

# A IMPLEMENTAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: CONCEITOS E PROCEDIMENTOS

*Marcelo Pires da Costa<sup>1</sup> & João Gilberto Lotufo Conejo<sup>2</sup>*

**RESUMO** --- O estudo tem como objetivo apresentar conceitos e procedimentos para a elaboração e implementação do enquadramento dos corpos d'água, segundo a legislação vigente. O enquadramento é influenciado por aspectos técnicos, econômicos, sociais e políticos. O processo de enquadramento dos corpos d'água deve considerar todos estes aspectos para que sejam estabelecidas metas progressivas de melhoria da qualidade das águas factíveis de serem alcançadas no horizonte de planejamento estabelecido. Se forem estabelecidas metas muito ambiciosas os custos podem ser excessivamente altos e de difícil realização. Por outro lado, se as metas forem muito modestas, algumas situações de degradação da qualidade das águas podem se tornar irreversíveis, impedindo os usos múltiplos das águas. O enquadramento dos corpos d'água deve ser um processo cíclico, no qual periodicamente as metas são reavaliadas e ajustadas às mudanças técnicas, econômicas, sociais e políticas.

**ABSTRACT** --- This paper presents the main concepts and procedures for the establishment and setting of water quality objectives, according to the current legislation. The process of establishment of water quality objectives is influenced by technical, economical, social and political issues. The process must consider all these aspects in order to establish water quality goals that are achievable over the planning period. If the water quality goals are too ambitious, the costs involved can be excessively high and difficult to accomplish. On the other hand, if the goals are too modest, the situation of some polluted sites can become irreversible, preventing the multiple uses of water resources. The setting of water quality objectives must be seen as iterative and adaptive process, in which the goals are periodically evaluated and adjusted according to technical, economical, social and political changes.

**Palavras-chave:** enquadramento dos corpos d'água, planejamento, qualidade da água.

1) Gerente. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. SPO, Área 5, Quadra 3, Bloco L, Sala 245. 70610-200, Brasília (DF). e-mail: marcelo@ana.gov.br

2) Superintendente. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. SPO, Área 5, Quadra 3, Bloco L, 70610-200, Sala 201. Brasília (DF). e-mail: jglotuf@ana.gov.br

## **1 - INTRODUÇÃO**

Apesar de o enquadramento dos corpos d'água existir no país há 31 anos, tem-se poucos resultados da aplicação desse instrumento no Brasil. Dez Estados (AL, BA, MG, MS, PE, PR, RN, RS, SC, SP) apresentam algum rio com águas de seu domínio enquadrado. Em apenas 3 bacias hidrográficas com dupla dominialidade dos corpos d'água (Paranapanema, Paraíba do Sul e São Francisco) existe instrumento legal enquadrando os corpos d'água. Na maior parte dos casos, o processo de enquadramento dos corpos d'água contou com pouca ou nenhuma participação da sociedade civil e dos usuários (ANA, 2008).

Os motivos desta situação são, principalmente, o desconhecimento sobre este instrumento, as dificuldades metodológicas para sua aplicação e a prioridade de aplicação de outros instrumentos de gestão, em detrimento dos instrumentos de planejamento. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar conceitos e procedimentos para a elaboração e implementação do enquadramento dos corpos d'água. Este trabalho apresenta orientações sobre o enquadramento, e não pretende esgotar o assunto no que se refere à legislação específica aplicável.

## **2 – MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo foi feito com base legislação vigente, resoluções CONAMA nº 357/2005 e CNRH nº 91/2008, e nas experiências da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas no enquadramento dos corpos d'água das bacias do rio São Francisco, rio Mundaú e Lagoa do Mundaú, rios Guandu, da Guarda e Mirim e rios Tocantins e Araguaia. Também foram consultados artigos científicos e teses acadêmicas sobre o tema.

O enquadramento se aplica aos corpos d'água doces, salobros e salinos. Isto representa uma grande variedade de ambientes tais como rios, córregos, estuários, águas costeiras, várzeas, reservatórios, açudes, rios intermitentes e águas subterrâneas. Este trabalho não tem o objetivo de apresentar os procedimentos para o enquadramento de todos estes tipos de ambiente. Seu foco principal é nos corpos d'água doce superficiais. No entanto, vários conceitos podem ser utilizados, com as necessárias adaptações, para outros tipos de corpos d'água.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 – Aspectos conceituais

O enquadramento de um rio, ou de qualquer outro corpo d'água, deve considerar três aspectos principais:

O “rio que temos” representa a condição atual do corpo d'água, a qual condiciona seus usos. Neste caso podemos ter as seguintes situações:

- O rio apresenta boa condição de qualidade, sendo capaz de atender todos aos usos da água atuais ou previstos. Neste caso, devem ser tomadas ações que evitem sua degradação, de modo a garantir seu uso múltiplo no futuro.
- O rio apresenta alguns parâmetros de qualidade da água que impedem alguns usos da água, sendo necessárias ações específicas de controle das fontes de poluição.
- O rio apresenta altos níveis de poluição para a maioria dos parâmetros, não permitindo a maioria dos usos, principalmente os mais exigentes como a preservação da vida aquática. Neste caso são necessários maiores investimentos e prazos para sua despoluição.

O “rio que queremos” representa a vontade da sociedade, expressa pelos usos que ela deseja para o corpo d'água, geralmente sem consideração das limitações tecnológicas e de custos. Em outras palavras o “rio que queremos”, representa uma “visão de futuro” para a bacia.

