



Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Centro de Tecnologia e Ciências  
Faculdade de Engenharia



# Análise das experiências de outorga de diluição de efluentes em prática no Brasil e proposições de aperfeiçoamento

Mestrando: Eduardo Schlaepfer Ribeiro Dantas

Orientadora: Rosa Maria Formiga Johnsson

Rio de Janeiro  
2010

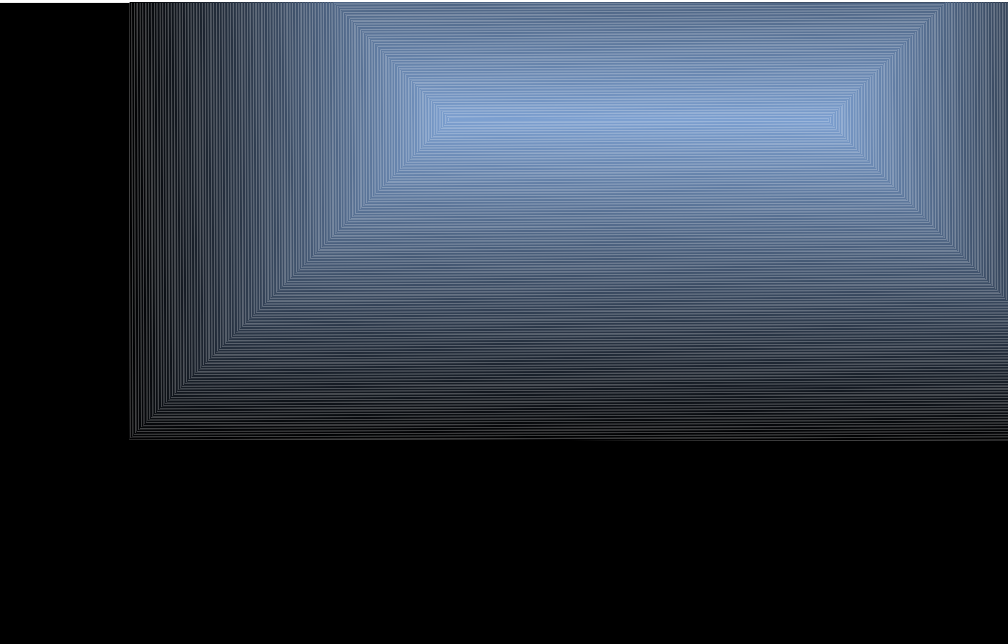
Eduardo  
Schlaepfer Ribeiro

04/04/2010

## Principais causas da degradação dos corpos hídricos

- ▶ Crescimento populacional, Processo de urbanização e concentração populacional;
- ▶ Intensificação de usos que requerem recursos hídricos;
- ▶ Escassez hídrica relativa (demanda x oferta);
- ▶ Uso e ocupação do solo desordenados;
- ▶ Baixos índices de saneamento;
- ▶ Falta de controle de outras fontes de poluição, além das fontes industriais e de saneamento.

## ► Distribuição dos Recursos Hídricos e População no Brasil



Fonte: PMSS – Programa de Modernização  
do  
Setor de Saneamento – 2008.









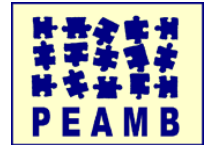
## Código das águas – 1934 (Decreto Federal nº 24.643)

O princípio de responsabilização por degradação hídrica, que evoluiu para o atual princípio do poluidor-pagador

- ▶ A ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas ...;
- ▶ Os trabalhos para a salubridade das águas serão executados á custa dos infratores, ..., responderão pelas perdas e danos que causarem ...;
- ▶ Se os interesses relevantes da agricultura ou da indústria o exigirem, e mediante expressa autorização administrativa, as águas poderão ser inquinadas, mas os agricultores ou industriais deverão providenciar para que as se purifiquem, por qualquer processo, ou sigam o seu esgoto natural;
- ▶ Os agricultores ou industriais deverão indenizar a União, os Estados, os Municípios, as corporações ou os particulares que **pelo favor concedido** no caso do artigo antecedente, forem lesados.



# Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 1981)



- ▶ Criou diversos instrumentos visando a gestão do meio ambiente e o controle da poluição;
- ▶ Instrumentos de comando e controle;
- ▶ Destacam-se o licenciamento ambiental e os padrões de lançamento;
- ▶ Estes instrumentos não “enxergam” os corpos hídricos e não são capazes de avaliar o impacto cumulativo de diversos usuários;
- ▶ Ciclos de prioridade de controle.



# Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997)



- ▶ Cria novos instrumentos mais apropriados para a gestão da quantidade e qualidade das águas;
- ▶ Gestão participativa e visando os usos múltiplos das águas;
- ▶ Destacam-se os enquadramentos dos corpos d'água e a outorga de lançamento de efluentes;
- ▶ Estes instrumentos são capazes de “enxergar” os impactos sobre os corpos hídricos e avaliar o impacto cumulativo;
- ▶ Prioridade de implementação dos instrumentos quantitativos.

# USOS MÚLTIPLOS

**NAVEGAÇÃO**



**ABASTECIMENTO HUMANO**



**HIDROELETRICIDADE**



**IRRIGAÇÃO**



**CONTROLE DE CHEIA**



**ABASTECIMENTO INDUSTRIAL**



**RECREAÇÃO E TURISMO**



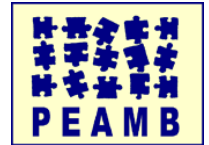
**PESCA E AQUICULTURA**







# Outorga de lançamento de efluentes



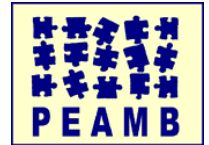
- ▶ Controle qualitativo dos recursos hídricos;
- ▶ Fins de diluição dos efluentes que alterem a qualidade;
- ▶ Concedida sob forma de vazão necessária para diluir e manter uma qualidade desejada;
- ▶ Gerencia uma quantidade de água disponível e controla a manutenção de um limite de qualidade;
- ▶ Dá o direito ao usuário ao uso de certa quantidade de água para diluição dos seus efluentes.

# Problema

- ▶ Apesar do quadro atual de degradação hídrica a outorga de diluição de efluentes tem sido um fator impeditivo para a implementação de intervenções que resultem na melhoria da qualidade dos corpos hídricos.



# Objetivo principal



- ▶ analisar as experiências brasileiras na concessão de outorgas de direito de uso das águas, no que se refere à diluição de efluentes, visando identificar os seus pontos fortes e limitações bem como apresentar propostas de superação das dificuldades.

# Objetivos específicos

- ▶ – identificar a **interface** da outorga de diluição de efluentes **com os demais instrumentos** de gestão previstos nas PNRH e PNMA;
- ▶ – identificar **fatores que dificultam a aplicação** do instrumento de outorga de diluição de efluentes e o atingimento dos objetivos da PNRH;
- ▶ – apresentar as **diferentes metodologias** de outorga de diluição atualmente praticadas no Brasil;
- ▶ – identificar as **principais dificuldades e soluções adotadas** pelos órgãos gestores de recursos hídricos para a operacionalização da outorga de diluição;
- ▶ – **propor melhorias específicas** para as experiências de outorga de diluição em prática no Brasil;
- ▶ – **propor critérios gerais** a serem adotados nas análises de outorga de diluição de efluentes.

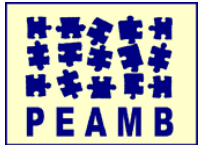


# Metodologia da pesquisa

- ▶ **Revisão bibliográfica:** legislação RH federal e dos Estados que aplicam a outorga de diluição de efluentes, estudos relacionados ao enquadramento e a outorga de diluição de efluentes;
- ▶ **Descrição das experiências:** pesquisa da legislação, manuals de procedimento e entrevistas com técnicos dos órgãos gestores de recursos hídricos e de empresas de saneamento;
- ▶ **Análises e proposições:** baseado nas pesquisas dos capítulos anteriores foram analisados os fundamentos da metodologia geral e comparado com a forma atual de implementação e aplicação identificando os problemas e suas causas e elaboradas proposições de metodologia geral e transitórias;
- ▶ **Conclusões e recomendações:** foram explicitadas as principais conclusões do trabalho, bem como recomendações de diretrizes para implementação nos demais entes da federação e sugestões de estudos complementares.



# Outorga de lançamento de efluentes baseada na vazão de diluição



- **Vazão de diluição** (artifício matemático)

**Não é modelagem matemática de qualidade da água!**

Derivada da equação geral de mistura (balanço de massa)

$$C_{\text{final}} = (C_A \cdot Q_A + C_B \cdot Q_B) / (Q_A + Q_B)$$

“Transforma” qualidade em quantidade

Equivalente em vazão do comprometimento qualitativo

Unifica procedimentos de outorga (qualidade/quantidade)

Parâmetros conservativos e não-conservativos



# Outorga de lançamento de efluentes baseada na vazão de diluição



## Equação de mistura completa

$$C_{mistura} = \frac{C_a.Q_a + C_b.Q_b}{Q_a + Q_b}$$

## Equação de diluição

$$Q_{dil} = Q_{ref} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})}$$

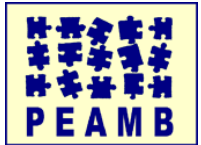
- $Q_{dil}$  vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade no ponto de lançamento.
- $Q_{ef}$  vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado.
- $C_{ef}$  concentração do parâmetro de qualidade no efluente.
- $C_{perm}$  concentração permitida para o parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento. Concentração limite da classe de enquadramento ou da meta intermediária de qualidade formalmente instituída.
- $C_{nat}$  concentração natural do parâmetro de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento.







