

PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Dra Gisela de Aragão Umbuzeiro

gerente da Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia da CETESB
prof a. do curso de pós graduação da FCF e da FM da USP

giselav@cetesbnet.sp.gov.br

CRITÉRIOS OU PADRÕES PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NA ÁGUA

CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE ÁGUA **SÃO**
VALORES MÁXIMOS TOLERÁVEIS
QUE GARANTEM OS USOS PRETENDIDOS DA ÁGUA
DEFINIDOS PARA CONDIÇÕES GENÉRICAS DE EXPOSIÇÃO

PADRÃO – QUANDO O CRITÉRIO ESTÁ CITADO EM UMA LEGISLAÇÃO

Para o seu estabelecimento são necessários estudos
toxicológicos adequados

CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE ÁGUA
são estabelecidos individualmente por
cada tipo de uso

CONSUMO HUMANO

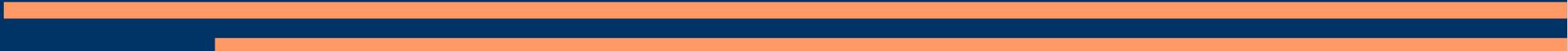
RECREAÇÃO

DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS

IRRIGAÇÃO

PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

AQUICULTURA



PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS QUE TEM PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA

- **PORTARIA DO MS No. 518/2004 - CONSUMO HUMANO**

- **RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005**

classes que englobam conjunto de usos concomitantes:

CONSUMO HUMANO COM OU SEM TRATAMENTO

RECREAÇÃO

DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS

IRRIGAÇÃO

PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

AQUICULTURA

CLASSES DA CONAMA 357/2005

exemplos

CLASSE 1 (DOCE) CONSUMO HUMANO após tratamento simplificado

RECREAÇÃO CONTATO PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO

DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS

IRRIGAÇÃO

PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

AQUICULTURA

CLASSE 3 (DOCE) CONSUMO HUMANO após tratamento convencional ou avançado

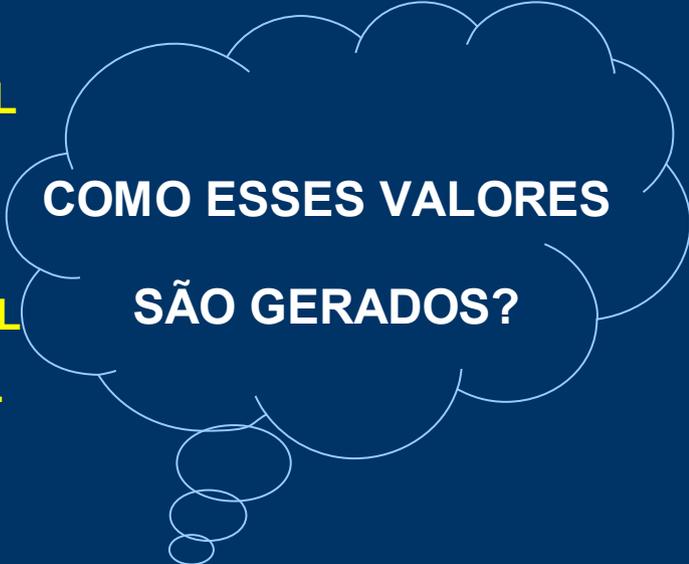
RECREAÇÃO CONTATO SECUNDÁRIO

DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS

IRRIGAÇÃO

CONAMA 357/2005 – CLASSE 1

Substâncias	VMP
Arsênio total	0,01 mg/L
Bário total	0,7 mg/L
Berílio total	0,04 mg/L
Boro total	0,5 mg/L
Cádmio total	0,001 mg/L
Chumbo total	0,01mg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L



**COMO ESSES VALORES
SÃO GERADOS?**

PARADIGMAS

1) OS VALORES QUE PROTEGEM A SAÚDE HUMANA SÃO OS MAIS RESTRITIVOS

2) ÁGUAS NÃO POTÁVEIS SÃO SINÔNIMO DE ÁGUAS CONTAMINADAS

3) CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE ÁGUA SÃO FIXOS (IMUTÁVEIS)

