

# Qualidade de Água

José Antonio Tosta dos Reis  
Departamento de Engenharia Ambiental  
Universidade Federal do Espírito Santo



## GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

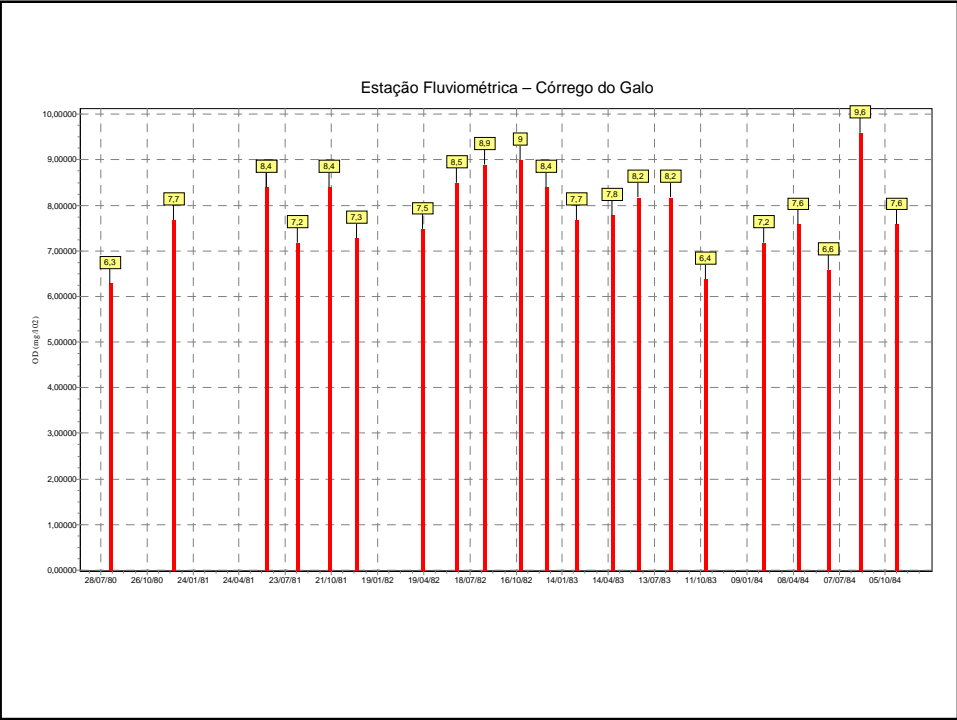
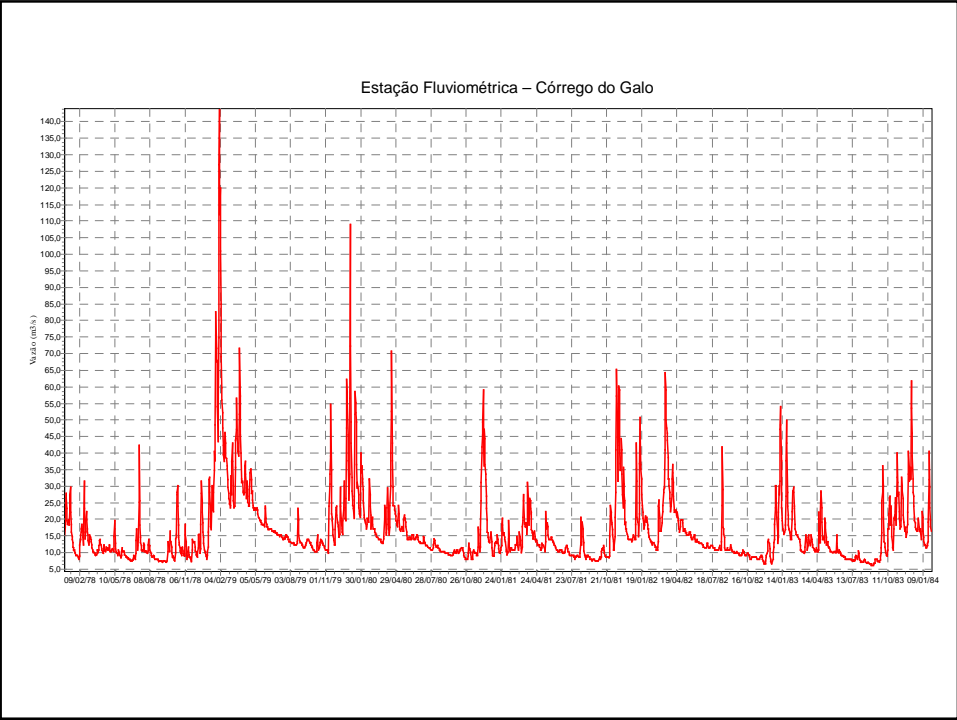


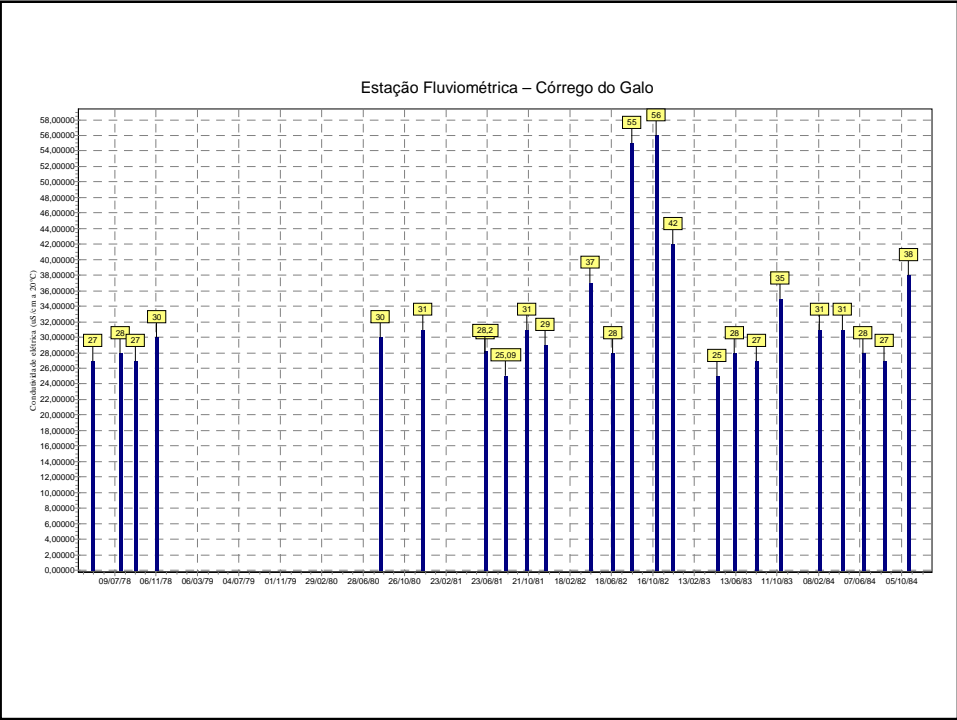
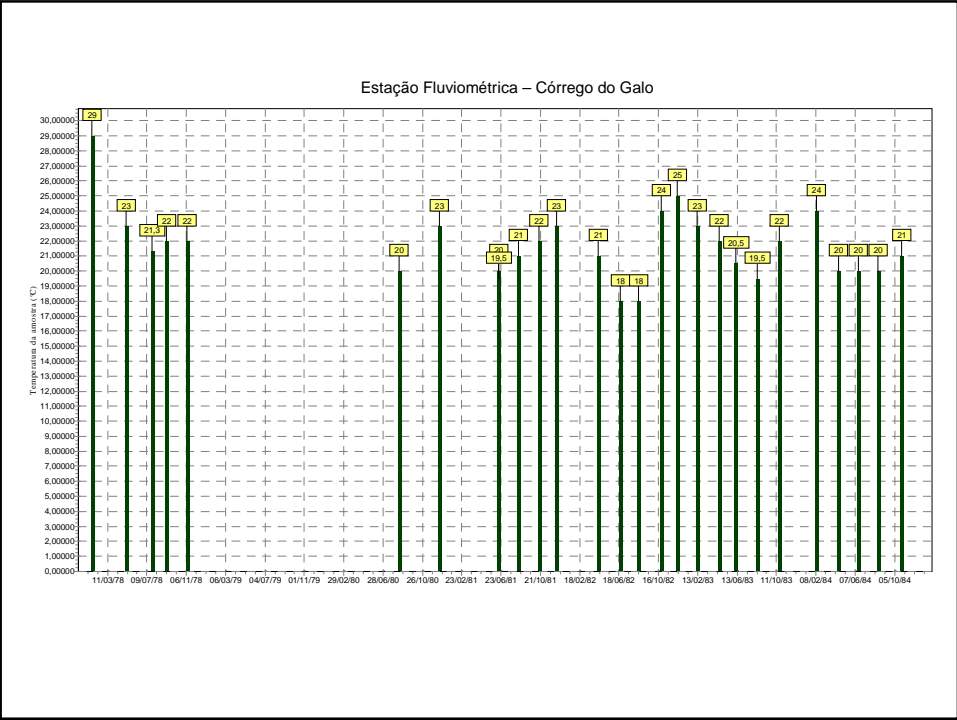
Exige obrigatoriamente a discussão de aspectos relacionados com a **DISPONIBILIDADE HÍDRICA** e com a **QUALIDADE** da água.



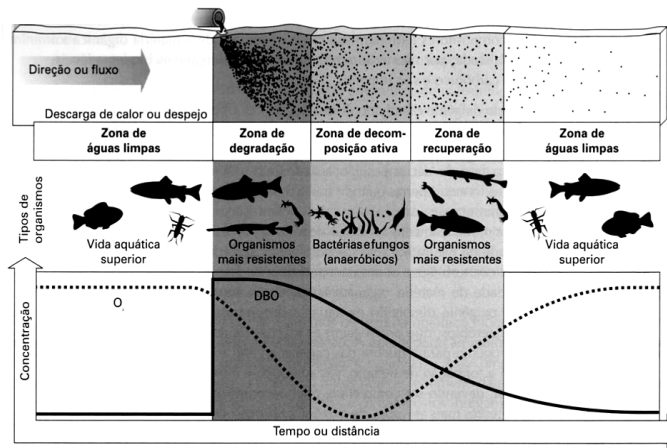
+







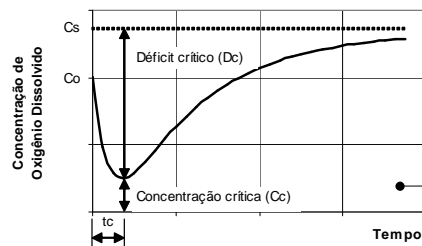
## Um modelo de qualidade...



$$\frac{dC}{dt} = -K_1 \cdot L + K_2 (C_s - C)$$

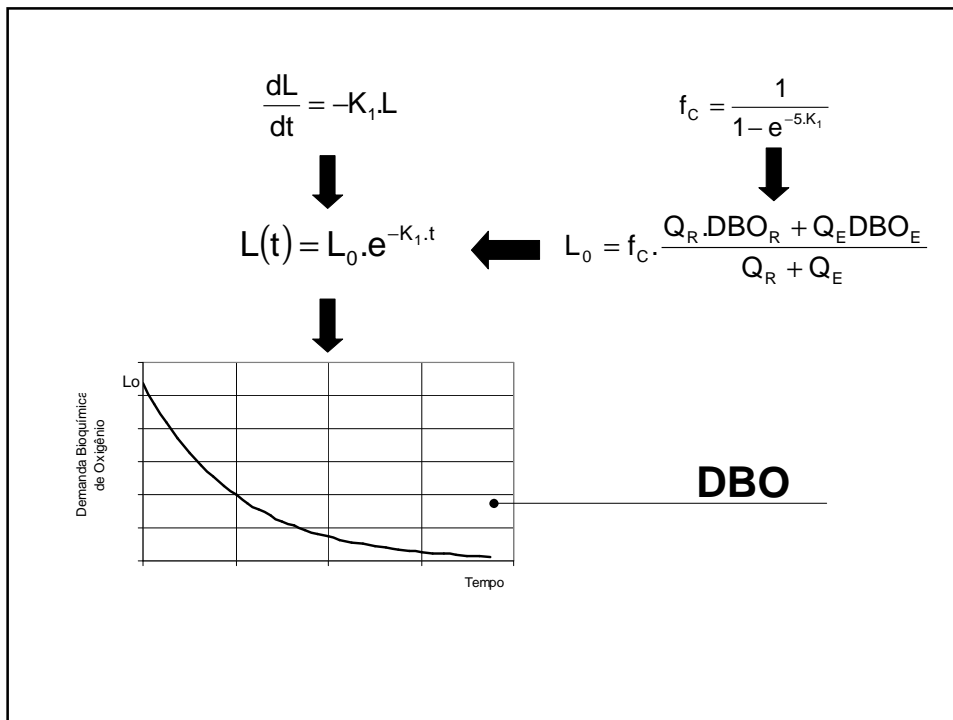
$$\frac{dC}{dt} = K_2 (C_s - C_0) + (\alpha_1 i - \alpha_2 p) A - K_1 L - \frac{K_4}{d} - \alpha_3 \beta_1 N_1 - \alpha_4 \beta_2 N_2$$