# Outorga de lançamento de efluentes baseada na vazão de diluição



$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})}$$

## Exemplo:

### Dados de entrada:

Vazão efluente:  $Q_{ef} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$

Concentração de DBO no efluentes:  $C_{ef} = 45 \text{ mg/L}$

Concentração limite de DBO da Classe (permitida):  $C_{perm} = 5 \text{ mg/L}$

Concentração natural de DBO (rio):  $C_{nat} = 1 \text{ mg/L}$

### Resultado:

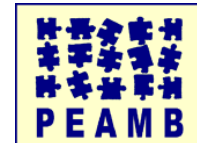
Vazão de Diluição:  $Q_{dil} = 5 \cdot (45 - 5) / (5 - 1) = 50 \text{ m}^3/\text{s}$

Vazão Indisponível:  $Q_{indisp} = 50 + 5 = 55 \text{ m}^3/\text{s}$

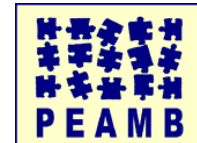
***Esses valores se referem ao ponto de lançamento. Daí em diante, a carga de DBO sofrerá autodepuração, fazendo com que a vazão de diluição e a vazão indisponível também decaiam***



## Experiências atualmente em prática



- ▶ Rios da **União** – ANA (2000) ; **Bahia** (2003) – Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ;
- ▶ **Espírito Santo** (2006) – Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA;
- ▶ **Paraná** (2006) – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA / Instituto das Águas do Paraná – INAPAR (out. 2009);
- ▶ **Mato Grosso** (2009) – Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA;
- ▶ **Distrito Federal** (2009) – Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal – ADASA;
- ▶ **Minas Gerais** (2009) – Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM.



## SITUAÇÃO 1

# CORPOS HÍDRICOS COM CONDIÇÃO ATUAL EM DESACORDO COM A CLASSE DE USO

# ► Metodologia atual

## Situação atual do corpo hídrico

Condição atual (40,0mg/L)

Usos existentes  
outorgáveis  
(25,0mg/L)

Limite Classe 4 (25,0mg/L)

Limite Classe 3 (10,0mg/L)

Usos existentes não outorgáveis  
(14,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

10/05/10

Concentração natural (1,0mg/L)



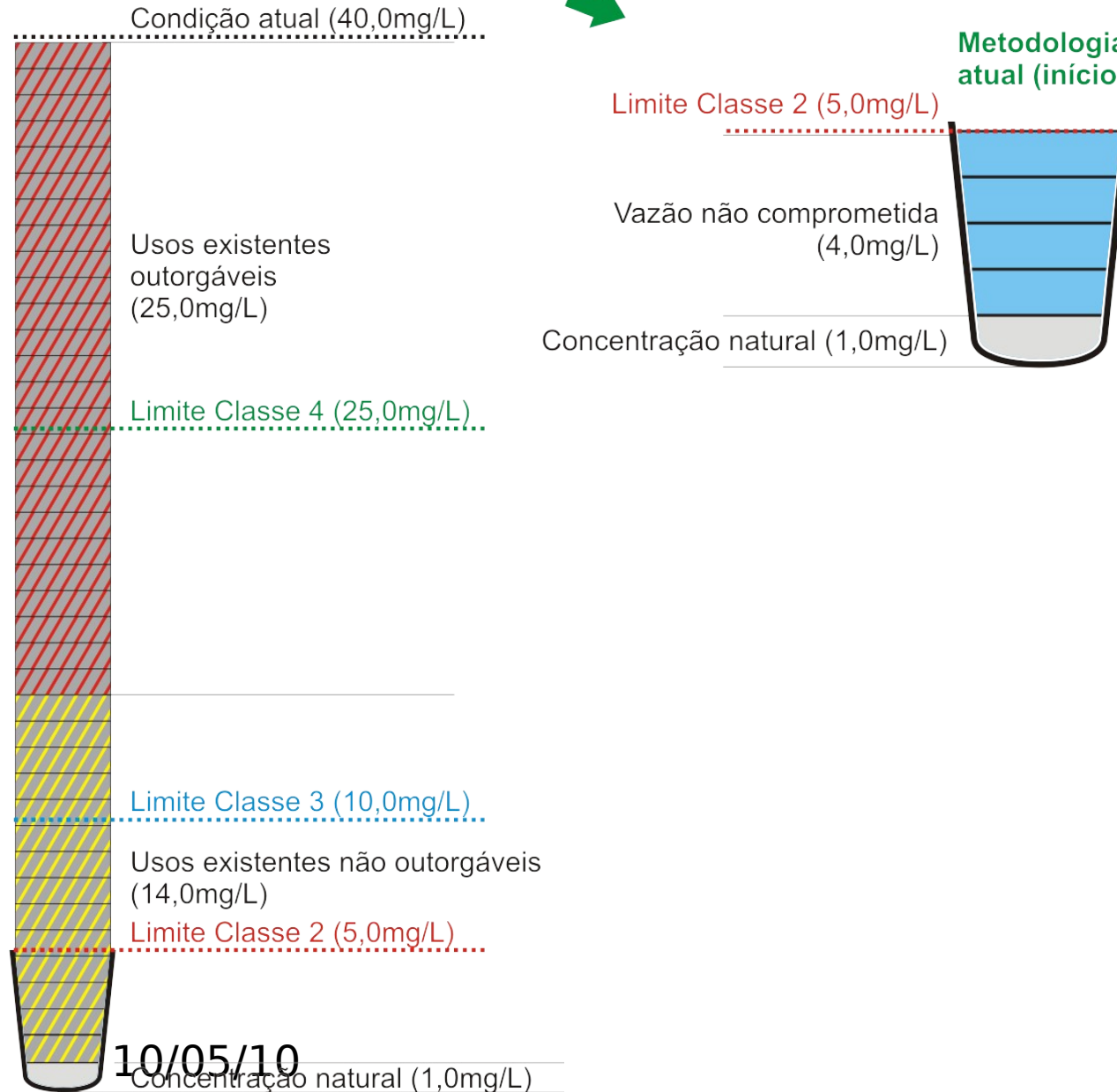


# ► Metodologia atual

## Situação atual do corpo hídrico

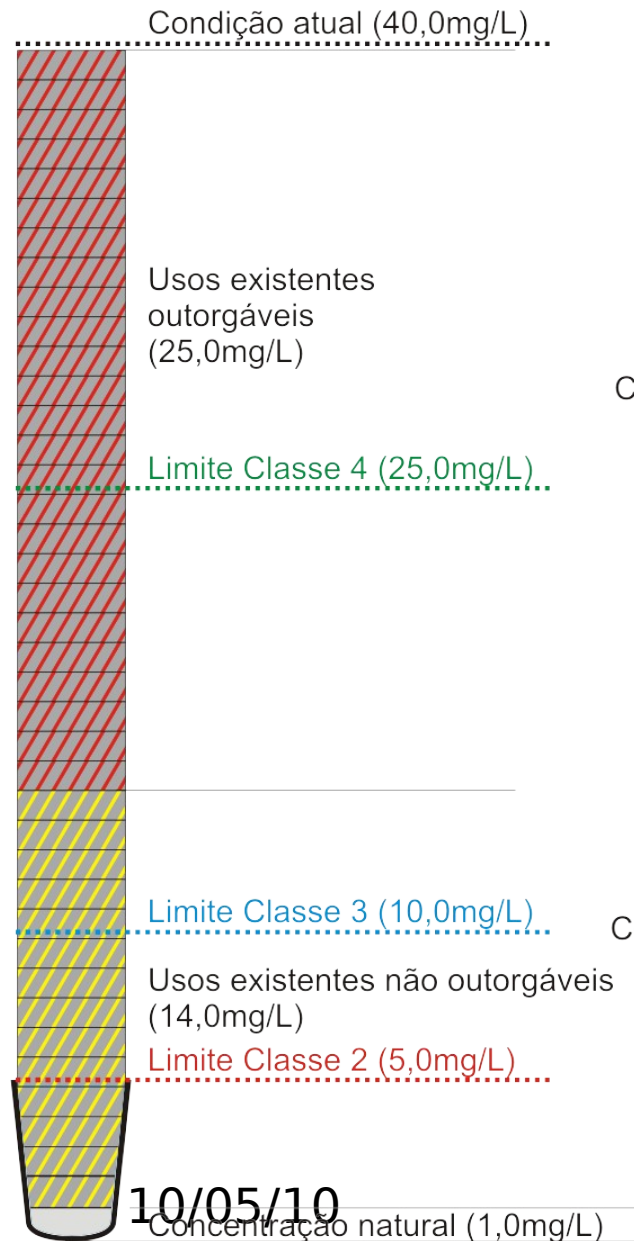


## Metodologia atual (início)

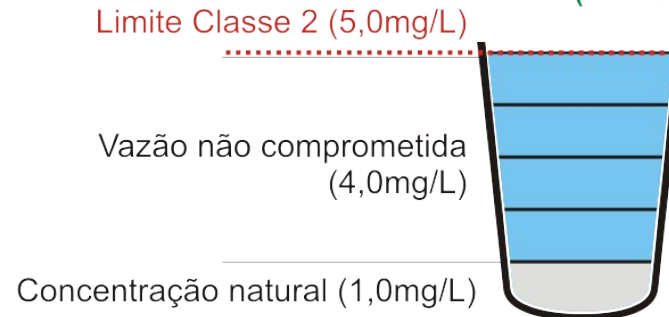


# ► Metodologia atual

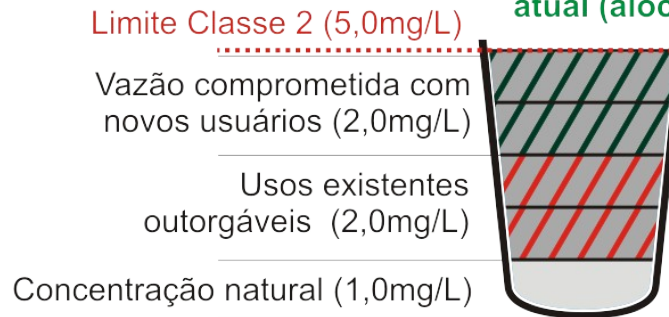
## Situação atual do corpo hídrico



## Metodologia atual (início)



## Metodologia atual (alocações)



# ► Metodologia atual

## Situação atual do corpo hídrico

Condição atual (40,0mg/L)



## Situação futura do corpo hídrico

Condição futura (42,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

Metodologia atual (início)

Vazão não comprometida (4,0mg/L)

Concentração natural (1,0mg/L)

Usos existentes outorgáveis (25,0mg/L)

Limite Classe 4 (25,0mg/L)

Usos existentes impossibilitados de obter outorgas (23,0mg/L)

Limite Classe 4 (25,0mg/L)



Metodologia atual (alocações)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

Vazão comprometida com novos usuários (2,0mg/L)

Usos existentes outorgáveis (2,0mg/L)

Concentração natural (1,0mg/L)

Limite Classe 3 (10,0mg/L)

Usos existentes não outorgáveis (14,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

Usos existentes não outorgáveis (14,0mg/L)

Limite Classe 3 (10,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

Vazão comprometida com novos usuários (2,0mg/L)

Usos existentes outorgáveis (2,0mg/L)

Concentração natural (1,0mg/L)

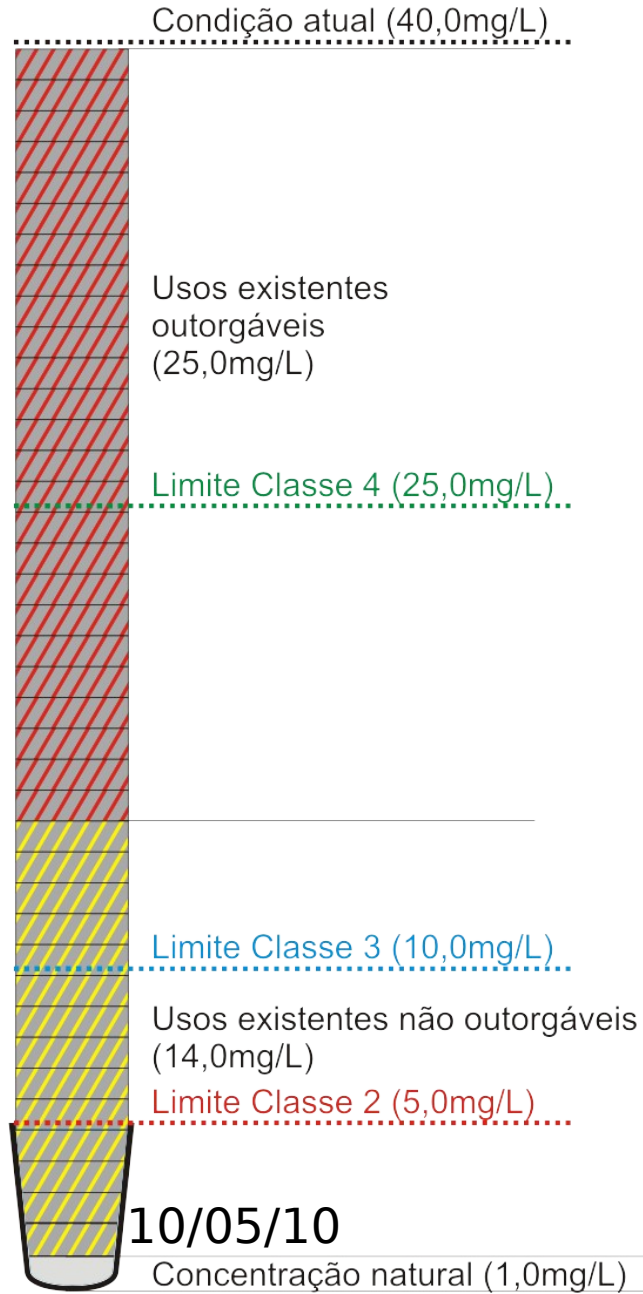


10/05/10

Concentração natural (1,0mg/L)

# ► Metodologia proposta

## Situação atual do corpo hídrico



# ► Metodologia proposta

## Situação atual do corpo hídrico

(início)

Condição atual (40,0mg/L)

Limite da meta inicial (40,0mg/L)

Usos existentes  
outorgáveis  
(25,0mg/L)

Vazão  
comprometida  
não identificada  
(39,0mg/L)

Limite Classe 4 (25,0mg/L)



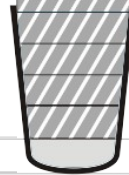
Limite Classe 3 (10,0mg/L)

Usos existentes não outorgáveis  
(14,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

10/05/10

Concentração natural (1,0mg/L)





# ► Metodologia proposta

## Situação atual do corpo hídrico

(início)

(alocação)

Condição atual (40,0mg/L)

Limite da meta inicial (40,0mg/L)

Usos existentes  
outorgáveis  
(25,0mg/L)

Limite Classe 4 (25,0mg/L)

Limite Classe 3 (10,0mg/L)

Usos existentes não outorgáveis  
(14,0mg/L)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

10/05/10

Concentração natural (1,0mg/L)

Vazão  
comprometida  
não identificada  
(39,0mg/L)

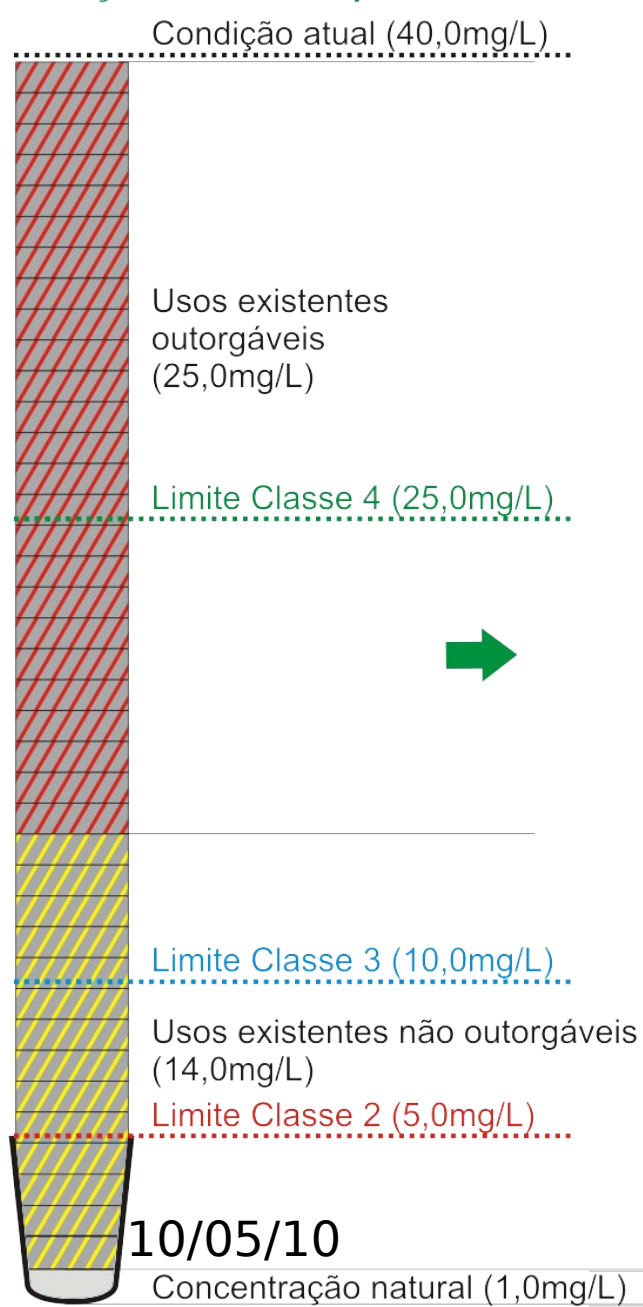
Usos existentes  
outorgáveis  
(25,0mg/L)

Usos existentes  
não outorgáveis  
(14,0mg/L)



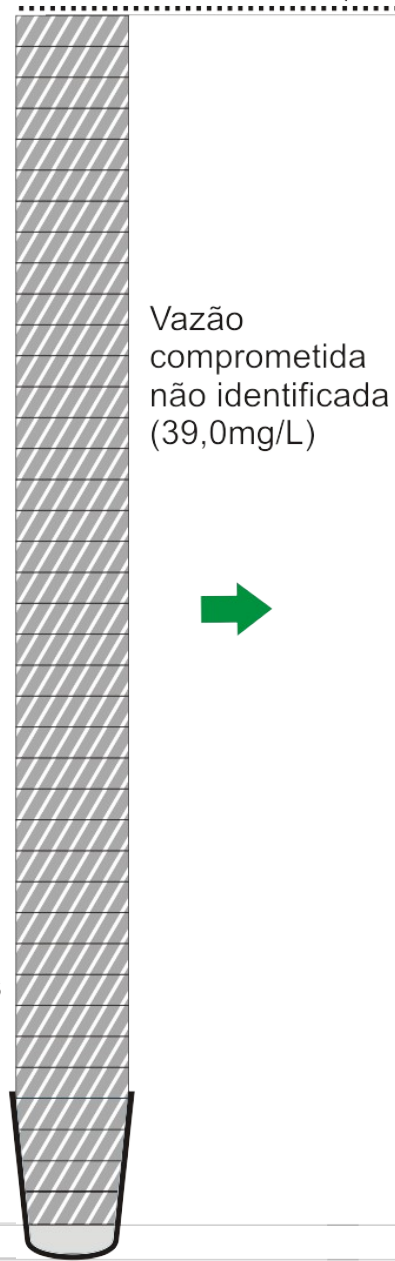
# ► Metodologia proposta

## Situação atual do corpo hídrico

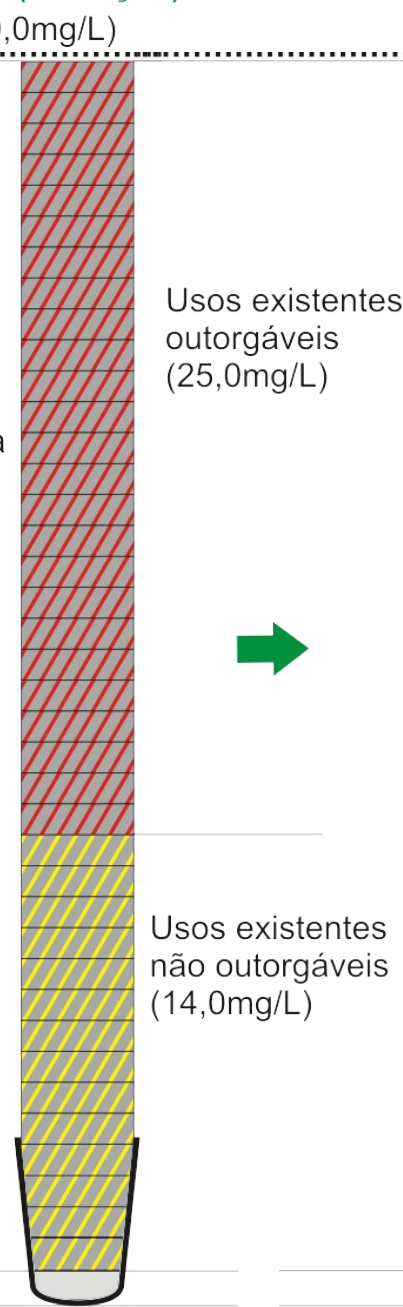


## (início)

Limite da meta inicial (40,0mg/L)

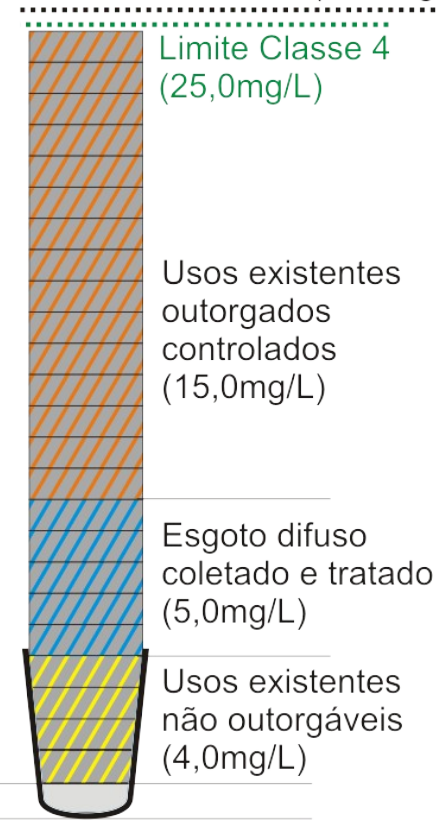


## (alocação)



## Situação futura do corpo hídrico

Meta intermediária (25,0mg/L)



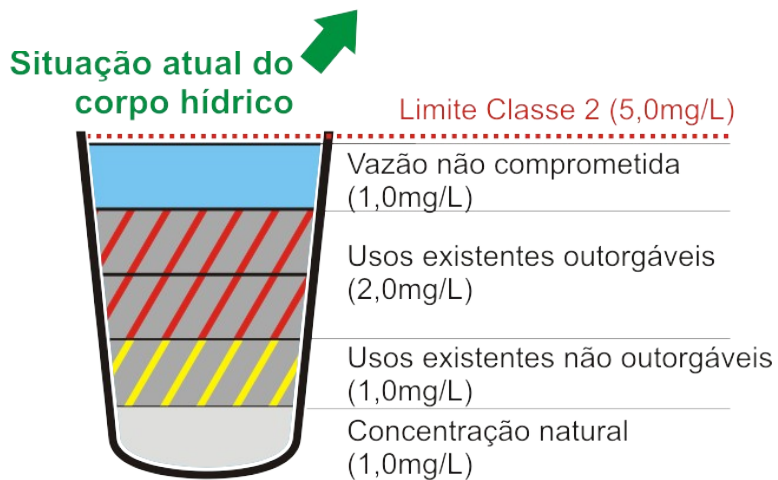
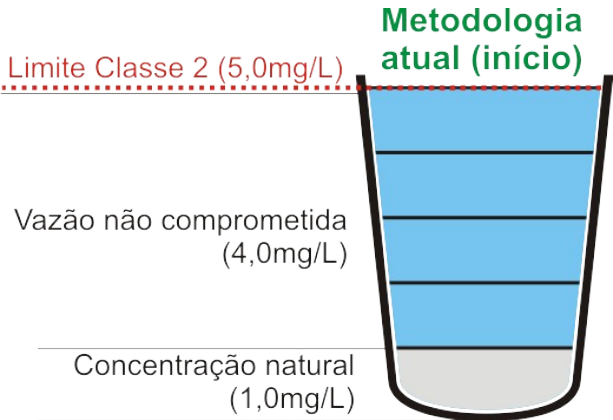
S  
I  
T  
U  
A  
(  
ç  
ã  
o  
  
2  
  
(  
o



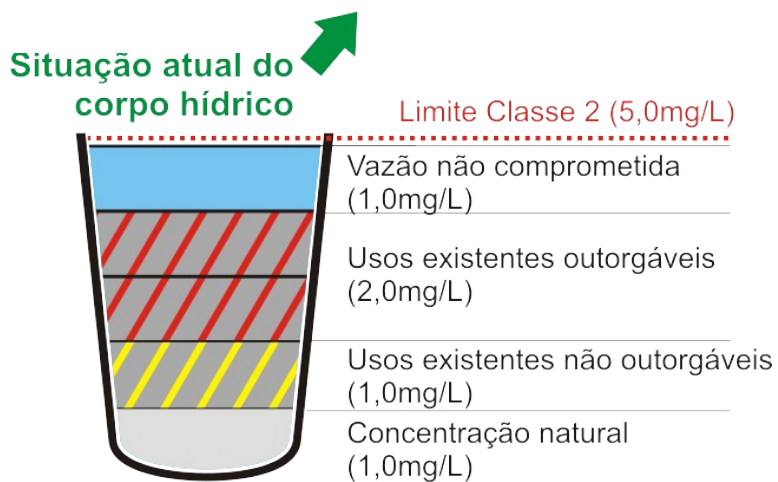
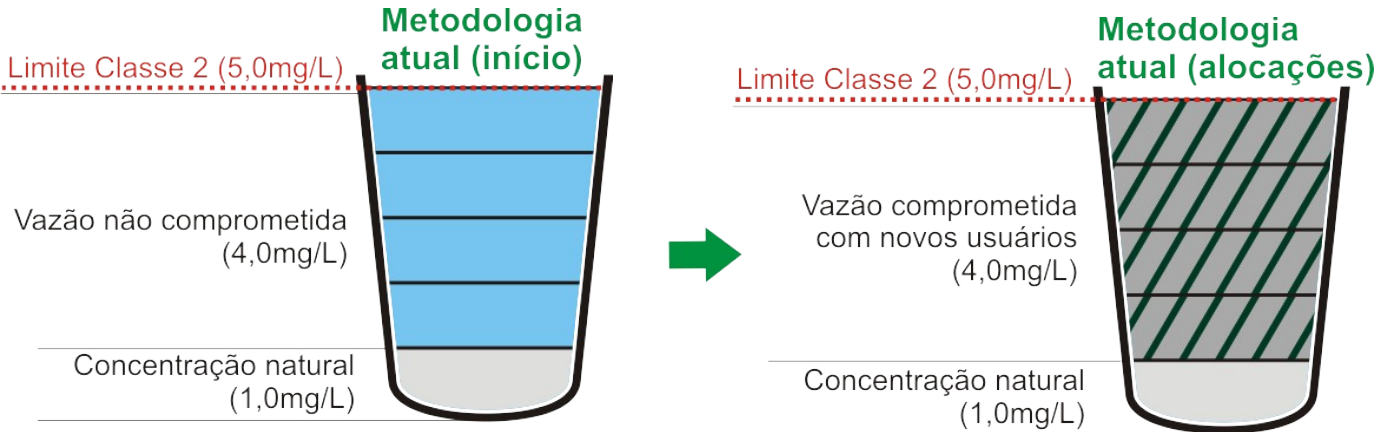
## Situação atual do corpo hídrico



