

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309490930>

Introdução à Gestão das Águas no Brasil

Book · January 2001

CITATIONS

0

READS

4

1 author:



[Antonio Eduardo Leão Lanna](#)

AlfaSigma

51 PUBLICATIONS 123 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Planejamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas. [View project](#)

Introdução à Gestão das Águas no Brasil

Antonio Eduardo Lanna
AlfaSigma Consultoria

Notas de aulas adotadas em diversos cursos sobre
Gestão de Recursos Hídricos

Porto Alegre, 2001.

CAPÍTULO 1 - ASPECTOS CONCEITUAIS

ÍNDICE ANALÍTICO

INTRODUÇÃO	1
ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	3
TIPOS DE DEMANDAS	3
USO MÚLTIPLO	7
VANTAGENS DO USO MÚLTIPLO INTEGRADO	9
DESVANTAGENS DO USO MÚLTIPLO INTEGRADO.....	10
INTERDISCIPLINARIEDADE DA GESTÃO DAS ÁGUAS	10
PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA GESTÃO DAS ÁGUAS	11
EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	14
MODELO BUROCRÁTICO.....	14
MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO	16
MODELO SISTÊMICO	17
<i>Abordagens nas situações de propriedade privada das águas</i>	18
<i>Abordagens nas situações de propriedade pública das águas</i>	19
Dificuldades de lidar com a multiplicidade de interesses	20
Dificuldades de tornar eficaz o sistema legal	21
EXEMPLO: GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL	23
FASE 1 – MODELO BUROCRÁTICO: ATÉ 1946.....	23
FASE 2 – TRANSIÇÃO PARA O MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO: DE 1946 A 1966	23
FASE 3 – MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO: DE 1967 A 1974	24
FASE 4 – TRANSIÇÃO PARA O MODELO SISTÊMICO DE INTEGRAÇÃO PARTICIPATIVA: DE 1974 A 1988.....	24
FASE 5 – IMPLANTAÇÃO DO MODELO SISTÊMICO DE INTEGRAÇÃO PARTICIPATIVA	27
RESUMO E CONCLUSÃO	28
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS	32

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PRINCIPAIS CATEGORIAS DE DEMANDAS DE ÁGUA (ADAPTADO DE NAÇÕES UNIDAS, 1976)	4
TABELA 2 - DISCIPLINAS DO PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	11
TABELA 3 - AÇÕES GOVERNAMENTAIS, FASE 1 - MODELO BUROCRÁTICO: ATÉ 1946.....	23
TABELA 4 - AÇÕES GOVERNAMENTAIS, FASE 2 - TRANSIÇÃO AO MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO: DE 1946 A 1966.....	25
TABELA 5 - AÇÕES GOVERNAMENTAIS, FASE 3 - MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO: DE 1966 A 1974	27
TABELA 6 - AÇÕES GOVERNAMENTAIS, FASE 4 - TRANSIÇÃO AO MODELO SISTÊMICO DE INTEGRAÇÃO PARTICIPATIVA: DE 1974 A 1988	29
TABELA 7 - AÇÕES GOVERNAMENTAIS, FASE 5 - MODELO SISTÊMICO DE INTEGRAÇÃO PARTICIPATIVA: A PARTIR DE 1988.....	30

INTRODUÇÃO

A Gestão das Águas¹ é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. Fazem parte desta atividade os seguintes elementos cujas definições foram parcialmente adaptadas de ABRH (1986):

- **Política das Águas:** trata-se do conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação nos usos, controle e proteção das águas.
- **Plano (de Uso, Controle ou Proteção das Águas):** qualquer estudo prospectivo que busca, na sua essência, adequar o uso, o controle e o grau de proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma Política das Águas, através da coordenação, compatibilização, articulação e/ou projetos de intervenções. Obviamente, a atividade de fazer tais planos é denominada Planejamento (do Uso, Controle ou Proteção das Águas).
- **Gerenciamento das Águas:** Conjunto de ações governamentais, comunitárias e privadas destinadas a regular o uso, o controle e a proteção das águas, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política das Águas.

As ações governamentais são refletidas através das leis, decretos, normas e regulamentos vigentes. Como resultado destas ações fica fixado o que é denominado por Modelo de Gerenciamento das Águas, entendido como a configuração administrativa adotada na organização do Estado para gerir as águas. Por exemplo, um modelo que vem sendo amplamente utilizado adota a bacia hidrográfica como unidade administrativa ao contrário de serem adotadas unidades de caráter político como o Estado, Município, etc.

No Brasil, a lei específica para o Gerenciamento das Águas é a lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Existem vários instrumentos legais que detalham e disciplinam as atividades do setor. Estes instrumentos legais são provenientes de um modelo de gerenciamento das águas orientado por tipos de uso o que estabelece freqüentemente conflitos, superposições e a desarticulação da legislação, exigindo, portanto, aperfeiçoamentos.

As definições anteriores de gestão e gerenciamento das águas propõem uma diferenciação entre as mesmas embora, freqüentemente, estas palavras sejam tomadas como sinônimos. Neste texto a gestão é considerada de forma ampla, abrangendo todas as atividades, incluindo o gerenciamento. Este é considerado uma atividade de governo.

- **Sistema de Gerenciamento das Águas:** conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, estabelecidos com o objetivo de executar a Política das Águas através do Modelo de Gerenciamento das Águas adotado e tendo por instrumento o Planejamento do Uso, Controle e Proteção das Águas.

¹ Recursos hídricos é a água destinada a usos; quando se tratar das águas em geral, incluindo aquelas que não devem ser usadas por questões ambientais (ver conceitos de valores de opção de uso, intrínseco e de existência atribuídos à água) o termo correto é simplesmente águas (POMPEU, 1995). Neste texto sempre que as questões ambientais referentes à proteção das águas forem também consideradas, será usado o termo Águas em lugar de Recursos Hídricos. Quando se tratar apenas do uso deste elemento, a referência será aos Recursos Hídricos.

Existem diversas públicas entidades federais, estaduais e municipais, e privadas com atribuições no gerenciamento. Esta estrutura organizacional e legal forma uma administração confusa, desarticulada, organizada por usos, que dificulta o uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos, exigindo aprimoramentos.

Em resumo, uma Gestão das Águas eficiente deve ser constituída por uma Política, que estabelece as diretrizes gerais, um Modelo de Gerenciamento, que estabelece a organização legal e institucional e um Sistema de Gerenciamento, que reúne os instrumentos para o preparo e execução do Planejamento do Uso, Controle e Proteção das Águas.

A necessidade de estudo e aperfeiçoamento da Gestão das Águas decorre da sua complexidade que é decorrente de:

- Desenvolvimento econômico: ocasionando o aumento das demandas de recursos hídricos seja como bem intermediário, seja como bem de consumo final².
- Aumento populacional: trazendo a necessidade direta de maior disponibilidade de recursos hídricos para consumo final e, de forma indireta, forçando um aumento de investimentos na economia para criação de empregos e, com isso, uma maior demanda de recursos hídricos como bem intermediário.
- Expansão da agricultura: aumentando o consumo regional de recursos hídricos para irrigação, com possíveis conflitos de uso, quando a água for escassa e já existirem outros usuários concorrentes.
- Pressões regionais: voltadas a reivindicações de uma maior equidade nas condições inter-regionais de desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e bem-estar social, pressionando os recursos hídricos no sentido do atendimento destes anseios.
- Mudanças tecnológicas: que trazem necessidades específicas sobre os recursos hídricos, por um lado, e possibilitam novas técnicas construtivas e de utilização, modificando a situação vigente de apropriação destes recursos; estas mudanças poderão permitir um aumento físico dos sistemas de uso, de controle e de proteção, conseqüentemente, um aumento da abrangência de seus efeitos, espacial e temporal.
- Mudanças sociais: trazendo novos tipos de necessidades e demandas, ou modificando o padrão das necessidades e demandas correntes das águas.
- Urbanização: acarretando uma maior concentração espacial das demandas sobre os recursos hídricos e impermeabilizando o solo com o conseqüente agravamento das enchentes urbanas.
- Demandas sociais: que venham ocasionar alterações nos padrões espaciais e temporais correntes do uso dos recursos hídricos, bem como trazer novos tipos de demanda sobre a água em função da modificação dos hábitos e costumes da sociedade.
- Demandas ambientais: que venham intensificar as exigências relacionadas com a qualidade ambiental, motivando a aprovação de legislação mais rigorosa relacionada com as águas e os impactos ambientais do uso dos recursos hídricos.
- Incerteza do futuro: permeando todos estes fatores existe a incerteza sobre quando, como, onde e com que intensidade ocorrerão as necessidades e demandas mencionadas, obrigando o planejador a exercitar imprecisos exercícios de futurologia.

A conseqüência é que diversos tipos de necessidade deverão ser contemplados, um grande volume de recursos utilizados, grandes regiões serão afetadas na atividade de Gestão das Águas. Com o conseqüente aumento físico dos projetos e da região que será afetada, a atividade de planejar e de implantar os projetos levará mais tempo havendo a demanda de que as

² Em economia, bem intermediário é um recurso usado na produção de outros bens ou recursos - também chamado de fator de produção.

necessidades futuras sejam previstas com antecedência suficiente para que possam ser supridas quando ocorrerem.

ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

A Engenharia de Recursos Hídricos integra um processo de formação de capital no qual o recurso natural básico é a água. Quando o padrão espacial de disponibilidade de água, ou seja, a distribuição dos locais onde ela é disponível, não está adequado com o padrão espacial das demandas dos centros de consumo, ou seja, a distribuição dos locais onde existem demandas relacionadas com as águas, a solução para a satisfação das demandas em suas plenitudes é a procura de água em outros locais onde seja disponível. Isto pode levar a buscá-la no subsolo ou superficialmente, em outras localidades. De forma oposta, quando o problema é excesso (cheias) a solução poder ser obtida com a construção de canais, bueiros ou outras estruturas que desviem parte das águas para locais onde possam ser acomodadas adequadamente. Em todas as situações anteriores o padrão espacial de disponibilidade de água foi alterado para adequá-lo ao padrão espacial das demandas.

Existe também a possibilidade de que as disponibilidades em determinado período de tempo sejam suficientes para satisfazer as demandas no mesmo período, referindo-se a questões quantitativas apenas. No entanto, existem subperíodos internos ao período mencionado nos quais esta situação não ocorre e há carência de água. Obviamente, neste caso deverão existir subperíodos com excesso de água. A solução do problema anterior poder ser encontrada, como o foi antes, pela busca de fontes hídricas em outros locais que serão utilizadas durante os subperíodos de escassez. Outra possibilidade é a criação e exploração de reservas de água, ou reservatórios.

Um reservatório visa a acumulação de água (ou formação de reservas) nos subperíodos de excesso e uso das reservas previamente formadas nos subperíodos de escassez. Isto poderá tanto atenuar cheias quanto estiagens, nas estações hidrológicas úmidas e secas, respectivamente. Desta forma o padrão temporal de disponibilidade da água pode ser alterado de forma a ser adequado ao padrão temporal das demandas.

O padrão qualitativo das águas, tanto quanto o quantitativo, deve ser objeto de consideração e de adequação das disponibilidades com as demandas. Ele é intrinsecamente vinculado ao padrão quantitativo. Por exemplo, o comprometimento qualitativo das águas de um rio pelo despejo de águas servidas pode ser atenuado tanto pelo tratamento destas águas quanto pelo aumento das vazões para diluição dos poluentes.

Concluindo, as funções da Engenharia de Recursos Hídricos são as adequações espaciais e temporais, qualitativas e quantitativas dos padrões de disponibilidade aos padrões das demandas de água. Para melhor avaliar a extensão desta tarefa há necessidade de se discorrer sobre os usos da água.

TIPOS DE DEMANDAS

As demandas relacionadas às águas são intensificadas com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento da quantidade demandada para determinada utilização, quanto no que se refere a variedade dessas utilizações. Originalmente, a água era usada principalmente para dessedentação e outros usos domésticos, criação de animais e outros usos agrícolas a partir da chuva e, menos freqüentemente, com suprimento irrigado. Na medida que a civilização se desenvolveu outros tipos de necessidades foram surgindo, disputando águas

muitas vezes escassas e estabelecendo conflitos entre usuários. A Tabela 1 apresenta as principais categorias de demandas de água. Elas acham-se inseridas em três classes:

Tabela 1 - Principais categorias de demandas de água (adaptado de NAÇÕES UNIDAS, 1976)

CATEGORIAS	DEMANDAS	NATUREZA
INFRA-ESTRUTURA SOCIAL	- dessedentação - navegação - usos domésticos - recreação e lazer - usos públicos - amenidades	- consuntivo - não-consuntivo - consuntivo - não-consuntivo - ambos - não consuntivo
AGRICULTURA E AQUICULTURA	- agricultura - irrigação - piscicultura - pecuária - uso de estuários e banhados	- consuntivo - não-consuntivo - consuntivo - não-consuntivo e local - local
INDUSTRIAL	- arrefecimento - mineração - hidroeletricidade - termoeletricidade - processamento industrial - transporte hidráulico	- consuntivo - não-consuntivo - não-consuntivo - consuntivo - consuntivo - consuntivo
EM TODAS AS CATEGORIAS ACIMA	- transporte, diluição e depuração de efluentes	- não-consuntivo ³
PROTEÇÃO (PRESERVAÇÃO, CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO)	- consideração de valores de opção de uso, de existência ou intrínseco	- não-consuntivo e local

- Infra-estrutura social: refere-se às demandas gerais da sociedade nas quais a água é um bem de consumo final.
- Agricultura e aquicultura: refere-se às demandas de água como bem de consumo intermediário visando a criação de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento de espécies animais ou vegetais de interesse para a sociedade. .
- Industrial: demandas para atividades de processamento industrial e energético nas quais a água entra como bem de consumo intermediário.

Quanto à natureza da utilização existem três possibilidades:

- Consuntivo: referem-se aos usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente.
- Não-consuntivo: referem-se aos usos que retornam à fonte de suprimento, praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade quantitativa.
- Local: refere-se aos usos que aproveitam a disponibilidade de água em sua fonte sem qualquer modificação relevante, temporal ou espacial, de disponibilidade quantitativa.

³ Não consuntivo pois não altera a quantidade; porém apresenta grande impacto qualitativo nos corpos de água receptores.

A dessedentação, usos domésticos e usos públicos da água se referem àquelas demandas que são supridas por sistemas de abastecimento de água. Estes sistemas são dimensionados para atender às demandas que dependem diretamente da população a ser atendida. A projeção demográfica determina a estimativa da demanda. O suprimento pode ser realizado a partir de mananciais superficiais, rios ou lagos (reservatórios), ou mananciais subterrâneos (aquíferos). No caso de rios, como o regime fluvial é variável, as condições críticas de abastecimento surgirão na estação de estiagem. Quando com frequência inaceitável a disponibilidade quantitativa de água na seção de captação for inferior à demanda de suprimento, poderá ser construído um reservatório de regularização. Seu objetivo será armazenar água durante a estação úmida de modo a formar reservas hídricas que complementarão as disponibilidades durante a estação seca.

Os aquíferos subterrâneos são reservas naturais que apresentam disponibilidade quantitativa praticamente constante, quando não submetidos à sobre-exploração. Esse termo designa a situação em que se extrai mais água de um aquífero subterrâneo que a sua recarga natural, o que ocasiona seu rebaixamento e diminuição de disponibilidade quantitativa. Testes de bombeamento poderão estabelecer taxas de extração adequadas.

Os padrões de qualidade para sistemas de abastecimento de água são muito exigentes o que determina, em geral, o tratamento das águas em estações de tratamento de água (ETA) previamente às suas distribuições e consumo. As águas subterrâneas podem oferecer uma alternativa qualitativamente mais adequada. É mais facilmente evitada a poluição de aquíferos subterrâneos do que de rios ou lagos, embora na despoluição destes mananciais ocorra exatamente o contrário. Daí a necessidade estratégica de proteção dos aquíferos subterrâneos, como reserva hídrica para as futuras gerações, atividade que tem assumido a maior relevância em regiões industrializadas e com alta densidade demográfica, que apresentam alta demanda, acrescida de alto potencial de poluição.

Os sistemas de abastecimento de água produzem efluentes que podem ser conduzidos a seus destinos finais por sistemas de esgotamento sanitário. Estes sistemas podem ser tão simples como os de fossas sépticas, que apresentam alto risco de poluição do aquífero subterrâneo, como aqueles mais complexos que exigem a coleta e transporte dos efluentes em redes de esgotos até uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) para, finalmente, serem lançados de volta ao rio ou em outros corpos de água. O grau de eficiência do tratamento de esgotos determinará o impacto qualitativo que este lançamento estabelecerá no corpo de água de destino. Um problema que ocorre com grande frequência deriva da ausência ou da inadequação de tratamento de esgotos. Isso acarreta a poluição fluvial, com conseqüente aumento do custo de abastecimento a usuários de jusante, seja devido à necessidade de tratamentos de água mais elaborados, seja pela necessidade de suprimento em outros mananciais não poluídos.

O uso da navegação relaciona-se a sistemas hidroviários. Estes sistemas têm por objetivo permitir o transporte fluvial. A capacidade de transporte é técnica e economicamente estabelecida pela largura do canal de navegação e, principalmente, pela sua profundidade. A largura e profundidade natural podem ser ampliadas por dragagens e derrocamentos do leito dos rios. Como o regime de vazões dos rios é variável, a profundidade em cada seção fluvial varia ao longo do tempo, sendo crítica durante a estiagem. Para aumentá-la pode-se implantar a montante da seção crítica reservatórios de regularização, visando ao aumento das vazões de estiagem. Outra alternativa é a construção de barragens de navegação a jusante da seção crítica, objetivando elevar o nível de água. Ambas as obras exigem a construção de eclusas de navegação para permitir que os barcos as ultrapassem. A qualidade das águas não são relevantes para estas demandas.

No caso de recreação e amenidades ambientais a qualidade das águas são tão ou mais importantes que a quantidade. Mesmo nas situações em que não haja contato direto, como na apreciação cênica, as exigências qualitativas são muito estritas.

As demandas de água na agricultura e pecuária ocorrem em estabelecimentos rurais, podendo determinar a implantação de pequenos sistemas de abastecimento com nenhum ou com sistema de tratamento simplificado. A quantificação da demanda pode ser realizada em função da intensidade da atividade agrícola, número de pessoas envolvidas e de cabeças de gado. A irrigação é estabelecida para suplementar a disponibilização natural de água para os cultivos, realizada pelas chuvas. Em regiões áridas ou semi-áridas a irrigação pode ser a única fonte hídrica na estação de cultivo. O dimensionamento das demandas de água para irrigação é um processo complexo que exige a realização de balanços hidroagrícolas que levam em consideração o clima, o solo, as culturas, métodos de irrigação e área cultivada. Devido às grandes demandas resultantes não é, em geral, economicamente eficiente cogitar-se o tratamento de água.