$$C(t) = C_s - \left\{ \left[ \frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} \cdot (e^{-K_1 \cdot t} - e^{-K_2 \cdot t}) \right] + (C_s - C_0) \cdot e^{-K_2 \cdot t} \right\}$$



$$C_0 = \frac{Q_R \cdot OD_R + Q_E \cdot OD_E}{Q_R + Q_E}$$

**OD**

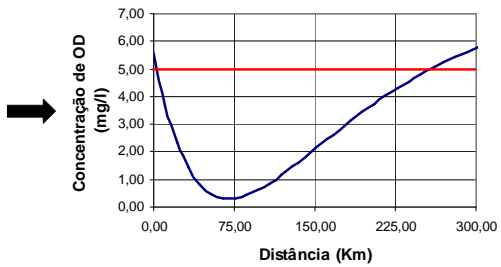


## Um estudo de caso

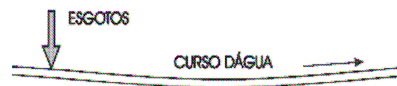
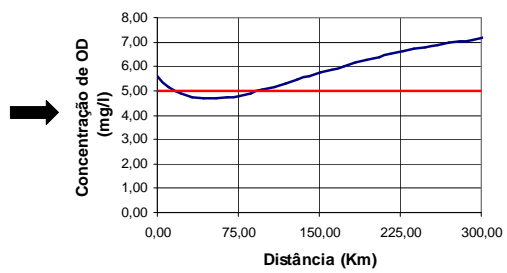
Precisa-se definir um sistema de tratamento de esgotos sanitários para a sede de um município com as seguintes características:

- População atual: 50.000 habitantes
- População estimada para 2025: 61.000 habitantes
- Consumo per capita de água: 200 litros/habitante.dia
- Coeficiente de retorno: 0,80;
- Adoção de um sistema separador absoluto
- Características do esgoto doméstico bruto:
  - $DBO_{5,20}$ : 350 mg/l;
  - OD: zero;
  - Concentração de coliformes termotolerantes:  $10^7$  organismos/100ml
  - Nitrogênio total: 40mg/l (Nitrogênio orgânico: 15 mg/l; Amônia total: 25 mg/l)
  - Fósforo total: 8 mg/l (Fósforo orgânico: 3 mg/l; Fósforo inorgânico: 5 mg/l)
  - Sólidos totais: 720 mg/l.
- A administração municipal possui recursos financeiros suficientes para a construção e operação de qualquer sistema de tratamento de esgotos, seja ele simplificado (lagoas de estabilização, disposição no solo, etc) ou mecanizado (lodos ativados, filtros biológicos, etc).
- A disposição final se dará num pequeno rio que corta a cidade e que possui as seguintes características:
  - Vazão média de longo período:  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
  - Vazão mínima de referência:  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
  - Velocidade média: 0,50 m/s;
  - OD à montante da cidade: 6 mg/l;
  - DBO à montante da cidade: 3 mg/l;

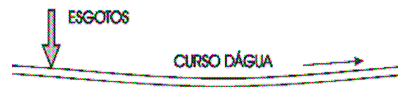
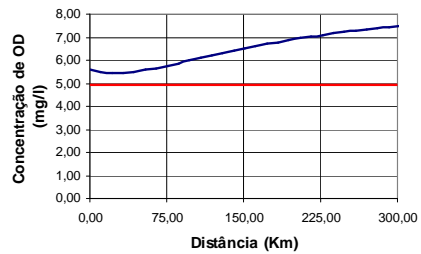
Lançamento do efluente bruto, não existindo nem mesmo o tratamento primário.



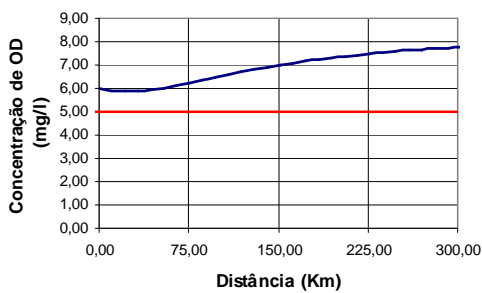
Lançamento do efluente tratado, após o tratamento por meio de uma lagoa facultativa com eficiência de 70%.



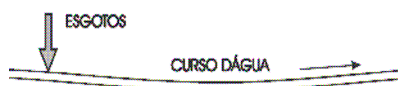
Lançamento do efluente tratado, após o tratamento por meio de um processo de lodos ativados com eficiência de 85%.



Lançamento do efluente bruto, não existindo nem mesmo o tratamento primário.



Dados de entrada do Modelo	
Vazão do rio ( $Q_r$ , m <sup>3</sup> /s)	25,00
Vazão do efluente ( $Q_e$ , m <sup>3</sup> /s)	0,11
DBO rio (DBOr, mg/l)	3,00
DBO efluente bruto (DBOefluente, mg/l)	350,00
Eficiência do tratamento (%)	0,00
DBO efluente tratado (DBOe, mg/l)	350,00
OD rio (ODr, mg/l)	6,00
OD efluente (ODE, mg/l)	0,00
OD saturação (Cs, mg/l)	8,00
Coefficiente de desoxigenação ( $k_1$ , 1/dia)	0,35
Coefficiente de reaeração ( $k_2$ , 1/dia)	0,75
Velocidade média do rio (V, m/s)	0,50
Temperatura (oC)	25,00



## O que é qualidade da água?

---

Inúmeros fatores determinam a qualidade da água, estabelecendo questão consideravelmente complexa!

Conceito que evolui no século passado com o aumento do requisitos de uso da água e com a disponibilidade de equipamentos para medir e interpretar as característica da água.

### Qualidade do ambiente aquático

- Concentrações dos compostos orgânicos e inorgânicos;
- Composição e estado da biota aquática no corpo de água;
- Descrição de variações temporais e espaciais em função de fatores internos e externos ao corpo de água.

### Poluição do ambiente aquático

- Dano aos recursos naturais;
- Risco a saúde humana;
- Impedimento para as atividades aquáticas incluindo pesca;
- Prejuízo aos usos e, conseqüentemente, a atividade econômica.

## Fontes de poluição

---

- Geralmente as principais fontes de poluição são os esgotos domésticos, atividades industriais, agricultura ou mineração.
- Os processos de licenciamento ambiental e o cadastro de outorgas são as principais fontes de informação sobre as fontes poluidoras.
- Devem ser identificadas as tipologias industriais que maior impacto tem sobre os corpos d'água.





## Grupos de parâmetros poluidores da água

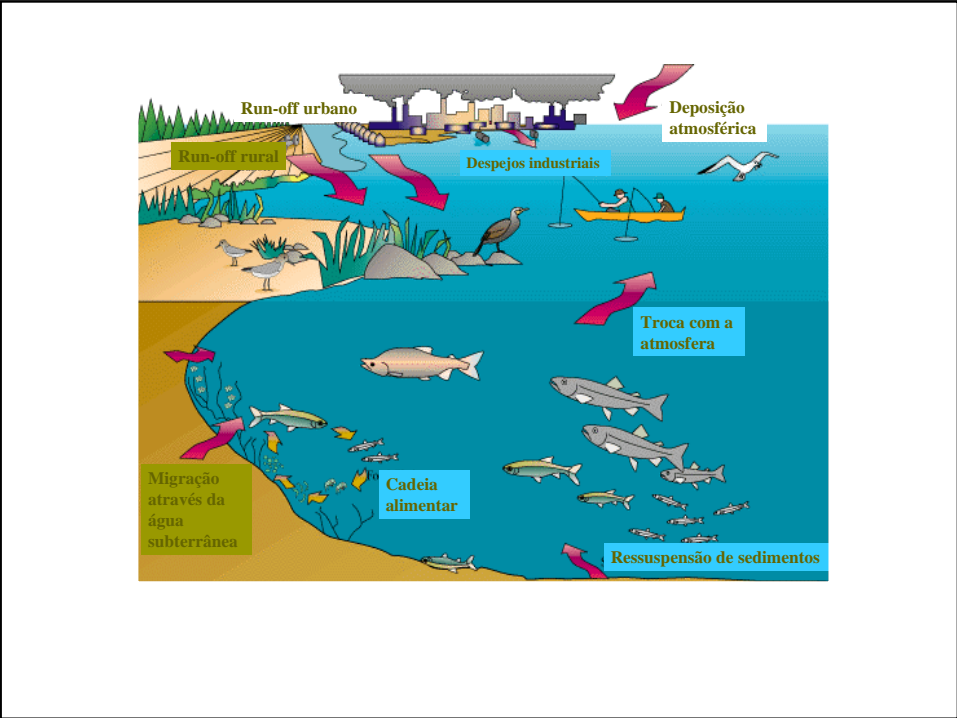
---

- **Matéria orgânica:** ocasiona o consumo de oxigênio dissolvido, tem como origem mais comum o esgoto doméstico.
- **Nutrientes** (fósforo e nitrogênio): causam a eutrofização do corpo d'água.
- **Organismos patogênicos:** causam doenças de veiculação hídrica;
- **Substâncias orgânicas** (ex: agrotóxicos): provocam efeito tóxico nos organismos aquáticos e podem se acumular em seus tecidos.
- **Substâncias inorgânicas** (ex: metais): provocam efeito tóxico nos organismos aquáticos e podem se acumular em seus tecidos.
- **Sólidos em suspensão:** aumentam a turbidez da água afetando a biota aquática e causando assoreamento do corpo d'água.

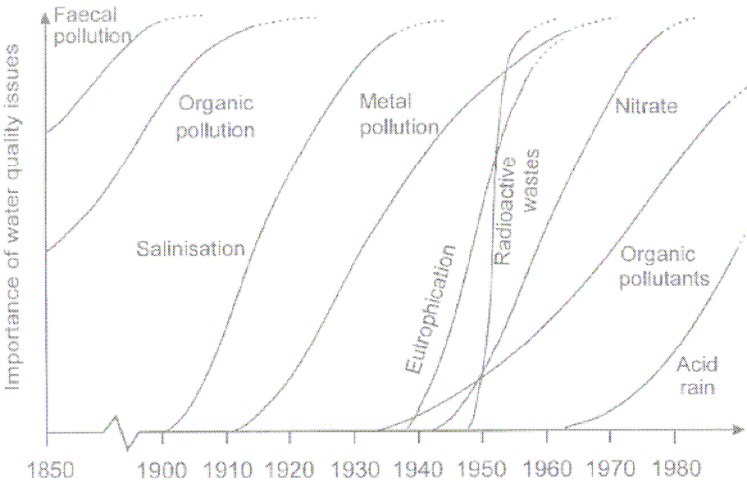
## Classificação da poluição hídrica

---

- **Bacteriana:** Contato com dejetos humanos portadores de organismos patogênicos, por via direta e por esgotos sanitários.
- **Orgânica:** Recebimento de grande quantidade de matéria orgânica, proveniente de esgotos domésticos ou industriais;
- **Química:** Presença de substâncias provenientes de processos industriais, uso de pesticidas e de fertilizantes.
- **Térmica :** Elevação da temperatura da água aos receber despejos com temperatura elevada provenientes de destilarias, usinas atômica, etc.
- **Radioativa :** Recebimento de descargas radioisótopos de usinas nucleares.



### Fases da poluição



Fonte: Meybeck e Helmer (1996)

## Impurezas presentes na água

---

Os diferentes sólidos e gases presentes na água alteram seu grau de pureza e atribuem à massa líquida diferentes características físicas, químicas e biológicas.

- **Características físicas:** estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água; estes sólidos podem ser classificados, em função do seu tamanho, em dissolvidos, coloidais e suspensos;
- **Características químicas:** associadas à natureza orgânica ou inorgânica dos sólidos presentes na água;
- **Características biológicas:** atribuídas à água em função da presença dos organismos presentes na massa líquida;

É relevante observar que os organismos presentes na água constituem a carga de sólidos da massa líquida.