Em rios com pouca poluição “o rio que temos” pode já apresentar as condições do “rio que queremos”. Neste caso o enquadramento funciona como um instrumento de prevenção de futuras degradações da qualidade da água. Em rios com níveis pouco elevados de poluição, ações de controle das fontes deverão ser realizadas de modo a fazer com que o rio “que temos” se transforme no “rio que queremos”.

Nos rios altamente poluídos a sociedade pode desejar que o rio esteja limpo o suficiente para permitir a recreação e a pesca, apesar de hoje ele possuir um nível de poluição que impede estes usos. No entanto, mesmo se realizando altos investimentos e utilizando a melhor tecnologia disponível, pode não ser possível alcançar os objetivos desejados. Nestes casos os objetivos devem ser revistos de modo a se adequar ao “rio que podemos ter”.

O “rio que podemos ter” representa uma visão mais realista, que incorpora as limitações técnicas e econômicas existentes para tentar transformar o “rio que temos” no “rio que queremos”.

Além da escassez de recursos ou a impossibilidade técnica de recuperar corpos d'água altamente impactados, somam-se questões de ordem política e social. Trata-se de uma visão de futuro que pode ser atingida num horizonte de tempo aceitável, por exemplo, 10 a 20 anos, à custa de grande esforço técnico financeiro.

### **3.2 - Procedimentos para o enquadramento dos corpos d'água**

A bacia hidrográfica é a unidade de gestão dos recursos hídricos. Portanto, o processo de elaboração do enquadramento dos corpos d'água deve considerar toda a bacia. A escala de trabalho deve ser definida previamente, pois o enquadramento de todos os corpos d'água de uma bacia algumas vezes é tecnicamente inviável, dependendo do tamanho da bacia. Pode-se fazer o enquadramento dos corpos d'água principais nos quais se possuem informações necessárias para o diagnóstico. Nestes casos os rios não enquadrados não deverão gerar desconformidades nos rios enquadrados.

O processo de enquadramento dos corpos d'água é dividido em 4 etapas principais (Figura 1):

- Diagnóstico da bacia
- Prognóstico da bacia
- Elaboração da proposta de enquadramento dos corpos d'água
- Análise e deliberações do Comitê da Bacia e do Conselho de Recursos Hídricos

Deve-se, entretanto, observar que se trata de um processo integrado e iterativo, onde o desenvolvimento de cada atividade pode levar a revisões e mudanças nas demais atividades ou etapas.

#### **3.2.1 Etapa de diagnóstico**

Os aspectos principais desta etapa são a identificação dos usos preponderantes, da condição atual dos corpos d'água e da identificação de áreas reguladas por legislação específica (ex: Unidades de Conservação). Deverão também ser analisados os planos e programas regionais existentes, especialmente os planos setoriais (ex: saneamento), de desenvolvimento sócio-econômico, plurianuais governamentais, planos diretores dos municípios. As atividades desta etapa são descritas a seguir.

