

ERHA 7039

Princípios da Modelagem e Controle da Qualidade da Água Superficial

REGINA TIEMY KISHI

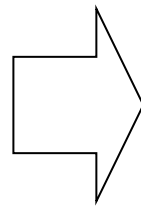
<http://www.ufpr.br/~rtkishi.dhs/ERHA7039>

15 - Eutrofização

Eutrofização

Aumento de nutrientes, tipicamente compostos contendo N e P, no ecossistema.

O termo vem do grego:
"eu" → *bom, verdadeiro*
"trophein" → *nutrir*



Assim, **eutrófico**
significa "*bem
nutrido*".

Processo: natural,
lento e contínuo
resultante do
aporte de
nutrientes trazidos
pelos escoamentos
de água
Expressa a idade
do lago = processo
de envelhecimento

**Entretanto, o termo é muitas vezes usado para
descrever o aumento resultante na produtividade
primária do ecossistema e seus efeitos**

Eutrofização artificial → atividades antrópicas → lançamento de efluentes e
atividades agrícolas mal planejadas (THOMANN e MUELLER, 1987; CHAPRA, 1997)

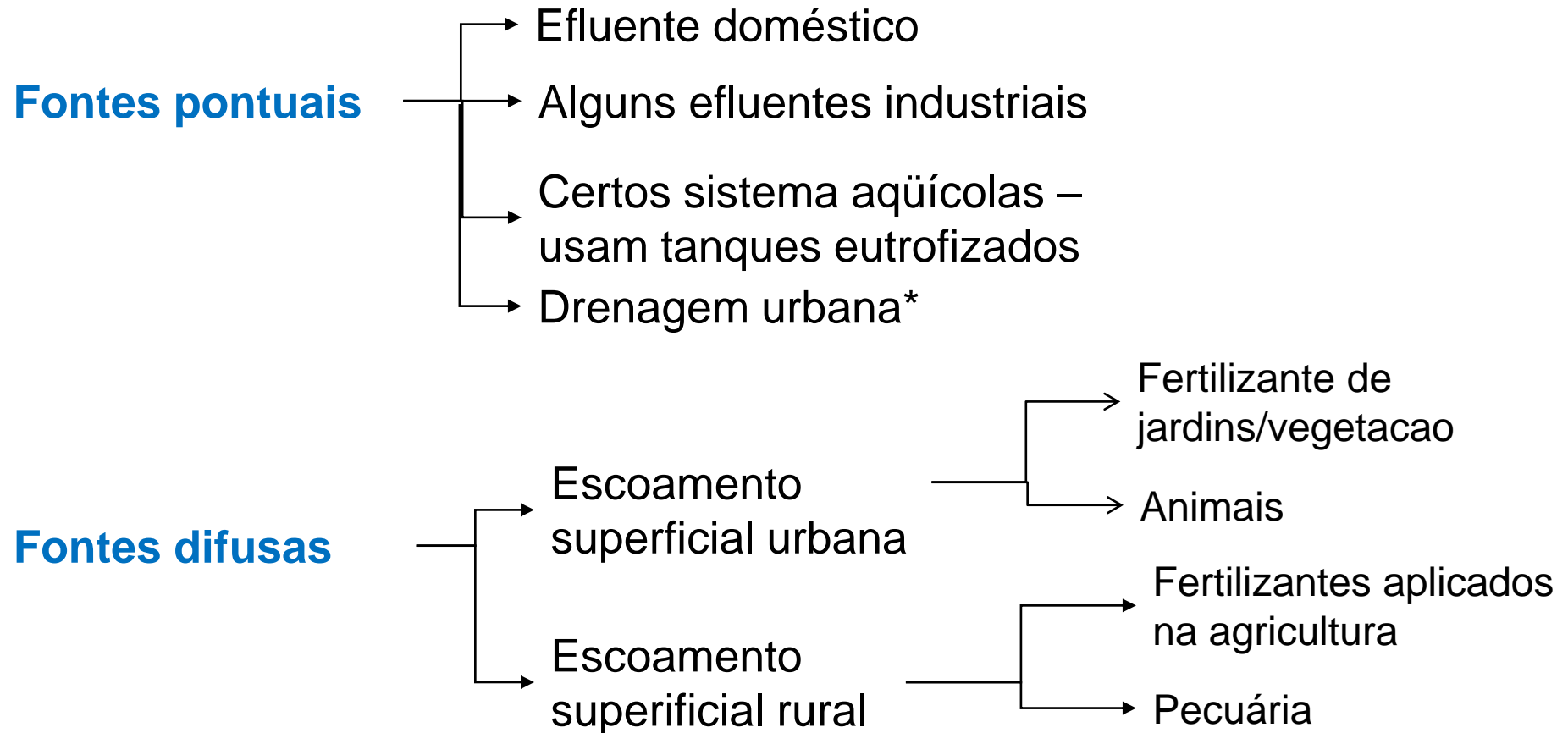
Lago - Proliferação de algas





Fontes da eutrofização artificial

Atividades humanas: industriais, domésticas e agrícolas



Consequências

Interferências estéticas e recreacionais: floração de algas e odor

Floração de algas tóxicas: Cianobactérias (algas verde-azuis)

- Caruaru-PE, 1996: Intoxicação hepática por microcistina (tratamento por hemodiálise), 55 óbitos