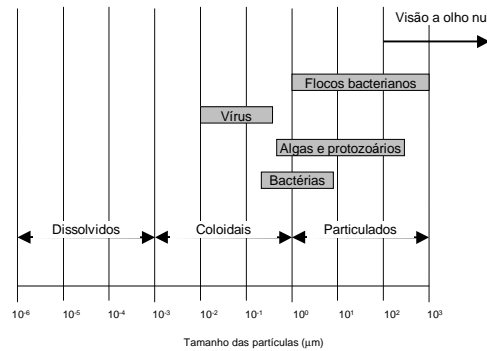
## Sólidos presentes na água

---

- Excluindo-se os gases dissolvidos, todos os contaminantes encontrados na água contribuem para **carga de sólidos**.
- Simplificadamente, os sólidos podem ser classificados em função de suas **características físicas** (particularmente o tamanho das partículas sólidas) ou em função de suas **características químicas** (natureza orgânica ou inorgânica dos sólidos).

## Classificação em função do tamanho

- Estratifica os sólidos em dissolvidos, coloidais e particulados.



## Classificação em função das características químicas

- Depende na capacidade de volatilização das partículas sólidas.
- Quando os sólidos são submetidos a uma elevada temperatura (550°C), a fração orgânica é volatilizada, restando apenas a fração inorgânica.
- Os **sólidos voláteis** representam uma estimativa da **fração orgânica** dos sólidos
- Os **sólidos fixos** (ou não voláteis) indicam a **fração mineral ou inorgânica**.

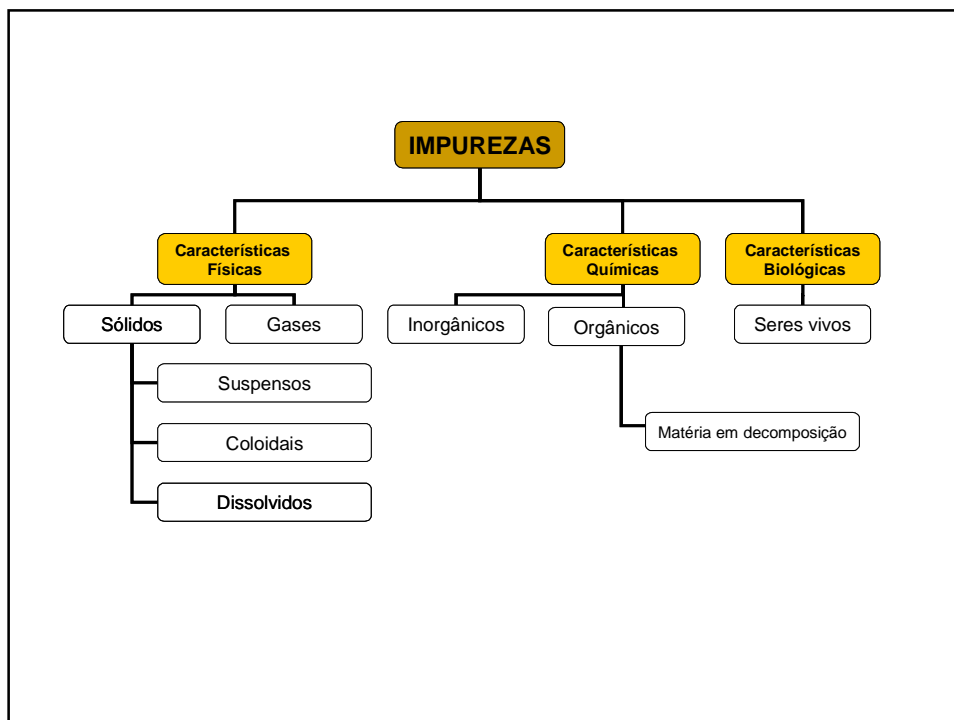
## Organismos presentes na água

Os microrganismos são de fundamental importância no contexto da avaliação da qualidade da água:

- São predominantes em determinados ambientes;
- Atuam decisivamente nos processos de depuração de rejeitos;
- Alguns são patogênicos, ou sejam, possuem a capacidade de transmitir doenças aos seres humanos.

### Principais microrganismos de interesse sanitário ou ambiental

Microrganismo	Descrição
Bactérias	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos protistas unicelulares, apresentando-se em várias formas e tamanhos</li><li>• São os principais responsáveis pela <b>estabilização da matéria orgânica</b></li><li>• Algumas bactérias são <b>patogênicas</b>, provocando doenças intestinais</li></ul>
Algas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos autótrofos, fotossintetizantes, contendo clorofila</li><li>• Importantes na <b>produção de oxigênio nos corpos d'água</b> e em alguns <b>processos de tratamento de esgotos</b></li><li>• Em ambientes lênticos (lagos e represas), podem <b>proliferar em excesso</b>, comprometendo a qualidade da água</li></ul>
Fungos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos aeróbios, multicelulares, não fotossintéticos e heterotróficos</li><li>• São importantes para a <b>estabilização da matéria orgânica</b></li></ul>
Protozoários	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos unicelulares sem parede celular, sendo a maioria aeróbia ou facultativa</li><li>• Alimentam-se de bactérias, algas e outros microrganismos, sendo essenciais no tratamento biológico para a <b>manutenção de um equilíbrio</b> entre os diversos grupos</li><li>• Alguns são <b>patogênicos</b></li></ul>
Vírus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos parasitas que <b>causam doenças</b> e que podem ser de <b>difícil remoção no tratamento de água ou esgoto</b></li></ul>
Helmintos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Animais superiores, cujos ovos presentes nos esgotos podem <b>causar doenças</b></li></ul>



## Parâmetros de qualidade

- Parâmetros físicos:** são aqueles que afetam os sentidos humanos. Em sua maioria estão associados aos sólidos presentes na água e, eventualmente aos gases dissolvidos.  
 Cor, turbidez, sabor, odor, condutividade elétrica e temperatura são parâmetros físicos habitualmente empregados quando da caracterização de corpos d'água.
- Parâmetros químicos:** resultam de ciclos e processos que ocorrem na água. Podem estar associados aos compostos orgânicos ou aos compostos inorgânicos presentes na massa líquida.  
 O oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o pH, os compostos de nitrogênio (nitrogênio orgânico, amônia, nitritos e nitratos), a alcalinidade, a acidez, o ferro, o manganês, os cloretos, os fluoretos e a dureza, além de diversos micropoluentes orgânicos e inorgânicos.
- Parâmetros biológicos:** referem-se as diferentes formas vivas, vegetais ou animais, que habitam o ambiente aquático.  
 Algas (fontes de oxigênio para os corpos d'água, mas também podem conduzir à problemas como, por exemplo, a eutrofização) e os organismos patogênicos (bactérias, vírus, fungos, protozoários e helmintos).

**Tabela 3.1 – Parâmetros físicos de qualidade de água**

Parâmetro	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
Cor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origem natural: não apresenta risco à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco. Além disso, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos – ex: clorofórmio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decomposição da matéria orgânica (principalmente vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos);</li> <li>• Ferro e manganês</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos industriais (ex: tinturas, tecelagem, produção de papel);</li> <li>• Esgotos domésticos</li> </ul>
Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origem natural: não traz inconvenientes sanitários diretos. Porém, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos (diminuindo a eficiência da desinfecção);</li> <li>• Origem antropogênica: pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos;</li> <li>• Em corpos d'água: pode reduzir a penetração de luz, prejudicando a fotossíntese.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partículas de rocha, argila e silte;</li> <li>• Algas e outros microorganismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos;</li> <li>• Despejos industriais;</li> <li>• Microorganismos;</li> <li>• Erosão</li> </ul>
Sabor e odor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não representa risco à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade, buscar águas de maior risco. Representa a maior causa de reclamações dos consumidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria orgânica em decomposição;</li> <li>• Microorganismos (ex: algas);</li> <li>• Gases dissolvidos (ex: gás sulfídrico H<sub>2</sub>S)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos;</li> <li>• Despejos industriais;</li> <li>• Gases dissolvidos (ex: H<sub>2</sub>S)</li> </ul>
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura);</li> <li>• Elevações da temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido);</li> <li>• Elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Águas de torres de resfriamento;</li> <li>• Despejos industriais</li> </ul>

**Tabela 3.2 – Parâmetros químicos de qualidade de água**

Parâmetro	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de rochas;</li> <li>• Absorção de gases da atmosfera;</li> <li>• Oxidação da matéria orgânica;</li> <li>• Fotossíntese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica);</li> <li>• Despejos industriais</li> </ul>
Alcalinidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não tem significado sanitário para a água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para a água;</li> <li>• É uma determinação importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações;</li> <li>• É uma determinação importante no tratamento de esgotos, quando há evidências de que a redução do pH pode afetar os microorganismos responsáveis pela depuração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de rochas;</li> <li>• Reação do CO<sub>2</sub> com água (CO<sub>2</sub> resultante da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais</li> </ul>
Acidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tem pouco significado sanitário;</li> <li>• Águas com acidez mineral são desagradáveis ao paladar, sendo recusadas;</li> <li>• Responsável pela corrosão de tubulações e materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub> absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição da matéria orgânica;</li> <li>• Gás sulfídrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais (ácidos minerais ou orgânicos);</li> <li>• Passagem da água por minas abandonadas</li> </ul>
Dureza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há evidências de que a dureza cause problemas sanitários, e alguns estudos realizados com áreas com maior dureza indicaram uma menor incidência de doenças cardíacas;</li> <li>• Em determinadas concentrações, causa um sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos;</li> <li>• Reduz a formação de espuma, implicando num maior consumo de sabão;</li> <li>• Causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores (devido à maior precipitação nas temperaturas elevadas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio (ex: rochas calcáreas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais</li> </ul>

Tabela 3.2 – Parâmetros químicos de qualidade de água (Continuação)

Parâmetro	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
Ferro e manganês	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tem pouco significado sanitário nas concentrações usualmente encontradas nas águas naturais;</li> <li>• Em pequenas concentrações causam problemas de cor na água;</li> <li>• Em certas concentrações, podem causar sabor e odor (mas, nessas concentrações, o consumidor já rejeitou a água, devido à cor)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de compostos no solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais</li> </ul>
Cloretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em determinadas concentrações imprime um sabor salgado à água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de minerais;</li> <li>• Intrusão de águas salinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos;</li> <li>• Despejos industriais; águas utilizadas em irrigação</li> </ul>
Nitrogênio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul);</li> <li>• O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização);</li> <li>• O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrato e deste a nitrito, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática);</li> <li>• O nitrogênio na forma de amônia é diretamente tóxico aos peixes;</li> <li>• O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microorganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos</li> <li>• Os processos de conversão do nitrogênio têm implicação na operação das estações de tratamento de esgotos</li> <li>• Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos;</li> <li>• Despejos industriais;</li> <li>• Excrementos de animais;</li> <li>• Fertilizantes</li> </ul>

Tabela 3.2 – Parâmetros químicos de qualidade de água (Continuação)

Parâmetros	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento;</li> <li>• O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização);</li> <li>• O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução de compostos do solo;</li> <li>• Decomposição da matéria orgânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos;</li> <li>• Despejos industriais;</li> <li>• Detergentes;</li> <li>• Excrementos de animais;</li> <li>• Fertilizantes</li> </ul>
Oxigênio dissolvido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O oxigênio dissolvido é vital para os seres aquáticos aeróbios</li> <li>• O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolução do oxigênio atmosférico</li> <li>• Produção pelos organismos fotossintéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução de aeração artificial</li> </ul>
Micropoluentes inorgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os metais pesados são tóxicos para os habitantes dos ambientes aquáticos e para os consumidores da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A origem natural é de menor importância</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais</li> <li>• Atividades mineradoras</li> <li>• Atividades de garimpo</li> <li>• Agricultura</li> </ul>



Tabela 3.2 – Parâmetros químicos de qualidade de água (Continuação)

Parâmetros	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
Matéria orgânica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A matéria orgânica é responsável pelo consumo, pelos microorganismos decompositores, do oxigênio dissolvido na água</li> <li>• A DBO retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo de oxigênio dissolvido</li> <li>• A DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria orgânica vegetal e animal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos domésticos</li> <li>• Despejos Industriais</li> </ul>
Micropoluentes orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os compostos orgânicos incluídos nesta categoria não são biodegradáveis</li> <li>• Uma grande parte destes compostos são tóxicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetais com madeira (tanino, lignina, celulose, fenóis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejos industriais</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Processamento e refinamento de petróleo</li> <li>• Defensivos agrícolas</li> </ul>

Tabela 3.3 – Agentes causais e principais doenças associadas à água

Doença	Agente Causal	Sintomas
<b>Ingestão de Água Contaminada</b>		
Disenteria bacilar	Bactéria ( <i>Shigella dysenteriae</i> )	Forte diarreia
Cólera	Bactéria ( <i>Vibrio cholerae</i> )	Diarreia extremamente forte, desidratação, alta taxa de mortalidade
Leptospirose	Bactéria ( <i>Leptospira</i> )	Icterícia, febre
Salmonelose	Bactéria ( <i>Salmonella</i> )	Febre, náusea, diarreia
Febre tifóide	Bactéria ( <i>Salmonella typhi</i> )	Febre elevada, diarreia, ulceração do intestino delgado
Disenteria amebiana	Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Diarreia prolongada, com sangramento, abscessos no fígado e intestino fino
Giardíase	Protozoário ( <i>Giardia lamblia</i> )	Diarreia leve a forte, náusea, indigestão, flatulência
Hepatite infecciosa	Vírus (Vírus da hepatite A)	Ictericícia, febre
Gastroenterite	Vírus (enterovírus, parvovírus, rotavírus)	Diarreia leve a forte
Paralisia infantil	Vírus ( <i>Poliomelites virus</i> )	Paralisia
<b>Contato com Água Contaminada</b>		
Escabiose	Sarna ( <i>Sarcoptes scabiei</i> )	Úlceras na pele
Tracoma	Clamídea ( <i>Chlamydia tracomatis</i> )	Inflamação dos olhos, cegueira completa ou parcial
<b>Verminoses, tendo a Água como um Estágio no Ciclo</b>		
Esquistossomose	Helminto ( <i>Schistosoma</i> )	Diarreia, aumento do baço e do fígado, hemorragias
<b>Transmissão através de Insetos, tendo a Água como meio de Procriação</b>		
Malária	Protozoário ( <i>Plasmodium</i> )	Febre, suor, calafrios, gravidade variável com o tipo de <i>Plasmodium</i>
Febre amarela	Vírus (flavivírus)	Febre, dor de cabeça, prostração, náusea, vômitos
Dengue	Vírus (flavivírus)	Febre, forte dor de cabeça, dores nas juntas e músculos, erupções
Filariose	Helminto ( <i>Wuchereria bancrofti</i> )	Obstrução de vasos, deformação de tecidos

## Padrões ambientais brasileiros para corpos d'água e efluentes

Resolução CONAMA Nº 274/2000  
Resolução CONAMA Nº 357/2005  
Resolução CONAMA Nº 370/2006  
Resolução CONAMA Nº 393/2007  
Resolução CONAMA Nº 396/2008  
Resolução CONAMA Nº 397/2008  
Resolução CONAMA Nº 410/2009  
Resolução CONAMA Nº 430/2011



## A Resolução CONAMA Nº 357/2005

•Editada em **17 de março de 2005**, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes.

•Alterada por novas Resoluções:

✓ **Resolução CONAMA Nº 370/2006:** *Prorroga o prazo (originalmente de 1 ano) para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44, da Resolução no 357/2005*

✓ **Resolução CONAMA Nº 393/2007:** *Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural*

✓ **Resolução CONAMA Nº 397/2008:** *Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA no 357/2005;*

**O parâmetro nitrogênio amoniacal total não será aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.**

✓ **Resolução CONAMA Nº 410/2009:** *Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes;*

✓ **Resolução CONAMA Nº 430/2011:** *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357/2005.*

## DEFINIÇÕES

- **Águas doces:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- **Águas salobras:** águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- **Águas salinas:** águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- **Ambiente lêntico:** ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- **Ambiente lótico:** ambiente relativo a águas continentais moventes;
- **Classe de qualidade:** conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- **Classificação:** qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- **Condição de qualidade:** qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- **Condições de lançamento:** condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

- **Monitoramento:** medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;
- **Padrão:** valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;
- **Parâmetro de qualidade da água:** substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;
- **Recreação de contato primário:** contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;
- **Recreação de contato secundário:** refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);
- **Vazão de referência:** vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do SISNAMA e do SINGREH;
- **Virtualmente ausentes:** que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e
- **Zona de mistura:** região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente (?).

## CLASSES PARA AS ÁGUAS DO TERRITÓRIO NACIONAL FUNÇÃO DE POSSÍVEIS USOS

Classes		Usos previstos
Águas doces	Especial	Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	1	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00; À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e, À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	2	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00; À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e, À aquicultura e à atividade de pesca.
	3	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; À pesca amadora; À recreação de contato secundário; e, À dessedentação de animais.
	4	À navegação; e À harmonia paisagística.

### ÁGUAS SALINAS

- Classes especial, 1, 2 e 3.

### ÁGUAS SALOBRAS

- Classes especial, 1, 2 e 3.

### CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

- Padrões de qualidade das águas determinados estabelecem **limites individuais para cada substância em cada classe**.
- Eventuais **interações entre substâncias**, especificadas ou não na Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de **causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida**, bem como de restringir os usos preponderantes previstos.



• O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo **Poder Público**.

• A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água serão realizadas pelo **Poder Público**, podendo ser utilizado **laboratório próprio, conveniado** ou **contratado**, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.



Nos casos onde a **metodologia analítica** disponível for **insuficiente para quantificar as concentrações** dessas substâncias nas águas, os **sedimentos e/ou biota aquática** poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.



RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA				1995	1996	1997	1998	1999	
Ponto SMV1C001				Mai	Dez	Set	Out	Jul	Dez
		V.M.P.(*)	V.M.P.(*)						
		Classe 1	Classe 2						
Nº Registro				72	38	68	198	774	1183
Dia da Coleta	ddmmaa			15/05/1995	09/12/1996	23/09/1997	14/10/1998	20/07/1999	09/12/1999
Hora da Coleta	0:00			09:35	08:40	13:40		10:00	09:40
Chuva (últimas 24 hs)	sim/não			não	sim				
Data do Certificado									
Condutividade	µS/cm	-	-		43,0	35,0	60,6	29,0	39,1
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3	5	2,0	2,0	2,0	2,8	2,0	2,0
DQO	mg/L	-	-						
Fósforo total	mg/L P	0,020	0,030	0,010	0,230	0,090	0,140	0,050	0,050
Nitrogênio NITRATO	mg/L N	10,0	10,0	0,20	0,54	0,45	0,67	0,30	0,20
Nitrogênio NITRITO	mg/L N	1,0	1,0	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Nitrogênio Kjeldhal	mg/L N	-	-	0,70	0,60	1,10	1,70	0,50	0,80
Nitrogênio Total	mg/L N	-	-						
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	> 6	> 5	9,0	8,9	7,7	7,8	6,8	6,2
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,68	6,50	6,10	7,33	6,80	6,09
Resíduos Totais	mg/L	-	-	62,0	225,0	110,0	166,0	60,0	70,0
Temperatura da Amostra	°C	-	-	20,0	21,0	20,0	20,0	18,5	20,0
Temperatura do Ar	°C	-	-				22,3	23,0	20,0
Turbidez	UNT	40	100		60	50	150	15	39
Cádmio total	mg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total	mg/L	0,01	0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo total	mg/L	0,05	0,05				<0,02	<0,02	0,04
Mercúrio total	mg/L	0,0002	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001			
Ferro total	mg/L	-	-	1,46	2,90	2,25	5,20	1,03	1,70
Zinco total	mg/L	0,18	0,18	<0,001	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02
Coliformes Termotolerantes	NMP / 100mL	200	1.000	16000	16000	17000	1200	1100	2000

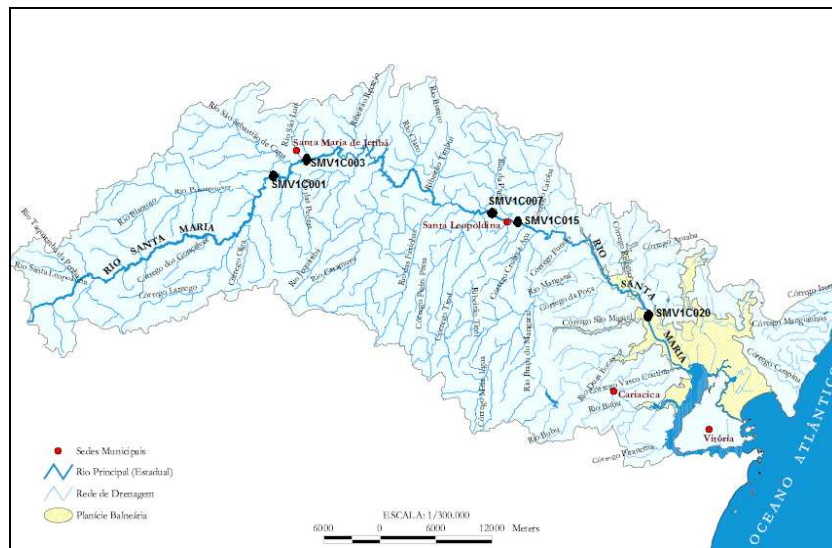


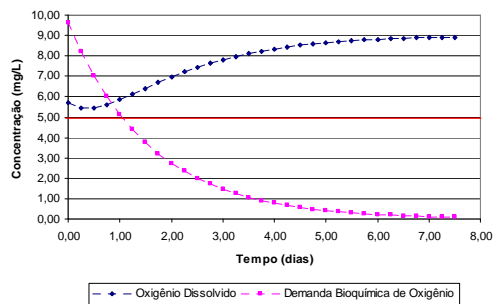
Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas do rio Santa Maria da Vitória

• Os **valores máximos** estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento **deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência**.



Os **limites de DBO**, estabelecidos para as águas doces de **classes 2 e 3**, poderão ser **elevados**, caso o estudo da **capacidade de autodepuração** do corpo receptor demonstre que as **concentrações mínimas de OD** previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Dados de entrada do Modelo	
Vazão do rio ( $Q_r$ , m <sup>3</sup> /s)	4,00
Vazão do efluente ( $Q_e$ , m <sup>3</sup> /s)	0,20
DBO rio (DBOr, mg/l)	2,00
DBO efluente bruto (DBOefluente, mg/l)	350,00
Eficiência do tratamento (%)	60,00
DBO efluente tratado (DBOe, mg/l)	140,00
OD rio (ODr, mg/l)	6,00
OD efluente (ODE, mg/l)	0,00
OD saturação ( $C_s$ , mg/l)	9,00
Coefficiente de decomposição ( $k_d$ , 1/dia)	0,50
Coefficiente de desoxigenação ( $k_1$ , 1/dia)	0,35
Coefficiente de reaeração ( $k_2$ , 1/dia)	1,20
Velocidade média do rio ( $V$ , m/s)	0,25
Temperatura (oC)	25,00



- Os valores máximos admissíveis dos parâmetros referentes a **nitrogênio e fósforo**, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em **decorrência de condições naturais**, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

• O **Poder Público poderá**, a qualquer momento, **acrescentar outras condições e padrões de qualidade**, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

• O Poder Público poderá estabelecer **restrições e medidas adicionais**, de caráter excepcional e temporário, quando a **vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência**.

**Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água!!!!**



### CONDIÇÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA DAS ÁGUAS DOCES CLASSE I

- a) Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos;
- b) **Materiais flutuantes**, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) **Óleos e graxas**: virtualmente ausentes;
- d) **Substâncias que comuniquem gosto ou odor**: virtualmente ausentes;
- e) **Corantes provenientes de fontes antrópicas**: virtualmente ausentes;
- f) **Resíduos sólidos objetáveis**: virtualmente ausentes;
- g) **Coliformes termotolerantes**:
  - Para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na **Resolução CONAMA no 274/2000**.
  - Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de **200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais**, de pelo menos **6 amostras**, coletadas durante o período de **um ano**, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) **DBO<sub>5,20</sub>** até 3 mg/L O<sub>2</sub>;
- i) **OD**, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;
- j) **Turbidez** até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) **Cor verdadeira**: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) **pH**: 6,0 a 9,0.

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L



## CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE PARA CORPOS D'ÁGUA DOCE

Condição ou padrão de qualidade	Valor máximo permissível			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Resíduos sólidos objetáveis	Virtualmente ausente	Virtualmente ausente	Virtualmente ausente	-
DBO <sub>5,20</sub> <sup>2</sup>	3 mg/L O <sub>2</sub>	5 mg/L O <sub>2</sub>	10 mg/L O <sub>2</sub>	-
OD	Não inferior a 6 mg/L O <sub>2</sub> em qualquer amostra	Não inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub> em qualquer amostra	Não inferior a 4 mg/L O <sub>2</sub> em qualquer amostra	Superior a 2 mg/L O <sub>2</sub> em qualquer amostra
Turbidez	Até 40 UNT	Até 100 UNT	Até 100 UNT	-
Cor verdadeira	Nível de cor natural do corpo d'água em mg Pt/L	Até 75 mg Pt/L	Até 75 mg Pt/L	-
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Clorofila a	10 µg/L	30 µg/L	60 µg/L	-
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L	50.000 cel/mL ou 5 mm <sup>3</sup> /L	100.000 cel/mL ou 10 mm <sup>3</sup> /L <sup>2</sup>	-
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	-
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	-
Antimônio	0,005mg/L Sb	0,005mg/L Sb		-

## CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES



• Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, **após o devido tratamento** e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução e em outras normas aplicáveis.

• **É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos na Resolução.**

• O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, **autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos** pela Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e
- V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

- A **disposição de efluentes no solo**, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.
- No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a **mistura de efluentes com águas de melhor qualidade**, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.
- Na hipótese de **fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados**, os limites constantes da Resolução aplicar-se-ão a **cada um deles ou ao conjunto** após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.
- **Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.**
- Nas demais classes de água, o **lançamento de efluentes deverá**, simultaneamente:
  - I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;
  - II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições de vazão de referência; e
  - III - atender a outras exigências aplicáveis.

- Na **zona de mistura de efluentes**, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.
- A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

---

Relembrando...

**Zona de mistura** é a região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

---

**Zona de mistura** é região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro (nova redação dada pela Resolução CONAMA no 430/11) .

Resolução CONAMA 357/05 - Padrão do efluente



Resolução CONAMA 357/05 - Padrão do corpo d'água

### CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO

- O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.
- **pH** entre 5 a 9;
- **Temperatura:** inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo d'água *(nova redação dada pela Resolução CONAMA no 397/08)* ;
- **Materiais sedimentáveis:** até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- **Regime de lançamento** com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- **Óleos e graxas:**
  - óleos minerais: até 20mg/L;
  - óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L;
- **Ausência de materiais flutuantes.**

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
<i>(novo valor dado pela Resolução n° 397/08)</i>	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
<i>(nova redação e valor dados pela Resolução n° 397/08)</i>	
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total hexavalente	0,5 mg/L Cr
<i>(nova redação e valor dados pela Resolução n° 397/08)</i>	0,1 mg/L Cr <sup>6+</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>3+</sup>
<i>(nova redação e valor dados pela Resolução n° 397/08)</i>	
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe <sup>78</sup>
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn

**Resolução CONAMA N° 430/2011:** *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357/2005*

**Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.**

## A Resolução CONAMA Nº 430/2011

- Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005.
- A **disposição de efluentes no solo**, mesmo tratados, **não está sujeita** aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos na Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.
- Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser **lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento** e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução



### DEFINIÇÕES

- **Capacidade de suporte do corpo receptor:** valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento;
- **Concentração de Efeito Não Observado (CENO):** maior concentração do efluente que **não causa efeito deletério** estatisticamente significativo na sobrevivência e reprodução dos organismos, em um determinado tempo de exposição, nas condições de ensaio;
- **Concentração do Efluente no Corpo Receptor (CECR)**, expressa em porcentagem:
  - a) para corpos receptores confinados por calhas (rio, córregos, etc):

$$CECR = \left( \frac{\text{vazão do efluente}}{\text{vazão do efluente} + \text{vazão do corpo receptor}} \right) \times 100$$

- b) para áreas marinhas, estuarinas e lagos a CECR é estabelecida com base em estudo da dispersão física do efluente no corpo hídrico receptor, sendo a CECR limitada pela zona de mistura definida pelo órgão ambiental;

• **Concentração Letal Mediana (CL<sub>50</sub>)** ou **Concentração Efetiva Mediana (CE<sub>50</sub>)**: é a concentração do efluente que causa efeito agudo (letalidade ou imobilidade) a 50% dos organismos, em determinado período de exposição, nas condições de ensaio;

• **Fator de Toxicidade (FT)**: número adimensional que expressa a **menor diluição do efluente que não causa efeito deletério agudo aos organismos**, num determinado período de exposição, nas condições de ensaio;

• **Nível trófico**: posição de um organismo na cadeia trófica;

• **Testes de ecotoxicidade**: métodos utilizados para detectar e avaliar a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo, utilizando bioindicadores dos grandes grupos de uma cadeia ecológica; e

• **Zona de mistura**: região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.

### CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

• Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

• **Excepcionalmente** e em **caráter temporário**, o órgão ambiental competente poderá, mediante análise técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos na Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de estudo ambiental tecnicamente adequado, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento;

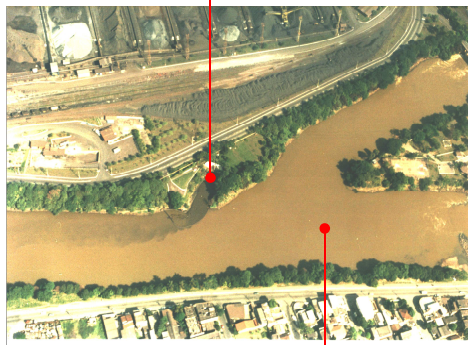
V - fixação de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e

**VI - estabelecimento de medidas que visem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.**

- Na **zona de mistura** serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo.

- A **extensão** e as **concentrações** de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, quando determinado pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Resolução CONAMA 357/05 - Padrão do efluente



Resolução CONAMA 357/05 - Padrão do corpo d'água

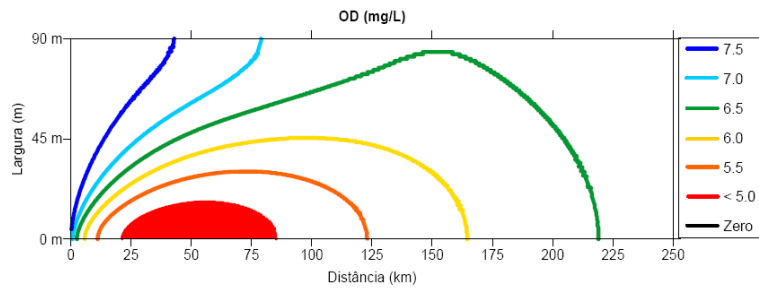


Figura 1 - Resultado da simulação bidimensional das concentrações de OD para o lançamento do efluente na margem com vazão equivalente a 1% da Q7,10 do rio Piracicaba e  $\alpha$  igual a 0,15.

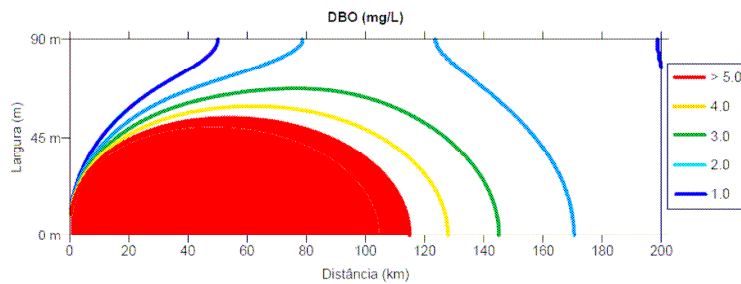


Figura 2 - Resultado da simulação bidimensional das concentrações de DBO para o lançamento do efluente na margem com vazão equivalente a 5% da Q7,10 do rio Piracicaba e  $\alpha$  igual a 0,15.

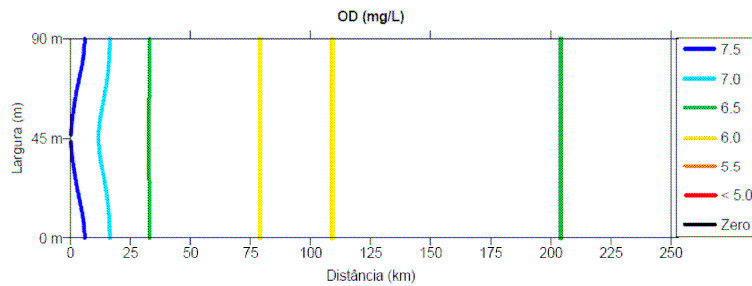


Figura 3: Resultado da simulação bidimensional das concentrações de OD para o lançamento do efluente no centro da seção transversal com vazão equivalente a 1% da Q7,10 do rio e  $\alpha$  igual a 0,50.

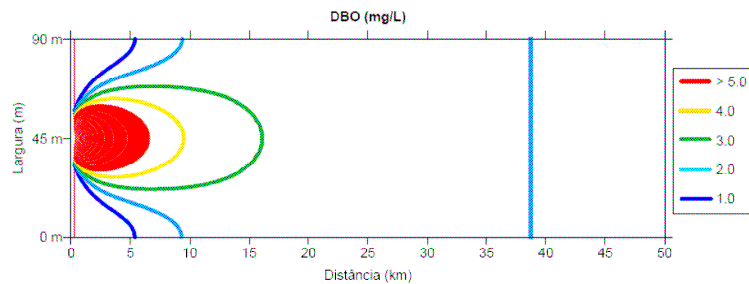


Figura 4: Resultado da simulação bidimensional das concentrações de DBO para o lançamento do efluente no centro da seção transversal com vazão equivalente a 1% da Q7,10 do rio e  $\alpha$  igual a 0,50.

## CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

### Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 a 9;
- b) Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- e) óleos e graxas:
  1. óleos minerais: até 20 mg/L;
  2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;
- f) ausência de materiais flutuantes; e
- g) Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_{5,20}$ ): **remoção mínima de 60%** de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de **estudo de autodepuração** do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor;



#### Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA I	
Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni

Continua...

- Os efluentes oriundos de sistemas de disposição final de **resíduos sólidos** de qualquer origem devem atender às condições e padrões apresentadas.
- Os efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários devem atender às condições e padrões específicos definidos para **Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários**.
- Os efluentes oriundos de serviços de saúde estarão sujeitos às exigências estabelecidas para **Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários**, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podendo:
  - I - ser lançados em **rede coletora** de esgotos sanitários **conectada a estação de tratamento**, atendendo às normas e diretrizes da operadora do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitários; e
  - II - ser lançados **diretamente após tratamento especial**.

- O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

- Os **critérios de ecotoxicidade** devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos aceitos pelo órgão ambiental, realizados no efluente, utilizando organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos diferentes.

- Cabe ao órgão ambiental competente a especificação das vazões de referência do efluente e do corpo receptor a serem consideradas no cálculo da Concentração do Efluente no Corpo Receptor (CECR), além dos organismos e dos métodos de ensaio a serem utilizados, bem como a frequência de eventual monitoramento.

- Na ausência de critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliar o efeito tóxico do efluente no corpo receptor, as seguintes diretrizes devem ser obedecidas:

I - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classes 1 e 2, e águas salinas e salobras Classe 1, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor (CECR) deve ser menor ou igual à Concentração de Efeito Não Observado (CENO) de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual a CENO quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico crônico; ou

b) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana ( $CL_{50}$ ) dividida por 10; ou menor ou igual a 30 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT) quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico agudo;

II - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classe 3, e águas salinas e salobras Classe 2, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor (CECR) deve ser menor ou igual à concentração que não causa efeito agudo aos organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana- $CL_{50}$  dividida por 3 ou menor ou igual a 100 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT), quando for realizado teste de ecotoxicidade aguda.

## CONDIÇÕES E PADRÕES PARA EFLUENTES DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

### Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 e 9;
- b) Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>): **máximo de 120 mg/L**, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de **remoção mínima de 60%** de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- e) óleos e graxas até 100 mg/L; e
- f) ausência de materiais flutuantes.

Regime de lançamento ???

- Os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor, a critério do órgão ambiental competente.
- Os testes de ecotoxicidade em efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários têm como objetivo subsidiar ações de gestão da bacia contribuinte aos referidos sistemas, indicando a necessidade de controle nas fontes geradoras de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor.
- As ações de gestão serão compartilhadas entre as empresas de saneamento, as fontes geradoras e o órgão ambiental competente, a partir da avaliação criteriosa dos resultados obtidos no monitoramento.

## A Resolução CONAMA Nº 397/2008

• Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

• **Temperatura:** inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo d'água;



TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES

PADRÕES	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr <sup>6+</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>3+</sup>
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L

- O parâmetro boro total não será aplicável a águas salinas, devendo o CONAMA definir regulamentação específica, no prazo de seis meses a contar da publicação desta Resolução.
- O parâmetro nitrogênio amoniacal total não será aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

---

As condições e padrões de lançamento relacionados pela Resolução nº 357/2005 poderão ser aplicáveis aos **sistemas de tratamento de esgotos sanitários**, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, **não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total**.

Boro total na Resolução nº 357/2005: 5,0 mg/L B, padrão que não se aplica para o lançamento em águas salinas.

## A Resolução CONAMA Nº 274/2000

---

- Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

### DEFINIÇÕES

- **Águas doces:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,50‰;
- **Águas salobras:** águas com salinidade compreendida entre 0,50‰ e 30‰;
- **Águas salinas:** águas com salinidade igual ou superior a 30‰;
- **Coliformes fecais (termotolerantes):** bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;



**Escherichia coli:** bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;

• **Enterococos:** bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;

• **Floração:** proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;

• **Isóbata:** linha que une pontos de igual profundidade;

• **Recreação de contato primário:** quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

• As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade terão sua condição avaliada nas categorias **própria** e **imprópria**.

• Águas **próprias:**

I - **Excelente:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

II - **Muito Boa:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

III - **Satisfatória:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

---

Os resultados dos exames poderão, também, abranger **períodos menores que cinco semanas**, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido **colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado**, com intervalo mínimo de **24 horas entre as amostragens**.

• As águas serão consideradas **impróprias** quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na **última amostragem** for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de **enfermidades transmissíveis por via hídrica**, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) presença de **resíduos ou despejos**, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (**águas doces**), à exceção das condições naturais;
- f) **floração de algas ou outros organismos**, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

• Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

• Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

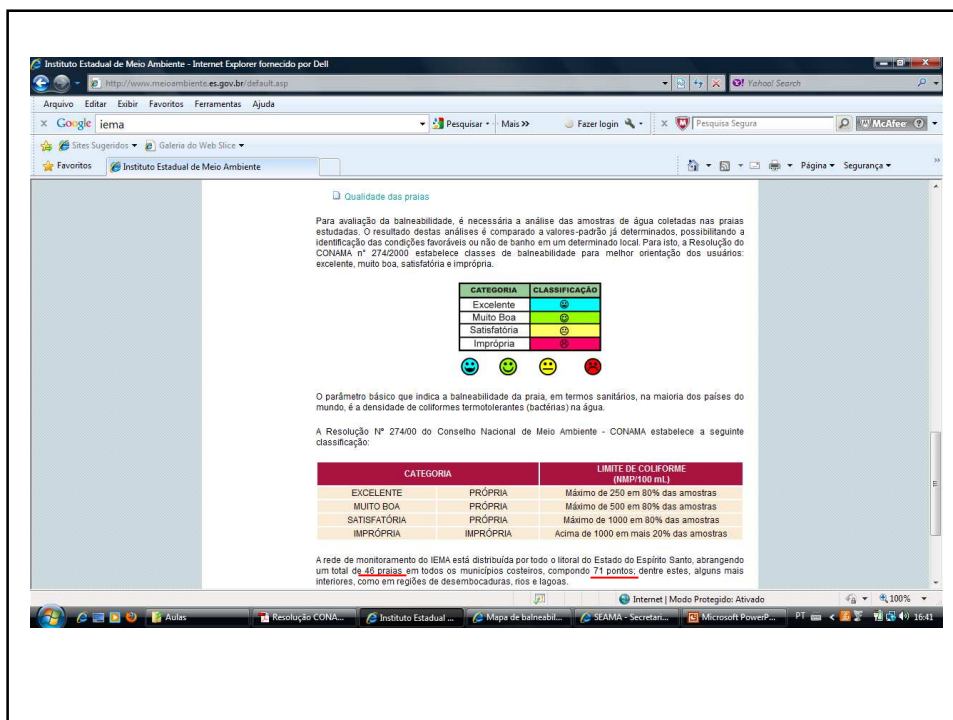
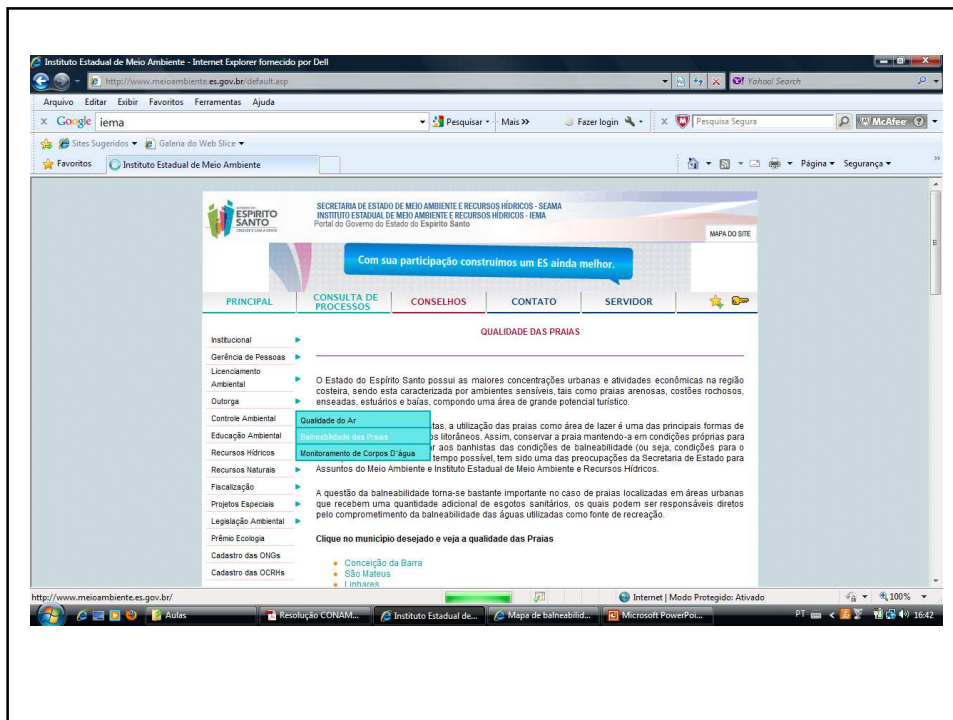
• Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o **órgão de controle ambiental** constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

• Consideram-se como passíveis de interdição os trechos em que ocorram **acidentes de médio e grande porte**, tais como: **derramamento de óleo e extravasamento de esgoto**, a ocorrência de **toxicidade** ou **formação de nata** decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a **presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose** e outras doenças de veiculação hídrica.

• A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente.

• A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de **um metro** e onde houver **maior concentração de banhistas**.

• Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (**INMETRO**) ou, na ausência destas, no **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** (APHA-AWWA-WPCF), última edição.





SEAMA - Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente - Internet Explorer fornecido por Dell

http://www.qualidade.iema.es.gov.br/scripts/za6905.asp?municipio=7

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Google Pesquisar Mais Fazer login Pesquisa Segura McAfee

Sites Sugeridos Galeria do Web Slice

Favoritos SEAMA - Secretaria de Estado para Assuntos do ...

Página Segurança

**iema**  
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

**Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

**QUALIDADE DAS PRAIAS**

Clique no município para ver a qualidade das praias.

Segundo Resolução CONAMA Nº 274/00

**SERRA**

Praia - Localização	Periodo	Classificação
Nova Almeida - Em frente ao estabelecimento nº 06	4/4/2011 a 31/5/2011	Imprópria
Nova Almeida - Final do calçadão da orla	4/4/2011 a 31/5/2011	Imprópria
Jacaraipe - Em frente à residência nº 2449	4/4/2011 a 31/5/2011	Excelente
Jacaraipe - Em frente ao Ed. Marfim Azul	4/4/2011 a 31/5/2011	Muito Boa
Jacaraipe - Colônia de Férias da CVRD	4/4/2011 a 31/5/2011	Imprópria
Manguinhos - Em frente ao Residencial AIDA	4/4/2011 a 31/5/2011	Excelente

Internet | Modo Protegido: Ativado

Resolução CONAMA Instituto Estadual Mapa de balneabil SEAMA - Secretar Microsoft PowerP

SEAMA - Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente - Internet Explorer fornecido por Dell

http://www.qualidade.iema.es.gov.br/scripts/za6905.asp?municipio=7

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Google Pesquisar Mais Fazer login Pesquisa Segura McAfee

Sites Sugeridos Galeria do Web Slice

Favoritos SEAMA - Secretaria de Estado para Assuntos do ...

Página Segurança

**iema**  
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

**Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

**QUALIDADE DAS PRAIAS**

Clique no município para ver a qualidade das praias.

Segundo Resolução CONAMA Nº 274/00

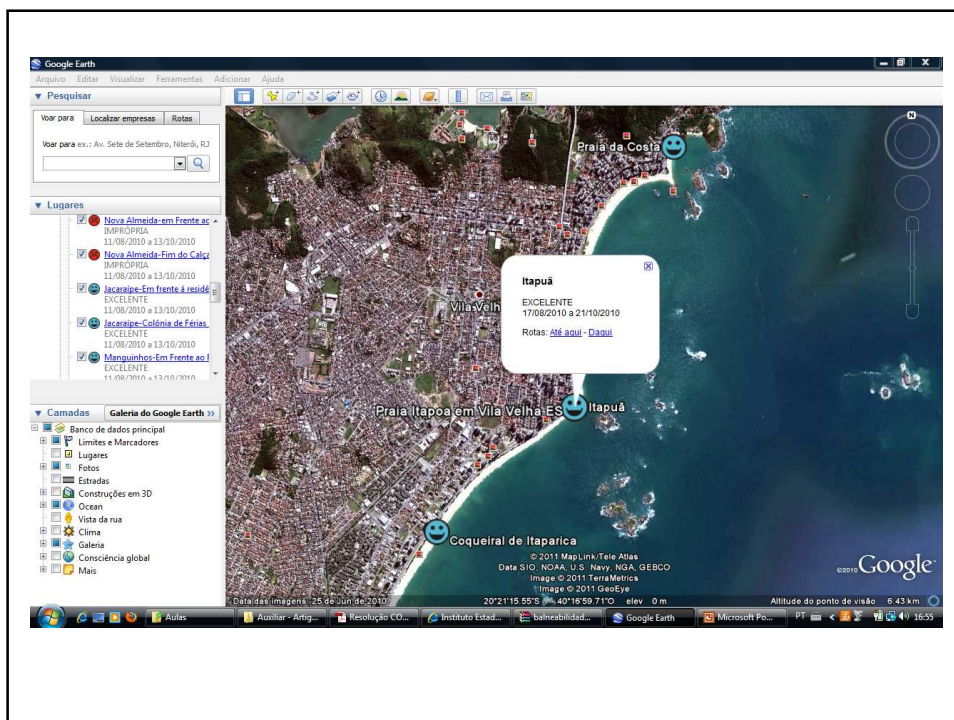
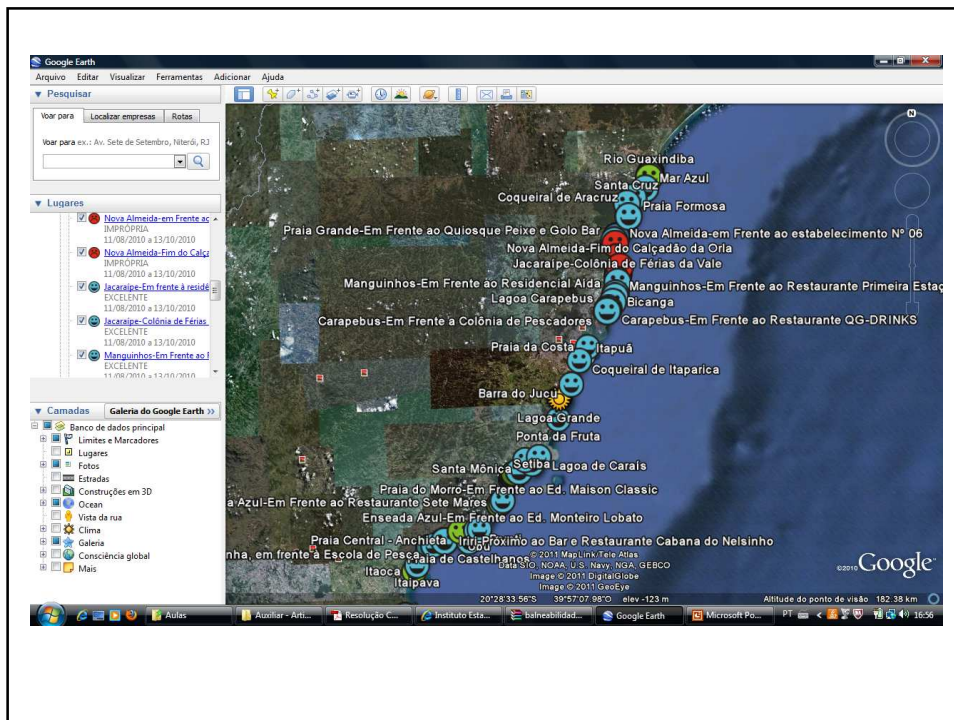
**VILA VELHA**