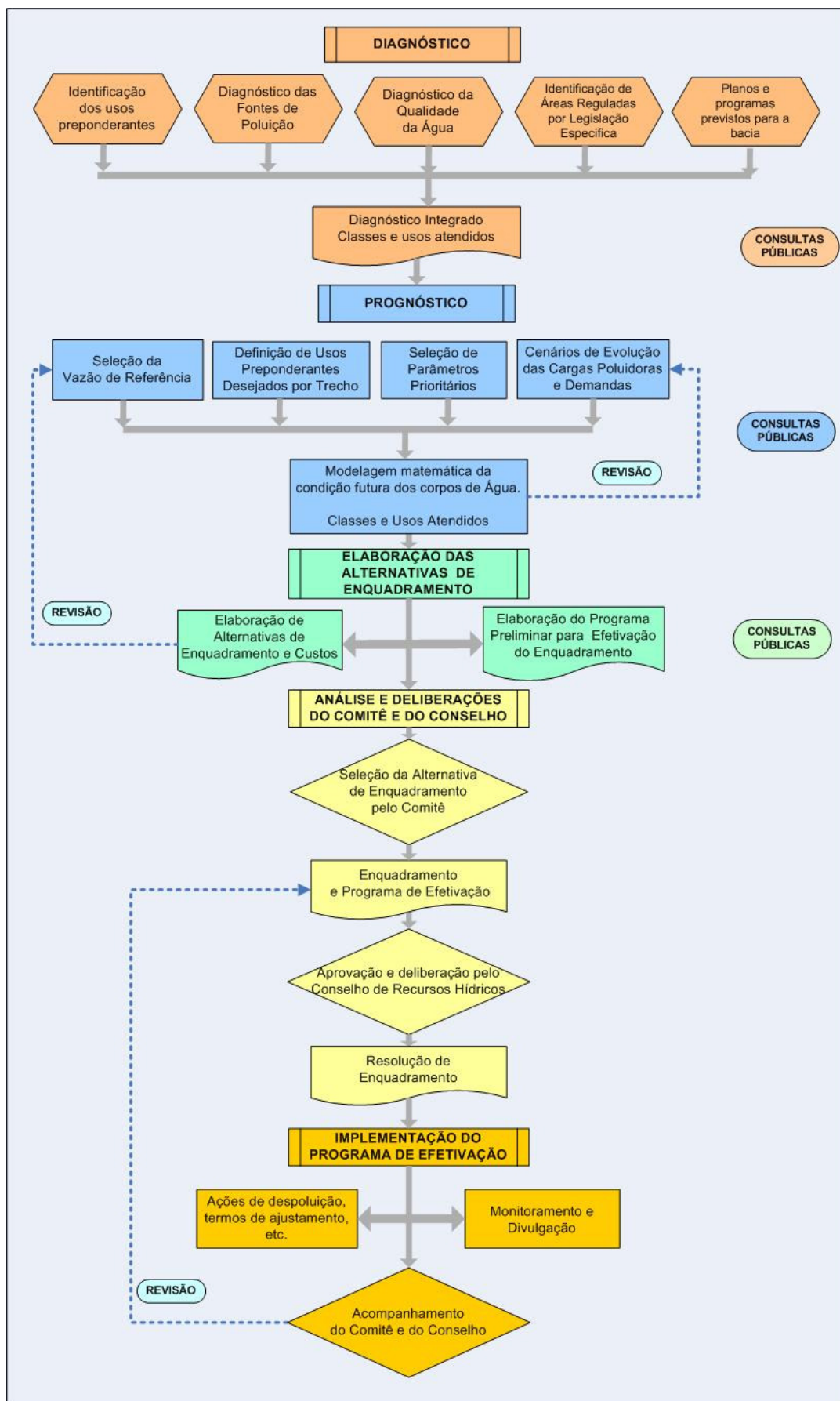


Figura 1. Etapas do processo de enquadramento dos corpos d'água.

### 3.2.1.1 Identificação dos usos preponderantes

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que o enquadramento dos corpos d'água será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. O conceito de uso preponderante não envolve apenas aqueles usos com os maiores volumes captados, já que vários usos previstos nas classes de enquadramento são de caráter não consuntivo (ex: recreação, preservação das comunidades aquáticas, pesca). Preponderar significa “*ter mais influência ou importância, predominar, prevalecer*”. Deste modo, os usos preponderantes são aqueles que têm mais importância entre todos os usos feitos dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

O diagnóstico dos usos preponderantes deve inicialmente ser feito com base em dados secundários (cadastros de outorgas, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, imagens de satélite, entre outros). Após a análise dos dados secundários, deve ser feita um reconhecimento de campo, para eventuais adequações e complementações que se fizerem necessárias. Nesta visita devem ser registradas as coordenadas geográficas (latitude/longitude) dos principais pontos em que se localizam os usos preponderantes.

Os usos a serem analisados são aqueles previstos nas classes de enquadramento pela Resolução CONAMA nº 357/2005:

- Abastecimento para consumo humano;
- Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- Proteção das comunidades aquáticas, inclusive em terras indígenas;
- Recreação de contato primário ou secundário;
- Irrigação: hortaliças, plantas frutíferas, culturas arbóreas, cerealíferas, forrageiras, parques, jardins, campos de esporte e lazer;
- Aquicultura e pesca;
- Dessedentação de animais;
- Navegação;
- Harmonia paisagística.

Outros usos múltiplos da água, como por exemplo o industrial, a mineração, a produção de hidroeletricidade e a diluição de poluentes também deverão ser considerados, caso sejam relevantes na bacia hidrográfica.

Na etapa de diagnóstico as informações levantadas devem ser apresentadas em mapas. Todas as informações obtidas na fase de diagnóstico devem ter as coordenadas geográficas (latitude/longitude) para permitir a espacialização.

Com as informações coletadas sobre os usos dos recursos hídricos colocadas em mapas que contenham a hidrografia é possível relacionar os usos preponderantes aos trechos de rios. Através do uso de ferramentas de geoprocessamento é possível mapear as informações levantadas nas etapas anteriores, visualizando-se mais facilmente a distribuição espacial dos diferentes usos da água e de sua qualidade, no âmbito da bacia hidrográfica em questão, bem como a frequência em que determinados parâmetros atendem ou não as classes de enquadramento.

### **3.2.1.2 Análise da condição atual dos corpos d'água**

Assim como a etapa anterior, esta análise pode ser realizada a partir de levantamento de dados secundários e/ou de campanhas de campo, dependendo dos dados disponíveis. O principal objetivo desta análise é o de verificar a que classes de qualidade (e respectivos usos) os corpos hídricos que serão enquadrados atendem na sua condição atual, no momento anterior ao enquadramento. Esta análise permite que se avalie o grau de dificuldade que poderá ser esperado para que as metas a serem estabelecidas venham a ser cumpridas na prática. Essa avaliação permite, ainda, que se definam classes de enquadramento e usos factíveis, evitando-se propor qualidade da água em níveis de exigência incompatíveis com a realidade regional.

Recomenda-se que nesta etapa a análise seja individualizada para cada uso e trecho de rio. Assim, tem-se, para cada trecho, quais são os usos possíveis da água, em função da qualidade atual e, conseqüentemente, as classes atendidas. Esse procedimento auxilia sobremaneira o processo decisório associado ao estabelecimento dos usos e classes pretendidas para o trecho de rio.

As principais fontes de informação sobre a qualidade das águas são os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos e os órgãos estaduais de meio ambiente. Adicionalmente, as empresas operadoras de sistemas de abastecimento público devem monitorar seus mananciais e operadores de hidroelétricas devem monitorar os seus respectivos reservatórios. Estes monitoramentos são realizados com objetivos diferentes e geralmente apresentam parâmetros, frequências de coleta e procedimentos de análise distintos.

Quando disponíveis, mesmo com problemas de registros ou falhas na frequência das coletas, os dados devem ser aproveitados, adotando-se métodos e procedimentos para sua manipulação e

interpretação que minimizem os problemas encontrados, valendo salientar que quanto maior o conjunto de dados, melhores poderão ser as interpretações realizadas.