**4) QUANTO MAIS RESTRITIVO MELHOR PARA A SAÚDE/MEIO AMBIENTE
QUANTO MENOR O PADRÃO MAIS PERIGOSO O COMPOSTO**

**5) NÃO EXISTÊNCIA DE UMA SUBSTÂNCIA NA LEGISLAÇÃO
SIGNIFICA QUE A MESMA NÃO É IMPORTANTE**

Quais compostos se estabelecem critérios de qualidade de água?
- aqui não estão sendo abordados os microrganismos e os nutrientes

- Capazes de causar efeitos adversos ou desconforto aos organismos expostos (tóxicos)
- Probabilidade de ocorrência na água devido a características geológicas (naturais) ou fontes de poluição
- Uso no país ou região

Quais os valores para cada uso?

- Depende do DADO TOXICOLÓGICO a ser adotado pelo país ou estado
 - Dos valores escolhidos para as diferentes variáveis (peso corpóreo, ingresso via água)
 - Fatores de incerteza escolhidos
 - Viabilidade técnica e política de cada país
-
-

Quais efeitos que são considerados no estabelecimento de critérios?

- Para consumo humano (não cancerígenos, cancerígenos e organolépticos)
- Para dessedentação de animais (idem acima)
- Para irrigação (fitotoxicidade, se cumulativo ou praguicidas – cálculo específico)
- Para proteção da vida aquática - efeito crônico

Exemplos de efeitos não cancerígenos:

- Hepatotoxicidade
 - Neurotoxicidade
 - Teratogenicidade
 - Imunotoxicidade
-
-

AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE DE CADA SUBSTÂNCIA

para o ser humano ou outros seres vivos

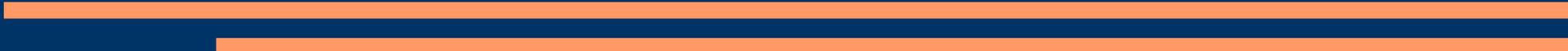
Baseados em experimentos com animais e dados epidemiológicos