- Paulo Afonso-BA, 1988: 2000 casos de Gastreenterite, 88 óbitos
- Intoxicação humana
- Envenenamento de peixes

Variação diária grande de OD, com níveis baixos à noite – mortandade de peixes

Proliferação de diatomáceas e algas filamentosas – entupimento de filtros de ETA (maior frequência de limpeza – CUSTO!!)

Sedimentação do fitoplâncton – demanda de OD no sedimento, logo menor OD no hipolímnio.

Crescimento excessivo de macrófitas aquáticas enraizadas – interferem a navegação, aeração e fluxo do canal.

Estado trófico

(Grau de eutrofização do lago)

Oligotrófico

- Lago claro, baixa produtividade

Mesotrófico

- Lago com produtividade intermediária

Eutrófico

- Lago com alta produtividade em relação ao processo natural

Estado trófico dos lagos

Variável de qualidade da água	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Fósforo total ($\mu\text{g/l}$)	< 10	10 – 20	> 20
Clorofila ($\mu\text{g/l}$)	< 4	4 – 10	> 10
Disco de Secchi (m)	> 4	2 - 4	< 2
%OD _{sat} hipolímnio	> 80	10 - 80	< 10

Medição do nível de eutrofização

Contagem (org/mL) de espécies específicas de fitoplâncton

- Especialista treinado
- Conversão para biomassa é difícil: variação do tamanho da célula das espécies.

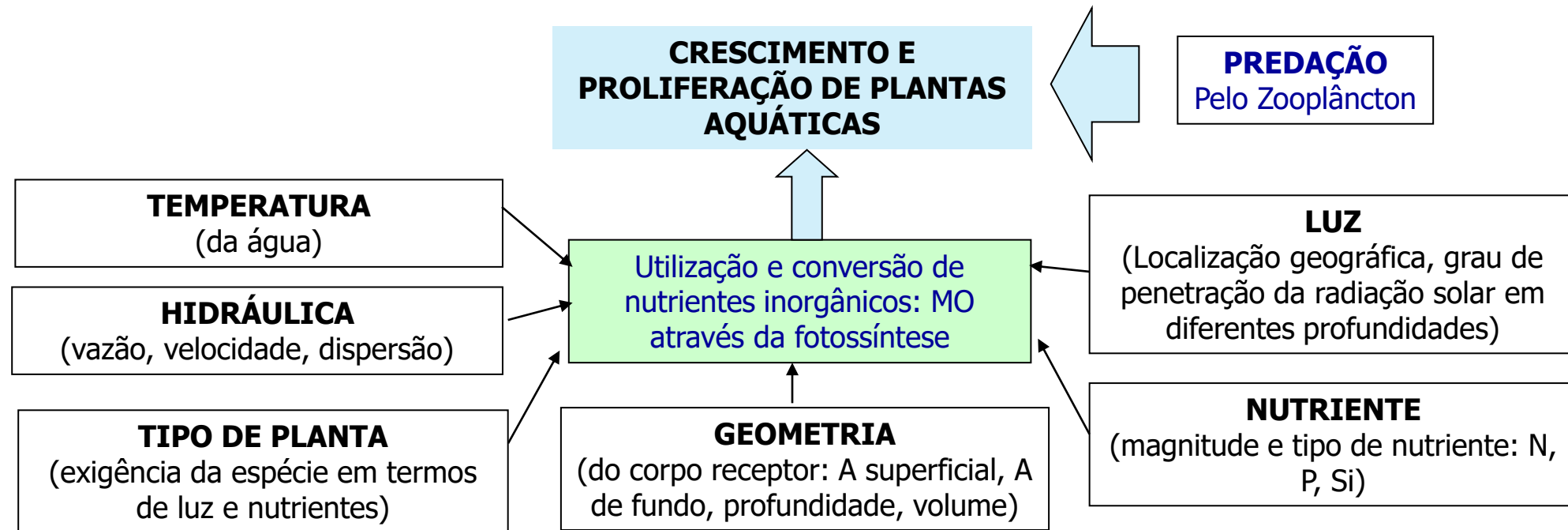
Volume celular ($\mu\text{m}^3/\mu\text{L}$) de espécies