Nesta etapa devem ser analisados individualmente os parâmetros prioritários para o enquadramento. Deve-se evitar a análise de índices de qualidade das águas, pois estes agregam vários parâmetros em um valor único, o qual não tem correspondência com as classes de enquadramento.

Nas bacias que não possuem monitoramento da qualidade da água, ou naquelas em que o monitoramento seja considerado insuficiente para subsidiar a proposta de enquadramento, é necessária a realização de campanhas de medição de vazões, e de coleta e análises de amostras de água. As campanhas de coleta de amostras e análises de água deverão analisar os parâmetros prioritários selecionados previamente, a partir da análise das fontes principais de poluição.

Quando da realização de campanhas para coleta de água e análises de laboratório, é imprescindível associar as coletas a medidas de vazões, de modo que se disponha de informações necessárias e suficientes para estimar as cargas poluentes lançadas pelas diversas fontes identificadas e para aplicação de um modelo matemático de simulação da qualidade da água, ferramenta muito útil para estabelecimento de ações necessárias ao cumprimento das metas que serão propostas. As coletas de água deverão ser feitas, preferencialmente, em situações hidrológicas distintas que representem a variação sazonal.

A análise da condição atual do corpo d'água tem o objetivo de avaliar o potencial dos corpos hídricos a serem enquadrados para atender à sua futura classe de enquadramento; trata-se de avaliar o quanto as águas estão impactadas pela poluição, e quais são os parâmetros críticos. Na análise da condição atual de qualidade das águas os valores observados devem ser comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as classes de enquadramento dos corpos d'água.

Neste processo deve ser considerado que os corpos d'água podem apresentar valores elevados para alguns parâmetros devido às condições naturais (geológicas, biológicas, climáticas). Nestes casos devem-se ter pontos de monitoramento em locais de referência não impactados pelas atividades antrópicas, que permitam identificar as condições naturais do corpo d'água.

As informações de qualidade da água devem ser especializadas, do mesmo modo que as informações dos usos preponderantes, através do Sistema de Informações Geográficas. Isto permite a



sobreposição destes dados, possibilitando uma análise mais detalhada de cada trecho do corpo d'água.

### **3.2.1.3 Diagnóstico das fontes de poluição**

Nesta etapa, é essencial que se faça uma estimativa, a mais apurada possível, das fontes e cargas poluidoras potenciais e efetivamente lançadas no corpo d'água, para futura calibração do modelo de qualidade de água a ser aplicado.

As fontes de poluição podem ser classificadas em pontuais e difusas. Nas fontes pontuais é possível identificar um ponto em que ocorre o lançamento (ex: tubulação de esgotos) enquanto nas fontes difusas a contribuição ocorre ao longo de uma área (ex: poluição por agrotóxicos e fertilizantes carreados pela água da chuva em uma área agrícola).

Geralmente as principais fontes de poluição em uma bacia são pontuais, devendo ser estas fontes os alvos principais do processo de enquadramento. As fontes difusas estão relacionadas principalmente aos eventos de chuva, quando ocorre o carreamento de poluentes para o corpo d'água. Após estes eventos as concentrações retornam aos valores anteriores. Estas fontes são de controle mais difícil e sua relevância para o alcance das metas do enquadramento deve ser relativizada segundo as características da bacia e os usos da água desejados.

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. Entre os empreendimentos identificados, devem ser selecionados os que são responsáveis pela maior parte, por exemplo 90 %, da carga orgânica e inorgânica total lançada nos corpos d'água da bacia.

O levantamento de dados deve determinar a magnitude da interferência das fontes poluidoras (vazão de captação e lançamento, característica do efluente, sazonalidade dos lançamentos, dentre outros aspectos) e a coordenada geográfica do ponto de lançamento.

### **3.2.1.4 Planos e programas previstos para a bacia**

Deve ser feito um levantamento das políticas, planos e programas regionais existentes, especialmente os planos setoriais, de desenvolvimento sócio-econômico, plurianuais governamentais, planos diretores dos municípios, planos ambientais, projetos de irrigação e o

zoneamento econômico-ecológico. Ênfase especial deve ser dada aos planos do setor de saneamento.

Devem ser obtidos junto às companhias de saneamento os planos diretores de abastecimento de água e o plano de esgotamento sanitário e drenagem. Também deve ser analisado se outros programas à nível federal (ex: PPA, PAC, PRODES) tem previsão de investimento na bacia. Os planejamentos dos setores elétrico e industrial também devem ser considerados, assim como os programas de instalação de novos pólos agrícolas. Os impactos desses planos, programas e ações sobre os recursos hídricos devem ser avaliados durante a etapa de prognóstico.

### **3.2.2 Etapa de prognóstico**

Na etapa de prognóstico devem ser determinados cenários de desenvolvimento e de ocupação da bacia para o horizonte de planejamento adotado. O horizonte de planejamento deve ser estabelecido pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, ou pelo órgão gestor de recursos hídricos, mas deverá se situar entre 10 e trinta anos, sendo os prazos maiores para as regiões mais poluídas, onde se requer prazos longos para a recuperação dos corpos de água. Após a espacialização dos usos preponderantes atuais e dos usos pretendidos no futuro, devem ser identificados os usos mais restritivos para cada trecho dos corpos d'água. A seguir são apresentados os aspectos principais desta etapa.

