

# Limnologia Aquicultura II



**Fatores abióticos e nutrientes limitantes,  
qualidade de água e estratégias de manejo,  
conservação e gestão**

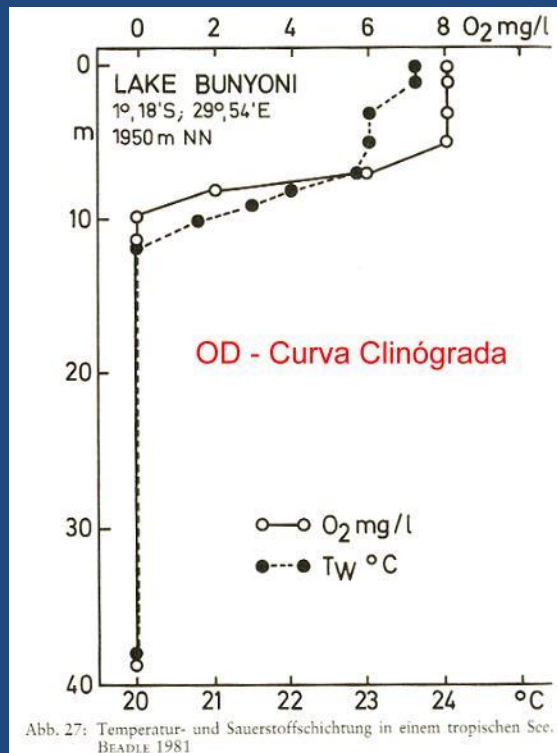
**Por Ricardo Motta Pinto-Coelho (M.Sc, PhD)**  
**Prof. Associado, Dpt. Biologia Geral, ICB, UFMG**  
<http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/Limnologia%20Aquicultura/website/index.htm>

## Bases Teóricas

**A Ecologia tem como um de seus fundamentos o estudo e o entendimento dos padrões de distribuição dos organismos nas escalas do espaço e do tempo.**

**O metabolismo geral (produção, respiração e decomposição) dos ecossistemas é geralmente controlado por algumas variáveis abióticas tais como: radiação, temperatura, oxigênio e disponibilidade de nutrientes. Em consequência, o estudo das relações (efeitos) entre tais variáveis e os organismos é parte essencial da Ecologia.**

# Temperatura e Oxigênio Dissolvido



Os lagos, rios, reservatórios, açudes, brejos e demais áreas úmidas da região tropical diferem-se fundamentalmente de seus congêneres da região temperada através dos padrões de estratificação térmica da coluna de água.

# Temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade Elétrica no reservatório da Pampulha – E01 - Tulipa

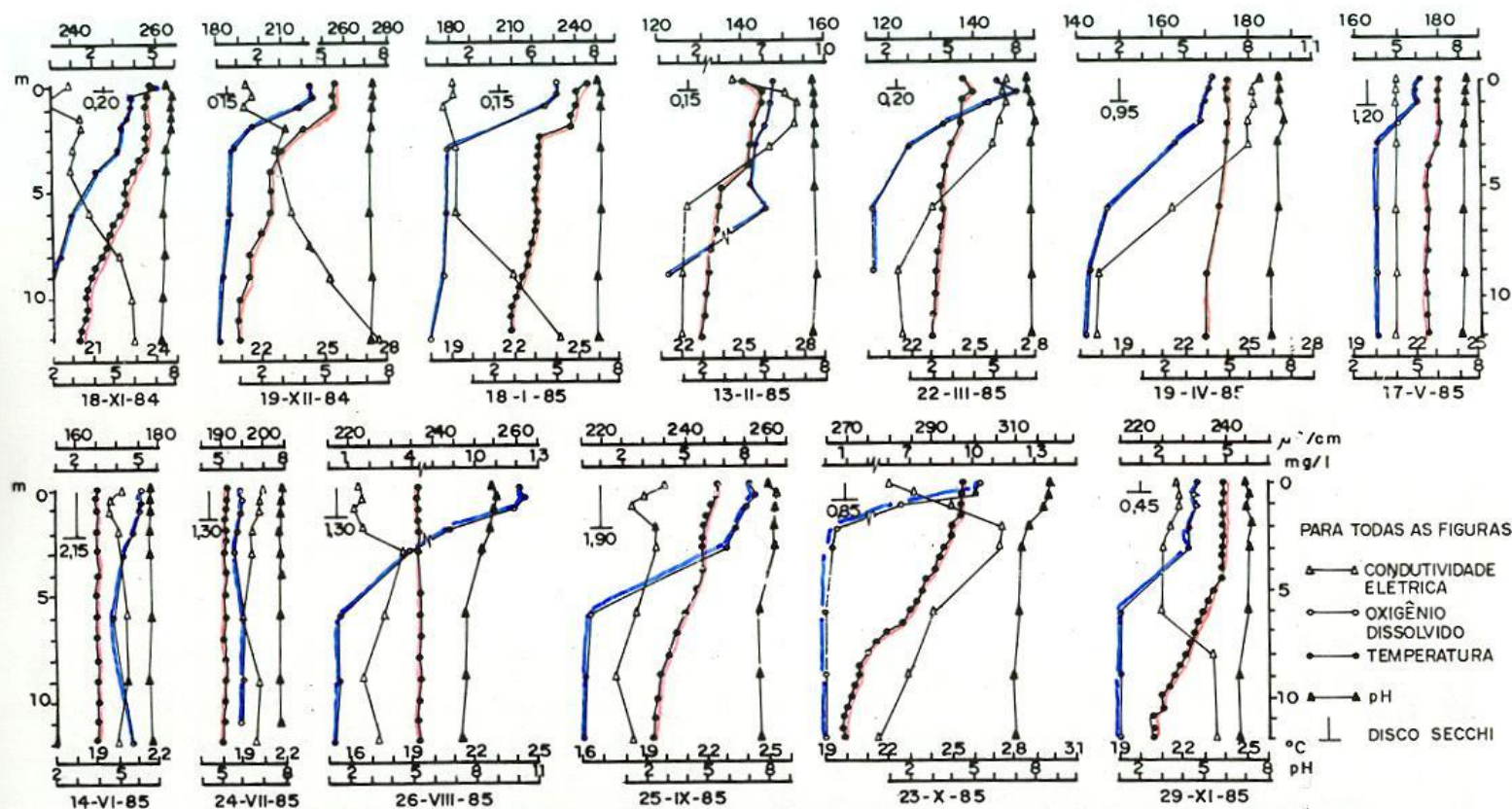


Figura 2 - Perfis verticais de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH e transparência (disco de Secchi) no ponto E.01, entre novembro de 1984 e novembro de 1985.

(Giani & Pinto-Coelho, 1986)



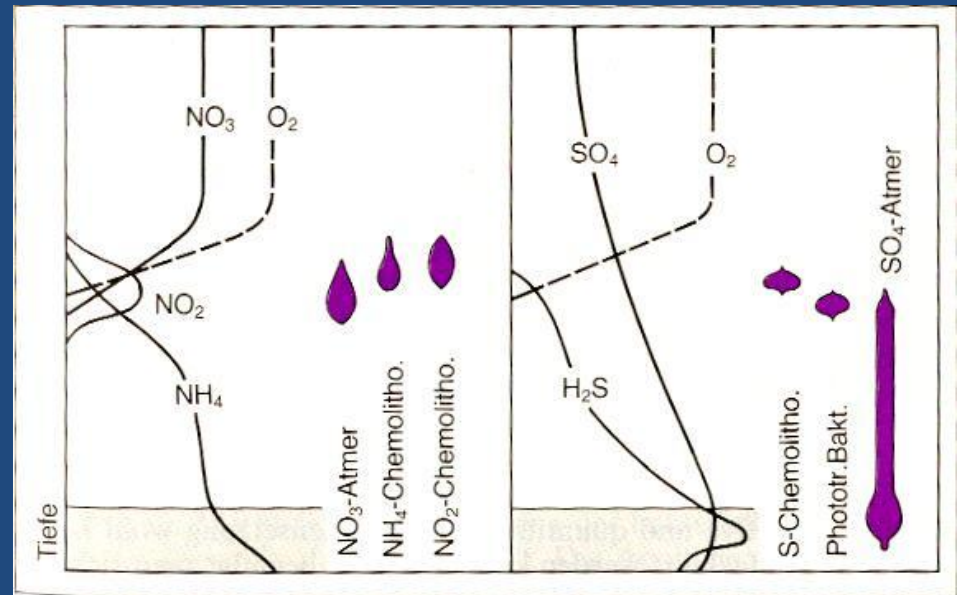


Ricardo Motta Pinto Coelho  
Departamento de Biologia Geral  
ICB – UFMG  
31270-901 Belo Horizonte (MG)  
Tel (031) 3409 2574  
E-mail: [rmpc@icb.ufmg.br](mailto:rmpc@icb.ufmg.br)



# A estratificação térmica causa a formação de gradientes químicos

Diferenças de temperatura causam diferenças de densidade. Camadas de água que não se misturam levam à formação de gradientes químicos. Essas regiões constituem diferentes biótopos com diferentes tipos de organismos. Alguns deles são capazes, no entanto, de migrar entre as diferentes camadas de água, obtendo vantagens adaptativas em relação a outros organismos que não migram.



# Nutrientes

Nos ecossistemas aquáticos, um grande número de evidências suporta a tese de que o fósforo, elemento essencial, é, na maior parte dos casos, o fator limitante da produção primária.

Se o fósforo é limitante e, assumindo como verdadeira a Lei do Mínimo (Liebig), podemos concluir que todo o metabolismo aquático será então governado pela disponibilidade de tal elemento.



# Lei do Mínimo (Justus Liebig, 1840)

Trata-se do precursor no estudo das relações entre plantas e nutrientes. Ele notou que as plantas geralmente não estavam limitadas por substâncias necessárias em grandes quantidades tais como o  $\text{CO}_2$  ou  $\text{H}_2\text{O}$  mas por certos elementos que são ou podem tornar-se raros no ambiente (B, Zn, P). Ele então formulou o princípio de que o desenvolvimento das plantas depende daquele elemento essencial que estiver em concentrações iguais ou menores do que o “mínimo” necessário.



52.1 Liebig'sches Minimumgesetz. Der Stoff, der jeweils im Minimum liegt, wird zum wachstumsbegrenzenden Faktor. In Seen war der Phosphor lange Zeit der begrenzende Faktor.

