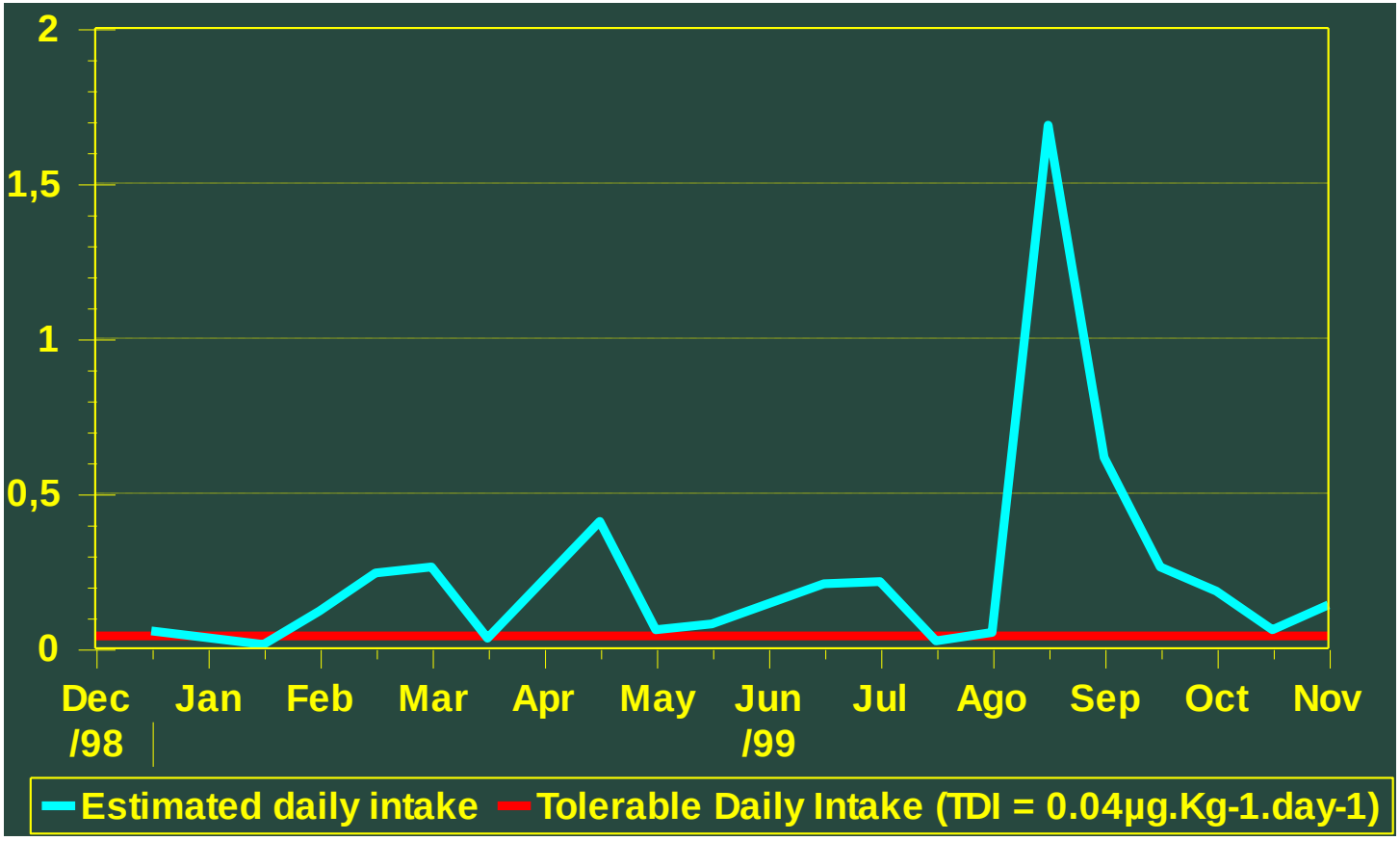
- **Fígado não é o único órgão afetado. Há dados consistentes sobre efeitos no coração, gônadas, cérebro, rins, pulmão e intestino.**

- **Os efeitos decorrentes da exposição a doses subletais (única ou crônica) estão relacionados também com estresse oxidativo e/ou resposta inflamatória.**

- **A via detoxicação parece ser preferencialmente pela ação de GSH e a biotransformação de microcistinas pode se dar por ligação direta com GSH ou pela ação da glutationa S-transferase – excreção pelas fezes e urina.**

- **Processo de excreção lento, pois microcistinas podem permanecer na circulação sanguínea por pelo menos 2 meses após uma única exposição (dados em peixes, camundongos, ratos e humanos)**

Estimativa da ingestão diária de microcistinas



Magalhães et al (2001)

Microcistinas em organismos aquáticos consumíveis como alimento humano**

Organism	MC µg g^{-1}	TDI factor*	Reference
Pejerrey	0.05 - 0.34	2.7 - 18.2	Cazenave et al. 2005
Carp	0.038	2.0	Li et al. 2004
Tilapia	0.002 - 0.337	0.1 - 18.1	Magalhaes et al. 2001
Unidentified crab	0.103	5.5	Magalhaes et al. 2003
Red Swamp Crawfish	0.005 - 0.010	0.3 - 0.5	Chen & Xie, 2005a



Aquatic Toxicology 70 (2004) 1–10



www.elsevier.com/locate/aquatox

Accumulation and depuration of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) in *Tilapia rendalli* (Cichlidae) under laboratory conditions

Raquel M. Soares*, Valéria F. Magalhães, Sandra M.F.O. Azevedo

Ambiente & Saúde



Um desafio multidisciplinar e não só académico, que não podemos mais adiar!

Obrigado pela atenção