#### **3.2.2.1 Parâmetros prioritários para o enquadramento dos corpos d'água**

A Resolução CONAMA nº 357/2005 possui dezenas de parâmetros de qualidade da água. A Resolução CNRH nº 91/2008 estabelece que o conjunto de parâmetros de qualidade da água adotados no processo de enquadramento deve ser definido em função dos usos pretendidos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os diagnósticos e prognósticos elaborados. Portanto não é necessária a análise de todos os parâmetros listados na Resolução CONAMA nº 357/2005, mas sim daqueles que possuem fontes significativas na bacia que podem afetar os usos pretendidos.

Quanto mais simples e perceptível pela sociedade for a definição das metas de qualidade, mais eficiente será este instrumento. Assim, é essencial, para manter o foco do trabalho, a adoção do menor número possível de parâmetros de qualidade da água, o que auxilia na comunicação e entendimento pelos atores envolvidos e pela população em geral.

A seleção desses parâmetros deve ser feita com base nos usos pretendidos e na condição atual dos corpos d'água, selecionando-se os parâmetros que sejam mais representativos das causas pelas quais os recursos hídricos não atendem à classe em que tiverem sido enquadrados. Portanto, deverão ser escolhidos a partir da análise das principais fontes de poluição na bacia e dos usos preponderantes da água (atuais ou futuros). Os parâmetros prioritários selecionados deverão ser monitorados para avaliação da melhoria da qualidade das águas dos corpos hídricos enquadrados ao longo do tempo.

Com relação aos usos da água, os principais parâmetros relacionados são:

**Proteção das comunidades aquáticas:** Oxigênio Dissolvido, DBO, pH, Temperatura da água, Nutrientes (N, P), Amônia, Algas, Clorofila, Turbidez, Substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), Coliformes termotolerantes, Sólidos em suspensão.

**Abastecimento humano:** Turbidez, DBO, pH, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Amônia, Algas, Clorofila, Cloreto, Coliformes termotolerantes, Patógenos, Substâncias tóxicas, Potencial de formação de trihalometanos, Sólidos totais.

**Recreação:** Coliformes termotolerantes, Algas, Óleos e graxas, Turbidez.

**Aquicultura e pesca:** Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Algas, Turbidez, Substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), poluentes que se acumulam ao longo da cadeia alimentar (POPs).

**Irrigação:** coliformes termotolerantes, sólido totais dissolvidos, cloretos, sódio, pH, Potássio, Cálcio, Magnésio, condutividade elétrica.

**Dessedentação de animais:** nitratos, sulfatos, sólidos totais dissolvidos, metais, poluentes orgânicos (ex: agrotóxicos), patógenos e algas.

**Navegação:** sólidos em suspensão, materiais flutuantes, espumas não naturais, odor, aspecto da água.

**Harmonia paisagística:** materiais flutuantes, espumas não naturais, odor e aspecto da água.

Essa extensa lista indica que o esforço para seleção de poucos parâmetros prioritários, não é tarefa trivial, apesar de altamente recomendável. Entre os parâmetros mais comuns e candidatos a

serem adotados como prioritários estão o Oxigênio Dissolvido, a Demanda Bioquímica de Oxigênio e os Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo).

### **3.2.2.2 Vazão de referência para o enquadramento dos corpos d'água**

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que (Art. 38, § 4º) “as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

A vazão de referência é definida como a vazão mínima a ser considerada, de forma a garantir que a qualidade da água esteja compatível com o uso preponderante dos recursos hídricos enquadrados, durante a maior parte do tempo (associada a probabilidades de ocorrência e riscos de não atendimento). É também aquela a ser utilizada para acompanhar o atendimento às metas de enquadramento.

Assim, a definição da vazão de referência é um dos fatores mais importantes envolvidos na ponderação global no enquadramento, tendo em vista que ela está associada ao nível de garantia do atendimento aos padrões da classe (metas) em que se pretende enquadrar o corpo de água (segundo fator). O terceiro fator é o custo que representa o abatimento das cargas poluentes para os diferentes setores (ou setor responsável pela poluição), para viabilizar a melhoria da qualidade da água. Quanto menor ou mais restritiva a vazão de referência, maior será o custo envolvido no atendimento à meta, pois o nível de tratamento dos efluentes deverá ser maior. Por outro lado, serão menores os riscos à saúde da população e à deterioração do ambiente aquático.

Uma análise da combinação desses três fatores (vazão de referência, meta do enquadramento e custos para atingir a meta) deve ser amplamente explorada, para propiciar a seleção do conjunto de fatores que traga o necessário equilíbrio entre a qualidade da água, os custos envolvidos e a capacidade de pagamento dos usuários, tendo em conta a realidade sócio econômica da bacia hidrográfica em estudo. Deve-se observar ainda, em paralelo, além dos custos envolvidos, a disponibilidade de tecnologia para o abatimento das cargas poluentes nos níveis requeridos para alcance das metas.

### **3.2.2.3 Modelagem da quantidade e qualidade dos corpos hídricos**

O objetivo da modelagem é apoiar os técnicos no entendimento do comportamento de cada trecho do rio em relação ao parâmetro de interesse, para diferentes condições de cargas poluidoras e vazões de referência, subsidiando o processo decisório em relação aos usos pretendidos. Na figura 5 é apresentado um caso hipotético de lançamento de um efluente com alta carga orgânica e as zonas de degradação, decomposição e recuperação que se estabelecem à jusante.

Um detalhamento dos modelos de qualidade de água existentes foge do objetivo deste documento. As simulações possíveis a partir da aplicação de modelos matemáticos devidamente calibrados permitem avaliar as respostas dos corpos d'água em termos do abatimento progressivo de cargas poluentes, como fruto da implementação de tratamentos de efluentes.