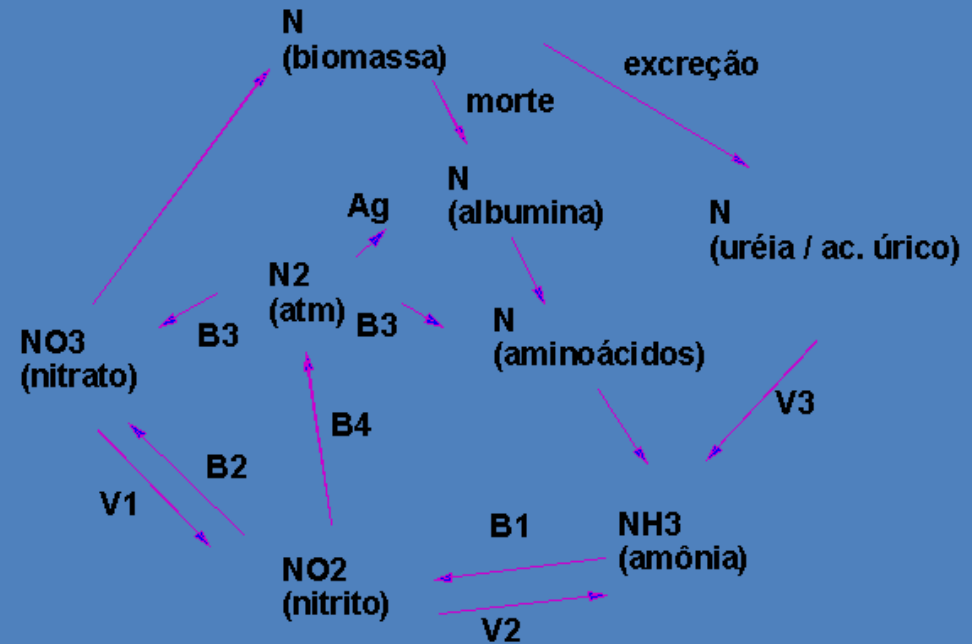
# Tabela Periódica dos Elementos Nutrientes Essenciais aos Organismos

H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	Hf 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88																
Lantanídeos		Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71		
Actinídeos		Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103		

- Elemento essencial a todos os organismos
- Elemento essencial aos animais
- Elemento essencial a alguns organismos
- Elemento potencialmente tóxico na biosfera

# Ciclo do Nitrogênio

Em lagos tropicais, geralmente existe uma grande disponibilidade de nitrogênio dissolvido. Isso decorre das elevadas taxas de excreção de amônia por peixes e demais invertebrados e da intensa atividade bacteriana.



B1: *Nitrosomonas* sp.

B2: *Nitrobacter* sp.

B4: Bact. desnitrificantes

B3: Bact. nitrificantes (ex: *Rhizobium* sp.)

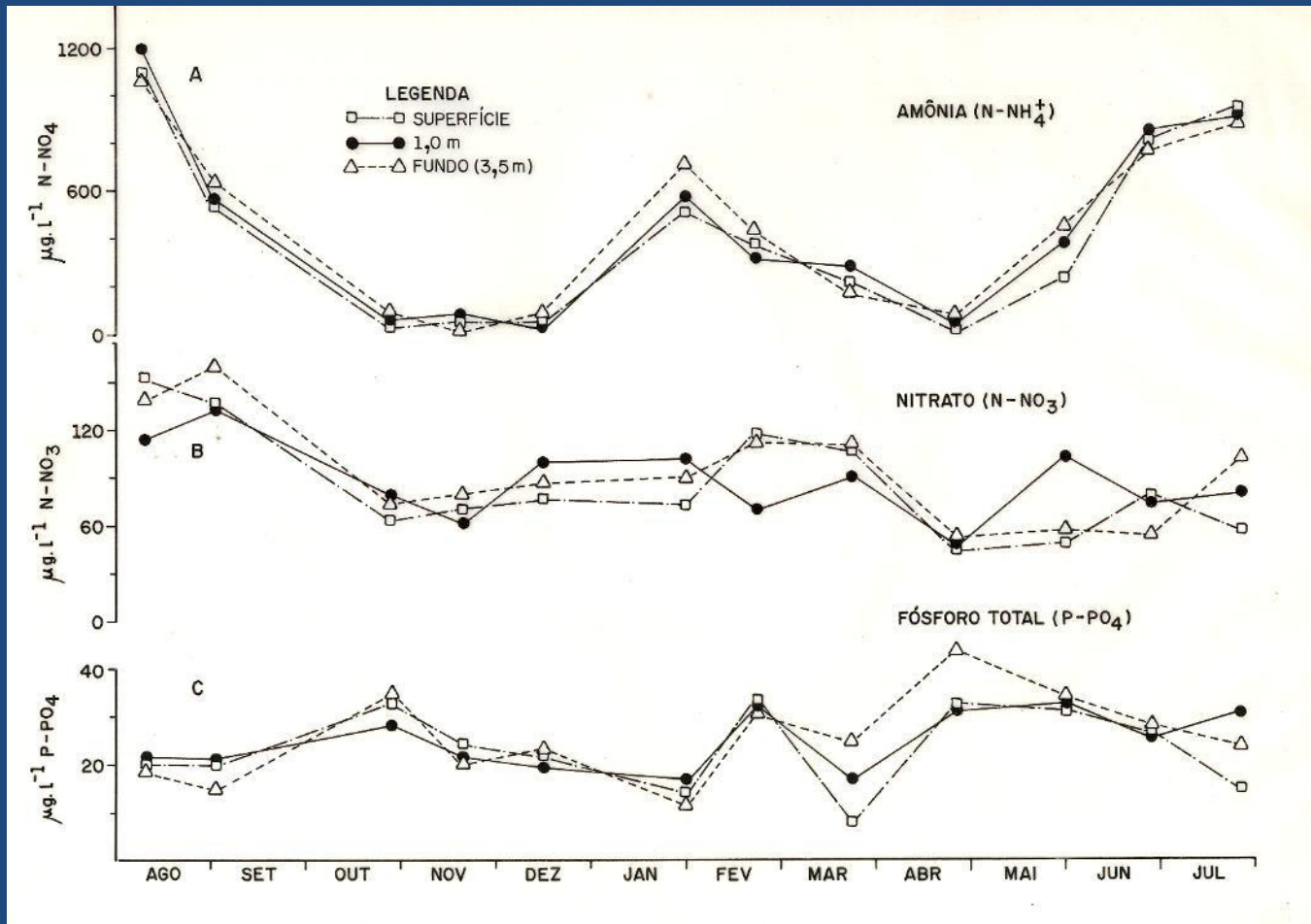
Ag: Algas nitrificantes (ex: *Nostoc* sp.)