- Conversão direta para biomassa
- Esforço analítico elevado

Concentração de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)

- Método fácil
- Não fornece informação a nível de espécies nem classes de fitoplâncton
- Mais usado

Mecanismos básicos da proliferação



Relação nitrogênio/fósforo (N/P)

($N/P > 12$) = o fósforo é o nutriente limitante para o ambiente aquático

($7 < N/P < 12$) = nenhum dos nutrientes é limitante para o ambiente aquático

($N/P < 7$) = o nitrogênio é o nutriente limitante para o ambiente aquático

Ref.: Jorgensen, 1989; Branco, 1991; Von Sperling, 1996; Straskraba & Tundisi, 1999; PNUMA/CITA, 2001

Índice de estado trófico

IET de Carlson modificado por Kratzer & Brezonik (1981)

$$\text{IET (fósforo)} = 10 \{6 - [\ln (48 / P) / \ln 2]\}$$

$$\text{IET (clorofila)} = 10 \{6 - [(2,04 - 0,68 \ln CL) / \ln 2]\}$$

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g/L}$

CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água em $\mu\text{g/L}$

Classificação do Índice de Estado Trófico de Kratzer & Brezonik (1981)

Critério	Estado Trófico
$IET < 20$	Ultra-oligotrófico
$20 < IET \leq 40$	Oligotrófico
$40 < IET \leq 50$	Mesotrófico
$50 < IET \leq 60$	Eutrófico
$IET > 61$	Hipereutrófico

IET segundo Toledo et al.

Toledo *et al.* (1990)

$$IET = \frac{[IET(P) + IET(CL)]}{2}$$

$$IET \text{ (fósforo)} = 10 \{6 - [\ln (80,32 / P) / \ln 2]\}$$

$$IET \text{ (clorofila)} = 10 \{6 - [(2,04 - 0,695 \ln CL) / \ln 2]\}$$

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g/L}$

CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água em $\mu\text{g/L}$

Classificação do Índice de Estado Trófico de Toledo et al. (1990)

Critério	Fósforo Total (mg/L)	Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)	Estado Trófico	Classes do IET
$\text{IET} \leq 44$	$< 0,028$	$< 4,1$	Oligotrófico	1
$44 < \text{IET} \leq 54$	$0,028 - < 0,055$	$4,1 - 10,8$	Mesotrófico	2
$54 < \text{IET} \leq 74$	$0,055 - 0,129$	$10,0 - 79,9$	Eutrófico	3
$\text{IET} > 74$	$> 0,129$	$> 79,9$	Hipereutrófico	4

Controle

Controle das fontes da poluição

Agricultura sustentável

- otimização do uso de fertilizantes
- Fertilização orgânica reduz significativamente nitratos

Controle do uso de fertilizantes e disposição de resíduos da pecuária

Controle dos produtos: Ex: controle de fosfatos nos detergentes

Mata ciliar – ripariana

Proliferação de algas: Controle de fatores que influenciam na proliferação