Nesta etapa deverá ser realizada a modelagem da qualidade de água na calha dos principais rios, utilizando modelo existente no mercado, os dados coletados no diagnóstico e os resultados obtidos nas campanhas de campo.

Entre os parâmetros a serem considerados incluem-se as características hidráulicas do corpo d'água, sua disponibilidade hídrica, a vazão e concentração dos efluentes, a capacidade de autodepuração e a classe de enquadramento do corpo d'água (atual e prevista), entre outros.

Deverão ser estabelecidos cenários futuros de qualidade das águas, considerando a evolução das cargas poluidoras e diferentes vazões de referência. As concentrações dos lançamentos e a capacidade de auto-depuração dos corpos d'água devem ser consideradas. Os resultados do modelo deverão ser apresentados na forma de perfis de qualidade do rio por trecho.

### **3.2.3 Elaboração das alternativas de enquadramento dos corpos d'água**

Nesta etapa as análises geradas nas fases de diagnóstico e prognóstico devem ser avaliadas em conjunto para o estabelecimento das classes de enquadramento. Devem ser identificados os trechos que apresentam homogeneidade com relação aos usos preponderantes e a condição atual. Também devem ser identificados os trechos que apresentam parâmetros em desconformidade em relação à classe pretendida para o corpo d'água. Os resultados da modelagem devem indicar qual o nível de tratamento necessário para o atendimento destas metas.

Em corpos d'água com baixa vazão e alta carga poluidora é possível que, mesmo que se faça o tratamento dos efluentes, a carga remanescente seja superior à capacidade de assimilação do corpo d'água para a classe 2. Este fato ocorre principalmente em córregos em áreas urbanas, que já se

apresentam bastante alterados. Nestes casos, a meta de qualidade deve ser adequada aos resultados obtidos da modelagem da qualidade da água com tratamento de efluentes.

Considerando os cenários desenvolvidos na fase de prognóstico, devem ser elaboradas alternativas de enquadramento. A partir das projeções populacionais, econômicas e os projetos e programas previstos para a bacia, podem ser criados cenários para a bacia. Se o enquadramento foi elaborado dentro de um Plano de Bacia, os cenários previstos no Plano devem ser os mesmos para o enquadramento. Basicamente estes cenários podem ser, por exemplo:

**Cenário tendencial:** A bacia não será objeto de intervenções diferentes daquelas atualmente em andamento, sem possibilidades, até o horizonte fixado, de mudar significativamente as tendências determinadas.

**Cenário adotado:** Considera as previsões que correspondem aos programas e projetos previstos para a bacia e as ações de gestão (plano de recursos hídricos, outorga, cobrança).

**Cenário alternativo:** Incorpora a expectativa de superação das metas propostas para o cenário adotado. A economia da bacia cresce a uma taxa anual superior.

Devem ser estimados os custos das ações para implantação das metas progressivas e efetivação do enquadramento dos corpos de água. Esta estimativa é essencial para que se possa priorizar as alternativas de investimentos em ações de despoluição, já que as obras de saneamento são relativamente onerosas e os recursos geralmente não são suficientes para atendimento de todas as ações necessárias.

A estimativa de custos deve incluir os investimentos na implantação de todo o sistema de esgotamento sanitário: rede coletora, coletores tronco, interceptores, emissários, estações de recalque e estações de tratamento de esgoto doméstico. Estes dados devem estar disponíveis nos planos da empresa de saneamento.

Na etapa de elaboração das propostas de enquadramento devem ser identificadas as fontes de recursos para implementação das ações do programa de efetivação do enquadramento. As fontes de recursos podem ser públicas ou privadas, podendo ser identificados os mecanismos de financiamento. Outros instrumentos podem ser usados tais como a adoção de incentivos. Os recursos obtidos com a cobrança pelo uso da água e pelo lançamento de efluentes podem ser alocados para as ações estabelecidas no Programa de Efetivação do Enquadramento, conforme deliberação do Comitê de Bacia.

### 3.2.4 Elaboração do Programa de Efetivação do Enquadramento dos corpos d'água

Uma vez identificadas as ações necessárias para que as metas do enquadramento sejam atendidas, elas devem ser sistematizadas em programas, definidos para horizontes de curto, médio e longo prazos, quando aplicável. Esse programa deve detalhar as ações previstas, seus custos e prazos de implementação, definindo, também, as ações indicadas como de implantação prioritária ou emergencial.

Nos trechos em que a condição atual é pior do que a meta de enquadramento, deverão ser realizadas ações de despoluição, tais como construção de Estações de Tratamento de Esgotos. Nos trechos em que a condição atual é igual ou melhor que a meta do enquadramento, deverão ser tomadas medidas que evitem a degradação de sua qualidade. Neste caso, os instrumentos principais são o licenciamento, a outorga de lançamento de efluentes e o zoneamento ambiental.

As ações para recuperação da qualidade da água de uma bacia dependem de vários atores (órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente, prefeitura, comitês de bacia, empresas de saneamento, indústrias, agricultores, universidade, entre outros). Deve ser negociado com as principais fontes poluidoras um cronograma para implementação de estações de tratamento que permita que elas se adéquem progressivamente às metas do enquadramento. Estas fontes devem submeter seus planos para o órgão responsável pelo controle da poluição.