V1: Varias bacterias

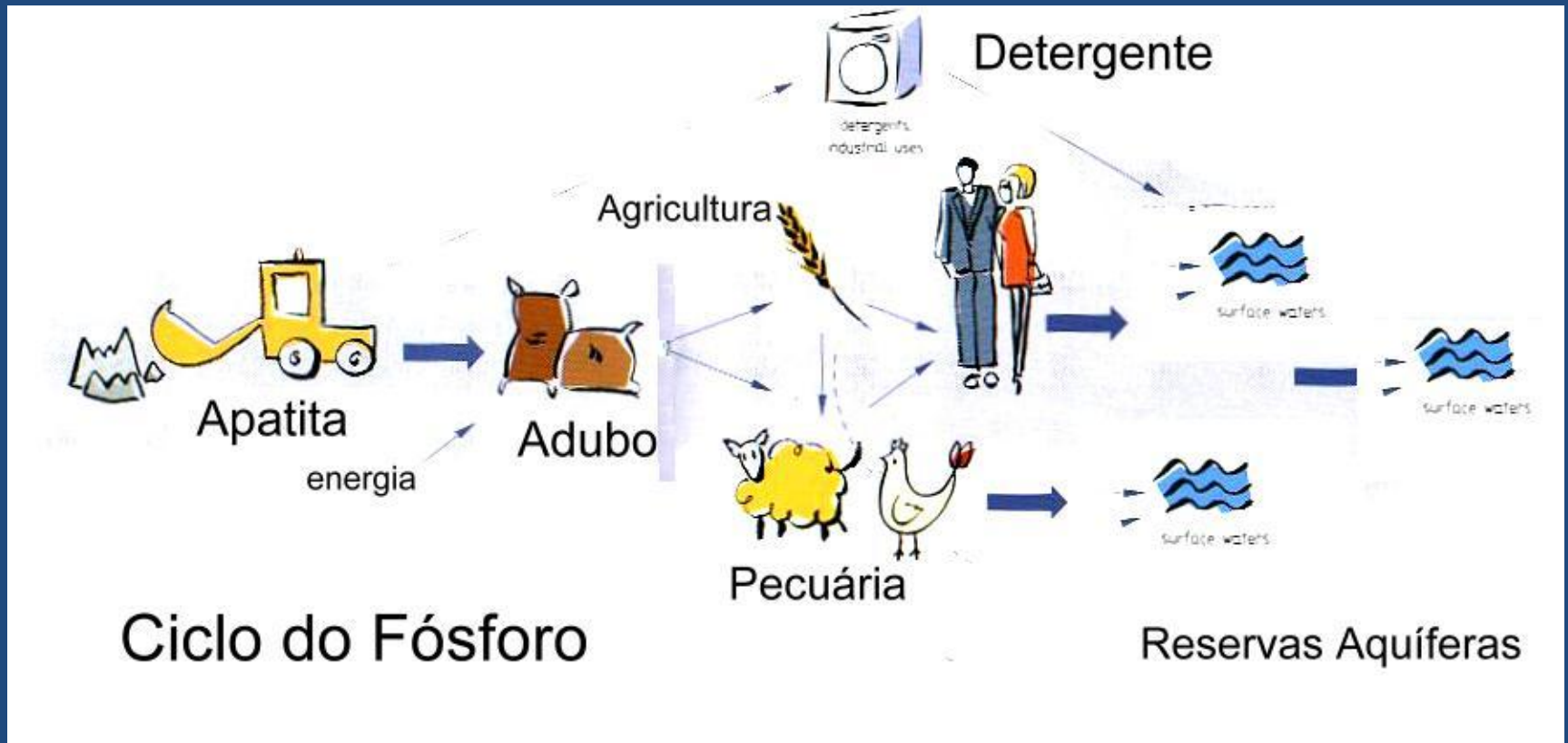
V2: Varias bacterias (ex: *Clostridium* sp.)

V3: Varios organismos (ex: *Urobacillus* sp.)

# Disponibilidade de nitrogênio e fósforo na coluna d'água de Um reservatório tropical: Lago Paranoá, Brasília, DF.



# O Impacto Antrópico no Ciclo do Fósforo



O fósforo é o elemento limitante do metabolismo  
Na maioria dos ecossistemas aquáticos (epicontinentais)