NOAEL – NÍVEL DE EFEITO ADVERSO NÃO OBSERVADO

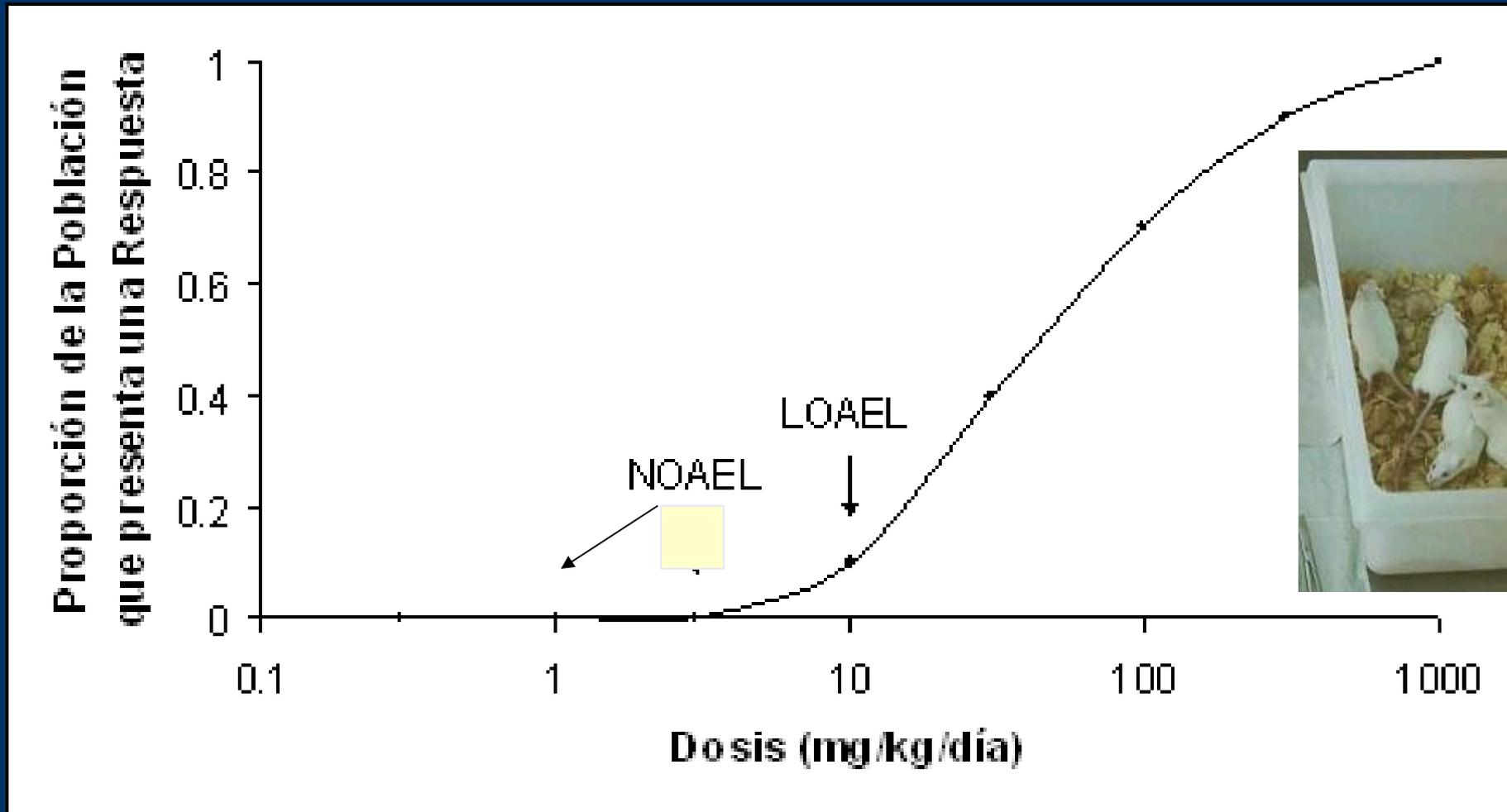
ou

LOAEL – NÍVEL DO MENOR EFEITO OBSERVADO



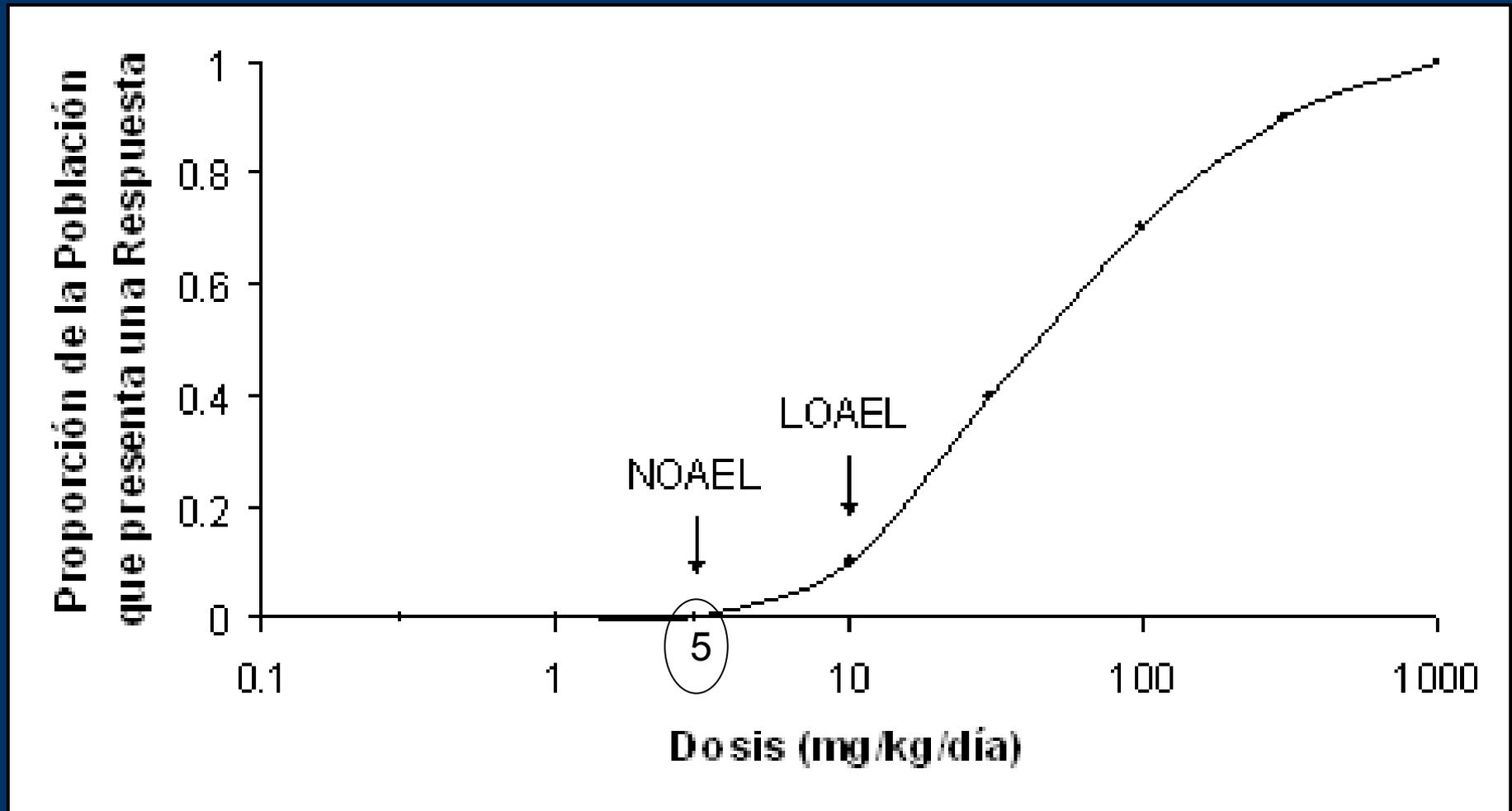
Substâncias não cancerígenas

PARA CADA EFEITO, FAZ-SE UMA CURVA E USA-SE O EFEITO MAIS PRECOCE QUE SE CONSIDERA ADVERSO

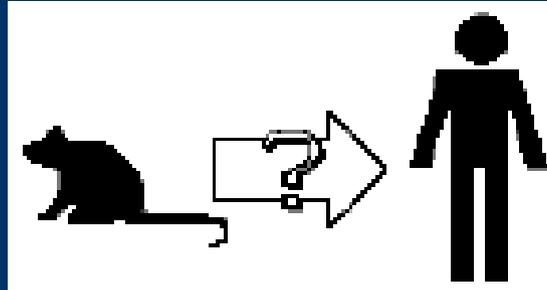


Substâncias não cancerígenas

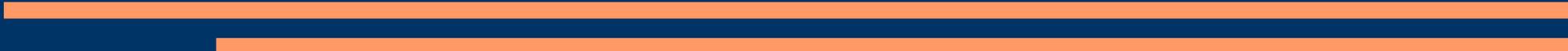
O experimento é feito com doses menos espaçadas:



FATORES DE INCERTEZA



- 1. Qualidade dos dados toxicológicos disponíveis;**
- 2. Existência de dados em humanos e sua qualidade;**
- 3. Variabilidade da resposta interespécie e intraespécie.**



CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA A ÁGUA DE CONSUMO HUMANO:

TDI = NOAEL ou LOAEL dividido pelo FI

TDI: ingresso diário tolerável (mg/Kg de peso/dia)

NOAEL: dose sem efeito observado (mg/Kg de peso/dia)

LOAEL: menor dose com efeito observado (mg/Kg de peso/dia)

FI: Fator de incerteza (varia de 10 a 1000)

VMP = TDI x P x F dividido por C

VMP = valor máximo permitido (mg/L ou ug/L)

P = peso corporal (60 ou 70Kg)

F = fração ou porcentagem da TDI associada a ingestão de água (10 ou 20%)

C = consumo de água por dia (geralmente usa-se 2L)

Exemplo (Argentina)

praguicida A - NOAEL = 10mg/Kg de peso corporal

TDI = 10mg/ Kg dividido por 100

TDI = 0,1 mg/Kg

VMP = 0,1 x 60 (peso corporal) x 0,1 (fração ingestão) dividido por 2 (litros de água)

VMP = 0,3 mg/L



CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO:

Número mínimo de espécies testadas para plantas de interesse (fitotoxicidade),
escolha da espécie mais sensível

$$\text{ASC} = (\text{LOEC} \times \text{NOEC})^{0,5} \text{ dividido pelo FI}$$

ASC = máxima concentração aceitável no solo (mg de substância /kg de solo)

LOEC = menor concentração com efeito observado (mg de substância/ Kg de solo)