A necessidade de pactuação de meta entre estes atores é de fundamental importância para o sucesso do enquadramento. Para tanto é primordial que se tenha uma “visão de futuro” para a bacia, em que os usos pretendidos para o futuro sejam um consenso. Por exemplo, pode se estabelecer como meta que em um determinado prazo seja possível nadar e pescar em determinado rio.

Em termos gerais, o programa para efetivação do enquadramento deve apresentar propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso que compreendem, dentre outros:

- recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;
- recomendações de ações educativas, corretivas e de gestão identificando-se os custos e as principais fontes de financiamento;

- recomendações aos agentes públicos e privados envolvidos para viabilizar o alcance das metas e os mecanismos de formalização, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos;
- propostas a serem apresentadas aos poderes públicos federal, estadual e municipal para adequação dos respectivos planos, programas e projetos de desenvolvimento e planos de uso e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de enquadramento;
- subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica

No estabelecimento de metas progressivas deve ser considerado que os programas de recuperação da qualidade da água são freqüentemente de longo prazo. Portanto, o atendimento às expectativas dos usuários é fundamental para que o processo tenha continuidade e sustentabilidade. Dentre as possíveis medidas corretivas vislumbradas na etapa anterior, deverão ser selecionadas as mais relevantes, considerando a viabilidade técnica e econômica para sua implementação.

Essas medidas deverão ser escalonadas em metas intermediárias progressivas, em que cada conjunto de medidas estará relacionado com a melhoria progressiva da qualidade da água, em termos de redução de carga poluente e das condições remanescentes no corpo de água. Ou seja, para cada meta intermediária, deverão ser estabelecidos os níveis desejados para cada parâmetro de qualidade da água, em um valor interposto entre a condição atual e a meta final estabelecida pela própria classe de enquadramento.

### **3.2.5 Análise e deliberação pelo Comitê e pelo Conselho de Recursos Hídricos**

O Comitê deverá analisar e selecionar um das propostas de enquadramento elaboradas e seu respectivo Programa de Efetivação do Enquadramento. Os critérios de seleção devem envolver uma análise integrada dos vários aspectos abordados durante a fase de elaboração das propostas (técnicos, econômicos, sociais, políticos).

Deve ser analisada a efetividade das ações para a recuperação, viabilidade técnica e econômica, custo em relação à redução da carga poluidora e a viabilidade financeira do projeto, o cronograma de implementação e os agentes responsáveis pelas ações. A proposta de enquadramento selecionada pelo Comitê da bacia, juntamente com seu Programa de Efetivação, deve ser encaminhada para o respectivo Conselho (Estadual, Distrital ou Nacional) conforme a dominialidade dos corpos d'água.

As propostas em corpos d'água de domínio do Estado ou do Distrito Federal devem ser encaminhadas para o Conselho Estadual ou Distrital de Recursos Hídricos, e as propostas em



corpos d'água de domínio da União devem ser encaminhadas para o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

O Conselho deve analisar as propostas em seus vários aspectos (técnicos, sociais, econômicos) e também garantir que os enquadramentos estejam compatíveis em seus diferentes níveis, pois o enquadramento de um exutório de uma bacia não deve gerar uma desconformidade no enquadramento da bacia principal. Após a aprovação, o Conselho deverá emitir uma resolução (ou outro tipo de norma) estabelecendo, para cada trecho do corpo d'água a classe de enquadramento.

### 3.2.6 Implementação do Programa de Efetivação

A aprovação do enquadramento de um corpo de água não deve ser vista como uma ação finalística, mas sim como o primeiro passo para uma efetiva gestão da qualidade da água na bacia. A implementação do enquadramento pode envolver variadas ações:

- **Mecanismo de comando-controle:** fiscalização das fontes poluidoras, aplicação de multas, outorga, termos de ajustamento de conduta.
- **Mecanismo de disciplinamento:** zoneamento do uso do solo, criação de Unidades de Conservação, entre outros.
- **Mecanismos econômicos:** cobrança pelo lançamento de efluentes, subsídios para redução da poluição, etc.

As ações previstas no Programa de Efetivação são obrigatórias, sendo necessária a construção de vínculos efetivos entre os órgãos públicos e os agentes causadores da poluição. Em termos gerais, destacam-se os seguintes agentes e respectivas ações:

- **Empresa de Saneamento, Prefeituras:** melhoria na coleta e tratamento dos esgotos domésticos e dos resíduos sólidos.
- **Indústrias/Mineradoras:** adoção/ampliação de sistemas de tratamento para redução das cargas poluidoras; recuperação de passivos ambientais.
- **Agricultores:** implementação de boas práticas agrícolas; recuperação de áreas degradadas.

Estes vínculos podem ser definidos por vários instrumentos jurídicos públicos e privados, dentre os quais se incluem as licenças, outorgas, convênios, zoneamentos e normas.

Um dos principais instrumentos para a implementação das metas de enquadramento é a celebração de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC). O Termo de Ajustamento de Conduta é

um instrumento administrativo, utilizado pelos órgãos públicos, em especial o Ministério Público, para realizar acordos com que está causando algum dano ao meio ambiente.

O acompanhamento das metas ao longo da efetivação do enquadramento é de fundamental importância. Neste aspecto o Comitê da Bacia têm um papel central no sentido de cobrar que as metas pactuadas sejam seguidas por todos os atores envolvidos. Para que seja feita o acompanhamento das metas do enquadramento é necessária uma rede de monitoramento da qualidade da água que divulgue periodicamente para a sociedade a condição dos corpos d'água e a evolução dos parâmetros em desconformidade com as classes de enquadramento.