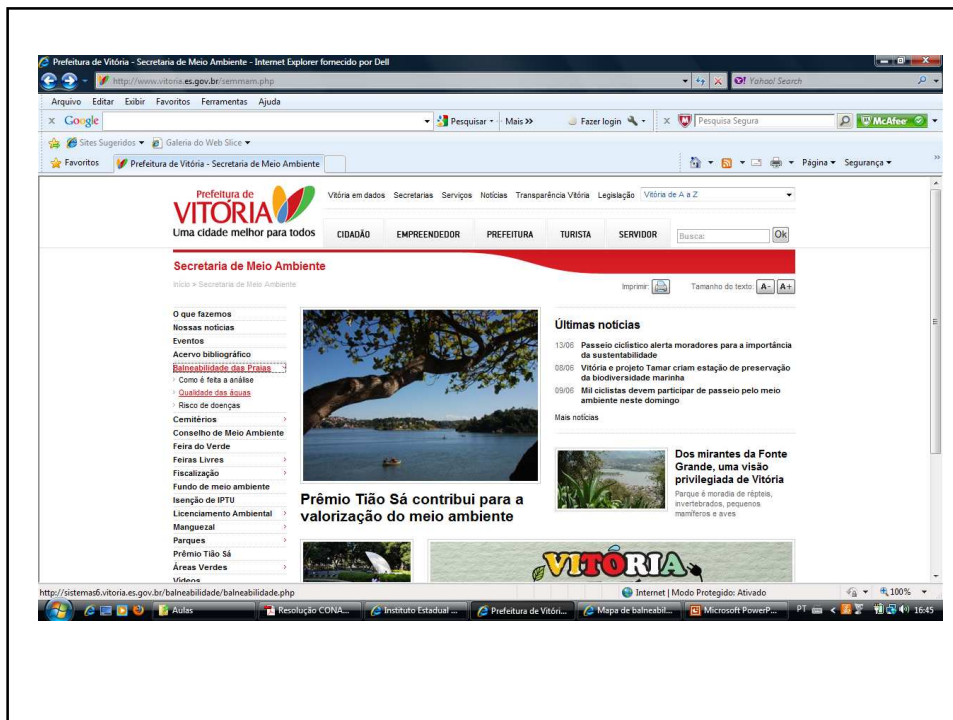
Praia - Localização	Periodo	Classificação
Lagoa Jaboaé (margem de Lagoa)	11/4/2011 a 8/6/2011	S/Classificação
Lagoa Grande I (próximo ao Bar do Camilo)	11/4/2011 a 8/6/2011	Muito Boa
Lagoa Grande II (próximo à Escola)	11/4/2011 a 8/6/2011	Muito Boa
Lagoa de Interlagos (Início de Lagoa)	11/4/2011 a 8/6/2011	Satisfatória
Lagoa de Interlagos (Final da lagoa)	11/4/2011 a 8/6/2011	Excelente
Praia do Banho (próximo ao BarAcústico)	11/4/2011 a 8/6/2011	Excelente

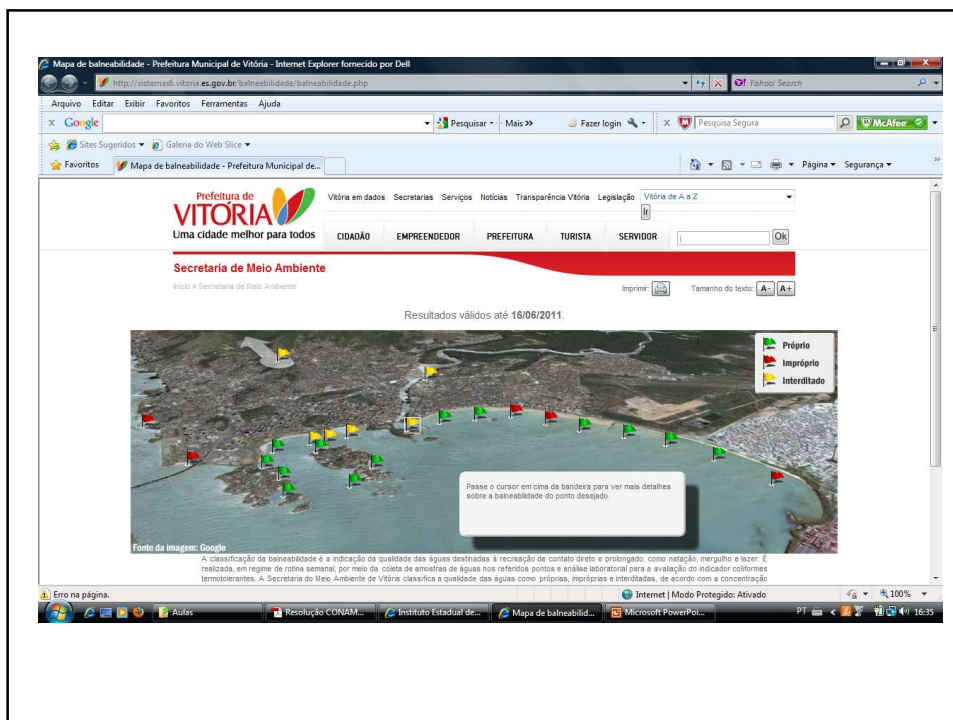
Concluído

Internet | Modo Protegido: Ativado

Resolução CONAMA Instituto Estadual Mapa de balneabil SEAMA - Secretar Microsoft PowerP







**Outras informações sobre interdição, amostragem de água, exames de qualidade de água e sobre a autoridade dos órgãos de controle ambiental.**

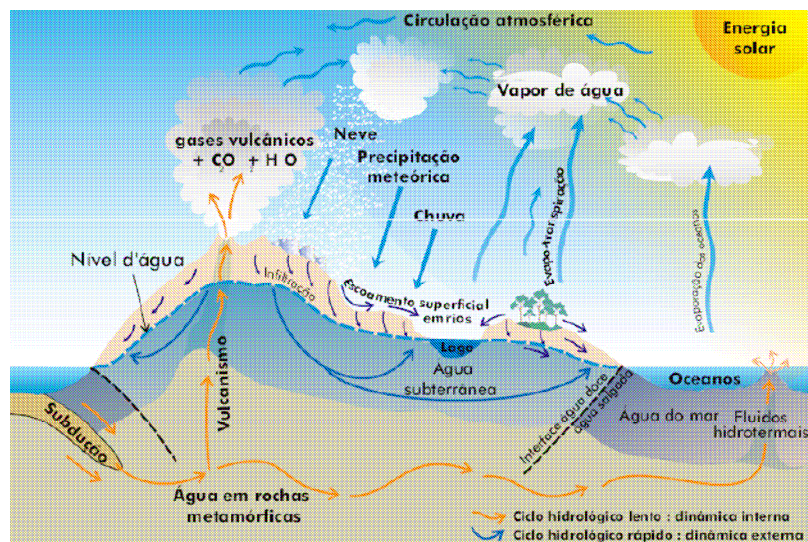
# Águas subterrâneas

## DEFINIÇÕES

- **Águas subterrâneas:** águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;
- **Aqüífero:** corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos;

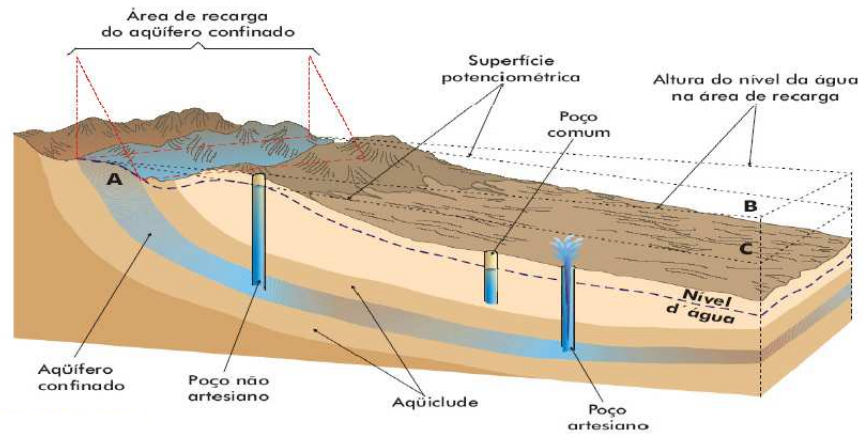
## CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- Movimento lento em relação às águas superficiais: **Velocidades típicas de 1m/dia!!!**
- Tempo de residência médio: 280 anos (até dezenas de milhares de anos);
- Recarga pequena;
- Qualidade boa e em geral protegida ;
- Grandes reservas;
- Menos suscetível a eventos críticos ;
- Descontaminação onerosa e lenta, quando não inviável.



(Teixeira et al., 2003)

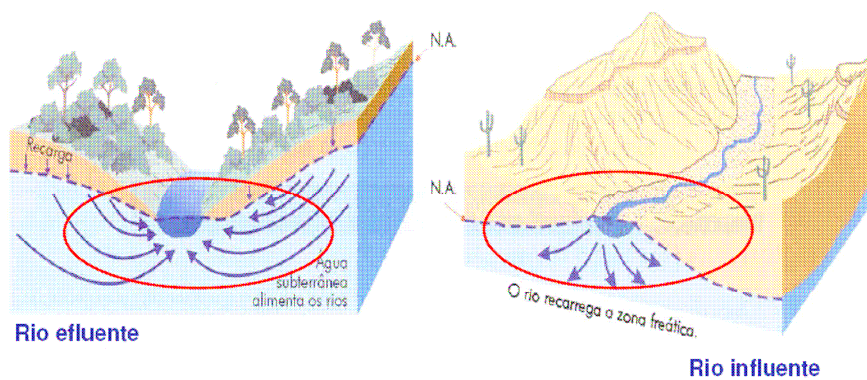
## TIPOS DE ÁQUÍFEROS



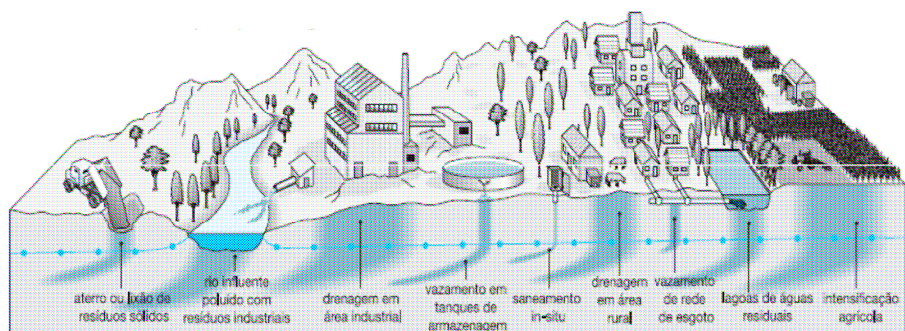
**Aquífero Livre:** limite superior do aquífero encontra-se à pressão atmosférica;

**Aquífero Confinado:** limite superior do aquífero é superior à pressão atmosférica

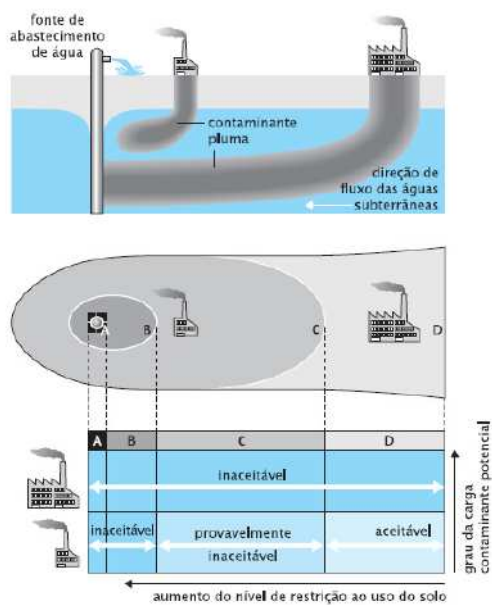
## RELAÇÃO ENTRE AQUÍFEROS E CURSOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS



## PROCESSOS COMUNS DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



## ÁREAS DE PROTEÇÃO DE CAPTAÇÃO VERSUS RESTRIÇÃO DE USO DO SOLO



### VULNERABILIDADE E RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFERO

- Sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero
- Propriedade intrínseca do sistema que depende da sensibilidade desse mesmo sistema aos impactos humanos e ou naturais.
- Facilidade com a qual um dado contaminante pode migrar para um aquífero de interesse em determinadas situações de uso do solo; das características do aquífero (litologias, porosidade, etc) da área, (uso do solo, topografia, etc); e das propriedades do contaminante, mobilidade, densidade, etc.
- Alguns postulados: **a)** todo aquífero (água subterrânea) apresenta algum grau de vulnerabilidade, **b)** incertezas são inerentes a toda avaliação de vulnerabilidade e **c)** em sistemas mais complexos de avaliação de vulnerabilidade, existe um risco de que o óbvio possa estar obscurecido e o sutil possa tornar-se indistinguível.

### METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO

Várias metodologias têm sido desenvolvidas para avaliação da vulnerabilidade de aquíferos à poluição, metodologias usualmente agrupadas em três principais categorias:

- 1) métodos empíricos de indexação ou superposição;
- 2) métodos determinísticos que empregam modelos de simulação baseados em processos físicos; e
- 3) métodos estatísticos.

As metodologias mais utilizadas nos Estados Unidos, Canadá, Europa e também no Brasil são: **AVI, EPPNA, IS, SINTACS, GOD e DRASTIC.**



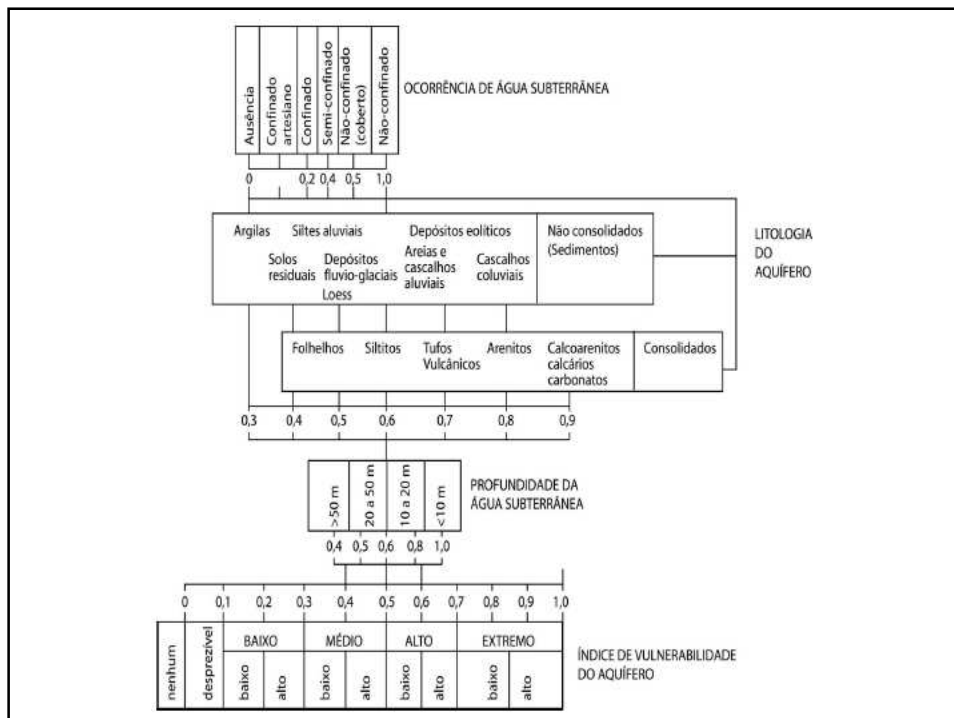
## MÉTODO GOD

- O método GOD baseia-se em três parâmetros hidrogeológicos: **G (Groundwater)** – refere-se à forma de ocorrência da camada aquífera, ou seja, se o aquífero está confinado, semi confinado ou livre; **O (Overlay)** – refere-se ao grau de consolidação e características litológicas e **D (Depth)** – a profundidade do topo do aquífero.

- O índice é calculado multiplicando os três parâmetros sendo complementado por um sufixo de qualificação que indica o grau de fissura e a capacidade de atenuação dos poluentes.

- Este sufixo será uma medida qualitativa da tendência relativa para o transporte lateral de poluentes na zona saturada.

- O valor máximo do índice é 1, que representa a máxima vulnerabilidade e 0,1 o valor mínimo.



## A Resolução CONAMA Nº 396/2008

---

- Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- 

### DEFINIÇÕES

- **Águas subterrâneas:** águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;
- **Aqüífero:** corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos;
- **Enquadramento:** estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um aquífero, conjunto de aquíferos ou porção desses, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- **Limite de Detecção do Método (LDM):** menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;

### DEFINIÇÕES

- **Limite de Quantificação Praticável (LQP):** menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, pelo método utilizado;
- **Remediação:** técnica ou conjunto de técnicas utilizadas para a remoção ou atenuação dos contaminantes presentes na água subterrânea;
- **Valor de Referência de Qualidade (VRQ):** concentração ou valor de um dado parâmetro que define a **qualidade natural** da água subterrânea;
- **Valor Máximo Permitido (VMP):** limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso da água subterrânea.

## CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- Classe Especial;
  - Classe 1;
  - Classe 2;
- 
- Classe 3;
  - Classe 4;
  - Classe 5.
- ÁGUAS SEM ALTERAÇÃO DA QUALIDADE POR ATIVIDADE ANTRÓPICA
- ÁGUAS COM ALTERAÇÃO DA QUALIDADE POR ATIVIDADE ANTRÓPICA

• **Classe Especial:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à **preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral** e as que **contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;**

• **Classe 1:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, **sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas**, e que **não exigem tratamento** para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

• **Classe 2:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, **sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas**, e que **podem exigir tratamento adequado**, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

• **Classe 3:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, **com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas**, para as quais **não é necessário o tratamento** em função dessas alterações, mas que **podem exigir tratamento adequado**, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

• **Classe 4:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, **com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas**, e que somente possam ser utilizadas, **sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo;** e

• **Classe 5:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que **possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas**, destinadas a **atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.**

### CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

- Os Valores Máximos Permitidos (VMP) para o respectivo uso das águas subterrâneas deverão ser observados quando da sua utilização, com ou sem tratamento, independentemente da classe de enquadramento.
- As águas subterrâneas da Classe Especial deverão ter suas condições de qualidade naturais mantidas.
- Os padrões das **Classes 1 a 4** deverão ser estabelecidos com base nos **Valores de Referência de Qualidade** (VRQ), determinados pelos órgãos competentes, e nos **VMP** para cada uso preponderante, observados os Limites de Quantificação Praticáveis (LQPs).
- Os parâmetros que apresentarem VMP para apenas um uso serão válidos para todos os outros usos, enquanto VMPs específicos não forem estabelecidos pelo órgão competente.
- As águas **Classe 1** apresentam, **para todos os parâmetros**, VRQs abaixo ou igual dos Valores Máximos Permitidos mais Restritivos (VMPr+) dos usos preponderantes.
- As águas Classe 2 apresentam, em pelo menos um dos parâmetros, VRQ superior ao seu respectivo VMPr+ dos usos preponderantes.
- As águas Classe 3 deverão atender ao VMPr+ entre os usos preponderantes, para cada um dos parâmetros, exceto quando for condição natural da água.
- As águas Classe 4 deverão atender aos **Valores Máximos Permitidos menos Restritivos** (VMPr-) entre os usos preponderantes, para cada um dos parâmetros, exceto quando for condição natural da água.
- As águas **Classe 5 não terão condições e padrões de qualidade** conforme critérios da Resolução.

- Os **parâmetros** a serem selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes deverão ser escolhidos em função dos **usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição** e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente.

- Dentre os parâmetros selecionados, deverão ser considerados, no mínimo, **Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes**.

- 
- Os **órgãos competentes** poderão **acrescentar outras condições e padrões de qualidade para as águas dos aquíferos**, conjunto de aquíferos ou porção desses ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica, bem como estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário.

Lista de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas, seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP)

Parâmetros	Nº CAS	Usos Preponderantes da Água				LQP Praticável - LQP
		Consumo Humano	Dessecação de animais	Irrigação	Recreação	
<b>Inorgânicos</b>		<b>µg.L-1</b>				
Alumínio	7429-90-5	200 (1)	5.000	5.000	200	50
Antimônio	7440-36-0	5				5
Arsênio	7440-38-2	10	200		50	8
Bário	7440-39-3	700			1.000	20
Berílio	7440-41-7	4	100	100		4
Boro	7440-42-8	500 (2)	5.000	500 (4)	1.000	200
Cádmio	7440-43-9	5	50	10	5	5
Chumbo	7439-92-1	10	100	5.000	50	10
Cianeto	57-12-5	70			100	50
Cloreto	16987-00-6	250.000 (1)		100.000 - 700.000	400.000	2000
Cobalto	7440-48-4		1.000	50		10
Cobre	7440-50-8	2.000	500	200	1.000	50
Crômio (Cr III + CrVI)	Cr III (16065831) Cr VI (18540299)	50	1.000	100	50	10
Ferro	7439-89-6	300 (1)		5.000	300	100
Fluoreto	7782-41-4	1.500	2.000	1.000		500
Lítio	7439-93-2			2.500		100
Manganês	7439-96-5	100 (1)	50	200	100	25
Mercurio	7439-97-6	1	10	2	1	1
Molibdênio	7439-98-7	70	150	10		10
Níquel	7440-02-0	20 (3)	1.000	200	100	10

Continua...

### DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- O enquadramento das águas subterrâneas: de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

**Usualmente, USO MAIS RESTRITIVO!!!**

- No enquadramento das águas subterrâneas deverão ser considerados, no mínimo:

- I - a caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica;
- II - a caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição;
- III - o cadastramento de poços existentes e em operação;
- IV - o uso e a ocupação do solo e seu histórico;
- V - a viabilidade técnica e econômica do enquadramento;
- VI - a localização das fontes potenciais de poluição; e
- VII - a qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas.

- Condição de qualidade da água subterrânea esteja em **desacordo** com os padrões exigidos para a classe do seu enquadramento: ações de controle ambiental para a adequação da qualidade da água à sua respectiva classe, exceto para as substâncias que excedam aos limites estabelecidos devido à sua condição natural.

- A **adequação gradativa** da condição da qualidade da água aos padrões exigidos para a classe deverá ser definida levando-se em consideração as **tecnologias de remediação disponíveis, a viabilidade econômica, o uso atual e futuro do solo e das águas subterrâneas**, devendo ser aprovada pelo órgão ambiental competente.
- Constatada a impossibilidade da adequação aos padrões de qualidade associados ao enquadramento, deverão ser realizados estudos visando o reenquadramento da água subterrânea.
- A classe de enquadramento das águas subterrâneas, bem como sua condição de qualidade, deverão ser divulgadas, periodicamente, pelos órgãos competentes por meio de relatórios de qualidade e placas de sinalização nos locais de monitoramento.
- Os Valores Máximos Permitidos (VMP) e os Limites de Quantificação Praticáveis (LQP), deverão ser reavaliados a cada cinco anos, ou em menor prazo quando tecnicamente justificado.

Exemplo de estabelecimento de padrões por classe para parâmetros selecionados, considerando o uso concomitante para consumo humano, dessedentação, irrigação e recreação.

Motivação da inclusão	Parâmetros selecionados passíveis de ser de origem natural	Padrões por classe – concentração (µg.L <sup>-1</sup> )		
		Classes 1 e 2 (VRQ)	Classe 3*	Classe 4**
Características hidrogeológicas	Arsênio	Se VRQ <10 Classe 1	10	200
		Se VRQ > 10 Classe 2		
	Ferro	Se VRQ <300 Classe 1	300	5000
		Se VRQ > 300 Classe 2		
	Chumbo	Se VRQ <10 Classe 1	10	5000
		Se VRQ > 10 Classe 2		
	Crômio	Se VRQ <50 Classe 1	50	1000
		Se VRQ > 50 Classe 2		

Motivação da inclusão	Parâmetros de origem antrópica	Classes 1 e 2 (VRQ)	Classe 3	Classe 4
Uso intensivo na região	Aldicarb	AUSENTE	10	54,9
	Carbofuran	AUSENTE	7	45
	Pentaclorofenol	AUSENTE	9	10
Possível influência de Posto de gasolina	Benzeno	AUSENTE	5	10
	Etilbenzeno	AUSENTE	200	200
	Tolueno	AUSENTE	24	24
	Xileno	AUSENTE	300	300
Parâmetros mínimos obrigatórios	Sólidos Totais Dissolvidos	Se VRQ<1.000.000 Classe 1	1.000.000	1.000.000
		Se VRQ>1.000.000 Classe 2		
	Coliformes termotolerantes	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	4000 em 100ml
	Nitrato (expresso em N)	Se VRQ<10.000 Classe 1	10.000	90.000

**Outras informações sobre prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, enquadramento e padrões de qualidade da água.**