NOEC = concentração sem efeito observado (mg de substância/Kg de solo)

FI = fator de incerteza (varia de 5 a 100)

$$\text{VMP} = \text{ASC} \times \text{Ds} \times \text{Vs} \text{ dividido pela TI}$$

VMP= valor máximo permitido (ug/L ou mg/L)

Ds = densidade bruta do solo (kg/m^3)

Vs = volume do solo ($\text{m}^3/\text{hectare}$) (altura x área)

Ti = taxa de irrigação efetiva anual ($\text{m}^3/\text{hectare}$)

Exemplo (Argentina):

SUBSTÂNCIA Y
espécie *Lycopersicum esculentum*

$$\text{ASC} = (9,3 \times 2,1)^{0,5} \text{ dividido por } 10$$

$$\text{ASC} = 0,44 \text{ mg / kg de solo}$$

$$\text{VMP} = [0,44 \times 1300 \text{ (densidade)} \times 0,15 \times 10^4 \text{ (volume)}] / 12000 \text{ (taxa anual)}$$

$$\text{VMP} = 72 \text{ ug/L}$$



CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA ÁGUA DE DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS:

Número mínimo de espécies testadas para animais de interesse,
escolha da espécie mais sensível

TDI = $(\text{LOAEL} \times \text{NOAEL})^{0,5}$ dividido pelo FI

TDI: ingresso diário tolerável (mg/Kg de peso/dia)

NOAEL: dose sem efeito observado (mg/Kg de peso/dia)

LOAEL: menor dose com efeito observado (mg/Kg de peso/dia)

FI: Fator de incerteza (10 ou 100 e quando não se conhece o LOAEL é 5)

VMP = $(\text{TDI} \times P \times F)$ dividido por C

VMP = valor máximo permitido (mg/L ou ug/L)

P = peso corporal (Kg)

F = fração da TDI associada a ingestão de água (%)

C = consumo de água por dia (L)

Exemplo - Argentina:

SUBSTÂNCIA Z, NOAEL ovinos

(neste caso somente NOAEL disponível)

TDI = 0,21 dividido por 5

TDI = 0,042 mg/ kg de peso corporal

VMP = $[0,042 \times 120 \text{ (peso)} \times 0,2 \text{ (\% ingestão)}] / 15 \text{ (litros água dia)}$

VMP = 0,067 mg/L



CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA ÁGUA DE RECREAÇÃO:

- Em geral, dois tipos de exposição humana:

Contato (irritação / absorção dérmica*)