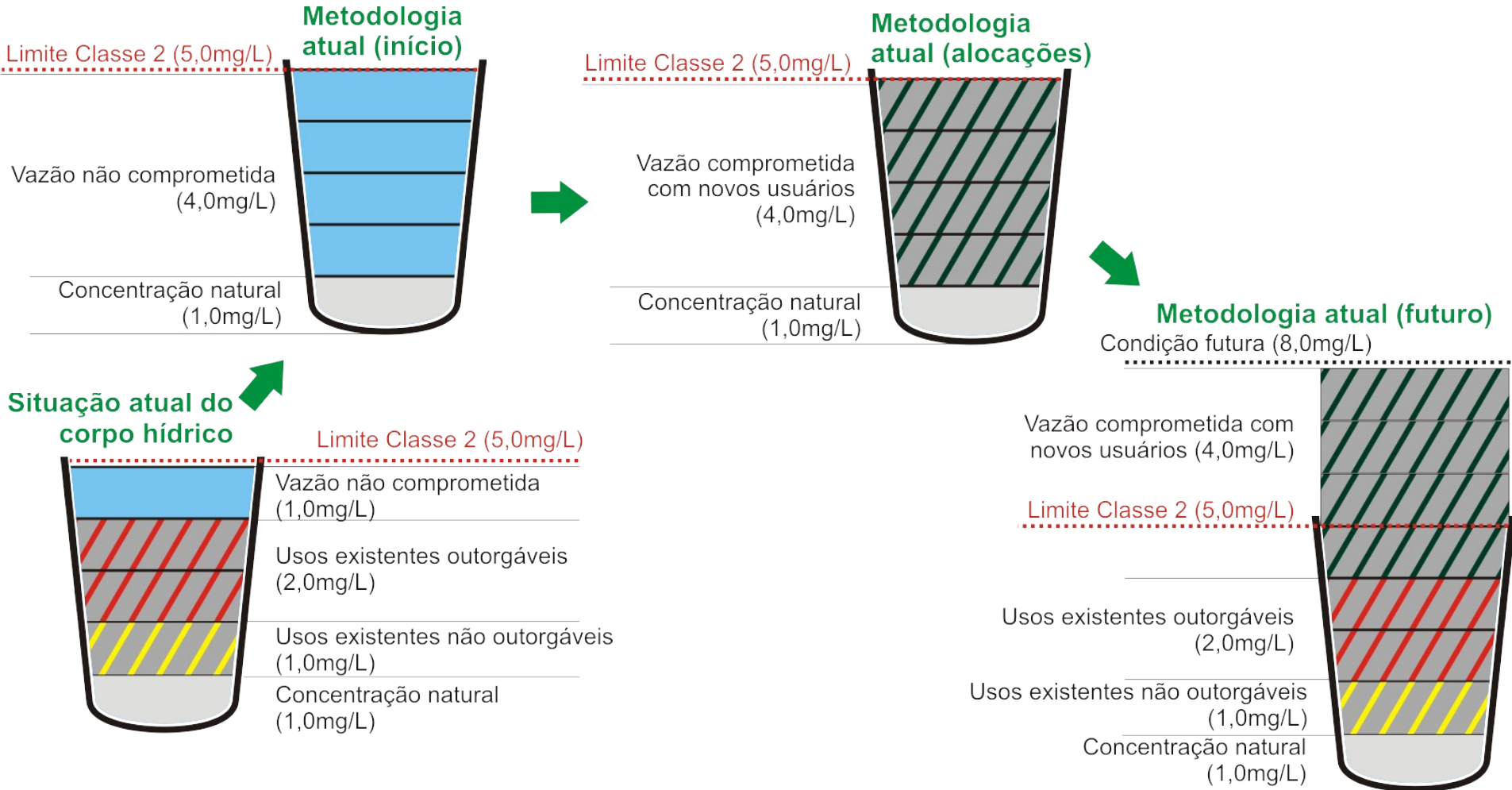
10/05/10

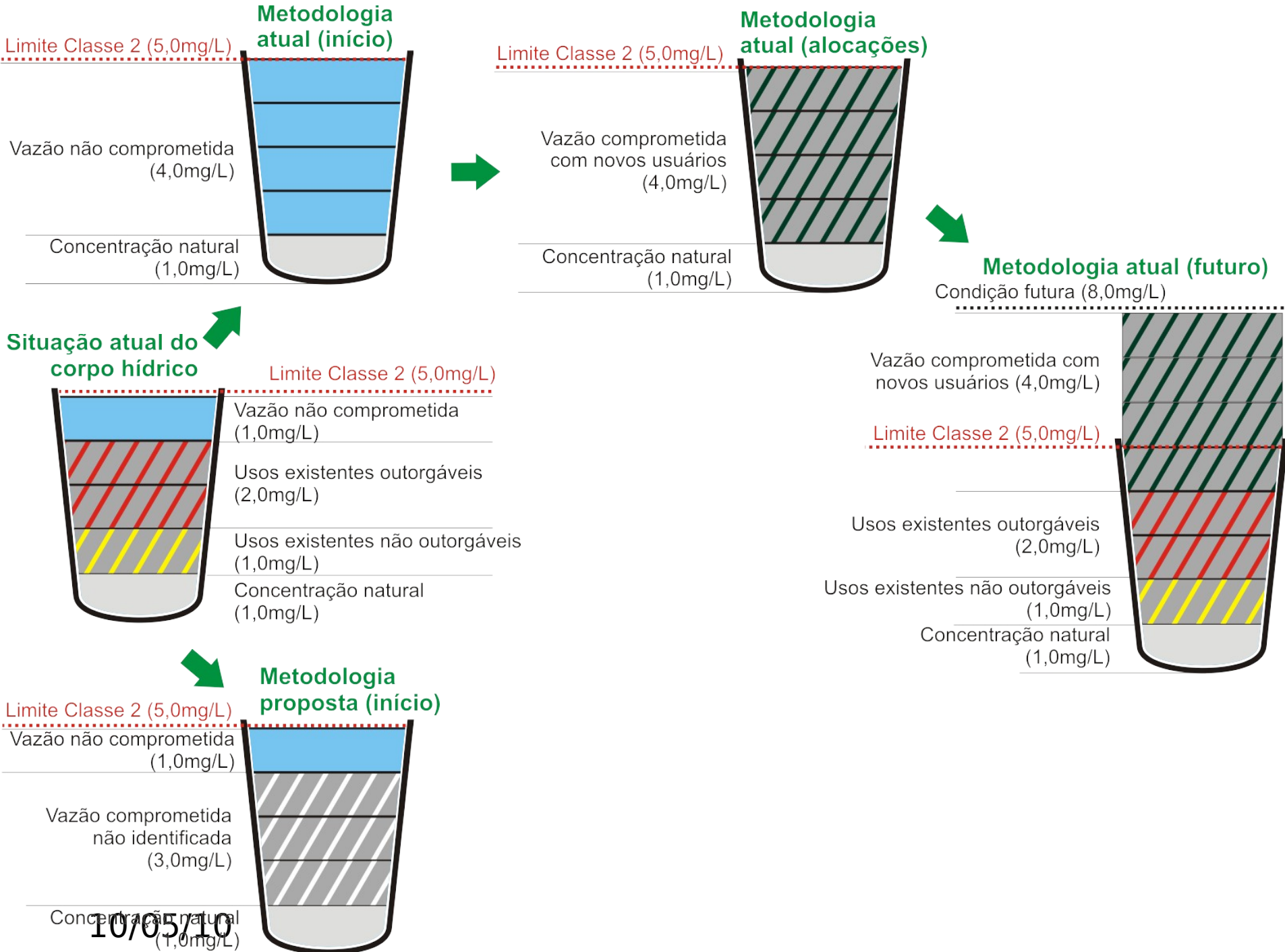


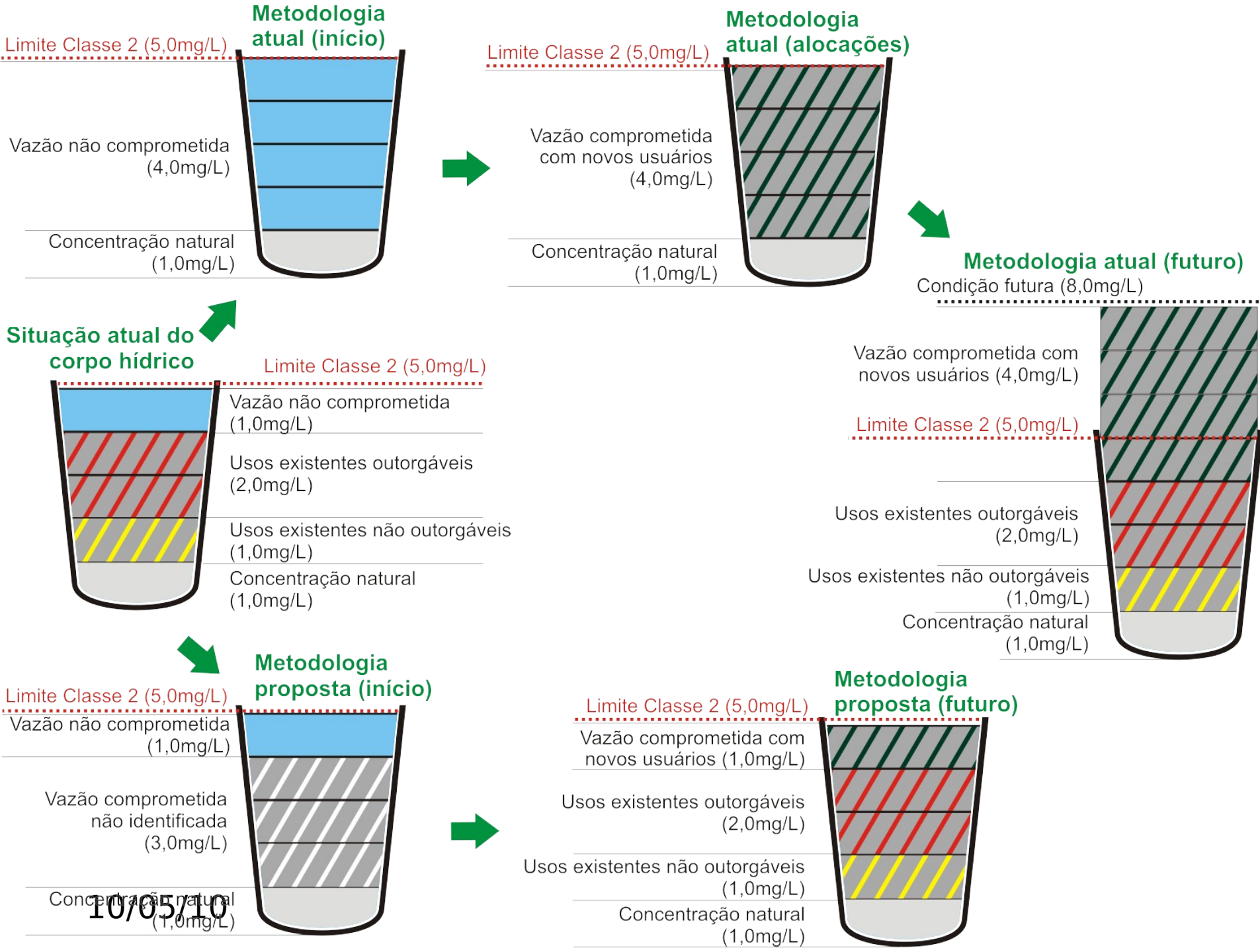
10/05/10







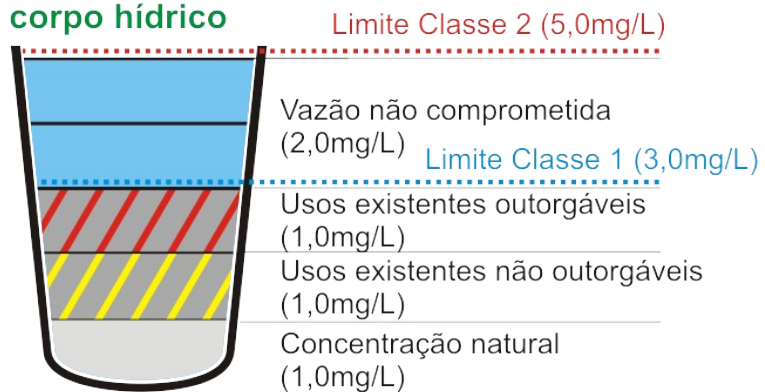




S  
I  
T  
U  
A  
(  
ç  
ã  
o  
  
3  
  
(  
o  
o



## Situação atual do corpo hídrico

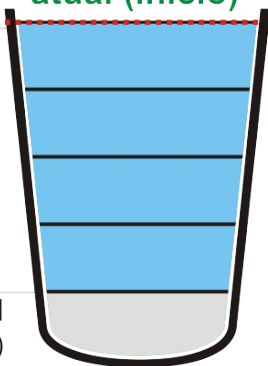


## Metodologia atual (início)

Limite Classe 2 (5,0mg/L)

Vazão não comprometida  
(4,0mg/L)

Concentração natural  
(1,0mg/L)



## Situação atual do corpo hídrico



Limite Classe 2 (5,0mg/L)

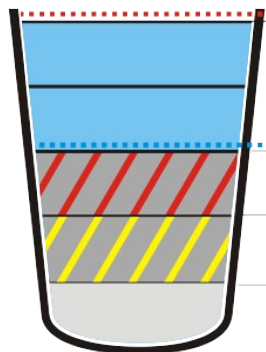
Vazão não comprometida  
(2,0mg/L)

Limite Classe 1 (3,0mg/L)

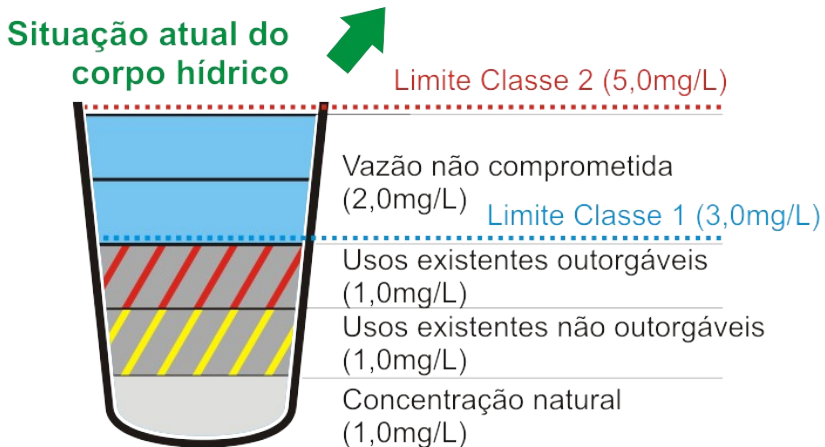
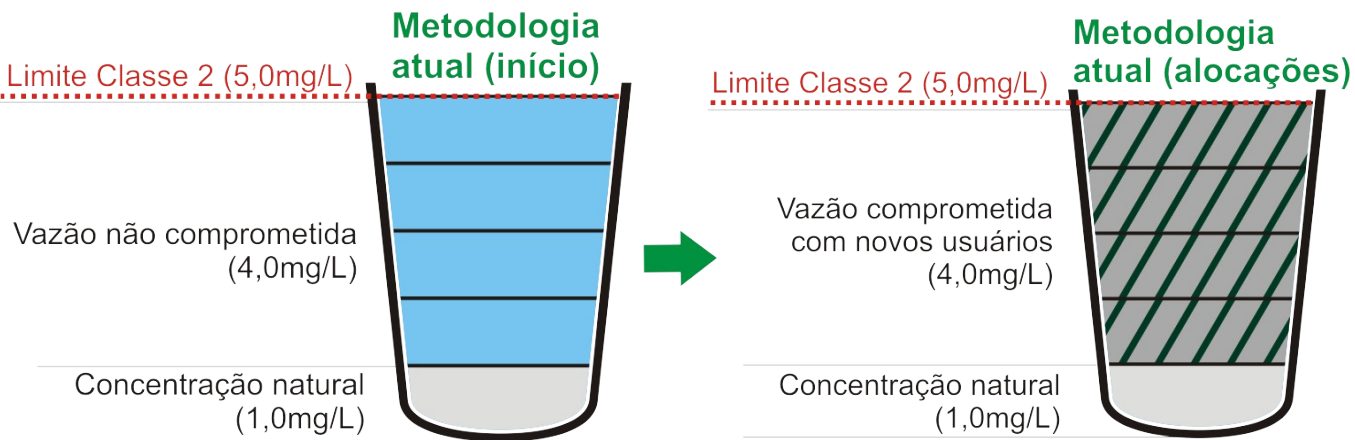
Usos existentes outorgáveis  
(1,0mg/L)

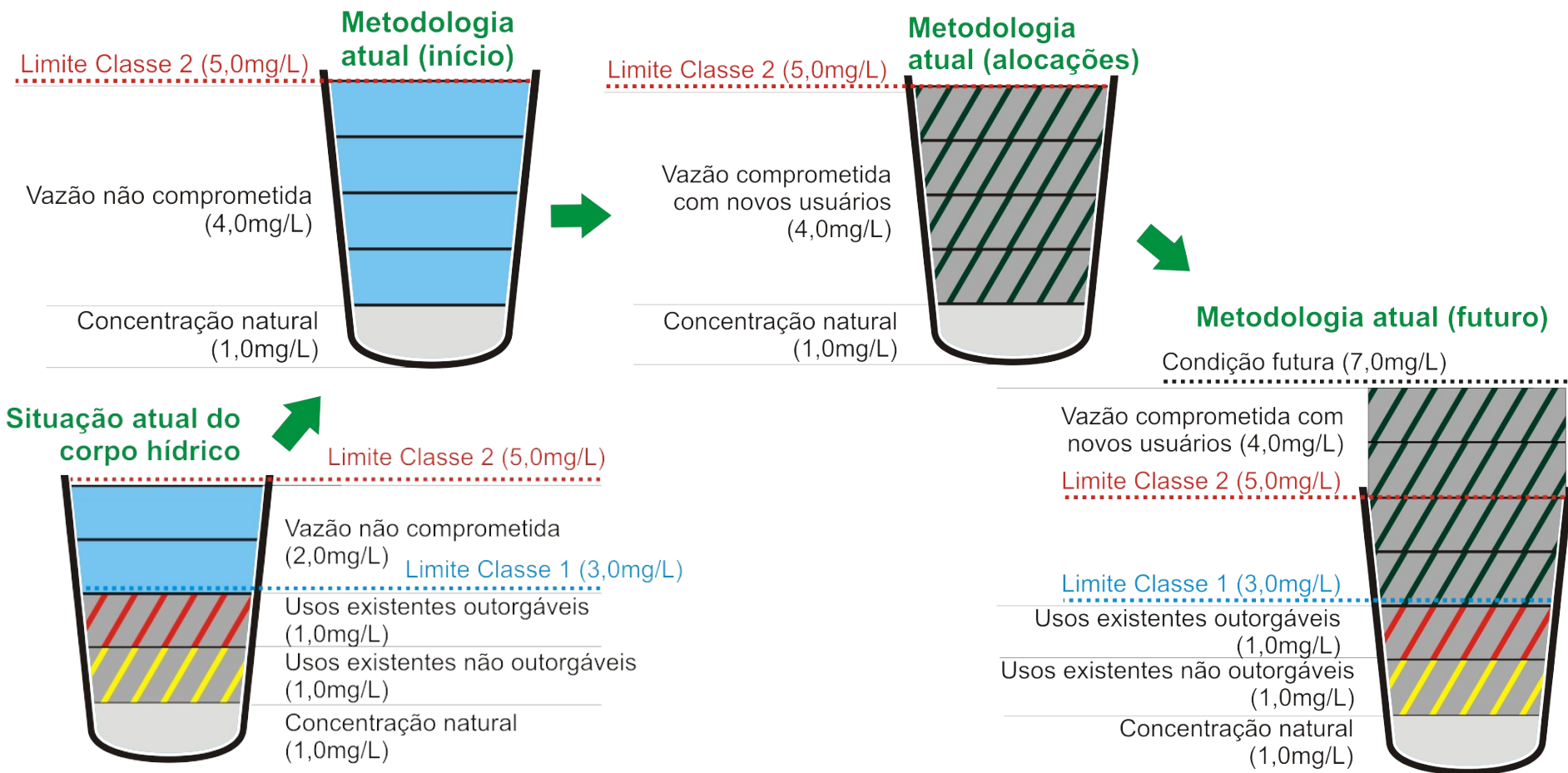
Usos existentes não outorgáveis  
(1,0mg/L)

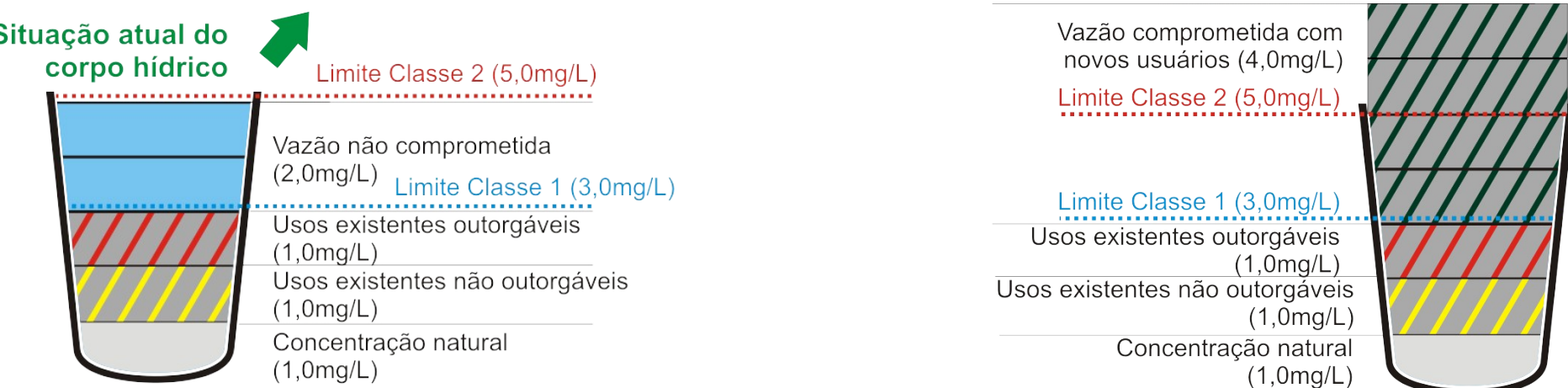
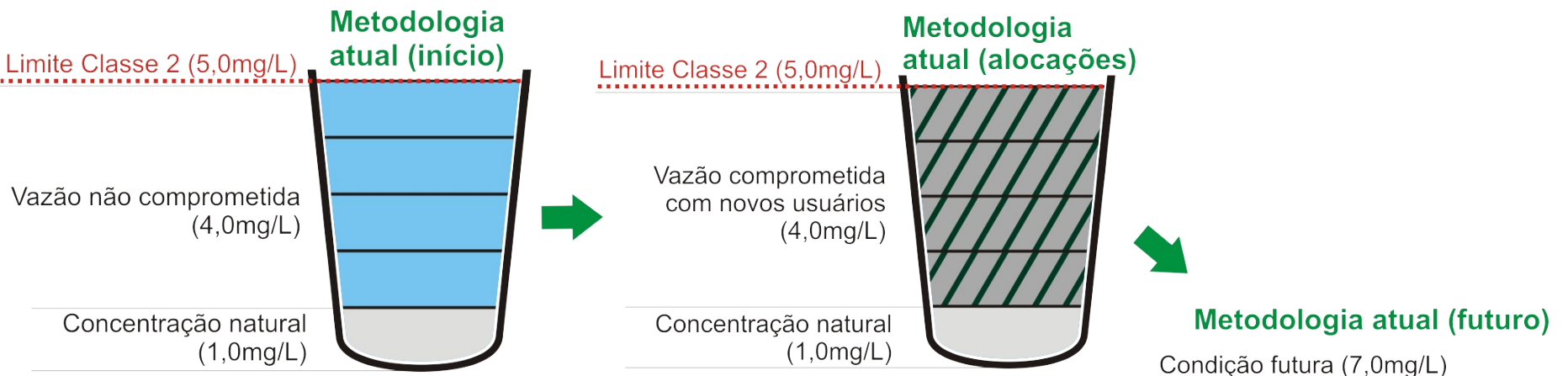
Concentração natural  
(1,0mg/L)



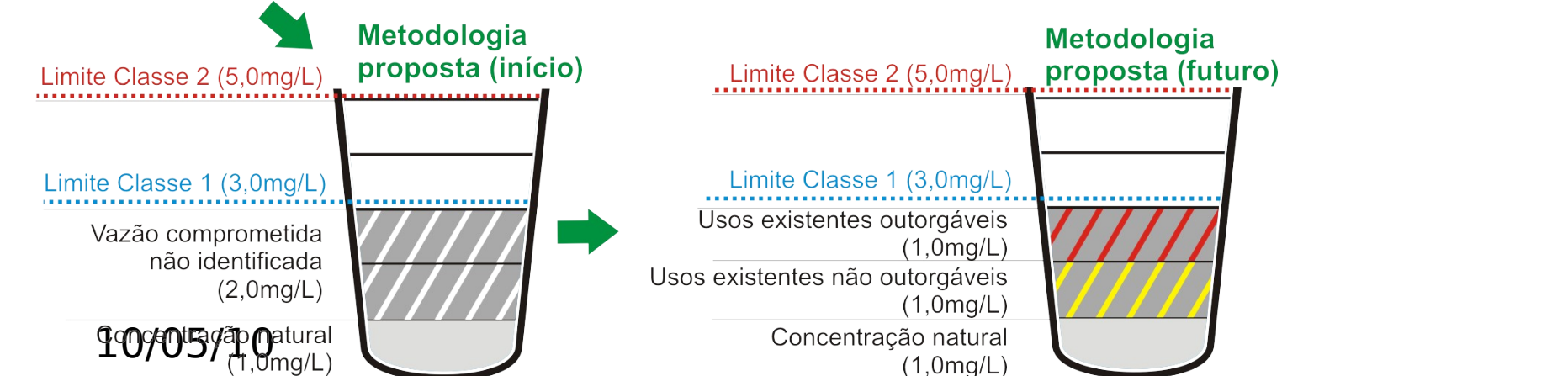
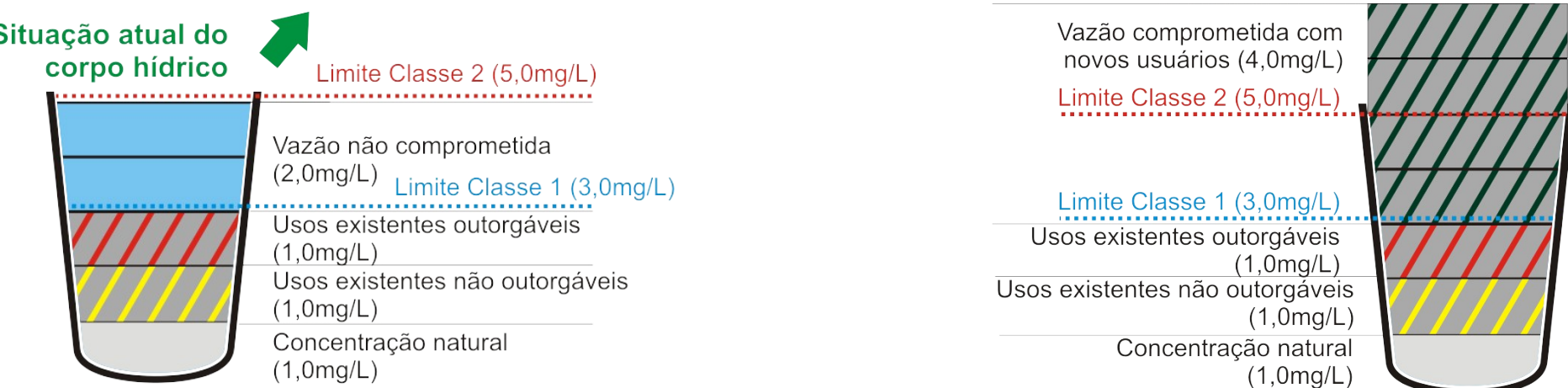
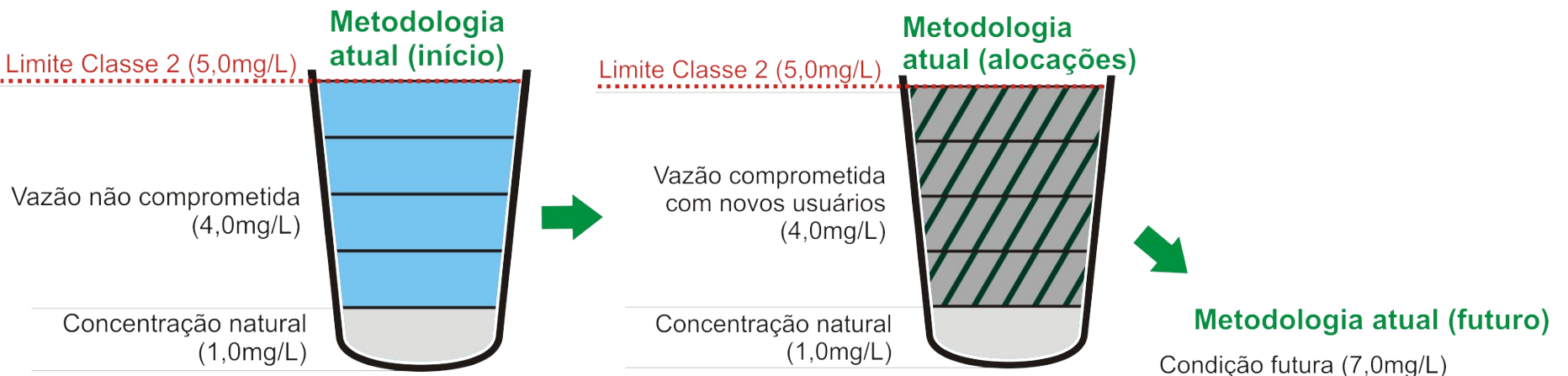








10/05/10



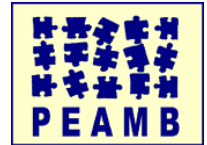
Diferentes exigências de padrão de lançamento ( usuário com efluente de 90 mg/L (70%) querendo lançar com 60 mg/L (80%), em corpo receptor com qualidade atual de 35mg/L)

Dominialidade do corpo receptor	Metodologia de flexibilização ou de resolução de conflitos	Limite de concentração de DBO exigida no efluente	Eficiência do sistema de tratamento (efluente bruto com 300 mg/L de DBO)
Paraná	Limite de 25,0 mg/L.	25,0 mg/L	91,7 %
Espírito Santo (de out. de 2007 a nov. de 2009)	Limite igual à qualidade atual do corpo hídrico a montante.	35,0 mg/L	88,3 %
Espírito Santo (após novembro de 2009)	Limite igual à qualidade atual do corpo hídrico a montante, desde que garanta OD mínimo 2,0 mg/L a jusante do lançamento.	Sem solução	Sem solução
Bahia (classe 2)	Sem flexibilização, o limite da classe adotada deve ser atendida.	5,0 mg/L	98,3 %
Bahia (classe 3)	Enquadramento transitório, porém sem flexibilização o limite da classe adotada deve ser atendido.	10,0 mg/L	96,7 %
União	Sem flexibilização, o limite da classe adotada deve ser atendido. Para solução de conflito pode ser estabelecido marco regulatório negociando com diversos atores.	Depende da negociação com os Estados, comitês e os usuários que terão que restringir suas atividades em situações de estiagem para garantir a não violação da classe de uso adotada.	Depende da negociação.





## Pontos positivos da metodologia atual

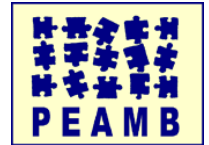


- ▶ Simplicidade de operação da(s) metodologia(s) adotada(s);
- ▶ Facilidade em obtenção dos dados necessários para as análises;
- ▶ Baixo custo de implantação e operação;
- ▶ Apesar de não garantir que a classe de uso atualmente adotada não seja violada, impede a violação da classe imediatamente inferior (menos restritiva à adotada);
- ▶ Fácil de reverter para uma metodologia mais complexa que valorize o sistema de gestão.





## Limitações identificadas nas experiências atuais



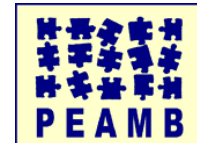
- ▶ Impedimento à recuperação da qualidade dos corpos hídricos degradados;
- ▶ Incentivo às violações das classes de uso consideradas nos corpos hídricos em bom estado de qualidade;
- ▶ Tratamento discriminatório e desproporcional entre os usuários (poucos usuários existentes conseguem obter as outorgas) – 2 fases distintas;
- ▶ Exigência de esforços dos usuários para o alcance de metas inalcançáveis e que não refletem o desejo da sociedade.

# Causa dos conflitos identificados

- ▶ Premissa inicial de que o corpo hídrico não possui nenhum comprometimento de qualidade por usos antrópicos;
- ▶ Só considera nos cálculos do balanço hídrico o comprometimento dos usuários após a obtenção das outorgas;
- ▶ Implementação do instrumento sem considerar o real comprometimento atual das vazões de diluição, por usos outorgáveis ou não;
- ▶ Adoção de limite de concentração a ser respeitado incompatível com a condição de qualidade atual do corpo hídrico (adota classificação compulsória CONAMA 357/05).



# Justificativa das simplificações adotadas



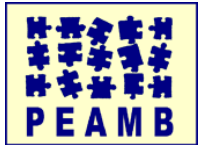
- ▶ Falta de informações quali-quantitativas dos corpos hídricos;
- ▶ Falta de inventário de fontes de poluição;
- ▶ Inexistência de enquadramentos participativos e realistas;

## Motivos principais:

- ▶ Priorização da gestão quantitativa;
- ▶ Falta de fontes de recursos do SINGREH;
- ▶ Falta de clareza nos regulamentos que permitam os órgãos gestores de adotar classes de uso realistas;
- ▶ Falta de clareza nos regulamentos quanto a competência pela elaboração das propostas de enquadramento



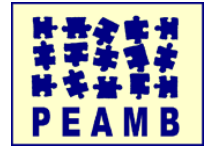
## Considerações para a aplicação de nova metodologia de outorga de diluição de efluentes



- ▶ Falta de legitimidade da classe 2 baseada na CONAMA 357/05;
- ▶ Legitimidade do direito ao lançamento de efluentes dos usuários existentes licenciados;
- ▶ Adoção da concentração limite inicial ajustada a qualidade atual do corpo hídrico;
- ▶ Consideração nos cálculos do comprometimento de todos os usos existentes (outorgáveis ou não);
- ▶ Considerar os impactos positivos e negativos do setor de saneamento.



## Dificuldades e desafios para a implementação da nova metodologia



- ▶ Falta de enquadramentos participativos e realistas;
- ▶ Falta de dados quali-quantitativos;
- ▶ Falta de inventários de fontes de poluição;
- ▶ Falta de recursos para o SINGREH.



## 1ª Proposta: Considerando a existência de enquadramentos participativos e realistas



- ▶ Considerar todas as fontes de poluição existentes (outorgáveis ou não) no cálculo do comprometimento atual, desde o início da implementação do instrumento;
- ▶ Considerar a qualidade atual dos corpos hídricos degradados como a meta inicial de qualidade, visando através de metas progressivas alcançar a meta final definida pelo enquadramento;
- ▶ Considerar nos corpos hídricos com condição de qualidade atual ajustada ao enquadramento a concentração limite da classe de uso definida pelo enquadramento.





## 2ª Proposta: Considerando a inexistência dos enquadramentos participativos e realistas



### Simplificações a serem adotadas

- ▶ Estimativa do comprometimento atual;
- ▶ Classificação transitória através do art. 15 da Res. CNRH 91/08 (ajustada a condição atual – tanto para flexibilizar quanto restringir);
- ▶ Manutenção da qualidade atual e melhorias moderadas, baseadas nos padrões de lançamento;
- ▶ Maiores restrições em relação a novos usuários visando não reduzir o potencial de recuperação futura dos corpos hídricos.



### 3ª Proposta: Critérios transitórios para as experiências em prática no Brasil



Proposições transitórias de caráter imediato para a solução dos conflitos instalados nas experiências em prática no Brasil;

- ▶ Concessão das outorgas para os usuários atuais licenciados;
- ▶ Classificação transitória através do art. 15 da Res. CNRH 91 /08 (tanto para flexibilizar quanto restringir);
- ▶ Manutenção da qualidade atual e melhorias moderadas, baseadas nos padrões de lançamento;
- ▶ Maiores restrições em relação a novos usuários visando não reduzir o potencial de recuperação futura dos corpos hídricos;
- ▶ Adoção de fator de segurança reservando parcela da vazão disponível enquanto não possuir conhecimento dos comprometimentos atuais.

- ▶ A outorga de diluição de efluentes pode ser considerada como um instrumento de gestão com excelentes potenciais para a preservação da qualidade da água, pois permite “enxergar” os impactos dos usuários, individual e globalmente, sobre a qualidade da água de um determinado

- ▶ Este instrumento tem igualmente excelentes potenciais para a recuperação da qualidade da água, se aplicado conjuntamente com os padrões de lançamento de efluentes e, sobretudo, com o enquadramento de corpos d'água, tal como definido na Resolução CNRH no 91 / 08.

- ▶ Os instrumentos necessários e capazes para permitir o desenvolvimento sustentável em regiões não degradadas e a recuperação ambiental das regiões degradadas, existem, bem como o arcabouço legal e normativo para tal. Restando apenas o desafio de conseguir viabilizar a implementação e operacionalização de tais instrumentos

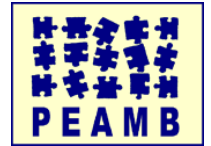
# Recomendações

- ▶ Diretrizes Gerais:
  - considerar o comprometimento atual;
  - legitimidade dos usuários licenciados;
  - Classificação transitória ajustada as condições atuais.



## Recomendações (cont.)

- ▶ Estudos complementares:
  - Simulação e aplicabilidade prática da metodologia proposta;
  - Desenvolvimento de metodologias para quantificação indireta dos impactos das demais fontes e poluição;
  - Possibilidade de utilização de vazões de referência menos restritivas para o uso de diluição de efluentes;
  - Alternativas viáveis de reuso de efluentes.



MUITO OBRIGADO!!!