Neste sentido, é necessário um plano de comunicação, de modo que as informações técnicas do monitoramento sejam compreendidas pela população. Informações sobre a qualidade da água devem ser divulgadas pela imprensa local regularmente, o que aproxima a população dos problemas da bacia e do cronograma de implementação do enquadramento.

Indicadores de desempenho devem ser estabelecidos para o acompanhamento das metas, como por exemplo, o grau de conformidade dos níveis de DBO e de oxigênio dissolvido em relação à meta de enquadramento. O uso de índices de qualidade das águas também pode ser uma boa ferramenta de comunicação com a sociedade, tais como o índice de balneabilidade.

Também deve haver um acordo sobre o critério de atendimento da meta. Por exemplo, pode ser considerado que a meta foi alcançada se pelo menos 90 por cento de todas as medições em um período de 3 anos estiverem em conformidade com o limite da classe.

Quando os dados de monitoramento indicarem não ser possível a efetivação do enquadramento do corpo d'água na classe de enquadramento prevista devem ser investigadas suas causas. Se necessário deve-se proceder a análise e revisão das licenças e outorgas de modo a ajustá-las às metas. Também pode ser necessário o estabelecimento de padrões de qualidade específicos para o corpo d'água, considerando suas condições naturais.

Se for demonstrada a inviabilidade do enquadramento adotado, o corpo d'água pode ser re-enquadrado em classe inferior. Este processo de revisão do enquadramento deve contar com a participação da sociedade. A periodicidade da revisão deve ser definida pelo Comitê de Bacia e deve estar relacionada com os cronogramas de implementação das ações. Não é recomendável fazer revisões em intervalos muito curtos. Um intervalo de tempo razoável é o de 5 anos.

### **3.2.7 Articulações do enquadramento dos corpos d'água**

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece como uma de suas diretrizes de ação a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental, a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. Sua implementação exige a articulação das instituições de gerenciamento e dos colegiados dos dois sistemas, o SINGREH e o SISNAMA. O enquadramento dos corpos d'água representa uma referência para o licenciamento ambiental, a outorga e a cobrança, assim como base para a execução do plano de recursos hídricos.

Para que a meta do enquadramento seja alcançada é necessária uma integração entre os diversos instrumentos de gestão tais como outorga, planos de bacia, licenciamento de fontes poluidoras, cobrança pelo uso dos recursos hídricos, fiscalização e zoneamento ambiental. Neste sentido, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que as ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga, a cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final, aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

### **3.2.8 Participação pública**

O processo de enquadramento deve contar com a participação da comunidade da bacia, por meio da realização de consultas públicas, encontros técnicos ou oficinas de trabalho. Ao longo do processo de elaboração do enquadramento devem ocorrer eventos com participação pública nas fases de diagnóstico e prognóstico, e durante a fase de elaboração da proposta. O público das consultas públicas deve ser o mais variado possível, de modo a permitir uma identificação das várias “visões de futuro” para o corpo d'água. De maneira ideal, as consultas públicas devem envolver lideranças municipais, órgãos públicos, empresários, agricultores, pescadores, organizações não governamentais e a população em geral. É necessário que os assuntos técnicos sejam traduzidos para a linguagem compreendida por todos os atores envolvidos.

A participação pública pode aumentar o tempo de elaboração do enquadramento, mas ela aumenta o apoio público em relação ao resultado final e, além disso, contribui para a convergência das diferentes visões. Deve ser permitido o acesso público às informações ao longo de todo processo de enquadramento. Isto permite um melhor entendimento do público, incentivando os debates e a busca de soluções. Uma das formas de democratizar a informação é a criação de um sítio na internet em que sejam disponibilizados os documentos elaborados (diagnósticos, prognósticos, etc.).

## **4 – CONCLUSÕES**

O enquadramento é um processo decisório onde estão em jogo a qualidade da água (que condicionam os usos da água), as cargas poluidoras e os custos para redução da poluição. Quanto melhor a qualidade da água desejada, menores devem ser as cargas poluidoras e maiores serão os custos para tratamento dos efluentes.

O enquadramento é influenciado por aspectos técnicos, econômicos, sociais e políticos. O processo de enquadramento deve considerar todos estes aspectos para que sejam estabelecidas metas de qualidade das águas factíveis de serem alcançadas no horizonte de planejamento estabelecido. Se forem estabelecidas metas muito ambiciosas os custos podem ser excessivamente altos e de difícil realização. Por outro lado, se as metas forem muito modestas, algumas situações de degradação da qualidade das águas podem se tornar irreversíveis, impedindo os usos múltiplos das águas.

O processo de enquadramento deve ser um processo cíclico, no qual periodicamente as metas são reavaliadas e ajustadas às mudanças técnicas, econômicas e sociais. As metas do enquadramento não devem ser vistas de forma definitiva, sendo possível rever tais objetivos, tanto para lado mais restritivo, devido ao aparecimento de novas tecnologias que permitem reduções maiores dos níveis de poluição, como para o lado menos restritivo, devido ao fato de não existirem recursos suficientes ou os prazos e expectativas estarem superestimados.

## **5 - BIBLIOGRAFIA**

ANA. 2008. Panorama do Enquadramento dos corpos d'água no Brasil. Cadernos de Recursos Hídricos. 5. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.

CNRH, 2008. Resolução CNRH nº 91 de 5 de novembro de 2008, dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília.

CONAMA. 2005. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. 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, e dá outras providências. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasília.