

# 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](mailto: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)**
- **Probalidade 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**

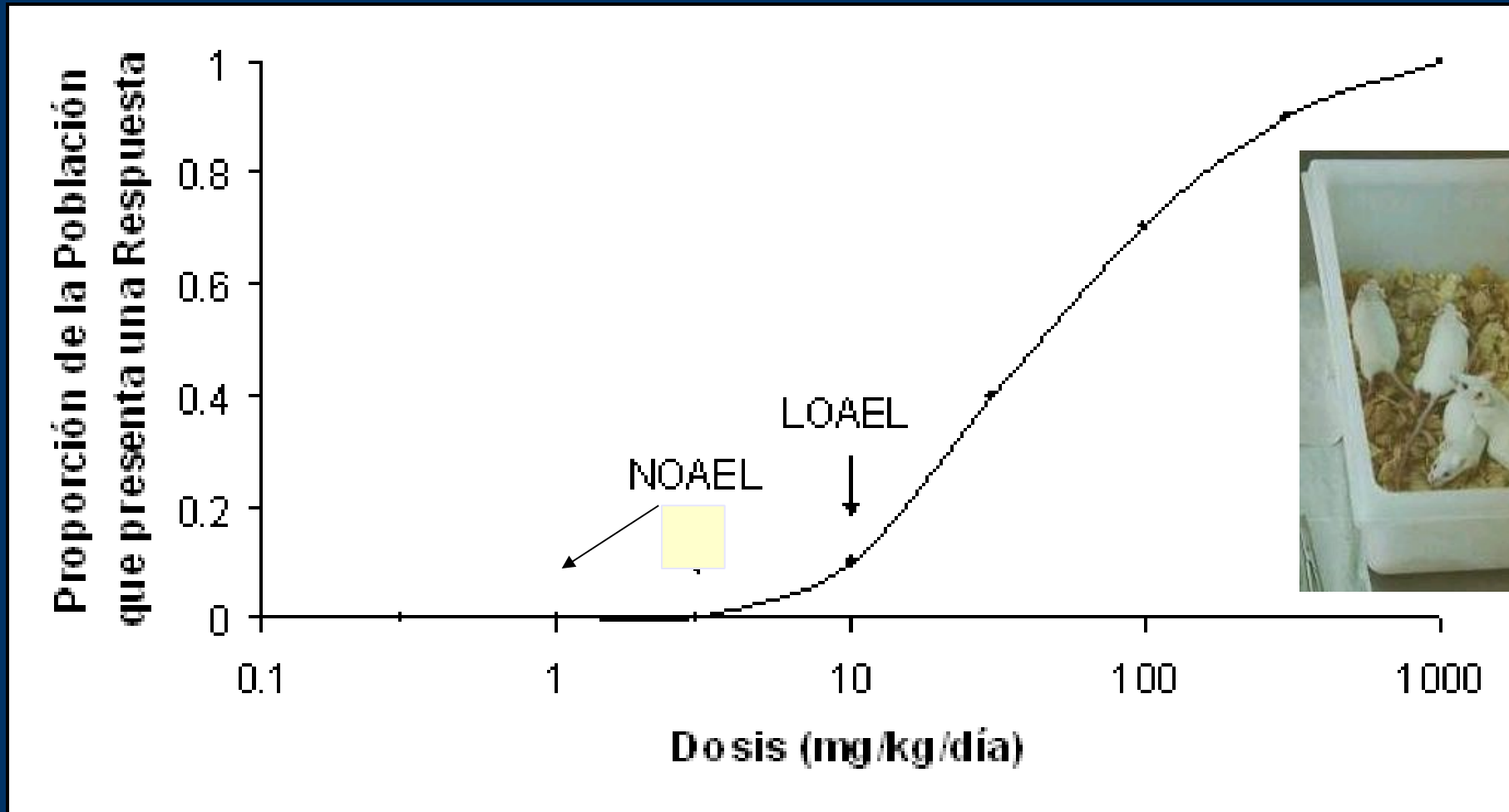
**ou**

**LOAEL – NÍVEL DO MENOR EFEITO OBSERVADO**



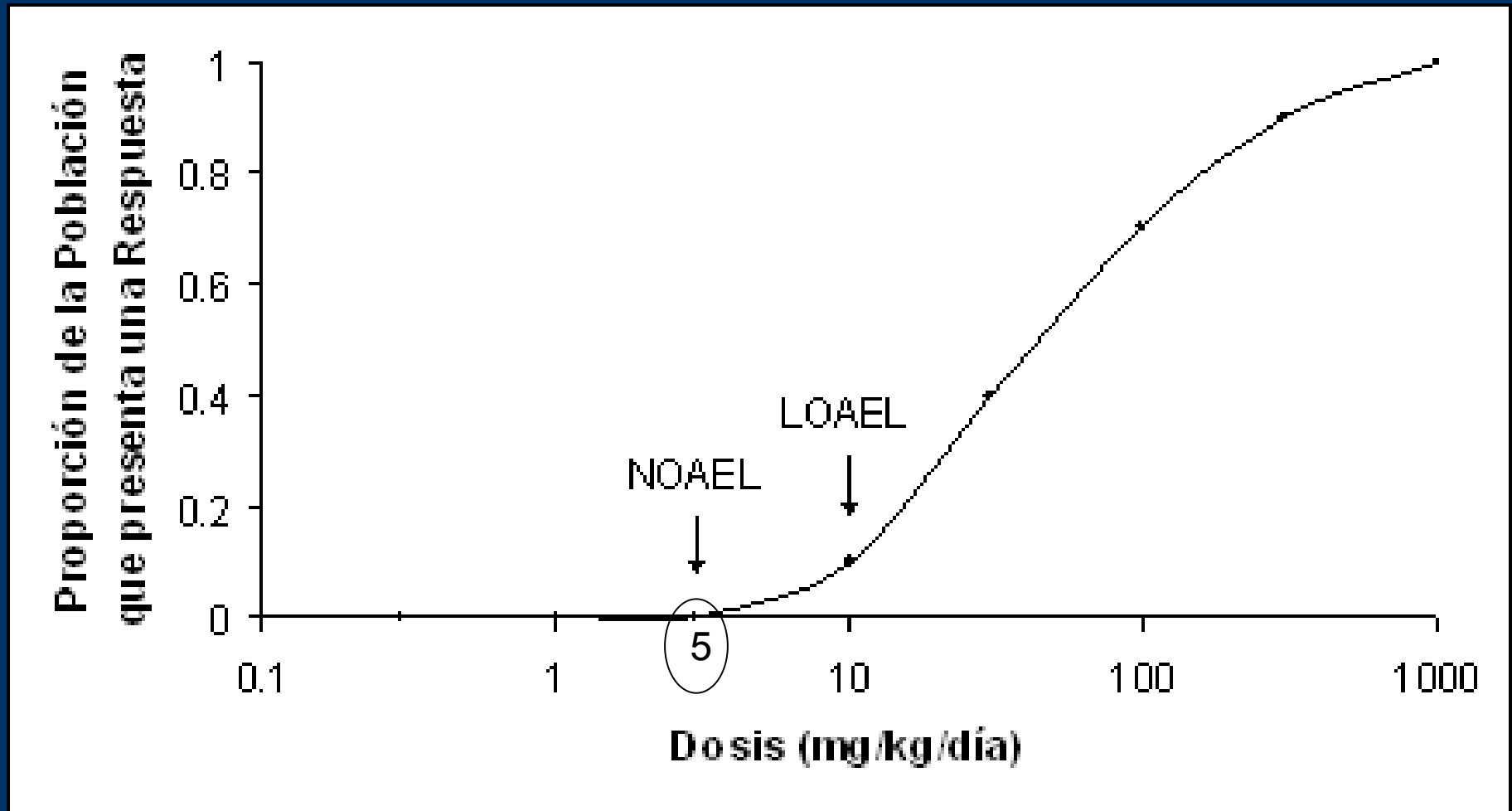
# Substâncias não cancerígenas

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

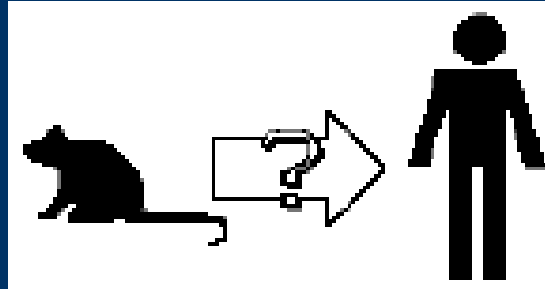


## Substâncias não cancerígenas

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 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

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

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

**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)

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

**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

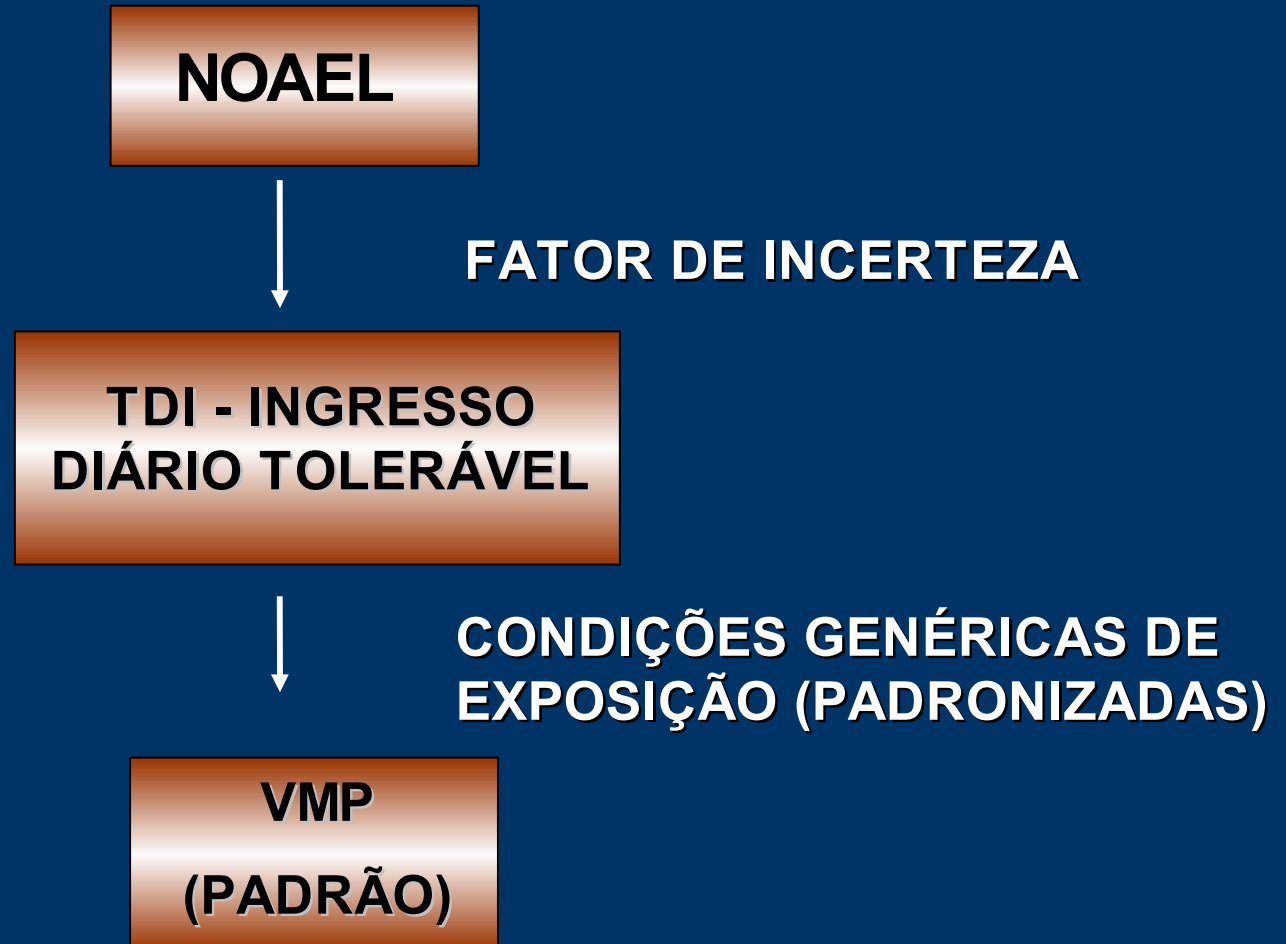
**Ingestão**

- **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

---

---