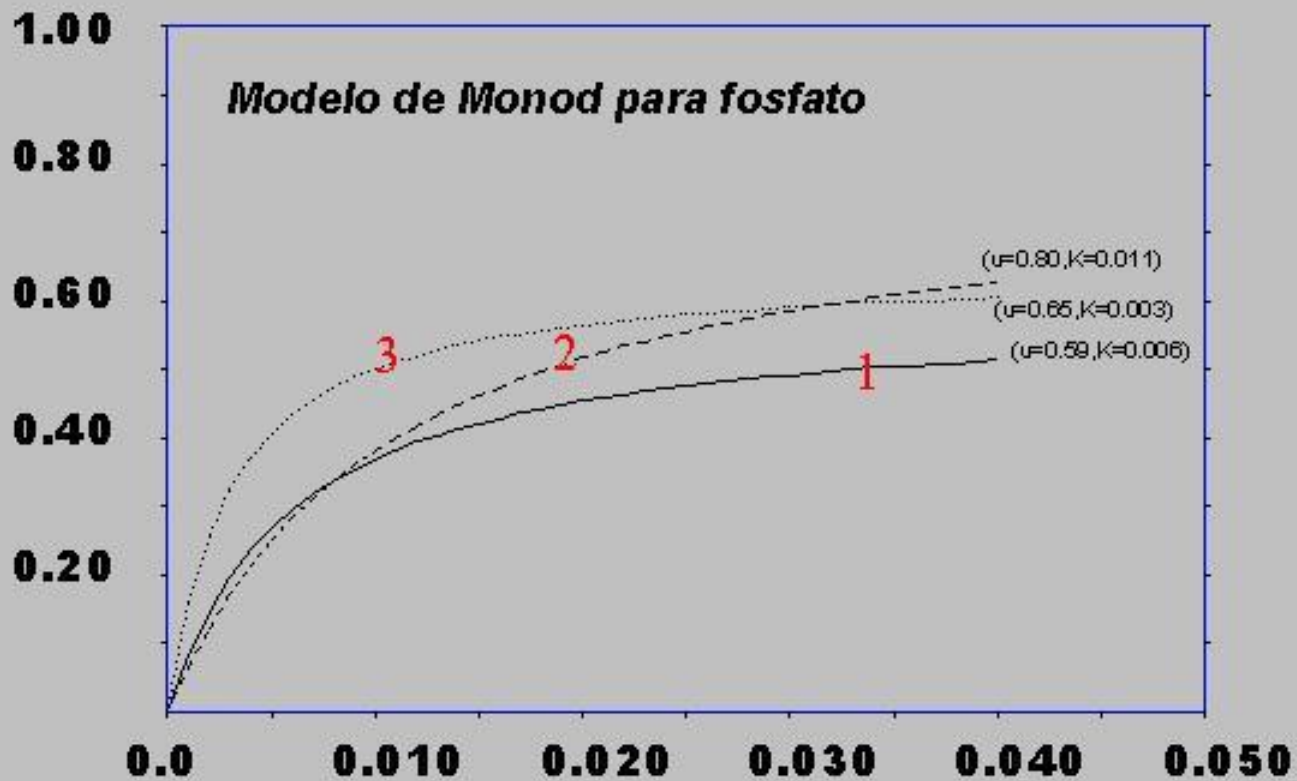
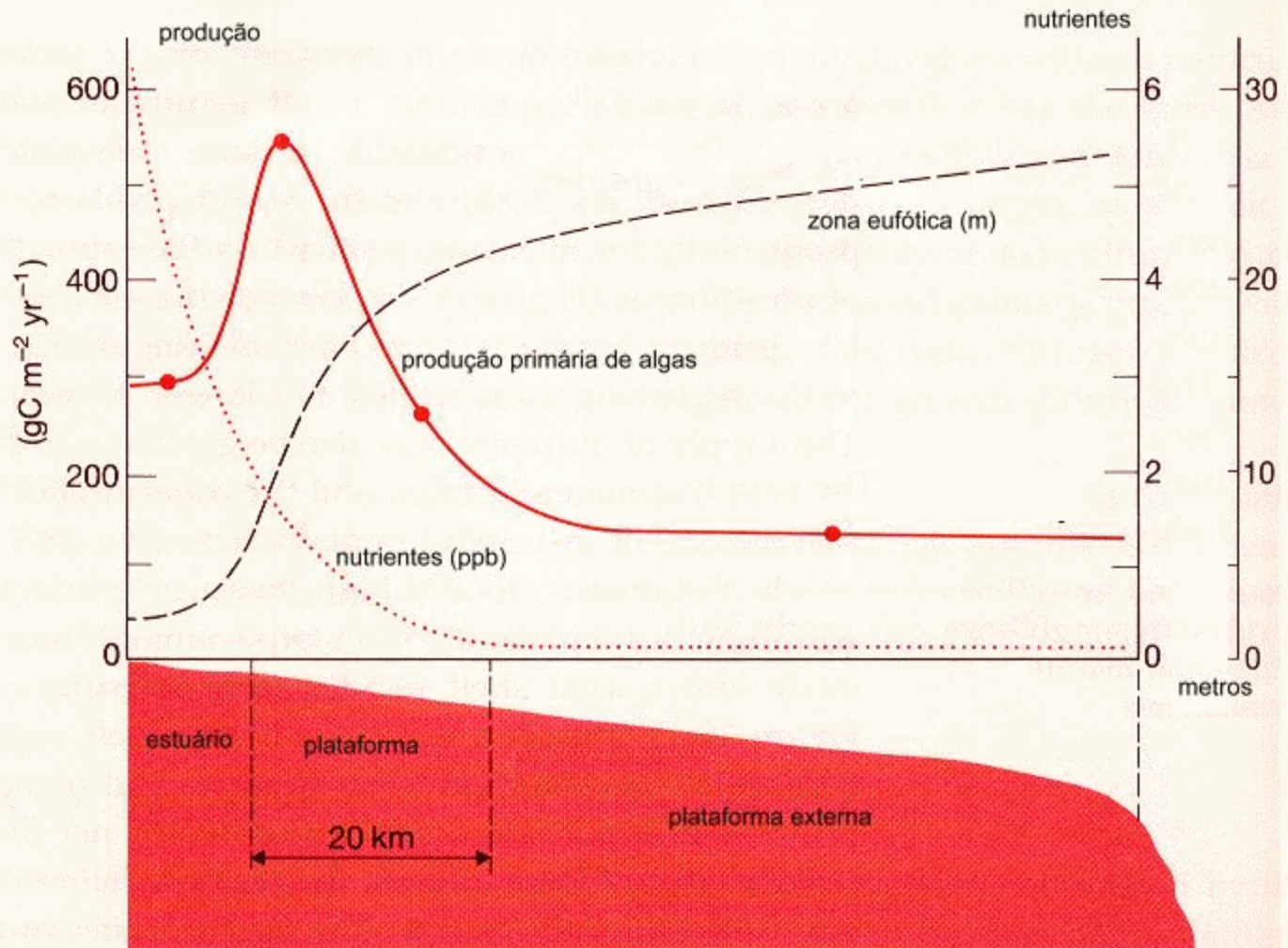


Figure 3 Modelo de Monod para o crescimento de três algas fitoplanctônicas segundo a sua capacidade em absorver fosfato



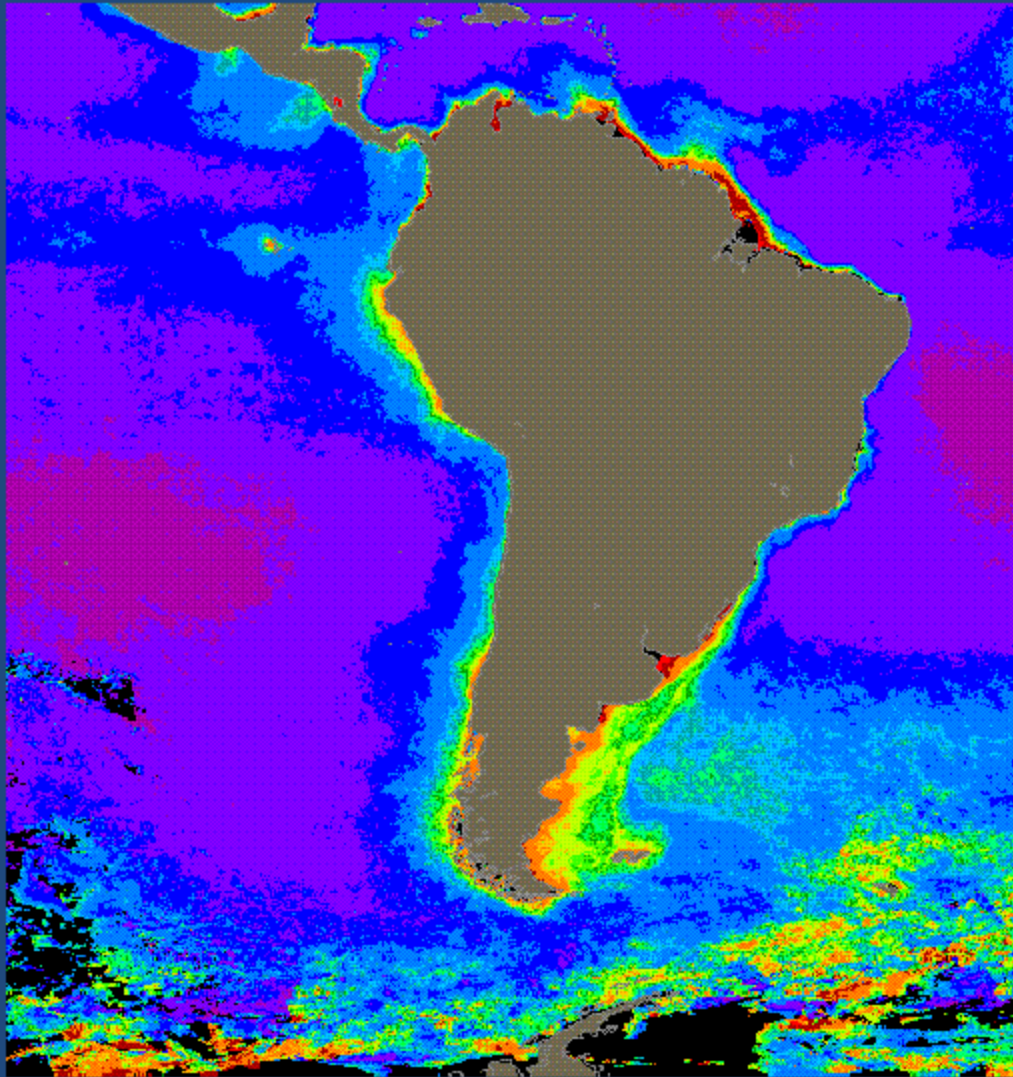
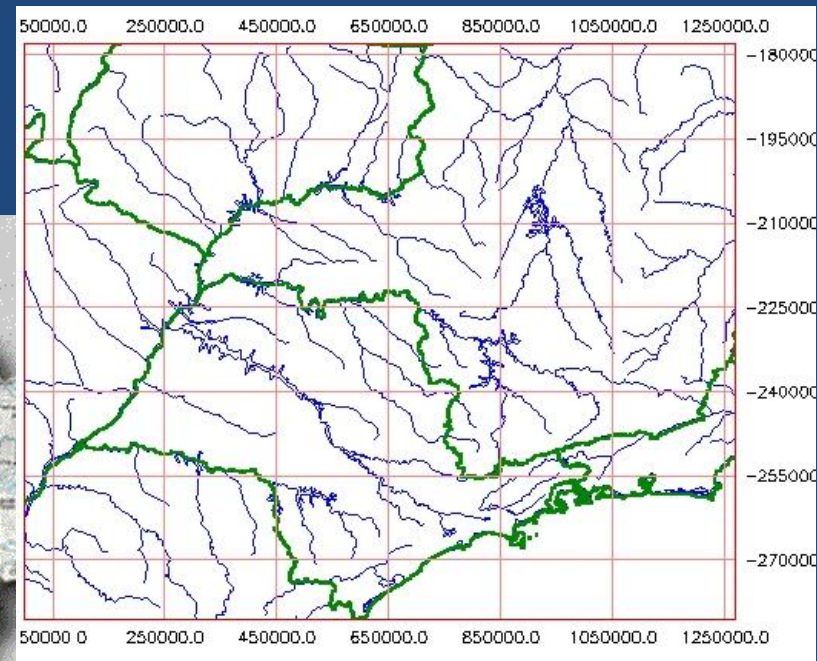
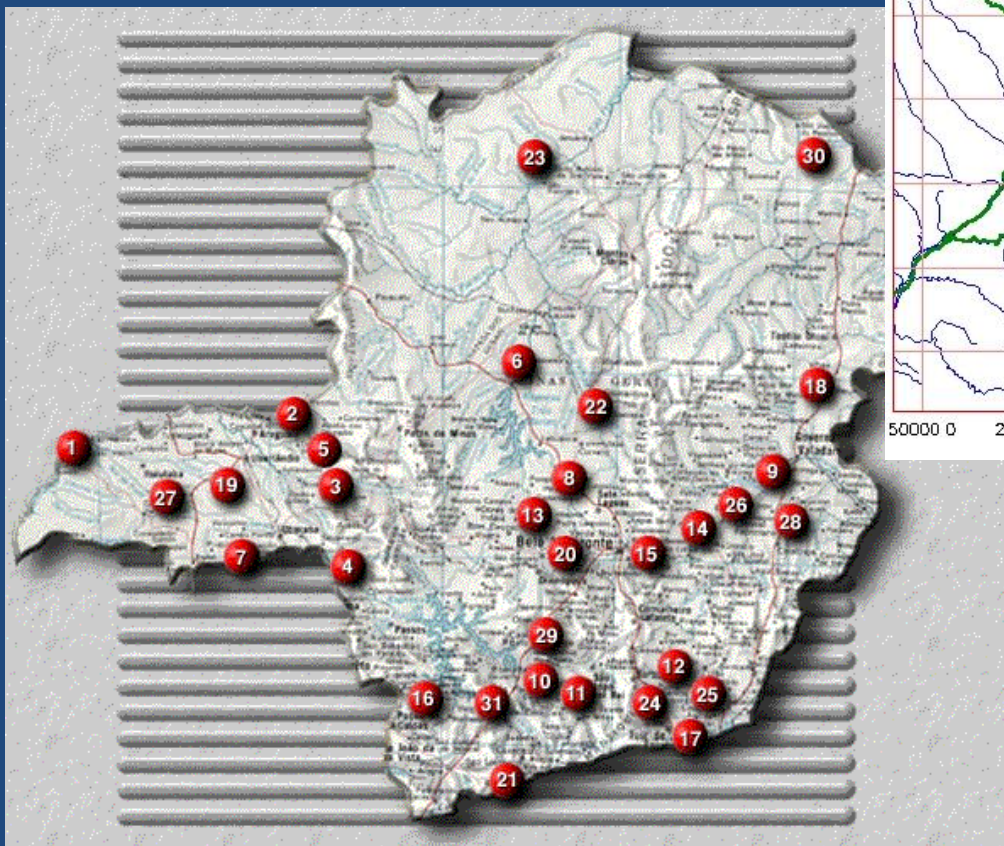


Figure 4 Estimativas de produção primária de áreas oceânicas da America do Sul (estimativas do NOAA- USA).



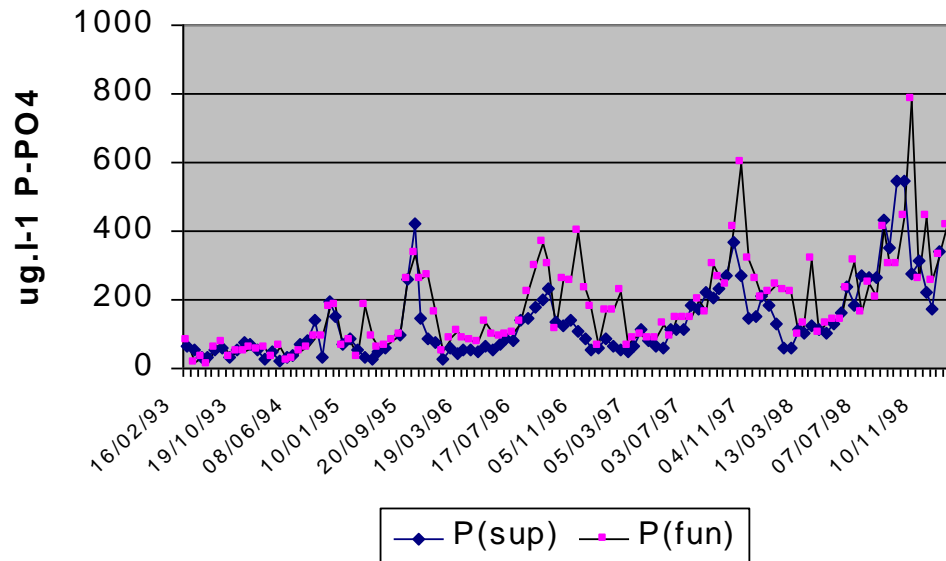
# Principais Reservatórios em Minas Gerais



## **Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte): Colapso Ecológico e Expansão Urbana Desordenada**

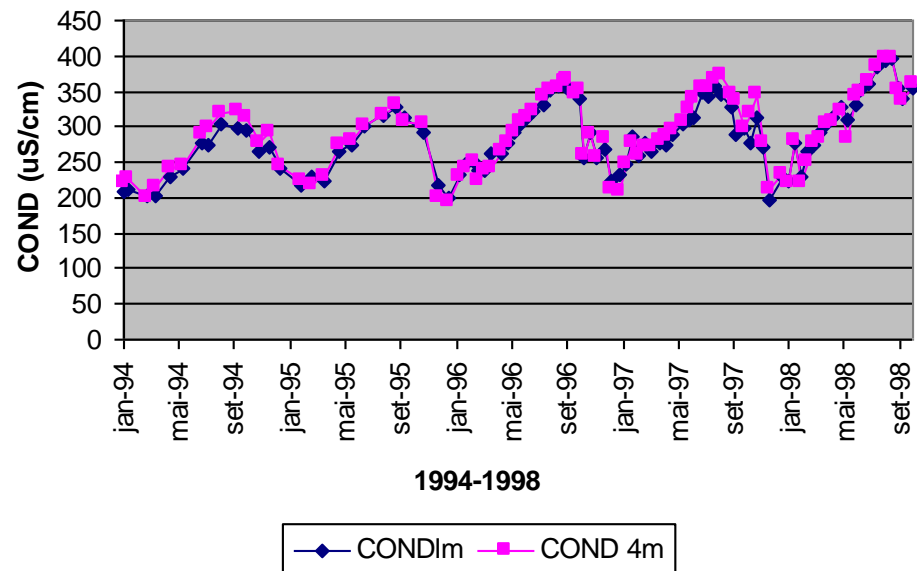


**Surface: 2.1 Km<sup>2</sup>  
Volume: 12 mio m<sup>3</sup>  
Shoreline: 18 Km  
Max Depth: 17 m  
Mean depth: 5 m  
Res. Time: 200 days**

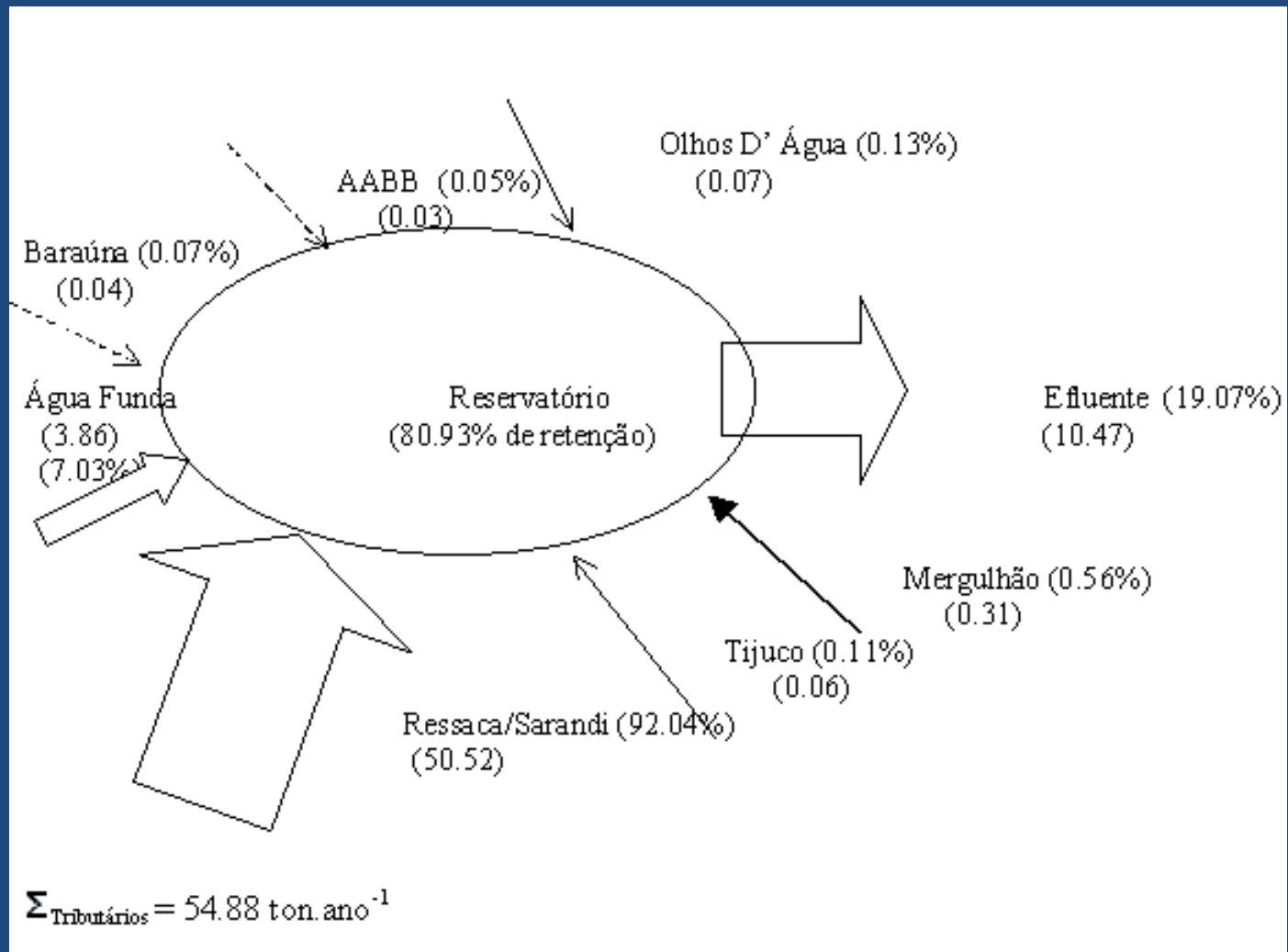


## Eutrofização no Reservatório da Pampulha (1993-1998)

**Os anos 90 mostraram uma crescente entrada de Fósforo no reservatório**



# Balanço de massa parcial do fósforo no reservatório da Pampulha



# Balanço de Nutrientes e a Gestão Sustentada de Corpos d'Água Tropicais

**Hoje dispomos de uma grande base de dados limnológicos sobre os lagos, reservatórios e demais áreas úmidas no país.**

**Esses estudos indicam que a maioria dos reservatórios tropicais no Brasil apresenta taxas elevadas de eutrofização. Esse processo está associado ao aporte de fósforo, como vimos na Pamoulha e em São Simão.**

**A despeito dessas evidências, a comunidade científica foi largamente incapaz de mudar ou alterar os regimes de adubação, os hábitos de consumo das populações urbanas e os protocolos de tratamento de esgotos das companhias de saneamento para que haja uma redução do aporte de fósforo.**

**Não existe no país, um programa de contenção ao aporte de fósforo aos sistemas aquáticos**

# Reservatório de São Simão – MG/GO

Nesse ambiente é possível constatar a clara relação espacial entre a disponibilidade de fósforo e as densidades elevadas de cianobactérias.