* poucos dados na literatura

e

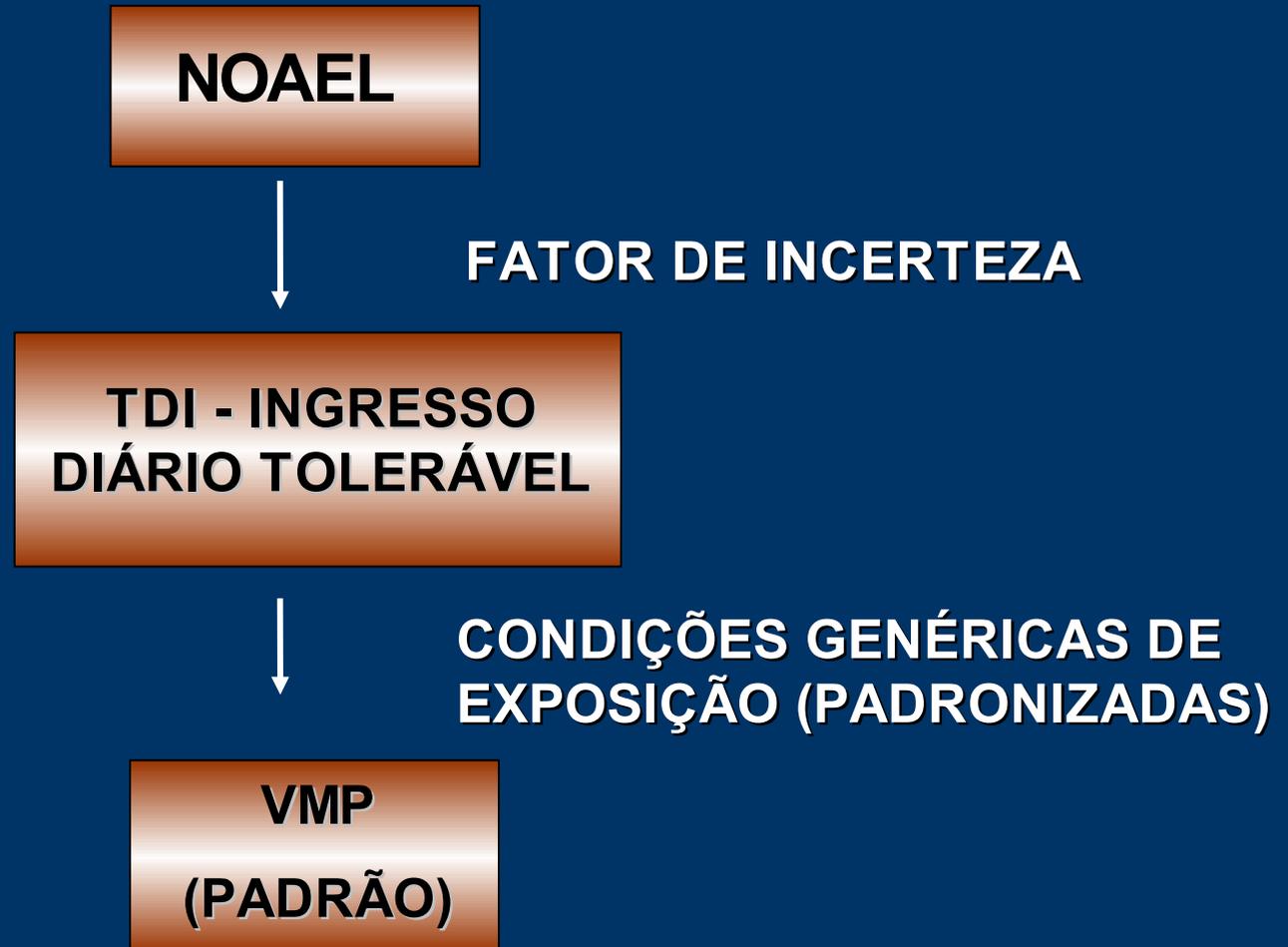
Ingestão

- **Valores máximos permitidos:** cálculo semelhante ao de consumo humano, entretanto o consumo de água por dia é considerado **100 mL**.

- Cuidados especiais devem ser tomados em relação às substâncias que conhecidamente podem ser absorvidas pela pele, derivando-se valores diferentes dos fundamentados em ingestão.



VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP)



CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

Valor em concentração (ug/L) que previne efeito adverso biota aquática.

Baseados em dados de pelo menos 3 espécies (peixe, microcrustáceo e alga) representativas do país.

- Inclui fatores de incerteza, quanto mais dados menor os fatores de incerteza.
- Leva-se em conta dados de organismos de água doce e marinha e fatores físico químicos



TENDÊNCIA ATUAL

Complementar a avaliação da qualidade da água com os próprios ensaios toxicológicos, que foram usados para derivar os critérios, realizando a análise com a própria água.

Inclusão de análises de outras matrizes (como sedimento, material particulado suspenso e organismos expostos)

Análises físico químicas são também complementadas com biomarcadores de efeito e exposição e estudos epidemiológicos



A CONAMA 357/2005 JÁ COMTEMPLA ESSES NOVOS CONCEITOS

EXEMPLO DE PADRÕES POR USOS

COBRE

ug por litro

Preservação da vida aquática	9
Consumo humano	2000
Dessedentação	500
Irrigação	200
Recreação	1000

CONCLUSÕES

AS SUBSTÂNCIAS DEVEM SER ESCOLHIDAS EM FUNÇÃO DA IMPORTÂNCIA E OCORRÊNCIA NO PAÍS

AS LEGISLAÇÕES DEVEM SER DINÂMICAS E PREVER ALTERAÇÕES SEMPRE QUE NECESSÁRIO

A EXISTÊNCIA DE CRITÉRIOS POR USOS INDIVIDUALIZADOS PERMITE MELHOR GESTÃO DO RECURSO

A ÁREA DA SAÚDE, AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE DEVEM AGIR INTEGRADAMENTE