A piscicultura, o uso de estuários e de banhados (pântanos) correspondem aos usos não-consuntivos e locais nos quais são criadas ou preservadas condições para o desenvolvimento de espécies com valor comercial. No caso de piscicultura, pode ser explorado o ambiente natural, ou implantado lago ou tanque de peixes que reproduza as condições ideais. O uso de estuários aproveita as condições especiais do contato entre água doce e salgada. O uso de banhados visa à manutenção da diversidade biológica destes ambientes para propiciar o desenvolvimento de espécies de interesse econômico.

A demanda industrial da água decorre de seu aproveitamento para arrefecimento de processos com geração de calor, como fonte de energia hidráulica ou para geração de vapor com altas pressões, objetivando a geração de energia elétrica, como elemento de desagregação ou diluição de partículas minerais, como insumo de processo industrial e, finalmente, como meio fluido para transporte. Com exceção da geração de energia em hidrelétricas, existe comprometimento de água no processo, seja por evaporação ou por diluição de substâncias, que fazem consuntivos os usos industriais por tornarem a disponibilidade quantitativa reduzida ou a qualitativa degradada. A demanda hídrica depende da produção. Restrições qualitativas podem estar presentes nos processos de arrefecimento e geração de vapor, e quando a água entra como insumo de processo industrial.

Em grande parte das atividades humanas e, especificamente, naquelas que usam a água, existe a geração de resíduos. A água pode ser usada como meio de transporte destes resíduos, e para suas diluições e depurações. Nestes processos de depuração a água entra como veículo para substâncias como o oxigênio, fundamental para o desenvolvimento de microorganismos aeróbios, que transformam os resíduos em substâncias estáveis. A capacidade de manutenção deste processo de depuração em corpos de água é relacionada com a quantidade de oxigênio diluído, a qual é limitada e dependente da temperatura do meio. O processo de oxigenação é propiciado tanto por turbulências na interface ar-água, sendo por isso intenso em cachoeiras ou trechos fluviais agitados, como também pela atividade fotossintética de algas e macrófitos submersos. O lançamento contínuo de resíduos oxidáveis na água pode promover uma demanda acelerada de oxigênio, para sua oxidação biológica, eventualmente superior à taxa de reoxigenação. Sob este desequilíbrio esgota-se o oxigênio e perecem as formas de vida dele dependentes, incluindo peixes. Também cessa o processo de degradação aeróbio e em seu lugar surgem condições anaeróbias, as quais geram alterações substanciais no ecossistema, caso persista o desequilíbrio. Estas alterações são percebidas como poluição, mas representam unicamente uma adaptação às condições vigentes, sendo que o processo de degradação anaeróbia dos resíduos continua até estabelecer-se um novo equilíbrio (MARQUES, 1993). Este uso de água,

quando limitado à capacidade de assimilação⁴ do meio hídrico e quando não causa o desequilíbrio citado, não ocasiona poluição e nem os custos sociais e ambientais dela decorrentes.

Outras formas de lançamento, cuja capacidade de assimilação é baixa ou nula, é a de substâncias tóxicas, carcinogênicas, teratogênicas e mutagênicas. Elas causam danos ambientais e sociais muitas vezes irreversíveis e que frequentemente são identificados apenas a longo prazo, quando não mais poderão ser penalizados os causadores e nem tomadas medidas mitigadoras.

As demandas referentes à proteção das águas satisfazem a uma categoria mais complexa de necessidades da sociedade moderna, relacionadas com as suas vinculações com o ambiente natural. Elas podem ser pela preservação do meio hídrico, significando sua manutenção no estado natural, ou pela conservação, significando a manutenção no estado corrente, ou pela recuperação, quando implica na melhoria da qualidade corrente, quando alguma alteração já poderá ter ocorrido em relação ao estado natural. As demandas anteriores enfocavam a água como recurso, com valor de uso. Nesta situação existem outros tipos de valores sociais que devem ser considerados:

- Valor de opção de uso da água é valor derivado do seu uso potencial para promover o bem-estar da sociedade.

Ele se contrapõe ao valor de uso que se refere ao uso corrente. No caso em tela a referência é a um uso futuro provável. Esta classe de valores pode ser associada à estratégia de preservação de opções, tendo em vista a incerteza inerente ao futuro de longo prazo, que poderá tornar certos bens relacionados com a água com valor social expressivo. Tal situação ocorreria na proteção a um banhado em face de sua diversidade biológica, como fonte de possíveis riquezas no futuro. Quando o objetivo é a preservação para as futuras gerações este valor pode ser denominado valor de herança ou legado.

- Valor intrínseco é aquele associado aos recursos hídricos, independente da possibilidade de seu uso, corrente ou potencial, para promover o bem-estar da sociedade.

Aceita-se aqui a premissa filosófica de que não cabe ao ser humano a valoração do ambiente, pois ele possui um *valor em si*. Alternativamente, existem valores estabelecidos pela sociedade em uma base de "não uso", que determinam uma satisfação social pela simples *existência* de um bem ambiental (valor de existência). Para estes valores, a preservação de um rio (estado natural) teria um valor intrínseco ou de existência, mesmo que nenhum uso corrente ou potencial pudesse ser atribuído às suas águas.

USO MÚLTIPLO

No passado as pequenas necessidades hídricas podiam ser atendidas pelas disponibilidades naturais sem maiores investimentos que aqueles necessários para a captação da água. O desenvolvimento econômico foi mais intenso nas regiões de relativa abundância de água. O aumento populacional e do próprio desenvolvimento econômico acabaram por reduzir as disponibilidades em alguns locais e por tornar atraentes outras regiões carentes de água, exigindo maiores investimentos para obtê-las.

⁴ Esta capacidade de assimilação é quantificada como a carga de resíduos que não cause alterações qualitativas além de determinado nível de tolerância. Este nível de tolerância pode variar e depende do uso ao qual as águas se destinam (ver instrumento de enquadramento de águas em classes de usos preponderantes, no Capítulo 3)

A sociedade moderna ampliou consideravelmente a diversidade de usos das águas. O quadro tornou-se complexo com o aparecimento de demandas conflitantes. Nas regiões industrializadas, de exploração mineral e de concentração populacional, ocorre a degradação das águas estabelecendo conflitos com usuários que necessitem condições qualitativas melhores.

As disponibilidades de água podem ser inicialmente aproveitadas para o suprimento de demandas singulares através de projetos que visem ao atendimento de um único propósito. Por exemplo, uma região na qual é estabelecido um projeto de agricultura irrigada. Devido ao efeito multiplicador destes projetos, é possível que, após algum tempo, haja necessidade de satisfação de diversas demandas hídricas de outras naturezas, induzidas pelo projeto inicial. Por exemplo, abastecimento doméstico, navegação, controle de cheias, de estiagem, da poluição, etc. Logo, em um estágio mais avançado de desenvolvimento econômico, existirão pressões para que o sistema seja utilizado atendendo a múltiplos propósitos. Isso não impede, porém, que um projeto pioneiro de desenvolvimento regional contemple, desde o início, diversos usos. Por exemplo, um projeto de irrigação que preveja uma via navegável para escoamento da produção, uma pequena hidrelétrica para fornecer energia para as bombas de recalque, um parque industrial, de primeira geração, para processar a produção agrícola. Isso tudo, sem esquecer o abastecimento doméstico de água e energia elétrica aos agricultores.

Mais rotineiramente no entanto, e por vício de estruturas institucionais organizadas por setores da economia, as diversas finalidades poderão ser contempladas independentemente por sistemas de recursos hídricos não integrados. Neste caso o setor energético implementaria suas hidrelétricas, o agrícola seus distritos de irrigação, o de transporte suas hidrovias, etc. A operação desses sistemas não-integrados será desenvolvida sem contratempos até um estágio de utilização intensificada em que serão estabelecidos conflitos entre os diversos usos da água. Nesta situação surgirá a necessidade de harmonização dos diversos usos e sistemas, seja por regulamentações, seja pela expansão da oferta, já em uma base de gerenciamento integrado, de forma a ampliar ou adequar as disponibilidades hídricas com as diversas demandas.

Os conflitos de uso das águas podem ser classificados como :

- Conflitos de destinação de uso: esta situação ocorre quando a água é utilizada para destinações outras que não aquelas estabelecidas por decisões políticas, fundamentadas ou não em anseios sociais, que as reservariam para o atendimento de necessidades sociais, ambientais e econômicas; por exemplo, a retirada de água de reserva ecológica para a irrigação.
- Conflitos de disponibilidade qualitativa: situação típica de uso em corpos de água poluídos.

Existe um aspecto vicioso nestes conflitos pois o consumo excessivo reduz a vazão de estiagem deteriorando a qualidade das águas já comprometidas pelo lançamento de poluentes. Esta deterioração por sua vez, torna a água ainda mais inadequada para consumo.

- Conflitos de disponibilidade quantitativa: situação decorrente do esgotamento da disponibilidade quantitativa devido ao uso intensivo.

Exemplo: uso intensivo de água para irrigação impedindo outro usuário de captá-la, ocasionando em alguns casos esgotamento das reservas hídricas. Este conflito pode ocorrer também entre dois usos não-consuntivos: operação de hidrelétrica estabelecendo flutuações nos níveis de água acarretando prejuízos à navegação.

Em conjunto com esses conflitos ocorrem incrementos das demandas hídricas devido ao aumento populacional, agravando o problema de abastecimento, particularmente nas regiões semi-áridas. Outro problema é o controle de inundações que se tornou imperativo nas regiões que sofreram o efeito simultâneo da urbanização não planejada, que impermeabilizou o

solo e invadiu o leito maior dos rios, e do manejo do solo não adequado, que assoreou os cursos de água.

O estágio de apropriação dos recursos hídricos no Brasil atingiu um nível em que conflitos de uso são fartamente detectados nas regiões mais desenvolvidas ou mais carentes de água. Além daqueles relacionados com a qualidade de água, notados nas bacias urbanizadas e industrializadas, existem também conflitos quantitativos. Na bacia do rio Jacuí, RS, ocorrem problemas dessa natureza entre a geração de energia e a navegação, entre a navegação e a irrigação de arroz, e entre a irrigação do arroz e o abastecimento de água. Este último conflito ocorre na Bacia do rio Araranguá, SC, agravado por problemas qualitativos originados na mineração do carvão. Os problemas de qualidade e quantidade de água na região metropolitana de São Paulo exigem soluções a curto prazo. No rio São Francisco começam a ser intensificados os conflitos entre a irrigação e a geração de energia, particularmente após as intenções de transpor parte de suas águas para os estados do Ceará e Rio Grande do Norte. No Centro-Oeste e Norte ocorre a poluição dos rios pela atividade de mineração.

Conclui-se que o uso múltiplo das águas pode ser uma opção inicial, mas é também uma conseqüência natural do desenvolvimento econômico. A integração harmônica destes usos é a opção existente e que tem como alternativa conflitos entre usuários.

Vantagens do uso múltiplo integrado

Ao implantar ou expandir um sistema de recursos hídricos com atendimento integrado a múltiplos usos a capacidade final do sistema pode não ser necessariamente igual à soma das capacidades individuais daqueles sistemas que teriam capacidade de atender a um único uso cada um. Isso decorre da própria natureza das demandas hídricas. Com freqüência, o padrão diário ou sazonal da demanda de um tipo de uso pode ser tal que o sistema de suprimento trabalhe com folga em determinados períodos. Durante estes períodos pode ser previsto, sem qualquer expansão, o atendimento a outro uso.

Exemplo: suponha que um sistema dever abastecer de água um distrito de agricultura irrigada. Apenas durante certos períodos do ano ocorrem déficits agrícolas que necessitem ser atenuados pela irrigação. O sistema estaria sem uso no restante do tempo. Seria possível, neste caso, prever um uso alternativo nestes períodos de ociosidade. Deve ser notado porém que o sistema de abastecimento agrícola durante o período sem uso pode estar na fase de formação de reservas hídricas essenciais para garantir o abastecimento futuro. Não há nesta situação possibilidade de se dar um uso alternativo à água em acumulação.

Outro tipo de possibilidade ocorre quando a captação e retorno de água destinada a um uso não-consuntivo se faça de forma a permitir o seu uso alternativo. Neste caso não existirão conflitos e o sistema pode atender a ambos usos sem aumento de capacidade. Porém, na medida em que os padrões temporais das demandas hídricas alternativas não sejam coincidentes entre si e com o padrão temporal das disponibilidades, pode haver conflitos.

Exemplo: suponha que um sistema seja composto por um reservatório que adequa o padrão temporal da disponibilidade com o padrão temporal da demanda hídrica para a geração de energia elétrica, um uso não-consuntivo. Caso se pretenda incluir o atendimento ao abastecimento agrícola, o padrão temporal da demanda agrícola dever ser sintonizado com o da demanda de energia elétrica. Em outras palavras, a demanda de energia em qualquer instante deve exigir um turbinamento de água cujo volume seja pelo menos igual à demanda agrícola. Na situação em que isso não ocorra, o atendimento ao abastecimento agrícola poder ser feito apenas de forma parcial.

A promoção do uso conjunto sem expansão de sistemas de recursos hídricos pode ser referida como *compartilhamento* do sistema. No exemplo apresentado, o compartilhamento foi

realizado sobre a própria descarga hídrica. Em outros casos poder haver o compartilhamento das estruturas. Por exemplo, um reservatório dever ter um vertedor para escoar grandes cheias. A dimensão do vertedor depende da hidrologia da bacia de drenagem e não da capacidade do reservatório atender a uma dada demanda hídrica. Assim, seja para promover o atendimento a uma demanda singular ou a várias demandas, o vertedor terá a mesma dimensão e possivelmente o mesmo custo. Ao serem agregadas ao sistema diversas demandas, o custo deste vertedor poder ser rateado entre elas.

A segunda vantagem do uso múltiplo e integrado está nas economias de escala captadas na implantação do sistema. Elas ocorrem quando os custos de investimento, operação e manutenção por unidade da dimensão do projeto diminuem com a dimensão total. Isso faz com que a construção de um projeto que atenda a vários usos seja mais vantajosa do que se construir vários projetos isolados que atendam a usos singulares. Esta vantagem é obtida em função de outro tipo de compartilhamento decorrente da obtenção de uma maior produtividade do trabalho, por meio da especialização, da maior diluição dos custos fixos que independem do número de usuários e de um maior poder de barganha com a aquisição de grandes quantidades de insumos. Como este efeito decorre da escala maior do empreendimento, ele é denominado *economia de escala*.

Desvantagens do uso múltiplo integrado

As desvantagens do uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos são de caráter gerencial. O compartilhamento dos recursos hídricos por diversos usuários dever exigir o estabelecimento de regras operacionais frequentemente complexas para que a apropriação da água seja realizada de forma harmônica. Além disso haverá necessidade de centralização das decisões, com a possibilidade de serem estabelecidas entidades multissetoriais de porte considerável e difícil administração. Ou a previsão da articulação das políticas de entidades setoriais, através, por exemplo, de colegiados administrativos. Em uma administração pública grandemente centralizada e organizada por setores econômicos, a constituição destes tipos de arranjos apresenta grandes dificuldades políticas e institucionais.

Não obstante este aspecto, é importante frisar que o uso múltiplo dos recursos hídricos não é uma opção que faz o planejador, mas uma realidade que ele enfrenta com o desenvolvimento econômico. As alternativas existentes são integrar estes usos de uma forma harmônica, em que pese a complexidade da administração, ou deixá-los de uma forma desarticulada enfrentando, como conseqüência, conflitos entre os usuários que comprometerão a eficiência do uso.

INTERDISCIPLINARIEDADE DA GESTÃO DAS ÁGUAS

GLENNE, citado por GOODMAN (1976), listou conhecimentos envolvidos na atividade de Gestão das Águas, conforme apresentado na Tabela 2, após algumas adaptações. Ela mostra ser impossível para uma única pessoa, ou mesmo um pequeno grupo de pessoas, ter o domínio necessário destas disciplinas. Isso leva necessariamente à formação de grupos interdisciplinares para a execução da Gestão das Águas. Como conseqüência, surge o problema de inter-relacionamento de profissionais com conhecimentos distintos. Para possibilitar isso, há necessidade de que cada profissional atuante em uma equipe de Gestão das Águas tenha conhecimentos básicos em diversas outras disciplinas que não aquela que domine. Por exemplo, um especialista na área dos recursos hídricos deve ter uma boa base em diversas disciplinas

técnicas e conhecimentos gerais de diversas disciplinas classificadas como não-técnicas ou semi-técnicas.

Tabela 2 - Disciplinas do Planejamento dos Recursos Hídricos

TÉCNICAS		SEMI-TÉCNICAS	NÃO-TÉCNICAS
Domínio principal	Domínio conexo		
Hidráulica Hidrologia Saneamento ambiental Saneamento básico Estruturas hidráulicas Erosão e sedimentação	Computação Modelagem matemática Análise numérica Instrumentação Geoprocessamento Sensoriamento remoto Estatística Análise sistêmica	Planejamento territorial Meteorologia Oceanologia Engenharia de minas Geografia Biologia Botânica Zoologia Piscicultura Turismo, recreação e lazer Saúde pública Antropologia Geologia Agronomia Química Ecologia	Economia Administração Direito Ciências políticas Sociologia Psicologia Comunicação Pedagogia

PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA GESTÃO DAS ÁGUAS

Os princípios orientadores da gestão racional do uso, controle e proteção das águas foram sintetizados por VEIGA DA CUNHA ET ALII. (1980):

1 - *"A avaliação dos benefícios para a coletividade resultantes da utilização da água deve ter em conta as várias componentes da qualidade de vida: nível de vida, condições de vida e qualidade do ambiente."*

Este princípio é auto-explicativo. Os benefícios devem ser considerados da forma mais ampla e abrangente, em termos de suas contribuições à qualidade de vida. Isso leva em conta o nível e condições de vida ou seja, dentro de determinada condição que pode ser ditada pelo ambiente, tradições e cultura, que nível de vida, representado pela possibilidade material de acesso à satisfação, pode ser atingido e que padrão mínimo deve ser alcançado compulsoriamente. A inserção da qualidade ambiental reflete a íntima relação entre a qualidade do ambiente e a satisfação, no presente e no longo prazo.

2 - *"A unidade básica de gestão dos recursos hídricos deve ser a bacia hidrográfica."*

A bacia hidrográfica, através da rede de drenagem fluvial, integra grande parte das relações causa-efeito que devem ser tratadas na gestão. Embora existam outras unidades político-administrativas a serem consideradas, como o municípios, Estados, regiões e países, estas unidades não apresentam necessariamente o caráter integrador da bacia hidrográfica, o que pode tornar a gestão parcial e ineficiente caso fossem adotadas.

3 - *"A capacidade de autodepuração dos cursos de água deve ser considerada como um recurso natural cuja utilização é legítima, devendo os benefícios resultantes desta utilização reverter para a coletividade; a utilização dos cursos de água como meio receptor de efluentes rejeitados não deve, contudo, provocar a rotura dos ciclos ecológicos que garantem os processos de autodepuração."*

O transporte, diluição e depuração de efluentes são considerados usos dos recursos hídricos. Os corpos de água têm uma capacidade de assimilação de resíduos⁵ que deve ser obedecida sem o que haverá poluição e degradação das águas. Esta capacidade de assimilação deve ser adequadamente rateada entre a sociedade, evitando o seu comprometimento unilateral. Por exemplo, uma indústria ao lançar seus efluentes em um rio poderá utilizar toda sua capacidade de assimilação, impedindo que outros usuários o façam, sem que ocorra a poluição. Esta capacidade deve ser rateada entre os potenciais usuários promovendo o máximo de satisfação para a sociedade.

4 - *"A gestão das águas deve abranger tanto as águas interiores superficiais e subterrâneas como as águas marítimas costeiras."*

Este princípio introduz na gestão das águas a unidade do ciclo hidrológico, que acarreta a inviabilidade de gerir separadamente o que é naturalmente uno. A qualidade das águas interiores afetará a qualidade das águas costeiras. A gestão quantitativa e qualitativa das águas superficiais afetará a quantidade e qualidade das águas subterrâneas e vice-versa.

5 - *"A gestão dos recursos hídricos deve considerar a ligação estreita existente entre os problemas de quantidade e qualidade das águas."*

Este princípio amplia o anterior ao evidenciar que os aspectos qualitativos são indissociáveis dos aspectos quantitativos da água. A qualidade da água é estabelecida pela concentração de substâncias que nela são diluídas. O aumento de concentração, e conseqüente comprometimento da qualidade, pode acontecer tanto pelo aumento da emissão destas substâncias quanto pela diminuição do volume de água que a dilui. Ao serem estabelecidas obras que afetem o regime quantitativo dos corpos de água as suas qualidades serão também afetadas, devendo estas questões serem tratadas de forma conjunta.

6 - *"A gestão dos recursos hídricos deve processar-se no quadro do ordenamento do território, visando a compatibilização, nos âmbitos regional, nacional e internacional, do desenvolvimento econômico e social com os valores do ambiente"*.

O ordenamento territorial estabelece a compatibilização entre a disponibilidade e a demanda de uso dos recursos ambientais⁶, evitando conflitos e promovendo a articulação das ações. O uso de um recurso ambiental raramente ocorre de forma isolada. Para ficar apenas em um exemplo, a gestão dos recursos hídricos tem repercussões no uso do solo, e vice-versa. Desta forma, as águas não podem ser geridas de forma isolada, mas sua gestão deve ser articulada no quadro da gestão de todos os recursos ambientais, que deve ser realizada pelo ordenamento territorial.

⁵ Ver nota de rodapé anterior.

⁶ Ver definição de recursos ambientais na lei 6938 da Política Nacional do Meio Ambiente, capítulo 2.

7. *"A crescente utilização dos recursos hídricos bem como a unidade destes em cada bacia hidrográfica acentuam a incompatibilidade da gestão das águas com sua propriedade privada."*

Alguns recursos ambientais como o solo podem ser geridos com razoável eficiência através da admissão da propriedade privada. Isto decorre de que a maioria das conseqüências de uma boa ou má gestão, como por exemplo o grau de fertilidade e de erosão decorrentes do manejo agrícola, é espacialmente limitada, atingindo via de regra a própria área onde se verifica, ou seja, a propriedade agrícola. As perdas de fertilidade e de solo têm ocorrido, em certas regiões de forma preocupante, mas os proprietários tendem a reagir adequadamente às campanhas de conservação, pois os prejuízos decorrentes de não fazê-lo serão sofridos na sua maior parte por eles mesmos. Isto significa que os efeitos colaterais ou, como é denominado no jargão econômico, as externalidades negativas, são pequenas. No caso dos recursos hídricos isto geralmente não ocorre pelo fato de ser um recurso fluido e móvel. A poluição de um rio é um exemplo que mostra que nem sempre o seu causador é o que sofre suas conseqüências.

Existem certas correntes que argumentam que se a água fosse propriedade privada este problema de poluição não ocorreria. O proprietário, ao constatar a poluição, poderia exigir aos seus causadores ressarcimento dos prejuízos. No entanto, existem enormes dificuldades para que esta tarefa seja devidamente realizada. Inicialmente, a constatação da poluição que somente pode ser realizada visualmente quando atinge níveis elevados. Depois a sua quantificação, para o que é necessário a amostragem freqüente e exames laboratoriais caros e inacessíveis a grande parte da população. Em seguida, o problema da identificação dos poluidores, tarefa que exige uma fiscalização permanente, incompatível de ser assumida por uma parte privada. Finalmente a questão de responsabilização legal, que gera contenciosos que se arrastam por vários anos, com custos inacessíveis a grande parte da sociedade. Ocorre neste caso dificuldades insuperáveis de negociação e de responsabilização legal entre as partes envolvidas, devido às dificuldades de identificação do problema e de seus causadores, e aos grandes custos e tempo necessários para o acerto entre as partes. Diante disto, há uma tendência mundial em estabelecer a água como bem sobre o domínio do Estado (União e suas unidades), surgindo daí o Gerenciamento das Águas como atividade de governo. Estes atributos, no Brasil, são objeto de dispositivos constitucionais, como será visto no Capítulo 2.

8 - *"Todas as utilizações dos recursos hídricos, com exceção das correspondentes a captações diretas de água de caráter individual, para a satisfação de necessidades básicas, devem estar sujeitas a autorização do Estado. "*

Este princípio visa a assegurar na prática o exercício de propriedade da água pelo Estado e estabelecer um instrumento importante de gestão, pela possibilidade de compatibilizar o uso à disponibilidade dos recursos hídricos.

9 - *"Para por em prática uma política de gestão das águas é essencial assegurar a participação das populações através de mecanismos devidamente institucionalizados."*

A participação direta da sociedade nas decisões visa ao estabelecimento de uma descentralização de decisões, da consideração de diversos pontos de vista na gestão e de um comprometimento consciente da população com as medidas que sejam implementadas. Este processo de participação pública é de difícil implantação devido à falta de costume e à inexistência de mecanismos institucionais que a viabilizem. Uma das experiências de maior sucesso que tem sido desenvolvidas é a criação de Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográficas, que reúnem representantes de entidades públicas e privadas, de usuários e de associações comunitá-

rias, interessados na gestão das águas de uma bacia. A estes comitês são atribuídas funções de decisão sobre as medidas a serem implementadas para promoção do uso, controle e proteção da água na bacia.

10 - "*A autoridade em matéria de gestão dos recursos hídricos deve pertencer ao Estado*".

Sendo os recursos hídricos propriedade do Estado cabe a ele a autoridade de gestão. Este princípio estabelece, portanto, limitações à participação da sociedade na gestão, justificada pela constatação de que poderão existir interesses sobre as águas de uma bacia que extrapolam os interesses da população local. Exemplos disto são a energia elétrica, que pode ser gerada em um rio para ser consumida em centros distantes, e a proteção ambiental, que pode ser do interesse de toda sociedade e das gerações futuras, e entrar em conflito com os interesses locais. Estes exemplos mostram que a Gestão das Águas se desenvolve através de um processo de negociação social, que pode envolver parte substancial da sociedade atual e das gerações futuras. A autoridade de gestão deve pertencer ao Estado para permitir que esta negociação seja realizada de forma legítima, considerando todos os interesses envolvidos, tantos das gerações presentes, quanto das futuras.

11 - "*Na definição de uma política de gestão das águas devem participar todas entidades com intervenção nos problemas da água. Todavia, a responsabilidade pela execução desta política deve competir a um único órgão que coordene, a todos os níveis, a atuação daquelas entidades em relação aos problemas da água.*"

Sendo múltiplos os usos da água, diversas entidades deverão participar de sua gestão. A articulação e a harmonização dos diferentes interesses deve ser da responsabilidade de um organismo único, viabilizando a necessária coordenação, em todos os níveis de decisão existentes. Este organismo tem sido projetado na forma de Conselhos Nacionais ou Estaduais de Recursos Hídricos, que reúnem representantes de ministérios e secretarias estaduais relacionados com a água, seus usuários e representantes da sociedade.

EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A evolução dos mecanismos institucionais (legais e organizacionais) e financeiros para a Gestão de Recursos Hídricos ocorreu ao longo de três fases. Em cada uma destas fases foram adotados modelos gerenciais cada vez mais complexos mas que, não obstante isso, possibilitaram uma abordagem mais eficiente do problema: o modelo burocrático, o modelo econômico-financeiro e o modelo sistêmico de integração participativa.

Modelo Burocrático

Este modelo começou a ser implantado no final do século XIX. Nele, o objetivo predominante do administrador público é cumprir e fazer cumprir os dispositivos legais. Tem como principais características a racionalidade e a hierarquização. Para instrumentalização deste processo, em face da complexidade e abrangência dos problemas das águas, é gerada uma grande quantidade de leis, decretos, portarias, regulamentos e normas sobre uso e proteção, alguns dos quais se tornam inclusive objeto de disposições constitucionais. Como consequência, a autoridade e o poder tendem a concentrar-se gradualmente em entidades públicas, de na-

tureza burocrática, que trabalham com processos casuísticos e reativos destinados a aprovar concessões e autorizações de uso, licenciamento de obras, ações de fiscalização, de interdição ou multa, e demais ações formais de acordo com as atribuições de diversos escalões hierárquicos.

As principais falhas desse modelo, identificadas pelos estudiosos da administração de organizações (TONET E LOPES, 1994), são que as reações e comportamentos humanos são considerados previsíveis e que a excessiva atenção dada aos aspectos formais impede a percepção dos elementos dinâmicos: o meio em que a organização se insere, a personalidade dos atores que nela contracenam, e as relações de poder que permeiam a organização. As anomalias resultantes são:

- a visão fragmentada do processo, fazendo com que os atores exacerbem a importância das partes de sua competência e se alheiem dos resultados finais pretendidos e que justificam a própria existência da gestão;
- desempenho restrito ao cumprimento de normas e o engessamento da atividade de gestão por falta de flexibilidade para o atendimento de necessidades não rotineiras;
- dificuldade de adaptação a mudanças internas e externas, com tendência a perpetuação de normas de procedimento mesmo após a extinção dos fatos que as geraram;
- centralização do poder decisório nos escalões mais altos, geralmente distantes do local em que ocorre a demanda de decisão, com demoras desnecessárias e descompromisso da parte que recebe as demandas, mas não tem o poder de atendê-las;
- padronização no atendimento a demandas, que nem sempre considera expectativas ou necessidades específicas, resultando em conflitos que reforçam a percepção da ineficiência e da falta de eficácia, comprometendo a imagem do sistema de gestão;
- excesso de formalismo, do qual decorrem controles sobre controles, exigindo pessoal para acompanhamento, registro de dados e supervisão de trabalhos, acúmulo de papéis em diversas vias, morosidade no processo de comunicação e de ação, etc.
- pouca ou nenhuma importância dada ao ambiente externo ao sistema de gestão, que possui demandas nem sempre percebidas; as pressões externas, quando acentuadas, são vistas como ameaças indesejadas e não como estímulos ao desenvolvimento e à inovação.

Diante disto, a autoridade pública se torna ineficiente e politicamente frágil ante os grupos de pressão interessados em outorgas, concessões, autorizações e licenciamentos para benefícios setoriais ou unilaterais. A inadequação desta situação tem como consequência o surgimento e agravamento dos conflitos de uso e proteção das águas, que realimentam o processo de elaboração de instrumentos legais, dentro da assertiva de que "*se alguma coisa não está funcionando é por que não existe lei apropriada*". Isto acaba por produzir uma legislação difusa, confusa, muitas vezes conflitante e quase sempre de difícil interpretação ou permitindo diversas interpretações, com o consequente agravamento dos problemas da administração pública. Essa, de um quadro de atuação ineficiente, passa para outro de total inoperância. Nessa situação, surge uma reação contrária, sintetizada pela frase "*já existem leis suficientes, havendo simplesmente necessidade de serem aplicadas*". Neste caso remete-se a culpa do fracasso do modelo à lentidão da justiça e à inoperância, ou mesmo venalidade, do poder público, conjugados com atitudes ambientalmente criminosas dos agentes econômicos. A Gestão de Recursos Hídricos torna-se uma questão de polícia, desconhecendo-se que estes sintomas tem como causa fundamental a carência de um sistema efetivo, eficaz e eficiente para sua promoção.

Apesar de ter fracassado na produção de uma gestão eficiente dos recursos hídricos, este modelo muitas vezes tem encontrado condições propícias para ser reformulado no processo de reorganização institucional de muitos países. A ótica, do que poderia ser denominado por modelo neo-burocrático, é que seria possível o preparo de leis adequadas, pela produção

de uma legislação totalmente nova e, desta vez, articulada e eficiente, em conjunto com seus licenciamentos, outorgas, controles e punições. No entanto, deve ser compreendido que, por um lado, a legislação anterior não foi resultado da incompetência dos administradores, juristas e legisladores mas da limitação do processo que tal opção propicia. Sendo assim, ao ser novamente adotado este modelo, a tendência é de se cometer outra vez os mesmos erros. Por outro lado, a dificuldade em se aplicá-lo não resulta unicamente da incompetência ou venalidade da administração pública, ou da lentidão da justiça, mas das limitações do próprio modelo. Há necessidade, portanto, de um modelo de Gestão de Recursos Hídricos operacionalizado e instrumentalizado por uma legislação efetiva, que encontre no processo civil ou criminal uma alternativa extrema de negociação mas nunca sua única opção para promoção do desenvolvimento sustentável.

Modelo Econômico-Financeiro

Este modelo pode ser considerado como um desdobramento da política econômica preconizada por John Maynard Keynes que destacava a relevância do papel do Estado como empreendedor, utilizada na década de 30 para superar a grande depressão capitalista. Teve como uma das conseqüências a criação nos EEUU da Tennessee Valley Authority (TVA) em 1933, como a primeira Superintendência de Bacia Hidrográfica. É também fruto da introdução da Análise Custo-Benefício a projetos públicos, cujas bases de aplicação aos recursos hídricos foram estabelecidas pelo Flood Control Act, novamente nos EEUU, em 1936.

Ele é caracterizado pelo emprego de instrumentos econômicos e financeiros, ministrados pelo poder público, para promoção do desenvolvimento econômico nacional ou regional, e indução à obediência das disposições legais vigentes. Pode aparecer com duas orientações: em uma delas o modelo é alicerçado em prioridades setoriais do governo. Tem como força motora programas de investimentos em setores usuários dos recursos hídricos, como saneamento, irrigação, eletrificação, etc, e como entidades privilegiadas autarquias e empresas públicas. Na outra orientação, mais moderna, o modelo busca o desenvolvimento integral e, portanto, multi-setorial de uma bacia hidrográfica, como no caso do TVA. Esta segunda orientação é mais rara devido a organização institucional do Estado ser orientada por setores econômicos, dificultando e até inviabilizando o preparo de planos multi-setoriais. As Superintendências de Bacia Hidrográfica ficam vinculadas, via de regra, a ministério ou secretaria estadual setorial cujas atribuições são limitadas ao setor específico.

Os instrumentos econômicos e financeiros são aplicados tendo em vista uma concepção de sistema: setorial, como o de saneamento, o de energia ou integral, como o sistema da bacia hidrográfica. São reconhecidas as necessidades e limitações impostas pelo meio, e estabelecidos planos estratégicos para consecução da missão da organização. É entendido que não existe um único método para isso, sendo buscado o mais efetivo.

A principal falha desse modelo é que adota concepção relativamente abstrata para servir de suporte para a solução de problemas contingenciais: o ambiente mutável e dinâmico exige grande flexibilidade do sistema de gestão para adaptações freqüentes e diversas. Ele esbarra na necessidade de criar um enorme sistema que compatibilize as intenções espaciais e temporais de uso e proteção das águas, ficando ainda mais evidenciada a necessidade de flexibilidade. Esta dificuldade leva a definição de sistemas parciais, relativamente fechados, como demonstra a experiência de muitos países. Nessa orientação, a injeção de recursos financeiros acarreta o desenvolvimento dos setores selecionados pelos programas governamentais. Isto pode causar um desbalanceamento entre os diversos usos dos recursos hídricos e destes usos com os objetivos de proteção das águas. Pode ocorrer uma apropriação excessiva e, mesmo, perdulária, por certos setores, o que restringe a utilização social e, mesmo, economicamente ótima da á-

gua, por um lado. Possibilita a intensificação do uso setorial não integrado em certas bacias de importância econômica acarretando quase sempre os mesmos conflitos do modelo burocrático, agora com caráter intersetorial e, até mesmo, intrasetorial. Finalmente, tende ou a subdimensionar a questão ambiental, ou a superdimensioná-la, no processo do planejamento integrado da bacia, dando origem a processos traumáticos e muitas vezes exacerbados de contestação que colocam em oposição grupos autodenominados "desenvolvimentistas" ou "ambientalistas".

Não obstante estas críticas, este modelo, mesmo com a orientação setorial adotada, representa um avanço em relação ao anterior já que, pelo menos setorial e circunstancialmente, possibilita a realização do planejamento estratégico da bacia e canaliza recursos financeiros para implantação dos respectivos planos diretores. Isto permite a ocorrência de um certo grau desenvolvimento no uso, no controle ou na proteção das águas. Pode falhar porém na promoção da gestão integral, pois não assegura o tratamento global de todos os problemas e oportunidades de desenvolvimento e proteção já que depende das diretrizes estabelecidas pelo poder público que eventualmente é distante e insensível aos problemas locais e organizacionalmente é restrito ao tratamento setorial. Tende a criar entidades públicas com grandes poderes que estabelecem conflitos com outras preexistentes, resultando em impasses políticos de difícil solução. E tem uma grave consequência que aparece quando os programas são encerrados: muitas vezes são perdidos grandes investimentos realizados para propiciar um uso setorial dos recursos hídricos que não será mais privilegiado no futuro ou a bacia se torna extremamente vulnerável a atividades com potencial de degradação ambiental.

As críticas a esse modelo podem ser contestadas pela argumentação de que algumas bacias hidrográficas apresentam tal grau de carência quantitativa ou de deterioração qualitativa, real ou potencial, das águas, que somente programas de desenvolvimento ou proteção, envolvendo grandes investimentos, poderão solucioná-los. O estabelecimento de programas de investimentos não é aqui condenado e nem poderia sê-lo. O que se alega é que a Gestão de Recursos Hídricos não pode ser efetivada exclusivamente por programas setoriais, através da mediação do poder executivo. Há necessidade de estabelecimento de um modelo de gestão que possibilite o desenvolvimento econômico integral, ou seja, multi-setorial da bacia, socialmente eficiente e ambientalmente sustentável, o que implica no fomento, articulação e coordenação dos programas que sejam necessários para atender demandas e oportunidades de curto e longo prazo, e não apenas a implementação de programas setoriais não integrados e de caráter transitório. Um modelo que aumente a eficácia da geração e emprego de instrumentos legais, ao contrário de produzir uma legislação caótica. Enfim, há necessidade de um modelo com a capacidade de abordar como um todo os problemas e oportunidades de desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental), gerando e aplicando com eficiência os instrumentos legais e econômicos necessários, integrando e articulando as instituições públicas, privadas e comunitárias interessadas, dentro de uma concepção sistêmica, e por isto multi e inter-setorial, da Gestão de Recursos Hídricos.

Este modelo pode ser obtido com a segunda orientação do modelo econômico-financeiro, que visa ao desenvolvimento integral da bacia hidrográfica. O problema desta opção, já comentado previamente, é a necessidade de criação de entidades multi-setoriais de grande porte que concorrem pelo espaço político e administrativo com as demais entidades públicas setoriais atuantes na bacia. Isto dificulta muitas vezes a necessária articulação interinstitucional e com usuários e comunidade.

Modelo Sistêmico

Trata-se do modelo mais moderno de Gestão de Recursos Hídricos, objetivo estratégico de qualquer reformulação institucional e legal bem conduzida. Ele é alicerçado na atribuição

de *direitos de propriedade das águas*, pela qual seja o Estado, sejam particulares, assumem seu domínio, legalmente ou para efeitos práticos. Em função desse atributo de propriedade duas diretrizes distintas de gestão são estabelecidas que resultarão em modelos específicos.

Quando é admitida a propriedade privada das águas são estabelecidos esquemas de *regulação*, assumidos necessariamente pelo poder público, de forma a mediar os interesses públicos e privados de uso, controle e proteção das águas. São adotados mercados de direitos de uso como forma de promoção de alocações mais eficientes desse recurso, com diferentes níveis de restrição, inseridos via regulação. Essa regulação é promovida pela adoção de *instrumentos normativos e econômicos*. Essas são as características básicas dos sistemas de Gestão de Recursos Hídricos do Reino Unido e do Chile, como será visto adiante.

Quando a propriedade das águas é pública, é estabelecido um sistema de Gestão de Recursos Hídricos caracterizado por três determinações:

- a necessidade de *descentralização* da gestão, através da qual o Estado, sem abrir mão do domínio sobre a água, permite que a sua gestão seja realizada de forma compartilhada com a sociedade, mediante a participação de entidades especialmente implementadas;
- adoção do *planejamento estratégico* na unidade de intervenção da bacia hidrográfica, mediante o qual governo, usuários de água e sociedade negociam e estabelecem metas de desenvolvimento sustentável atreladas a instrumentos para alcançá-las;
- a utilização desses *instrumentos normativos e econômicos*, similares aos adotados na situação de propriedade privada das águas, mas que visam a atingir as metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas no planejamento estratégico.

Essas duas diretrizes-marco, a propriedade privada ou pública, decorrem da constatação de que um bem estratégico como a água, na medida em que seja abundante, pode ser tratado como um bem livre. Esta situação vigia no passado, antes que o uso da água assumisse as proporções que hoje apresenta nas regiões mais desenvolvidas. Quando se torna escassa há necessidade de serem estabelecidas formas de controle desta apropriação que somente podem ocorrer mediante a adoção da atributo de propriedade: comunitária, pública ou privada. A gestão mediante a propriedade comunitária, embora tenha ocorrido e ainda ocorra em certas regiões do planeta, apresenta dificuldades de implementação em situações de grande complexidade como as que oferecem regiões com grande desenvolvimento e complexos interesses sobre a água, que extrapolam os espaços geográficos que a atuação comunitária seria mais eficaz.

A gestão mediante o estabelecimento de direitos de propriedade privada e, consequentemente, de comercialização da água, deixa ao mercado o seu controle e a sua assignação. Devido a diversos problemas de obtenção de eficiência social neste tipo de controle privado ele deve sujeitar-se a regulação estatal. Cabe desta forma ao meio empresarial e aos usuários das águas a maior parte das ações de planejamento e de desenvolvimento baseados no uso dos recursos hídricos, cabendo ao Estado unicamente o estabelecimento de restrições tendo em vista o interesse público.

Na gestão mediante a propriedade pública das águas, o estado assume seu domínio, como ocorreu constitucionalmente no Brasil, em função da aceitação das premissas de que a propriedade comunitária é de difícil implementação e que a privada gera resultados insatisfatórios sob o ponto de vista público devido às imperfeições do mercado, mesmo que regulados.

Abordagens nas situações de propriedade privada das águas

Os tipos de entidades criadas por esse modelo são diversos. Poderá haver uma única entidade de bacia, de caráter privado, que assume para efeitos práticos o domínio da água, e a oferta para todos os usos e serviços demandados pelo público, como no modelo inglês adiante analisado. Ou haver um esquema mais descentralizado, com diversas entidades adquirindo e

negociando direitos de uso de água no mercado, para uso próprio ou para fornecimento de serviços hídricos ao público, como no Chile, situação que será também analisada adiante.

Os modelos e entidades de bacia gerados por essa abordagem são relativamente mais simples embora possam apresentar maior variabilidade que aqueles em que a propriedade é pública. As formas de participação pública, essencialmente regulatória, podem também variar mas não fogem às demandas básicas de regulação: proteção ambiental, de proteção à saúde pública, e de qualidade dos serviços hídricos, etc.

Os instrumentos normativos e econômicos adotados são, em essência, a outorga dos direitos de propriedade, e a cobrança pelos serviços de regulação pública. A outorga envolve desde os mecanismos iniciais de alocação de direitos de propriedade de água, mediante qualquer critério, até a criação de diferentes classes de áreas de proteção, onde a regulação buscará atender a demandas ambientais ou sociais que não sejam automaticamente providas pela ação privada. Envolve também a proteção de segmentos sociais carentes ante ao exercício do poder econômico. A cobrança pelo uso da água (do usuário para o Estado) visa a arrecadação de recursos para que o Estado regulador possa exercer essa atribuição e também a de proteção dos segmentos sociais carentes. Isso poderá determinar a cobrança na proporção do volume de água usada, ou na proporção da renda gerada por esse uso. Os recursos poderão ser aplicados na fiscalização do uso dos direitos de uso, na transferência de propriedade de água, e na atribuição de subsídios a usos de água socialmente relevantes que não possuam capacidade de pagamento. Difere portanto do caráter da cobrança realizada em mercados de água, que são criados como instrumento motor do sistema de transferência de direitos de uso, que têm como um dos objetivos o alcance de objetivos de alocação ótima desse recurso.

Abordagens nas situações de propriedade pública das águas

Situação distinta ocorre quando da *publicização* da água como no Brasil, constitucionalmente, e na França, para efeitos práticos. Nesse modelo as ações de planejamento e de desenvolvimento são coordenadas, com diversos graus de interferência da sociedade e usuários de água, pelo Estado. Como a ação estatal é mais presente, há necessidade de um maior formalismo em sua execução, ao contrário do que ocorre no modelo anterior, em que as ações são delegadas aos proprietários privados da água.

Diante das dificuldades que um controle estatal centralizado poderia acarretar, os sistemas mais modernos têm adotado o expediente da *descentralização participativa*. Nele, o Estado, apesar de manter o domínio e, portanto, o controle sobre a água, descentraliza a sua gestão permitindo a participação da sociedade e dos usuários de água através de entidades especialmente implementadas. Para tanto é estabelecida uma concepção sistêmica, na forma de uma matriz institucional de gestão, responsável pela execução de funções gerenciais específicas, e pela adoção de dois instrumentos:

- planejamento estratégico por bacia hidrográfica: baseado no estudo de cenários alternativos futuros, negociando e estabelecendo metas alternativas específicas de desenvolvimento sustentável (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental) no âmbito de uma bacia hidrográfica. Vinculados a estas metas são definidos prazos para concretização, meios financeiros e os instrumentos legais requeridos;
- a tomada de decisão através de deliberações multilaterais e descentralizadas: implementação de negociação social, baseada na constituição de um Organismo de Bacia Hidrográfica, do qual participem representantes de instituições públicas, privadas, usuários, comunidades e de classes políticas e empresariais atuantes na bacia. Esse organismo tem a si assegurada

a análise e aprovação de parte relevante dos planos e programas de investimentos vinculados ao desenvolvimento da bacia, permitindo o cotejo dos benefícios e custos correspondentes às diferentes alternativas.

No que diz respeito ao planejamento estratégico por bacia hidrográfica, deve ser entendido que os interesses de uso, controle e proteção das águas provêm de diversos setores. Há necessidade de serem conhecidos, ou pelo menos hipotetizados, os diversos planos setoriais de longo prazo, quantificando e hierarquizando as intenções de uso, controle e proteção de forma que seja possível a elaboração de um plano multi-setorial de longo prazo que buscará articular os interesses entre si e estes com as disponibilidades dos recursos hídricos. Como no planejamento de longo prazo não há possibilidade de obtenção de previsões confiáveis, estabelece-se a necessidade de formulação de cenários alternativos de uso, controle e proteção das águas que servirão de base para os planos setoriais. Não é possível estabelecer-se o cenário mais provável de ocorrer. Em uma sociedade, demandas e valores mudam, e assim não será encontrada em qualquer momento uma solução final para os problemas. O planejamento deve ser um processo contínuo de julgamentos e decisões para atender a novas situações em um futuro incerto.

O planejamento estratégico contrasta com os programas circunstanciais do modelo econômico-financeiro por considerar unificadamente os problemas de desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental) da bacia no longo prazo. Como consequência, são previstos os programas de estímulo econômico e os instrumentos legais requeridos para atendimento das demandas econômicas, sociais e ambientais.

O segundo instrumento prevê o estabelecimento de uma forma de negociação social no âmbito da unidade de planejamento formada pela bacia hidrográfica. Essa negociação não é preconizada apenas como forma de democratizar a Gestão de Recursos Hídricos. Seu propósito vem de duas constatações importantes e que se constituem em grandes dificuldades para um gestão eficiente: a multiplicidade de interesses em jogo e a eficácia do sistema legal:

Dificuldades de lidar com a multiplicidade de interesses

O uso e a proteção das águas é promovido por um grande número de entidades, de caráter público ou privado. Quando a apropriação das águas atinge um nível próximo ao das suas disponibilidades qualitativas e quantitativas surgem os conflitos que envolvem diversas entidades, usos setoriais e locais da bacia. Isto é agravado em presença da degradação. A solução destes conflitos é difícil, mesmo existindo entidade gestora responsável por esta tarefa. Via de regra, ela terá inúmeras atribuições que dificultam o seu pleno exercício por falta de pessoal, tempo ou canais de comunicação e, inclusive, conhecimento pleno da natureza dos problemas. Não obstante será dela requerida a tomada de decisões críticas, pois envolvem a restrição ao atendimento de interesses, o que pode dar margem a contenciosos políticos e legais, sem se falar nas possíveis manobras de bastidores que resultam em pressões ilegítimas. O resultado é que nem sempre a solução que promove a maior satisfação social, a curto e a longo prazos, será adotada. Em certos casos nenhuma solução é tomada, diante da complexidade do problema, deixando que "*os conflitos se resolvam por si mesmos*", o que acarreta grandes prejuízos sociais e ambientais.

A constituição de um Organismo de Bacia Hidrográfica com a participação da sociedade, usuários e Estado visa a promoção de uma negociação social através da formação de um fórum no qual todos os interessados possam expor seus interesses e discutir-los de forma transparente e democrática. Parte do pressuposto que o poder público deve efetivamente assumir a propriedade dos recursos hídricos e estabelecer controles sobre o seu uso, de acordo com a premissa básica desse modelo. No entanto, a Gestão de Recursos Hídricos é complexa e en-

volve diversos interesses conflitantes. Sendo assim, o poder público, sem abdicar ao seu papel de gestor e coordenador, deve reconhecer a necessidade de promover uma descentralização da Gestão, permitindo a interveniência dos representantes dos diversos segmentos interessados. De acordo com TONET e LOPES (1994) "*as formas de participação têm origem na crescente conscientização de que o direcionamento e a influência para a obtenção de objetivos comunitários depende da forma como o poder é utilizado e da maneira como são tratados os conflitos de interesse. Surgem, de um lado, como aspiração democrática da sociedade, que aos poucos vem acentuando suas práticas nesse sentido... De outro lado, surge como estratégia para aumentar a eficácia e a efetividade na gerência. Isto porque, devido a permitir envolver os interessados em todas as etapas do processo de busca de objetivos, tem maior probabilidade de fazer ocorrer os resultados esperados e de atender as expectativas dos atores.*"

Esta interveniência viabiliza o estabelecimento da decisão que, na visão da maioria dos participantes do Organismo de Bacia, melhor atenda aos seus interesses, com as limitações impostas pelo poder público para atender aos interesses mais abrangentes e prioritários do Município, do Estado, da Nação ou das futuras gerações. Desta forma, evita-se a possibilidade de que a Gestão de Recursos Hídricos se desenvolva nos bastidores, e traz sua execução ao contexto de uma ampla participação e pleno conhecimento dos interesses e das conseqüências das decisões adotadas.

Dificuldades de tornar eficaz o sistema legal

Esta outra constatação surge de uma reflexão sobre as causas da falência dos modelos historicamente adotados para a Gestão de Recursos Hídricos. Uma delas é que, como é dito popularmente no Brasil, "*as leis muitas vezes não pegam*" ou seja, apesar de existirem, nem sempre são acatadas e as entidades com poderes de implementá-las não querem ou não têm condições operacionais de evitá-lo. Existem duas formas de corrigir este problema. Uma é reforçar o poder de polícia das entidades responsáveis, o que exige grandes investimentos em pessoal e equipamentos, e a tomada de medidas coercitivas impopulares e de difícil sustentação política. Muitas vezes, retorna-se à principal causa da falência deste modelos, imaginando-se que os problemas serão solucionados por novas imposições legais. Outra, mais racional, é fazer com que os agentes entendam as razões da existência das leis e de que forma suas infrações poderão afetar o bem-estar das gerações presentes e futuras. A constituição de um Organismo de Bacia que preveja a participação dos usuários de água e da sociedade, com atribuições na gestão de seus recursos hídricos é uma das formas de se obter este entendimento fazendo com que cada participante controle sua própria atuação, impeça a atuação anti-social de outros, e reforce a atuação das entidades com atribuições de controle, visando ao bem comum.

A terceira classe de instrumentos, os normativos e econômicos, buscam em suas aplicações objetivos mais amplos do que aqueles que são perseguidos na abordagem em que é admitida a propriedade privada das águas. A outorga é um instrumento discricionário que o poder público, que detém o domínio das águas, dispõe para promover o seu uso adequado sob o ponto de vista da sociedade como um todo, limitando, por um lado, os poderes deliberativos dos Organismos de Bacia. Por outro lado, ao fundamentar os critérios de outorga nos interesses deste mesmo organismo, permite-se a adoção de um instrumento de racionalização de uso da água quando outros mecanismos de indução não funcionam.

Finalmente, há a adoção de instrumentos que atuam sobre o mercado:

- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, incluído aí o lançamento de resíduos nos corpos de água.

Este instrumento que pode ser usado para gerar recursos para investimentos na bacia, primordialmente, e para estimular o uso socialmente adequado da água, em caráter complementar, sendo uma aplicação dos princípios *poluidor-pagador* ou *usuário-pagador*.

- rateio de custo das obras de interesse comum entre os seus beneficiários.

Trata-se de desdobramento do instrumento anterior, que conjuga o caráter financeiro com a promoção da justiça fiscal, impondo o custeio de uma obra aos seus beneficiários diretos. É necessário entender que a Gestão de Recursos Hídricos comporta investimentos de grande monta. Eles se dirigem a medidas estruturais, tais como reservatórios, sistemas de abastecimento e de esgotos, de irrigação, criação e fiscalização de reservas, etc. E também a medidas não estruturais voltadas a consecução da gestão propriamente dito, na forma de operação de entidades devidamente equipadas de pessoal e material, promoção de programas de extensão rural e educação comunitária, etc. Não se pode pretender que toda a sociedade pague por isso através de impostos mas que parcela substancial dos recursos financeiros seja gerada na própria bacia, onde se encontram os beneficiários diretos dos investimentos. Duas das formas de geração de recursos financeiros são a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e, mais diretamente, o rateio das obras de interesse comum entre seus beneficiários. A execução destes instrumentos de participação financeira nos investimentos pode ser facilitada na medida que seu estabelecimento e aplicação sejam realizados com ampla participação dos envolvidos. Esta é mais uma das justificativas para a criação dos Organismos de Bacia e ocorre na linha do princípio "*no taxation without representation*" (nenhuma taxação sem representação) que orientou a criação dos parlamentos nas democracias modernas.

A questão da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de propriedade pública causa muitas vezes violentas, quando não destemperadas, manifestações de grupos ou pessoas que alegam que "*o Estado já cobra impostos demais para o retorno que dá à sociedade*". Entendem ser esta cobrança mais uma forma de aumento de imposto e por isto a desaprovam enfaticamente. Este instrumento, sendo entendido adequadamente, poderia, no entanto, fazer parte até mesmo das recomendações de discursos neo-liberais que fundamentam estas reações. A idéia subjacente é que a bacia deve gerar os recursos financeiros para seus próprios investimentos, assim como o faz um condomínio de edifício. Como não existe *almoço grátis*, a alternativa à cobrança é o financiamento dos investimentos justamente pelos impostos que seriam cobrados à toda sociedade e não àquele segmento diretamente beneficiado, que se insere na bacia. Isto poderá, inclusive, reforçar os argumentos sobre a necessidade de diminuição de impostos, pois seria estabelecido um instrumento de arrecadação alternativo que tem a vantagem de poder ser controlado pelos próprios pagadores, através da atuação do Organismo de Bacia. Nas bacias sem capacidade de pagamento haveria ainda necessidade de buscar-se nos impostos pagos por toda sociedade suas fontes de financiamento. Em qualquer bacia o atendimento a interesses de segmentos sociais carentes ou, mesmo, a preservação ambiental, poderá ser sustentada por impostos, através de subsídios diretos. Nestes casos, haveria a legitimação desta alternativa por estar coadunada com objetivos de equidade social, como os de diminuição de diferenças regionais, estabelecimento de pólos alternativos de desenvolvimento, ampliação da fronteira agrícola, melhoria da distribuição de renda, etc, e ambientais.

Em resumo, os instrumentos comentados facultam o comprometimento consciente da sociedade e dos usuários dos recursos hídricos com os planos, programas e instrumentos legais requeridos para o desenvolvimento da bacia hidrográfica. É criada uma vontade política regional, que junto com a geração de recursos financeiros, torna-se o vetor mais relevante do sucesso da Administração Pública na promoção do uso e proteção das águas.

EXEMPLO: GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Para exemplificar a adoção dos modelos comentados será utilizado o histórico da atuação pública na bacia do rio São Francisco. As diferentes formas com que o poder público atuou na bacia podem ser organizadas em 4 fases, de acordo com os modelos de gestão de recursos hídricos adotados.

Fase 1 – Modelo Burocrático: até 1946

Nesta fase o interesse do poder público foi orientado no sentido de obter informações sem maiores intervenções. A Tabela 3 resume os principais estudos realizados.

Fase 2 – Transição para o Modelo Econômico-Financeiro: de 1946 a 1966

Com a Segunda Guerra Mundial, e o torpedeamento de navios brasileiros no Atlântico, o rio São Francisco aparece como um meio de transporte estratégico o que motivou, acabada a guerra e durante o processo constituinte que encerrou o Estado Novo, que fosse aprovada a destinação de pelo menos 1% das receitas tributárias da União para investimentos na bacia, durante 20 anos, como dispositivo constitucional. Isto dá início à introdução do Modelo Econômico-Financeiro na bacia.

Tabela 3 - Ações governamentais, Fase 1 - Modelo Burocrático: até 1946

Iniciativa, ano	Objetivo, ações
Diversos autores	Levantamentos realizados por botânicos e naturalistas
E. Liais, 1852 H. Halfeld, 1855 C. Vivaus, 1868/1869 M. W. Roberts, 1879/1880 Comissão para implantar melhorias propostas por M. W. Roberts, 1883 – 1889 Departamento de Portos, Rios e Canais, até 1931 Comissão Federal da Rede Fluvial Bahiana, 1931	Estudos voltados particularmente à navegação

Fonte: CODEVASF/OEA (1989)

Posteriormente, e em função do dispositivo comentado, foi criada a Comissão do Vale do São Francisco - CVSF, inspirada no TVA americano. Esta CVSF era vinculada diretamente ao governo central e tinha como principais atribuições formular, para aprovação do Congresso Nacional, e executar o Plano Geral de Aproveitamento do Vale, visando a regularização dos seus rios, utilização do potencial hidrelétrico, desenvolvimento da agricultura, da irrigação, da indústria e da exploração de outros recursos naturais, implantação de sistemas de transportes e comunicações, e de infra-estrutura de saúde e educação. Somado a isto, deveria também coordenar a ação dos órgãos públicos na região que fizessem uso dos recursos gerados pelo

dispositivo constitucional e promover, em nome do Governo Federal, desapropriações de terra para irrigação, assentamento de agricultores, deslocamentos e assentamentos de populações e efetuar o aproveitamento hidrelétrico em locais não concedidos à Companhia Hidrelétrica do São Francisco. Esta havia sido criada alguns anos antes para desenvolver a geração de energia aproveitando o grande potencial desta bacia, especialmente o de Paulo Afonso. A Tabela 4 resume as principais ações do período.

A excessiva centralização promovida por este modelo fez com que a CVSF rapidamente experimentasse dificuldades devido ao seu campo de ação hipertrofiado, que abrangia desde grandes obras quanto pequenas obras e serviços. Isto, por um lado gerou um grande número de reivindicações de municípios e Estados e, por outro, retraiu outras entidades públicas que historicamente atuavam e aplicavam recursos na bacia.

Com o término do repasse constitucional de recursos para a bacia, em 1966, surgiu, por recomendação de estudo realizado pelo U. S. Bureau of Reclamation, a Superintendência do Vale do São Francisco - SUVALE, em 1967. Este órgão era uma autarquia do Ministério do Interior, sem a autonomia da CVSF, e tendo seus programas vinculados ao planejamento geral da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, criada em 1959. Ao contrário da ação pulverizada da entidade que sucedeu, a SUVALE teve sua atuação orientada por nove "áreas-programa", buscando a concentração de ações e recursos, através da priorização de intervenções onde fossem disponíveis recursos de água e solo, aptos aos desenvolvimento de projetos de irrigação, principalmente. Estava assim concretizada a implantação do modelo econômico-financeiro, com as ações resumidas na Tabela 5.

Fase 3 – Modelo Econômico-Financeiro: de 1967 a 1974

A SUVALE apresentou os problemas característicos deste modelo: excesso de centralização, hipertrofia, conflitos intersetoriais e dificuldades de lidar com as diversas pressões e reivindicações sociais e políticas voltadas à obtenção de recursos e projetos. Isto determinou o início da Fase 4 de transição do modelo econômico-financeiro para o sistêmico de integração participativa, onde buscou-se maior agilidade administrativa e maior articulação entre as intervenções públicas e privadas na bacia.

Fase 4 – Transição para o Modelo Sistêmico de Integração Participativa: de 1974 a 1988

Na bacia do rio São Francisco a Fase 4 de transição para este modelo é caracterizada pela criação de diversas instituições ainda hoje existentes e da realização de um primeiro plano integrado da bacia. Ela é iniciada com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF em 1974. Buscou-se uma entidade com características de empresa pública capaz de executar atividades próprias de uma agência de desenvolvimento de bacia, articulando as ações governamentais entre si e estas com as da iniciativa privada. O objetivo da CODEVASF é aproveitar, para fins agrícolas, agropecuários e agroindustriais, os recursos de água e solo da bacia, diretamente, ou através de empresas públicas e privadas, promovendo o desenvolvimento integrado de áreas prioritárias e a implantação de distritos agroindustriais e agropecuários. Nota-se uma espécie de recuo da ação pública que agora é direcionada especificamente à agricultura, embora ocorram, quando necessário, ações em saneamento, transporte e eletrificação, sempre associadas ao desenvolvimento agrícola. A CODEVASF, agindo como companhia, teria maior possibilidade de articulação com outras entidades públicas e privadas atuantes na bacia. Inicia-se aí, possivelmente, a fixação do conceito de descentralização administrativa e decisória.

Tabela 4 - Ações governamentais, Fase 2 - Transição ao modelo econômico-financeiro: de 1946 a 1966

Iniciativa, ano	Objetivo, ações
A Constituição, nos atos das disposições transitórias, obrigou ao governo federal a, no prazo de 20 anos (1946-1966), traçar e executar um plano de aproveitamento total das possibilidades econômicas, aplicando quantia não inferior a 1% da renda tributária	
Lei 23, de 1947	Regulamenta a aplicação de recursos constitucionais: apoio à construção da Hidroelétrica de Paulo Afonso, barragens, rodovias, linhas telegráficas, hospitais e profilaxia da malária, estudos e levantamentos diversos
Companhia Hidrelétrica do São Francisco, 1948	Hidrelétrica do São Francisco e a primeira barragem-eclusa de Sobradinho, possibilitando a navegação entre Juazeiro e Pirapora, mais tarde destruída por cheia.
Comissão do Vale do São Francisco, 1948	Agente do Governo Federal, com atribuições de formular, para aprovação do Congresso Nacional, e executar o Plano Geral de Aproveitamento do Vale do São Francisco, visando a regularização de vazões, utilização do potencial hidrelétrico, desenvolvimentos da agricultura, inclusive a irrigada, da indústria, e da exploração de outros recursos, implantação do sistema de transportes e comunicações e de infra-estrutura de saúde e educação. Implantação de diversos projetos, de pequeno e grande porte, incluindo a barragem de Três Marias, em 1961. Estudo de nova barragem de Sobradinho. No Terceiro plano quinquenal (1961/1965) prioridade à construção de Sobradinho, implantação de sistemas de irrigação no Médio e Sub-Médio São Francisco, recuperação das várzeas no Baixo curso e a organização da navegação fluvial.
Companhia de Navegação do São Francisco – FRANAVE	Constituída pela fusão de quatro empresas de navegação que operavam no Vale.
Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 1959	Execução do mapeamento dos solos irrigáveis do Sub-Médio São Francisco, implantação de laboratório de solos e de duas estações experimentais de irrigação (Petrolina e Juazeiro). Implantação do projeto de irrigação do Bebedouro.
Estudo do U.S. Bureau of Reclamation, 1964-67	Reconhecimento de Recursos Hidráulicos e Solos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (U.S. BUREAU of RECLAMATION, 1970) : reconhecimento geral dos recursos hídricos e de solos, com destaque para a irrigação e o uso múltiplo da água. Identificados 3 milhões de hectares potencialmente irrigáveis e de 12.500 MW de potencial hidrelétrico. Sugestão para reestruturação da Companhia do Vale do São Francisco

Fonte: CODEVASF/OEA (1989)

Tabela 5 - Ações governamentais, Fase 3 - Modelo econômico-financeiro: de 1966 a 1974

Iniciativa, ano	Objetivos, ações
Criação da SUVALE: autarquia do Ministério do Interior, criada em 1967, com programas vinculados ao planejamento geral da SUDENE. Instituiu 9 áreas-programa, buscando a concentração de esforços. Mais do que órgão executivo, era voltado ao preparo de planos diretores, estudos de viabilidade, e projetos executivos, segundo critérios de entidades internacionais de fomento.	
Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola – GEIDA e Plano Plurianual de Irrigação	Criado para realizar o planejamento da SUVALE
Programa Especial para o Vale do São Francisco – PROVALE, 1972	Instituído visando a complementação dos programas já em execução, sobretudo em áreas menos assistidas; atribuiu recursos à CHESF para a reconstrução da barragem-eclusa de Sobradinho.
Development and Resources Corporation, 1972-74	Plano de Desenvolvimento Integrado do Vale do São Francisco (DEVELOPMENT AND RESOURCES CORPORATION, 1974) : contratada para realizar um novo reconhecimento geral do Vale e estudar e recomendar reformulações da SUVALE

Fonte: CODEVASF/OEA (1989)

Este conceito foi levado mais longe com a criação do Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CEEIVASF, em 1979. Isto ocorreu no âmbito do processo de aperfeiçoamento institucional inaugurado com o estabelecimento do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacia Hidrográfica - CEEIBH que iniciou a tentativa de articular a atuação dos Ministérios do Interior e de Minas e Energia nas bacias hidrográficas brasileiras. O CEEIVASF foi a primeira entidade a promover a articulação interinstitucional e a negociação social para o planejamento da bacia. Faltava-lhe porém, situação que até hoje se mantém, as necessárias instrumentalizações legal e financeira, dentro de um processo de fortalecimento institucional.

Outro marco relevante foi o preparo do Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco – 1989/2000 - PLANVASF, pela CODEVASF e OEA, que pode ser considerado como o primeiro plano verdadeiramente integrado da bacia. A Tabela 6 resume as principais ações desta Fase 4.

Fase 5 – Implantação do Modelo Sistemico de Integração Participativa

A última fase, atual, em que se busca concretizar a implantação do modelo sistêmico, é iniciada com a instituição do Sistema Nacional de Recursos Hídricos pela Constituição de 1988, e pela aprovação de leis das Políticas e Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos. Esta fase está sendo caracterizada pela análise de alternativas para uma gestão descentralizada e participativa da bacia hidrográfica, com iniciativas estaduais, na forma de Planos Diretores Recursos Hídricos de bacias de rios sob seus domínios e iniciativas federais, sintetizadas na criação de uma Secretaria de Recursos Hídricos no Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e na aprovação da lei 9.433 da Política Nacional de Recursos Hídricos em 8 de Janeiro de 1997. O Sistema Nacional de Recursos Hídricos oferece uma oportunidade ímpar de que uso, controle e proteção das águas da bacia do rio São Francisco sejam realizados de forma efetiva e eficiente. A Tabela 7 resume as principais ações desta fase,

que ainda se acha em desenvolvimento, já agora sob o escopo da lei 9.433, e das políticas estaduais correlatas.

Resumo e conclusão

A evolução apresentada mostra que desde 1946 existem interesses relacionados aos recursos hídricos da bacia. Inicialmente foi a navegação, depois a geração de energia elétrica e finalmente irrigação. Paralelamente a eles houve a evolução correlata do uso da água para abastecimento e como receptor de efluentes. Em um primeiro momento, por força de dispositivo constitucional e espelhando o exemplo do TVA americano, houve uma preocupação com o desenvolvimento integral da bacia, com caráter multi-setorial (Fases 2 e 3). No entanto havia uma grande centralização de poderes em uma entidade pública federal, o que a fragilizou. Além disto o caráter multi-setorial nunca foi totalmente adotado devido a existência da CHESF e CEMIG que levaram adiante os planos de geração de energia elétrica sem muita integração com os planos dos demais setores.

Isto levou gradualmente a uma situação de planejamento por setores, que privilegiou o elétrico e a irrigação, tendo quase que completamente abandonado o de transporte hidroviário. As Fases 4 e 5 foram resposta ao surgimento de conflitos, que gradualmente foram se agravando, entre estes setores. Busca-se um planejamento integrado, e portanto multi-setorial, mas com as dificuldades de existência de entidades setoriais consolidadas que estrutural e tradicionalmente estão preparadas para atuar em outro ambiente institucional, distinto daquele que o modelo sistêmico de integração participativa busca implementar. Este é o caso da CHESF, da CEMIG e da CODEVASF.

No entanto, este modelo foi bem sucedido em países como a França exatamente por não promover grandes mudanças institucionais. A sua ênfase é que as entidades mantenham a maior parte de suas atribuições desde atuem em sintonia com planos de intervenção integrados e multi-setoriais. Estes serão preparados no âmbito de uma entidade colegiada, como é o caso do CEEIVASF, da qual participem todos os interesses setoriais e outras demandas dos agentes (stakeholders). Esta concepção foi traduzida no Brasil pela Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece as orientações para o fortalecimento institucional pretendido e para implantação de um processo de planejamento integrado e multi-setorial de recursos hídricos.

Tabela 6 - Ações governamentais, Fase 4 - Transição ao modelo sistêmico de integração participativa: de 1974 a 1988

Iniciativa, ano	Objetivos, ações
Caracterizada pela existência de uma empresa pública de desenvolvimento regional (CODEVASF), por uma entidade de planejamento participativo (CEEIVASF), pelo Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE) e pelo início da implantação de Sistemas Estaduais e Nacional de Recursos Hídricos.	
Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF, 1974	Órgão do Governo Federal, com características de empresa pública, e de agência regional de desenvolvimento, articulando as ações públicas com as iniciativas privadas, visando a implementação de obras de infra-estrutura, em especial de captação de água para irrigação, e o Plano Diretor de Desenvolvimento Regional, com caráter participativo.
Comissão Interministerial de Estudos para Controle das Enchentes do Rio São Francisco, 1979	Resposta às enchentes de 1979. Coordenado pelo DNOS, com participação da CODEVASF, SUDENE, SEMA, DNAEE, PORTOBRÁS, SUDEPE, SEPLAN-PR, ELETROBRÁS e governos de MG, BA, PE, AL e SE. Indicou volumes de espera para barragens de Três Marias e Sobradinho e construção de novas barragens. Incluído também interesse na redução da erosão e sedimentação na bacia, de uma legislação ambiental específica para a bacia.
Comitê Executivo de Estudos Integrados a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CEEIVASF, 1979	Origem no sistema do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), tendo por finalidade a realização de estudos integrados e o acompanhamento da utilização dos recursos hídricos. Não tinha atribuição deliberativa, mas de aconselhamento. Após a extinção do CEEIBH continuou suas atividades, aguardando a implantação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.
Planos e programas relacionados aos recursos hídricos do Nordeste, 1980	Programa de Aproveitamento de Recursos Hídricos do Nordeste, 1979. Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil - PLIRHINE, 1980: Ampla estudo sobre os recursos hídricos do Nordeste, que previu um déficit de água na virada do século. Projeto Nordeste, 1982.
Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco – PLANVASF, 1989-2000	Visou ao aproveitamento integrado dos recursos hídricos voltado ao aumento da produção de alimentos e matérias primas agrícolas, mediante a irrigação, incentivando o beneficiamento agro-industrial, aproveitamento do potencial hidrelétrico, proteção contra as enchentes, desenvolvimento de infra-estrutura de transporte, com ênfase na navegação fluvial, apoio ao saneamento básico e à proteção do meio ambiente e execução de ações necessárias ao desenvolvimento integrado.
Programa Nacional de Irrigação - PRONI e de Irrigação do Nordeste - PROINE, 1985/1986	Voltado ao desenvolvimento da agricultura irrigada, ao qual a CODEVASF passou a se vincular. Adiante foi transformado no Ministério Extraordinário da Irrigação.

Iniciativa, ano	Objetivos, ações
Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para Desenvolvimento do Cerrado - PRODECER, 1978	Criada em 1978 a Companhia de Promoção Agrícola - CAMPO para viabilizar a implementação do PRODECER, com impactos relevantes nos Cerrados do Oeste da Bahia, margem esquerda do rio São Francisco.

Fonte: CODEVASF/OEA (1989) e SENADO FEDERAL (1995)

Tabela 7 - Ações governamentais, Fase 5 - Modelo sistêmico de integração participativa: a partir de 1988

Iniciativa, ano	Objetivos, ações
Iniciada com a promulgação da Constituição de 1988, que instituiu o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e publicizou as águas, distribuindo seu domínio entre a União e os Estados	
Enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante, 1989	Enquadramento realizado de acordo com Resolução CONAMA 20/86 através de Portaria do presidente do IBAMA.
Leis Estaduais de Recursos Hídricos, a partir de 1993	Aprovação das leis das políticas e sistemas estaduais de recursos hídricos no Distrito Federal (1993) e em Minas Gerais (1994), Bahia (1995), Sergipe (1995); demais Estados possuem projetos de lei em diversos estágios de tramitação.
Planos Diretores de Bacias Hidrográficas de Rios Estaduais, a partir de 1993	Planos realizados a partir de 1993, no Estado da Bahia e Minas Gerais, cobrindo todos os afluentes do Rio São Francisco. Contém análise de disponibilidades de demandas de água, e indicam orientações para compatibilizá-las, de caráter estrutural e não-estrutural.
Lei da Política e Sistema Nacional de Recursos Hídricos, 1997	Lei 9.433/97, com a Política e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e diretrizes para o planejamento de recursos hídricos e aplicação dos instrumentos de gestão destes recursos.
Comissão Interestadual Parlamentar para o Desenvolvimento Sustentado do São Francisco.	Constituída pelos presidentes das Assembleias Legislativas de cinco Estados da bacia (MG, BA, PE, AL e SE), tendo como função principal tratar dos aspectos organizacionais relacionados à bacia.
União das Prefeituras do Vale do São Francisco	Agrupar todos os municípios do vale, sendo constituídas por vice-presidências temáticas nas seguintes áreas: energia, irrigação, saneamento e habitação, turismo e lazer, navegação, educação e cultura e preservação ambiental.
Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, 1996	Criada em 1995, no Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, passou a atuar na área de gestão de águas públicas federais e no preparo de planos e projetos, incluindo o Plano Nacional de Recursos Hídricos e projetos de irrigação.
Comissão Especial para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 1995	Criada no Senado Federal, recomendou em seu relatório final a agilização do processo de concessão de uso da água, a realização de estudos finais de avaliação do projeto de transposição de á-

Iniciativa, ano	Objetivos, ações
	guas do São Francisco, elaboração e execução de um amplo Programa de Recuperação e Preservação Ambiental da bacia e a criação de um Conselho Regional de Coordenação das Ações no Vale do São Francisco e recuperar conceitual e operacionalmente o papel da CODEVASF.
Projeto Áridas - uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste, 1994	Estudo detalhado dos problemas de recursos hídricos do Nordeste com propostas de intervenção, inclusive na bacia do rio São Francisco.
Plano de Desenvolvimento do Setor de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro, 1996	Ação programática do Governo Federal, desenvolvido pela Secretaria de Recursos Hídricos, propondo diversos investimentos no semi-árido em geral e na bacia do São Francisco em especial.
Plano de Desenvolvimento do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 1997	Parte do Sub-Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro (PRÓ-ÁGUA/SEMI-ÁRIDO), parte do PRÓ-ÁGUA/NACIONAL. Nesta fase, busca financiamento do Banco Mundial para o desenvolvimento de um modelo de gestão de recursos hídricos para a bacia do rio São Francisco.

Fonte: CODEVASF/OEA (1989), SENADO FEDERAL (1995) e pesquisas do autor

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

As questões colocadas abaixo, e nos próximos capítulos, devem ser respondidas tendo por base as informações neles encontradas agregadas a outras que possam ser obtidas em outras fontes. Destaque especial deve ser dado à INTERNET. Ferramentas interessantes de pesquisa são encontradas em <http://www.northernlight.com>, <http://www.altavista.com>, <http://www.google.com>. Entre com palavras-chave entre aspas, como "water management", "modelos de gestion del agua", "modeles de gestion de l'eau" e "modelos de gestão de água", por exemplo para obter links para diversas páginas de interesse.

1. Há realmente necessidade de intervenção do poder público na Gestão das Águas? Por que não atribuir direitos de uso das água com livre negociação entre as partes e deixar que o livre mercado formado regule esta apropriação?
2. Enumere e justifique as dificuldades, vantagens e desvantagens que a Gestão das Águas por bacia hidrográfica, e não por outra unidade qualquer de planejamento (município, e-cossistema, etc), pode trazer. Como superá-las?
3. Apresente e descreva exemplos de valores de opção de uso e intrínseco que podem ser atribuídos ao ambiente hídrico de sua região. Comente de que maneiras a dificuldade de se medir estes valores tem determinado a sua degradação. Quais alternativas podem ser estabelecidas para suas proteções?
4. A degradação das águas impõe custos a determinados segmentos sociais que não são resarcidos pelos seus causadores. Identifique e descreva alguns exemplos mostrando a origem e o impacto, e os grupos sociais beneficiados e os que são prejudicados.
5. Procure analisar a evolução histórica dos modelos de gestão das águas adotado por seu Estado ou País, identificando as diversas fases, e em especial, a fase em que se encontra no momento este processo de modernização.

REFERÊNCIAS

- ABRH (1986). Boletim Informativo 25. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- CODEVASF/OEA (1989). Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco – Relatório Final. Brasília: PLANVASF, 1989, 515 p..
- GOODMAN, A.S. (1976). Education and training in water resources planning. Journal of the Water Resources Planning and Management Divison. Proceedings of ASCE 102 (WR2).
- MARQUES, D. L. (1993). Contribuição pessoal.
- NAÇÕES UNIDAS (1976). The demand for water. Natural Resources - Water Series nº 3. New York.
- POMPEU, C. T. (1995). Comunicação pessoal.
- SENADO FEDERAL (1995). Comissão Especial para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco – Relatório Final, vol. 1. Brasília.
- TONET, H. C. E LOPES, R. G. F. (1994). Alternativas organizacionais mais adequadas para viabilizar o uso dos instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais e Gerenciamen-

to de Bacia Hidrográfica. Texto de Consultoria em Gestão Pública para Projeto de Tecnologias de Gestão Ambiental do IBAMA. Brasília, DF.

VEIGA DA CUNHA, L, GONÇALVES, A. S., FIGUEIREDO, V. A. E LINO, M. (1980). A gestão da água: princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa.

CAPÍTULO 2 - ASPECTOS INSTITUCIONAIS

ÍNDICE ANALÍTICO

INTRODUÇÃO	1
GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS E GERENCIAMENTO AMBIENTAL	2
GERENCIAMENTO DO USO SETORIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	3
GERENCIAMENTO DA OFERTA DAS ÁGUAS.....	4
GERENCIAMENTO DAS INTERVENÇÕES NAS BACIA HIDROGRÁFICA	4
GERENCIAMENTO INTERINSTITUCIONAL	5
CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SOB A ÓTICA DA TEORIA DAS FINANÇAS PÚBLICAS E DA ECONOMIA DO BEM-ESTAR	5
BENS PRIVADOS	6
BENS DE PEDÁGIO.....	7
BENS DE ACESSO LIVRE	7
BENS PÚBLICOS	10
BENS DE MÉRITO	10
JUSTIFICATIVAS PARA A INTERVENÇÃO PÚBLICA OU COMUNITÁRIA NA GESTÃO DAS ÁGUAS	11
EXTERNALIDADES	11
CONTESTABILIDADE	12
CUSTOS DE NEGOCIAÇÃO	13
ORGANISMOS DE BACIA	15
ORGANISMOS DE BACIA EM ÂMBITOS REGIONAIS	16
<i>Associações Alemãs de Bacias</i>	16
<i>Companhia Nacional do Ródano, França</i>	16
<i>Superintendências de Bacias Hidrográficas</i>	16
ORGANISMOS DE BACIA INSERIDOS EM SISTEMAS NACIONAIS OU REGIONAIS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	17
FRANÇA: ORGANISMOS DE BACIA EM UM SISTEMA DE DESCENTRALIZAÇÃO PARTICIPATIVA DE ÁGUAS SOB O DOMÍNIO PÚBLICO EM NÍVEL JURISDICCIONAL ÚNICO	17
<i>As coletividades locais</i>	18
<i>O Comitê de Bacia</i>	18
<i>As Agências de Água</i>	19
<i>Dinâmica de atuação</i>	20
<i>Alguns números</i>	24
<i>A lei das Águas de 3 de Janeiro de 1992</i>	25
INGLATERRA E PAÍS DE GALES: ORGANISMOS DE BACIA EM UM SISTEMA DE PRIVATIZAÇÃO CENTRALIZADA.....	25
CHILE: ORGANISMOS DE BACIA EM UM SISTEMA DE PRIVATIZAÇÃO DESCENTRALIZADA.....	28
BRASIL: ORGANISMOS DE BACIA EM UM SISTEMA DE DESCENTRALIZAÇÃO PARTICIPATIVA DE ÁGUAS SOB O DOMÍNIO PÚBLICO EM NÍVEL JURISDICCIONAL DUPLO.....	31
CONCLUSÃO	37
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIMENSÕES DO GERENCIAMENTO AMBIENTAL.....	2
FIGURA 2 - MATRIZ DO GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS	3
FIGURA 3 – GRADUALIDADE DA INTERVENÇÃO ESTATAL NA GESTÃO DAS ÁGUAS	15

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO MÉDIA DOS REPRESENTANTES NO COMITÊS DE BACIA FRANCESES ..	19
FIGURA 5 - ESQUEMA DO SISTEMA FRANCÊS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	23
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO ENTRE USUÁRIOS DO PAGAMENTO PELA ÁGUA.....	25
FIGURA 7 - ESQUEMA DO SISTEMA INGLÊS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	27
FIGURA 8 – ESQUEMA DO SISTEMA CHILENO DE GESTÃO DAS ÁGUAS	30
FIGURA 9 – CARACTERÍSTICAS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	33
FIGURA 10 - SISTEMA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	34

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO DE ALGUNS TIPOS DE BENS COM RELAÇÃO AOS ATRIBUTOS DE EXCLUDÊNCIA E RIVALIDADE.....	6
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DAS DIVERSAS TIPOLOGIAS DE BENS NA ÁREA DE ÁGUAS: SISTEMAS DE ESGOTOS E DE SUPRIMENTO DE ÁGUA (BANCO MUNDIAL, 1993)	8
TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DAS DIVERSAS TIPOLOGIAS DE BENS NA ÁREA DE ÁGUAS: SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO (BANCO MUNDIAL, 1993).....	9
TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DAS DIVERSAS TIPOLOGIAS DE BENS NA ÁREA DE ÁGUAS: OUTROS SISTEMAS (BANCO MUNDIAL, 1993).....	10
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO DOS COMITÊS DE BACIA NA FRANÇA (REPUBLIQUE FRANÇAISE, 2000)	19
TABELA 6 – MONTANTES APLICADOS PELO SISTEMA NO PERÍODO 1992-1996 EM MILHÕES DE FRANCO FRANCESES (OIEAU, 1998).....	24
TABELA 7 – APLICAÇÕES DOS RECURSOS NOS PROGRAMAS QUINQUENAIS V ^o E VI ^o EM MILHÕES DE FRANCO FRANCESES (OIEAU, 1998)	24
TABELA 8 - ARRECADAÇÃO COM A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM 1998 EM MILHÕES DE FRANCO FRANCESES (REPUBLIQUE FRANÇAISE, 2000)	24
TABELA 9 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DE AUTARQUIAS E EMPRESAS PÚBLICAS COMO ENTIDADES EXECUTIVAS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS	36

ÍNDICE DE CAIXAS

QUADRO 1 – ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO ESTATAL NA GESTÃO DAS ÁGUAS	13
--	----

INTRODUÇÃO

No Capítulo 1 definiu-se o Gerenciamento das Águas como o conjunto de ações governamentais, comunitárias e privadas destinadas a regular o uso, o controle e a proteção das águas, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política das Águas. Este capítulo trata destas questões gerenciais e busca explicar as razões pelas quais este misto de intervenções é possível e, mesmo, necessário.

Adotando-se uma perspectiva histórica, verifica-se que os problemas da água no mundo moderno têm atraído a atenção de especialistas e de organizações nacionais e internacional devido à sua crescente escassez, em quantidade e qualidade, para atendimento às demandas. Tem sido diagnosticado que a principal causa desta falta de conciliação entre as disponibilidades e as demandas é o gerenciamento inadequado e ineficiente. E portanto tem sido buscadas alternativas que possam realizar esta conciliação.

Na busca destas alternativas institucionais cabe entender que, historicamente, a água foi inicialmente gerida pelos seus próprios usuários. Nestes casos, situados nos primórdios da civilização, ocorria uma relativa abundância deste recurso de forma que todos aqueles que dele necessitassem podiam fazê-lo realizando os investimentos necessários às próprias custas, bem como a operação e a manutenção. De acordo com a organização social existente era realizada a gestão comunitária ou a gestão privada.

A necessidade da intervenção pública foi consequência do escasseamento da água que gerou duas demandas:

- a necessidade de resolver os contenciosos entre os usuários privados ou comunidades.
- aumento dos sistemas de suprimento, em dimensões e complexidade operacional, aumentando os custos de investimento além da capacidade de suporte das partes privadas ou das comunidades, e também dos custos de operação e de manutenção;

Com isto, passaram a existir simultaneamente, sistemas estatais, como na antiga Mesopotâmia, Egito e Império Romano (SAID, 1981), além dos comunitários, como na Tailândia, Índia, Sri Lanka, Bali, Indonésia, Filipinas e Nepal (EASTER, 1986), e privados.

O escasseamento da água e, também, a modernização da sociedade agregaram valores a funções que são supridas pela água, entre as quais as contribuições ao equilíbrio social e ambiental. Por não terem valor de mercado, a sociedade não as supre, de forma autônoma, na quantidade que são necessárias, surgindo outra razão para a intervenção pública. Isto fez com que a segunda metade deste século assistisse, no seu início, a uma forte interferência do Estado nas questões hídricas vinculada a políticas centralizadas de planejamento voltadas ao desenvolvimento econômico e social, especialmente em países em desenvolvimento. Estas políticas conduziram a uma excessiva centralização de poder, com entidades públicas assumindo grande parte das responsabilidades de gestão das águas.

As consequências da intervenção do Estado, porém, tanto em países desenvolvidos e em especial naqueles em desenvolvimento, foram contraditórias. Se em alguns casos correram grandes progressos baseados nos investimentos em sistemas hídricos, por outro lado ocorreram diversos problemas que se acumularam com o tempo e acabaram por superar em visibilidade e relevância os benefícios obtidos. Entre eles ocorreram prioridades equivocadas de investimento, provisão de serviços inadequados e insuficientes especialmente para os segmentos mais pobres da sociedade, negligência com a qualidade de água e do meio ambiente, hipertrofia dos órgãos públicos, seguida de problemas burocráticos, financeiros e de ineficiência no alcance das metas propostas (EASTER E FEDER, 1996).

Como resposta a estes problemas surgiu a Reforma do Estado que se contrapôs a esta tendência de estatização dos sistemas hídricos. Ela iniciou no final deste século e é no momento de especial interesse para os países em desenvolvimento.

Como existem várias propostas que podem ser elencadas nesta reforma, há necessidade de se refletir sobre os problemas de gerenciamentos das águas sob várias óticas. Este capítulo localiza inicialmente o Gerenciamento das Águas como parte integrante do Gerenciamento Ambiental. Procura-se gerenciar os problemas de escassez de apenas um dos elementos naturais - a água - que, no entanto, apresenta relevante interação sobre todos os demais. Para melhor entender as características deste elemento, ele é analisado sob a ótica da Teoria das Finanças Públicas e da Economia do Bem-Estar. Isto leva às formas de intervenção pública neste tema que é tratado pela Reforma do Estado acima referida.

Este pano de fundo permite a apresentação das alternativas que têm sido adotadas por diversos países para o Gerenciamento das Águas, assunto que encerra o capítulo.

GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS E GERENCIAMENTO AMBIENTAL

O gerenciamento de um recurso ambiental multifuncional (que pode atender a múltiplas funções) e escasso deve ser realizado por um sistema representado por uma estrutura matricial na qual uma das dimensões trata do gerenciamento dos seus múltiplos usos e a outra do gerenciamento da sua oferta. A Figura 1 ilustra esta estrutura.

DIMENSÕES DO GERENCIAMENTO AMBIENTAL		GERENCIAMENTO DO USO DOS RECURSOS AMBIENTAIS						
		ABASTECIMENTO PÚBLICO	ASSIMILAÇÃO DE RESÍDUOS	AGRICULTURA	ENERGIA	TRANSPORTE	LAZER	OUTROS USOS
GERENCIAMENTO DA OFERTA DOS RECURSOS AMBIENTAIS	SOLO							
	AR							
	ÁGUA	GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS						
	FAUNA							
	FLORA							
	OUTROS RECURSOS							

Figura 1 - Dimensões do Gerenciamento Ambiental

O Gerenciamento da Oferta de um recurso ambiental para os diferentes setores sócio-econômicos visa a antecipar e dirimir conflitos intrasetoriais (entre demandas do mesmo setor) intersetoriais (entre demandas de diferentes setores) e conflitos intergeracionais (entre o uso pela geração presente e pelas futuras). Os diversos Gerenciamentos das Ofertas dos recursos ambientais não podem ser realizados de forma isolada já que o uso de um recurso pode comprometer quantitativa ou qualitativamente a oferta de outro e/ou

alterar a demanda sobre o mesmo. É o caso típico da vinculação entre os recursos solo e água: o uso do solo pode aumentar a demanda por água e, em paralelo, diminuir sua disponibilidade, e vice-versa. Desta necessidade surge o Gerenciamento (Global) da Oferta dos Recursos Ambientais, que integra as linhas da matriz. No cruzamento de cada linha e coluna localiza-se o gerenciamento de um recurso natural para uso em dado setor.

A necessidade de separação entre o Gerenciamento da Oferta e do Uso de um recurso escasso vêm da necessidade de ser estabelecida a imparcialidade e credibilidade no ato de outorga de uso. Isto não seria possível caso o órgão outorgante compartilhasse de interesses de uso com os demais setores usuários do recurso ambiental em consideração.

Para promover a compatibilização entre as diversas demandas e ofertas de recursos ambientais a sociedade deve tomar decisões políticas e estabelecer sistemas jurídico-administrativos adequados, o que leva a uma terceira dimensão, de caráter institucional, do Gerenciamento Ambiental: o Gerenciamento Interinstitucional.

A complexidade de considerar em um espaço geográfico demasiadamente amplo estas três dimensões determina a busca de uma delimitação geográfica mais restrita que contenha a maioria das relações causa-efeito, sem se tornar de complexa operacionalidade. Existe a tendência de adotar a bacia hidrográfica como a unidade ideal de planejamento e intervenção devido ao papel integrador das águas, nos aspectos físico, bioquímico e sócio-econômico. Nem sempre porém esta será a unidade ideal de planejamento. As experiências brasileiras que mais se aproximam de um Gerenciamento Ambiental no sentido adotado foram realizadas adotando microbacias ou grandes bacias hidrográficas.

A adaptação desta concepção ao Gerenciamento das Águas é encontrada na Figura 2. Ela apresenta a Matriz Gerencial resultante da concepção do Modelo Sistêmico de Integração Participativa do Gerenciamento das Águas, tratado no Capítulo 1. Para melhor se entender a concepção de um sistema gerencial desta natureza é recomendável dissecar as funções que deve cumprir (LANNA, CÂNEPA, GRASSI E DOBROVOSLKI, 1990).

GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS		GERENCIAMENTO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS							
		ABASTECIMENTO PÚBLICO	ASSIMILAÇÃO DE RESÍDUOS	AGRICULTURA	ENERGIA	TRANSPORTE	LAZER	OUTROS USOS	
GERENCIAMENTO DA OFERTA DAS ÁGUAS	ASPECTOS QUANTITATIVOS	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	→
	ASPECTOS QUALITATIVOS	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Figura 2 - Matriz do Gerenciamento das Águas

Gerenciamento do Uso Setorial dos Recursos Hídricos

Trata das medidas que visam o atendimento das demandas setoriais de uso da água. Este gerenciamento é levado a efeito através de planos setoriais e ações de instituições públicas e privadas ligadas a cada uso específico das águas: abastecimento público e industrial, esgotamento sanitário, irrigação, navegação, geração de energia, recreação, etc.

Idealmente, os Planos Setoriais deverão ser compatibilizados entre si no âmbito de cada bacia hidrográfica e com o planejamento global do uso dos recursos ambientais, no âmbito regional ou nacional. Estas funções de compatibilização, entretanto, são objeto de gerenciamentos outros que serão apresentados a seguir. As entidades que cumprem esta função gerencial devem ter natureza executiva e são encontradas nas colunas da matriz institucional de gerenciamento.

Gerenciamento da Oferta das Águas

O Gerenciamento da Oferta das Águas acha-se dividido, por questões de apresentação, em duas classes - quantidade e da qualidade. Isto não significa que estes gerenciamentos devem ser separados - ao contrário é necessário enfatizar-se a necessidade de que eles sejam realizados de forma integrada pois um afeta necessariamente o outro. A derivação de água reduz o seu volume e a capacidade de diluição dos despejos, piorando a qualidade. O despejo de resíduos e o comprometimento da qualidade da água poderá torná-la inadequada para os usos que nela se suprem. Ambas as situações poderão comprometer o atendimento das demandas hídricas que devem ser atendidas sob ambos os aspectos: quantitativo e qualitativo.

O Gerenciamento da Oferta das Águas é a função deliberativa e executiva de compatibilização dos Planos Multi-Setoriais de Uso dos Recursos Hídricos, propostos pelas entidades que executam o Gerenciamento das Intervenções na Bacia Hidrográfica, adiante definido, aos planos e diretrizes globais de planejamento estabelecidos pelo Poder Público. É no exercício desta função gerencial que deve ser adotado o instrumento de planejamento estratégico por bacia hidrográfica, que caracteriza o modelo sistêmico de integração participativa, e realizado o planejamento, monitoramento, outorga (incluindo licenciamento e fiscalização) e administração das medidas indutoras do cumprimento das diretrizes estabelecidas pela negociação social efetivada neste modelo. Os instrumentos para atingi-los seriam baseados em um amplo leque de normas administrativas e legais: estabelecimento de programas e projetos, enquadramento das águas em classes de usos preponderantes, de padrões de emissão, cobrança pelo uso e poluição das águas e de multas por infrações, promoção de ações legais, etc.

Gerenciamento das Intervenções nas Bacia Hidrográfica

Trata da projeção espacial das duas funções anteriores no âmbito específico de cada bacia hidrográfica, visando a:

- compatibilização dos Planos Setoriais elaborados pelas entidades que executam o Gerenciamento dos Usos Setoriais das Águas na bacia e os Planos Multi-Setoriais de Uso dos Recursos Hídricos;
- integração das instituições, agentes e representantes da comunidade intervenientes na bacia ao planejamento do uso das águas e dos demais recursos ambientais.

Esta função deve ser portanto exercida por entidade única para cada bacia hidrográfica, que se responsabilizará pela descentralização do gerenciamento neste âmbito. Alguns tipos de descentralização por sub-bacia poderão ser também preconizados, particularmente naquelas demasiadamente grandes. Nesses casos seriam criadas entidades de sub-bacia, que sejam vinculadas às anteriores. É no exercício desta função gerencial que se emprega o instrumento do modelo sistêmico de integração participativa que adota a negociação política direta através de deliberações multilaterais e descentralizadas.

O exercício da função gerencial de oferta das águas estabelece um limite à autonomia das entidades de bacia, levando em consideração que existem impactos econômicos, ambientais e sociais de intervenções que extrapolam seus limites e, por isso, devem ser objeto de uma coordenação centralizada. Além disto, a função de descentralização assumida pelas entidades de Gerenciamento das Intervenções nas Bacia Hidrográfica não deve ser confundida ou utilizada como uma tentativa de diluição do poder do Estado mas, exatamente o oposto: deve ser adotada como mais um instrumento para seu exercício de forma legítima, coerente e eficiente.

O gerenciamento da oferta poderá também compatibilizar as demandas de uso das águas entre si, quando ela não puder ser realizada pela entidade responsável pelo Gerenciamento das Intervenções na Bacia Hidrográfica, seja por problemas operacionais, seja por sua inexistência. Portanto, a necessidade do seu exercício resulta do entendimento de que o uso global das águas, hoje em dia, não pode resultar de mera agregação das pretensões, demandas e planos de usuários setoriais. Cabe ao Poder Público zelar pela sua compatibilização de forma que seu uso implique o máximo de benefícios para a sociedade.

Gerenciamento Interinstitucional

Tendo como palavra-chave o termo *articulação*, é a função que visa a:

- integração das demais funções gerenciais entre si;
- integração dos diversos órgãos e instituições ligados à água com especial ênfase à questão desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e proteção ambiental);
- integração do Sistema de Gerenciamento das Águas ao Sistema Global de Coordenação e Planejamento do Estado.

A execução desta função gerencial é estabelecida pela legislação que cria e distribui atribuições às entidades que participam do sistema, devendo contudo haver uma entidade que promova, oriente e estimule tais integrações interinstitucionais, servindo de instância superior à qual são dirigidos os recursos originados em dúvidas de interpretação. Ela deverá ser também responsável pela discussão, preparo e implementação da Política (nacional, regional ou estadual) das Águas. Tal entidade, portanto, deverá ser o órgão superior do sistema mencionado, como por exemplo, um Conselho de Águas, sendo por sua natureza uma entidade consultiva, normativa e deliberativa.

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SOB A ÓTICA DA TEORIA DAS FINANÇAS PÚBLICAS E DA ECONOMIA DO BEM-ESTAR

As águas podem ter características do que na Economia do Bem Estar são chamados por bens privados, bens públicos, bens de pedágio (*toll goods*), bens de acesso livre (*open access goods*) ou bens de mérito (*merit goods*). Os quatro primeiros tipos podem ser identificados pela forma como dois atributos se aplicam: a rivalidade (ou subtractibilidade) e a excludência.

A subtractibilidade define o quanto a demanda de água de um usuário é comprometida quando outro usuário tem sua demanda atendida. Esta característica é muito comumente observada: a água que é usada para suprir a um uso consuntivo fica indisponibilizada para qualquer outro uso, pois é consumida no processo. Porém existem também exemplos onde a subtractibilidade não ocorre: a água demandada para uso não-consuntivo, como navegação em um trecho fluvial ou geração de energia, pode ser usada a jusante. Neste caso a

navegação e a geração de energia não são rivais dos usuários de jusante ou seja, não lhes subtraem a água quando a utilizam.

A excludência é a propriedade pela qual o detentor de direitos de uso de determinado volume de água pode excluir outros de fazê-lo. Por isto se outras partes quiserem usar este volume de água deverão contar com a concordância do detentor dos direitos. Este poderá permitir seu uso, entre outras possibilidades, se os que a demandam se dispuserem a pagar um preço pela água utilizada.

A importância destes dois atributos na gestão das águas é que suas combinações estabelecem os tipos de características que a água pode incorporar, de acordo com o que é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização de alguns tipos de bens com relação aos atributos de excludência e rivalidade

		Rivalidade	
		Baixa	Alta
Excludência	Baixa	Bens públicos	Bens de acesso livre
	Alta	Bens de pedágio	Bens privados

As consequências da existência destas características para as políticas públicas relacionadas às águas são a seguir analisadas.

Bens privados

Bens com estas características tem altas possibilidades de excludência e subtractibilidade. Isto cria condições para que suas gestões sejam realizadas de forma automática e eficiente, sob o ponto de vista econômico, pela iniciativa privada.

A razão é que são criadas condições para um mercado de águas no qual o detentor de direitos de seu uso será confrontado com a possibilidade de usá-la ou de transacioná-la com outra parte. Se a renda gerada pelo uso da água ao primeiro usuário (R_1), detentor dos direitos de seu uso, for menor que a renda que o segundo poderá obter com seu uso subtraída dos custos de negociação ($R_2 - C$), poderá ser realizada a transação e transferidos os direitos de uso da água. Isto por que o valor que o atual detentor dos direitos de uso estará disposto a receber para transferi-los é algo maior que a renda que obtém por este uso (R_1); o que a outra parte estará disposta a pagar é menor que a renda que obterá com o uso da água transferida (R_2). Se os custos C de negociação forem pequenos diante de $R_2 - R_1$ a transação poderá ocorrer com o preço sendo estabelecido entre estes dois valores, estabelecendo vantagens para ambas as partes envolvidas. A sociedade também estará ganhando em eficiência pois com a realocação dos direitos de uso estes passarão para o usuário que gera maior renda com o uso da água. Esta possibilidade de realocação não para aí. O fato de haver um mercado estimula tanto os detentores de direitos de uso da água quanto os que não os detém, e por isto necessitam ir ao mercado para adquiri-los, a tomarem medidas para uso eficiente da água. Os primeiros pois poderiam vender no mercado maior quantidade de direitos de uso; os segundos pois necessitariam adquirir menor quantidade de direitos de uso. A sociedade como um todo estaria ganhando pois haveria estímulo permanente a um uso mais eficiente da água, sob o ponto de vista econômico.

Águas captadas em estações de recalque em sistemas de suprimento, de carros-pipa, entre outras possibilidades apresentam características de bem privado. Outros exemplos são encontrados nas Tabelas 2 a 4. Estes bens são aqueles que podem ser geridos adequa-

damente pela iniciativa privada, através dos mecanismos de mercado, quando objetivos de eficiência econômica são almejados.

Bens de pedágio

Quando o atributo de excludência ocorre mas o de subtractibilidade não, o detentor dos direitos de uso poderá autorizar sua utilização por terceiros mediante o pagamento de um preço, que é o pedágio. Esta autorização deverá ser limitada a um número máximo de usuários pois poderá ocorrer o congestionamento, como em uma praia lotada ou em uma auto-estrada com excessivo número de veículos. A partir da ocorrência de congestionamento a característica de subtractibilidade ocorre já que um usuário “ocupa” o espaço de outro.

Em certos casos isto poderá inclusive comprometer a perenidade do uso do recurso, ou a sustentabilidade de seu uso. Por exemplo, as águas de um lago não terão características de subtractibilidade para uso em recreação desde que o número de usuários seja limitado à sua capacidade de suporte. Após certo limite, a poluição que causam poderá degradar permanentemente o lago, deixando ele de ter propriedades que facultem o uso recreação.

O uso economicamente eficiente do recurso sob o ponto de vista social global será aquele que maximiza a soma da disposição a pagar dos seus usuários. Como esta disposição será individualmente menor na medida em que ocorram congestionamentos, haverá um ponto de ótimo que poderá ou não estabelecer um certo nível de congestionamento. Sob a ótica privada, no entanto, vale como objetivo a maximização das receitas geradas pela cobrança do pedágio. O detentor de direitos de exploração buscará estabelecer um valor ótimo do pedágio que atinja essa meta. Como a ótica privada nem sempre deverá determinar a mesma intensidade de uso do recurso que a ótica social, cabe nesses casos a intervenção pública no sentido de aumentar a eficiência social do uso do bem de pedágio.

Exemplos de bens de pedágio são os sistemas de saneamento convencionais enquanto não se acham congestionados. As Tabelas 2 a 4 apresentam outros exemplos. Estes bens podem ser geridos pela iniciativa privada mas alguma regulação pública ou comunitária pode ser justificada como alternativa para o incremento das realocações e, assim, da eficiência econômica do uso da água.

Bens de acesso livre

Bens com estas características apresentam subtractibilidade sem que ocorra a excludência. Com isto o detentor dos direitos de uso não poderá evitar que usuários potenciais o utilizem, sendo estabelecida uma tendência ao esgotamento dos recursos.

Como não há possibilidade de exclusão, ou os custos para implementá-la são altos, não há possibilidade de exercício do direito de propriedade. Por isto bens com estas características não costumam ser atraentes para iniciativa privada quando questões de eficiência econômica acham-se em pauta. Somente uma ação coletiva, comunitária ou governamental, poderá impedir o esgotamento do recurso, estabelecendo normas de utilização que sejam aceitas consensualmente ou controles de acesso às custas de altos investimentos.

Um exemplo de água com características de bem de acesso livre é a água subterrânea. É difícil e caro excluir um usuário de captá-la o que pode estabelecer rebaixamentos do nível freático, esgotamento e contaminação do aquífero. Outros exemplos acham-se nas Tabelas 2 a 4. Cabe ao poder público ou às iniciativas comunitárias assumir o gerenciamento deste tipo de recursos para impedir o seu esgotamento.

Tabela 2 – Características das diversas tipologias de bens na área de águas: sistemas de esgotos e de suprimento de água (BANCO MUNDIAL, 1993)

Tipo de sistema			Subtractibilidade	Excludência	Contestação	Possíveis Externalidades	Características do bem	
Esgotos	Esgotos convencionais	Sistema de coleta e transporte (canos)	B	A	B	Saúde pública	De pedágio	
		Estações de recalque	B	A	B			
		Estações de tratamento	B	A	B			
	Esgotos intermediários ou de baixo custo	Esgotos condominiais	M	M	M		Poluição hídrica	Público
		Tratamento localizado	M	M	M			
		Outros esgotos intermediários	M	M	M			
		Saneamento básico (latrina/fossa)	A	M	A			
Abastecimento público	Sistemas de poços tubulares	Captação (estação de bombeamento para captação)	A ¹	A	B	Saúde pública	Privado	
		Sistemas de distribuição	B	M	B			
	Equipamentos de ponta (no consumo)	Comunitário (bombas manuais)	M	B	A		Deplção do nível freático	De mérito e público
		Individual (torneira residencial)	M	A	A			Privado
	Poços		M	B	A		De mérito e Público	
	Carros-pipa		A	A	A		Privado	

¹ O grau de subtractibilidade de associado com determinado poço depende da natureza do aquífero do qual é retirada a água; na classificação apresentada supõe-se que ocorra grande escassez de água, derivada de aquífero já muito comprometido no atendimento de outras demandas.

Tabela 3 – Características das diversas tipologias de bens na área de águas: sistemas de irrigação (BANCO MUNDIAL, 1993)

Tipo de sistema		Subtractibilidade	Exclusão	Contestação	Possíveis externalidade		Características do bem		
Irrigação	Usando água superficial	Sistema de captação (barragem, canal principal)	M ¹	M	B	Encharcamento do solo	Erosão	Público	
		Sistema de distribuição (canais secundários e terciários)	M ²	M	M				
		Uso final	Inundação de várias propriedades	A	B	A	Introdução de novas doenças	Salinização do solo	Acesso livre
			Propriedade individual	A	A	A			Privado, com altos custos de transação para transferências além do canal terciário
		Uso final com recalque	A	A	A			Privado	
	Usando água subterrânea	Poços profundos	Estações de recalque com livre acesso	A ³	A	M	Depleção do nível freático	Privado, usando bem de acesso livre	
			Distribuição	M	M	M			
		Uso final	A	A	A	Encharcamento do solo e salinização do solo	Público		
		Poços rasos	A ³	A	A		Privado, usando bem de acesso livre		
	Sistemas com captação a fio de água	Captação	M ²	M	M		Público		
		Distribuição	M ²	M	M		Privado, com altos custos de transferência além do canal terciário		
	Reservatórios e pequenas barragens	Captação	M ²	M	M	Encharcamento do solo e salinização do solo	Público		
Distribuição		M ²	M	M	Privado, com altos custos de transferência além do canal terciário				
Uso final		A	A	A					

Nota: A = alta; M = média, B = baixa.

¹ O grau de subtractibilidade depende da escassez da água e da capacidade do canal.

² Esta função é geralmente executada por agricultores privados.

³ O grau de subtractibilidade de associado com determinado poço depende da natureza do aquífero do qual é retirada a água; na classificação apresentada supõe-se que ocorra grande escassez de água, derivada de aquífero já muito comprometido no atendimento de outras demandas.

Tabela 4 – Características das diversas tipologias de bens na área de águas: outros sistemas (BANCO MUNDIAL, 1993)

Tipo de sistema		Subtractibilidade	Excludência	Conteção	Possíveis Externalidades	Característica do bem
Estruturas de controle de cheias		B	B	B	Saúde pública	Público
Geração de energia elétrica (hidrelétricas)		M	A	A		Privado
Usos locais (instream)	Amenidades ambientais (contemplação, etc...)	B	B	M		Público
	Pesca e recreação	M	M	M	Poluição hídrica	De pedágio
Navegação	Piers, docas	M	A	A		Pode ser tanto bem de pedágio quanto bem público
	No curso de água	B	M	A		

Bens públicos

Bens públicos são aqueles em que não ocorre a possibilidade de excludência e tão pouco a subtractibilidade. Por causa desta última propriedade eles não são consumíveis e o seu uso sustentável é garantido na medida em que não ocorram congestionamentos ou danos irreversíveis. Devido a impossibilidade de exclusão não existe estímulo de que uma parte privada o faça automaticamente quando busca maximizar seus retornos econômicos: qualquer usuário poderá ter acesso ao bem, tão logo ele seja provido, independente de pagamento ou de qualquer outro tipo de reciprocidade. Por exemplo, se um reservatório de controle de cheias é implantado em um rio todos os ocupantes das várzeas a jusante serão beneficiados por este efeito.

A provisão de bens públicos pela iniciativa privada pode ocorrer excepcionalmente em programas de divulgação de imagem. Nesta linha podem existir campanhas de preservação de ambientes aquáticos que são patrocinadas por empresas privadas. Entretanto são exceções que não se aplicam a todos os casos.

Como pode ser visto nas Tabelas 2 e 4 existem vários usos da água e diversos sistemas hídricos que possuem características de bens públicos. Cabe ao poder público ou às iniciativas comunitárias prover este recursos, direta ou indiretamente, já que a iniciativa privada apenas excepcionalmente o fará.

Bens de mérito

Os bens de mérito são aqueles que cuja existência atendem a objetivos não econômicos da sociedade, como os de ordem social ou ambiental. Incluem-se neles um suprimento mínimo de água potável à sociedade, a proteção das espécies aquáticas e dos ecossistemas em geral, através da Gestão das Águas. Devido à não atenderem a objetivos econômicos (ou seja, de desenvolvimento econômico) a iniciativa privada os entende com o mesmo enfoque de bens públicos e, em certos casos, eles podem ter características de bens

públicos. O suprimento de água potável à população a despeito de sua capacidade de pagamento atende a objetivos de saúde pública que pode ser considerado um bem público.

JUSTIFICATIVAS PARA A INTERVENÇÃO PÚBLICA OU COMUNITÁRIA NA GESTÃO DAS ÁGUAS

Em resumo, a necessidade da intervenção pública, ou comunitária, na gestão de recursos hídricos é consequência da existência de bens públicos, de mérito, de livre acesso e, em alguns casos, de bens de pedágio. Outra razão é de caráter financeiro, quando os custos de investimento dos sistemas hídricos não podem ser assumidos pela iniciativa privada. Finalmente existe a situação de litigância, quando indivíduos ou comunidades estabelecem contenciosos que devem ser resolvidos por instâncias superiores, situações em que também podem justificar a intervenção pública¹.

Outras demandas de intervenção pública também podem ocorrer mesmo em situações onde a água tenha características de bem privado: quando existem externalidades e problemas de contestabilidade.

Externalidades

Externalidades são efeitos econômicos colaterais de um processo de produção ou de consumo que não são considerados na formação do preço de mercado do seu produto. Isto é consequência de que os efeitos desfavoráveis, ou deseconomias externas, não afetam a oferta do produto. Já os efeitos favoráveis, ou economias externas, não afetam a disposição a pagar dos consumidores pelo produto ou seja, a procura. Existem dois tipos de externalidades: a tecnológica e a pecuniária. O primeiro tipo decorre de efeitos colaterais que tem uma ligação física com o processo de produção ou de consumo. O segundo tipo advém de ligações econômicas.

Uma deseconomia externa do tipo tecnológico ocorre na implantação de indústrias às margens de um rio quando os efluentes industriais acarretam a deterioração da qualidade de água no trecho de jusante. Uma economia externa do mesmo tipo ocorre caso estas indústrias formem um reservatório para garantir o abastecimento de água durante as estiagens e que este tenha um efeito favorável de atenuar as enchentes para jusante.

Estas indústrias poderão exercer um papel importante no estímulo às atividades econômicas regionais, com a utilização de recursos que sem elas ficariam ociosos. Este estímulo é uma economia externa do tipo pecuniário. Ao mesmo tempo, as indústrias poderão atrair para sua região empreendimentos que sem suas instalações seriam implementados em outra região do país. Sob o ponto de vista desta outra região ocorreu uma deseconomia externa do tipo pecuniário.

Os grupos privados responsáveis pelas indústrias não levarão em consideração esses efeitos colaterais no dimensionamento de suas atividades - para com isto otimizá-las sob um ponto de vista mais amplo que o privado - a menos que possam usufruir ou serem penalizados por eles. Esse usufruto ou penalização é mais fácil quando se acham em pauta as externalidades pecuniárias. As partes afetadas favorável ou desfavoravelmente poderão ser compelidas a negociar com os grupos privados de forma que esses adequem os efeitos às suas necessidades. Por exemplo, os grupos privados poderão negociar com o poder público

¹ Embora estas questões possam ser tratadas também comunitariamente. Um exemplo secular é o Tribunal de Águas de Valencia que desde a Idade Média administra os conflitos de uso da água nesta região espanhola.

regional os efeitos favoráveis do estímulo econômico, solicitando subsídios para que se instalem na região. A outra região, que sofreria esvaziamento econômico, poderá entrar na negociação tentando atrair para si as indústrias, através da oferta dos mesmos subsídios. Obviamente, para que haja possibilidade desta negociação, os recursos produtivos devem ser móveis. No leilão estabelecido será vencedora a região que obtiver o maior montante de economias externas por estar em condições de oferecer mais. Isto favorecerá a decisão economicamente mais correta, sob um ponto de vista nacional, de que as indústrias se instalem na região para a qual trarão maiores benefícios.

No caso das externalidades tecnológicas a otimização econômica poderá não ocorrer de forma automática a menos que sejam criados procedimentos para "internalizar" as externalidades. O jargão refere-se às medidas que o poder público poderá adotar de forma a que, por exemplo, as indústrias sejam obrigadas a pagar pelos efeitos da poluição e que possam cobrar aos beneficiários pelo efeito de atenuação de cheias. A "internalização" de externalidades requer, portanto, o uso de instrumentos legais e administrativos.

Exemplos típicos de externalidades podem ser oferecidos quando o uso e a poluição da água não são cobrados e existam outros usuários que são privados do uso ou que sofrem o impacto da poluição. Nestes casos os custos que oneram estes usuários não são considerados pelos primeiros no dimensionamento dos seus consumos ou dos seus graus de agressão aos recursos hídricos, já que eles buscam estabelecer a otimização de seus processos sob seus pontos de vista restritos. Estas deseconomias externas do tipo tecnológico poderão ser atenuadas pela cobrança pelo uso e poluição das águas, o que exige a intervenção pública.

Contestabilidade

Esta palavra é adotada no sentido de possibilidade de ser estabelecido um mercado competitivo. Uma das formas de que as realocações de água possam resultar na maior eficiência econômica de seu uso é quando existe competição entre vendedores e compradores de direitos de uso. Nenhum deles isoladamente poderá ter significativa influência no preço de equilíbrio estabelecido pelo mercado, visando a obtenção de vantagens especiais. Quando não há contestabilidade, o mercado é dominado por monopólios ou oligopólios (um único ou poucos vendedores) ou monopsônios ou oligopsônios (um único ou pouco compradores). No caso mais comum de monopólios e oligopólios há uma tendência a que seja produzido menos e de que seja cobrado mais pelos produtos que são transacionados no mercado, do que na situação competitiva.

Duas situações podem dificultar a contestabilidade: economias de escala e economia de fatores. No primeiro caso, grandes investimentos iniciais determinam que a escala de produção diminua os custos variáveis, permitindo aos primeiros empreendedores dominarem (ou fecharem) o mercado. No segundo caso, a produção de vários fatores combinados permite a diluição dos custos em relação à produção de cada um isoladamente.

Nos sistemas hídricos ambas situações convivem. Existem economias de escala em sistemas de abastecimento público, por exemplo, o que cria "monopólios naturais": apenas uma empresa poderá prestar o serviço. Ocorrem igualmente economia de fatores em projetos de múltiplos propósitos. Isto cria a necessidade de intervenção pública para controle das forças monopolistas e, quando existem monopólios naturais, surge a tendência de que uma empresa pública o assuma.

Custos de negociação

Outro fator que dificulta a gestão das águas através de mercados competitivos, mesmo quando ela tem características de bem privado é o custo de negociação. Um mercado de direito de uso de água criado em um rio facilita a negociação entre compradores de jusante com vendedores de montante; na situação inversa existem limitações físicas para que ocorra a transferência de água, a não ser que recalques expensivos sejam adotados. Para que participem do mercado usuários localizados mais distantes do curso natural de água haverá necessidade de implantação de canais de adução. Isto poderá privilegiar usuários ribeirinhos de jusante que poderão gradualmente monopolizarem os direitos de usos, introduzindo distorções no mercado. Esta é outra condição que exige controle estatal ou comunitário.

Consequências nas políticas públicas

Todos os fatores relacionados explicam o alto grau de intervenção do poder público na Gestão das Águas, especialmente quando ações comunitárias não existiam ou eram insuficientes para superar os problemas de ineficiência alocativa. Mesmo com a Reforma do Estado, estas restrições devem ser consideradas na busca de modelos de gestão das águas que superem os problemas de ineficiência alocativa sem, com isto, hipertrofiar o setor público e sofrer as suas conhecidas consequências.

O Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 1993) sugere as alternativas apresentadas na Caixa 1 para lidar com as causas de ineficiência alocativa na Gestão das Águas;

Quadro 1 – Alternativas de intervenção estatal na Gestão das Águas

BENS PÚBLICOS

- Provisão: responsabilidade pública, integral ou na maior parte, diretamente através do Estado ou com seu financiamento, para assegurar uma adequada alocação de recursos.
- Produção: quando viável ou desejável, direitos devem ser atribuídos ao setor privado, ou a organizações de usuários de água, para operarem os sistemas de propriedade pública sob regulação e contrato (contratos de performance). Ou, o setor público deve produzir o serviço, como controle de cheias e grandes barragens com múltiplos propósitos.

BENS DE PEDÁGIO

- Provisão: se existir preocupações com 1) acesso equitativo aos usuários, 2) constabilidade, 3) escassez de substitutos, 4) provisão ótima de bens e serviços, a regulação pública será necessária para lidar com direitos de propriedade, condições de competição, e qualidade e preço dos serviços providos com o pedágio. Se os serviços não forem totalmente subtraíveis (rivais) um sistema de preços binomial será apropriado: uma parte fixa cobrando o acesso ou a conexão; outra parte, variável, cobrada com base na intensidade de uso. Se a subtractibilidade é muito pequena algum mecanismo de financiamento público poderá ser necessário para suplementar a cobrança direta sobre o usuário, na forma de isenções fiscais (de forma a estimular o aumento da provisão do serviço).
- Produção: Deve ser privada, ou baseada em uma organização de usuários sujeita a regulação, como comentado.

BENS DE ACESSO LIVRE

- Provisão: responsabilidade pública total ou na maior parte, através do Estado, incluindo comunidades de usuários de água (por exemplo, de irrigantes) nas deliberações, através de arranjos institucionais especiais.

<ul style="list-style-type: none"> • Produção: na maior parte privada ou baseada em organização de usuários, mas há necessidade de regulação para limitar os direitos de propriedade (ou direitos de exploração dos recursos ou de geração de serviços com o sistema hídrico). O sistema de preços deve ser baseado no valor de escassez do bem mas, como os não-pagantes não podem ser excluídos do acesso (não-excludência) há necessidade de se contar com financiamentos indiretos através de mecanismos orçamentários, analogamente ao que é proposto para os bens de pedágio. Regulação também será necessária se a superexploração do recurso, como no caso das águas subterrâneas, puder comprometer sua futura utilização (por exemplo, intrusão salina ou compactação do aquífero)
<p>BENS DE MÉRITO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Provisão: regulação é necessária para assegurar acesso equitativo aos serviços (como acesso universal a serviços de água potável, a partir de uma cota mínima). O planejamento de investimentos é necessário para assegurar que alguma cota mínima de serviços seja disponibilizada aos indivíduos. Financiamento público de investimentos ou da operação é necessário para bens cujo consumo é considerado um benefício social. Para outros bens, como disposição de esgotos, para os quais acesso equitativo é considerado importante, subsídios públicos aos investimentos ou aos custos de operação devem ser destinados a grupos específicos, que mais necessitem de auxílio financeiro. Políticas de preço poderão ser usadas para diferenciação de impactos entre grupos com renda diferenciada, como tarifas progressivas em sistemas de abastecimento de água (custo unitário aumenta com o consumo), ligadas a subsídios diretos (orçamentários) ou cruzados (grupos com maior renda pagam mais para subsidiar o pagamento de grupos de baixa renda). • Produção: por parte de empresas privadas ou organização de usuários, principalmente, mas o setor público poderá, em última instância, produzir o serviço caso nenhuma outra alternativa esteja disponível.
<p>DIFICULDADES DE CONTESTAÇÃO (TENDÊNCIAS A FORMAÇÃO DE MONOPÓLIOS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ação do Estado: criação de políticas e regulações que removam barreiras para a entrada de novos produtores e estabelecimento de competição (por exemplo, permitir acesso equânime a linhas de financiamento a potenciais produtores), que promovam a contestação (por exemplo, contratos separados para a operação dos sistemas de suprimento de água, para manutenção de canais de irrigação, ou arrecadação das tarifas de água), e facilitem a disponibilização de serviços substitutos. Se o investimento mínimo necessário é muito alto (economias de escala) algum investimento ou financiamento público será necessário, como no caso de grandes barragens e sistemas de canais. Na ocorrência de monopólio natural, regulação de preços será necessária (por exemplo, para empresas de saneamento e sistemas elétricos).
<p>EXTERNALIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ação do Estado: regulação dos investimentos (por exemplo através de zoneamento do uso do solo) e estabelecimento de padrões técnicos e operacionais (por exemplo, padrões de emissão de efluentes). Cobranças e subsídios (incluindo isenções fiscais) podem ser aplicados para estímulo a investimentos e práticas operacionais adequadas. Devem ser estabelecidas normas que determinem o acesso público a informação (por exemplo, a quantidade e qualidade de lançamentos por parte de indústrias em corpos de água). Quanto maior for a externalidade (positiva ou negativa) maior é a justificativa do envolvimento público na regulação, provisão e, mesmo, na produção (por exemplo, construção de estações de tratamento de esgotos)

Em resumo, de acordo com a proposta do Banco Mundial, a ação pública na Gestão das Águas deve ocorrer com a escala de intervenção apresentada na Figura 3. Quanto mais abaixo no fluxo apresentado ela for localizada, maiores restrições podem ser atribuídas ao arranjo institucional.

A regulação é atribuição inalienável do Estado. Sua intensidade será tanto maior quanto forem os problemas de ineficiência alocativa. Ela sempre estará presente, como ação do Estado.

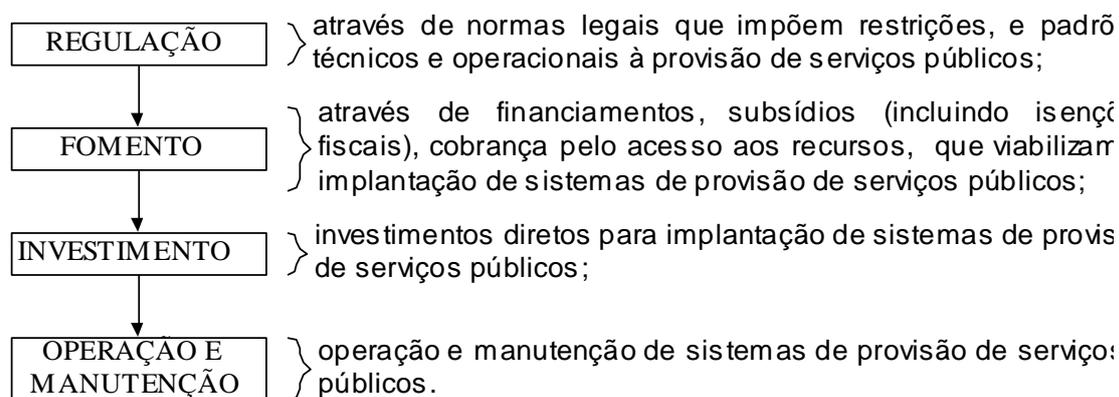


Figura 3 – Gradualidade da intervenção estatal na Gestão das Águas

O fomento será necessário como instrumento para estimular positiva ou negativamente as atividades que estejam em consonância com as metas de planejamento adotadas. Poderá ser adotado na forma de financiamento público, subsídios, incluindo isenções fiscais, e cobranças pelo uso da água. Poderá ser fator determinante para a efetividade da Gestão das Águas em regiões onde os grupos privados existem e se acham consolidados, ou para ela possam ser atraídos, necessitando unicamente de estímulos positivos ou negativos para adotarem comportamentos adequados.

A participação pública em investimentos deverá ocorrer quando os grupos privados regionais não possuam capitalização suficiente para investirem nos sistemas hídricos. Esta situação variará de país para país, e de região para região. Em alguns casos de bens públicos, como controle de cheias, ou de economias de fatores, como grandes projetos de usos múltiplos, esta participação poderá ser decisiva para suas provisões.

Finalmente, a participação do Estado na Operação e Manutenção de sistemas hídricos é aceita unicamente como exceção devido às ineficiências administrativas que gera, que poderão superar os ganhos em eficiência econômica pretendidos. Supõe-se ser mais eficiente que estes serviços sejam realizados pela iniciativa privada, através de contratos de performance, ou pelas organizações de usuários.

ORGANISMOS DE BACIA

Dois tipos gerais de Organismos de Bacia podem ser identificados: aqueles com atuação regional, sem vinculações com um Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, nacional ou regionalmente homogêneo, e aqueles que integram um sistema com essas características. Alguns deles, especialmente os do segundo tipo, têm sido usados como referência para as reformulações dos sistemas de Gestão de Recursos Hídricos em diversos países. Estes últimos organismos serão analisados nesse texto, tendo por base as reformulações nos sistemas de quatro países: França, Reino Unido, Chile e Brasil.

Modernamente, os Organismos de Bacia prevêm a participação dos usuários de água e da sociedade. Como se procurou demonstrar no Capítulo 1, essa participação surge

da constatação de que sendo uma organização um sistema aberto, o que nela ocorre depende e resulta do que ocorre no ambiente. Deve ser portanto enfatizado o ambiente em que se insere a organização, e como suas necessidades mutáveis e diversificadas agem sobre a dinâmica da organização, e a resultante rede de relações formadas em decorrência das demandas surgidas e das respostas emitidas. Nada é fixo, tudo é relativo e, por isto, leva à valorização do papel da negociação social na Gestão de Recursos Hídricos, prevendo a criação de instâncias específicas - os Organismos de Bacia - para realizá-lo, através da participação de todos os segmentos sociais interessados.

ORGANISMOS DE BACIA EM ÂMBITOS REGIONAIS

Estes organismos foram os primeiros a serem criadas para solução de problemas de bacias hidrográfica específicas, sem se integrarem a um Sistema de Gestão de Recursos Hídricos homogêneo, no âmbito nacional. Eles apresentam várias estruturas e atribuições, e devem ser analisados caso a caso.

Associações Alemãs de Bacias

Um dos exemplos mais antigos de Organismos de Bacia são Associações de Bacias na Alemanha, como a do Rio Ruhr, estabelecidas no início do século XX. Elas surgiram de uma concepção adotada pelo Kaiser Guilherme II de que os assuntos de recursos hídricos deveriam ser resolvidos por conta de seus próprios usuários, cabendo ao Governo apenas o estabelecimento de normas e diretrizes, de caráter regulatório, destinadas a ordenar e assegurar o bom encaminhamento das soluções. Suas razões de ser foi o gerenciamento do suprimento de água e energia, e da poluição hídrica, em regiões densamente povoadas e/ou industrializadas. São formadas por unidades locais do governo e por corporações privadas que usam de diversas formas as instalações fluviais. Seus recursos financeiros procedem dos próprios membros, alocações do governo e empréstimos. A direção é exercida por uma Assembléia de Representantes eleitos pelos próprios usuários, por um Conselho de Diretores para condução das tarefas do dia a dia e representação da Associação, e por um Congresso de Apelação, ao qual são endereçados recursos.

Estes organismos não contam com a grande autonomia. O Estado exerce uma regulação detalhada de suas atuações, devendo ser por ele aprovados todos os projetos novos e as regulamentações da operação e uso de projetos existentes. Não obstante esta restrição, elas podem assumir, mesmo que parcialmente, atribuições normativas, deliberativas e executivas.

Companhia Nacional do Ródano, França

A Companhia Nacional do Ródano foi criada em 1933 para o gerenciamento de projetos de energia, irrigação e navegação daquele rio, em sua parte francesa. Trata-se de uma companhia por ações na qual tem participação entidades públicas interessadas no desenvolvimento do Ródano e câmaras de comércio representando interesses privados. A interferência governamental é grande, sendo exercida pela indicação da maioria dos membros do seu Conselho Diretor.

Superintendências de Bacias Hidrográficas

O entidade mais conhecida, e que foi pioneira desta classe de Organismos de Bacia, foi a Tennessee Valley Authority (TVA) criada em 1933. Seu exemplo orientou a implanta-

ção no Brasil, em 1948, da Comissão do Vale do São Francisco, depois, em 1967, Superintendência de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (SUVALE) e, finalmente, em 1974, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF). Nesse mesmo âmbito regional no Brasil houve o Programa de Desenvolvimento Integrado da Bacia dos Rios Araguaia-Tocantins (PRODIAT). Em âmbito estadual existiu a Comissão de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu (DESENVALE) no Estado da Bahia.

O princípio que levou à criação deste tipo de Organismo de Bacia foi a promoção do desenvolvimento do uso de alguns recursos ambientais, particularmente água e solo, adotando a bacia hidrográfica como a unidade espacial de planejamento. São entidades públicas com poderes para planejar, construir e operar projetos com múltiplos propósitos, vinculados aos recursos ambientais de interesse, e atingir metas de desenvolvimento econômico e social. Portanto, tem atribuições normativas, deliberativas e executivas.

Elas costumam ter grande autonomia, tendo fontes de financiamento específicas no orçamento do governo à que se subordinam. Devido a isto e às atribuições executivas que possuem, existem dificuldades de suas inserções em modelos sistêmicos de Gestão de Recursos Hídricos, nos quais diferentes entidades compartilham atribuições e se articulam para as deliberações. Isso representaria uma grande perda de poderes o que costuma ocasionar grandes e prolongados contenciosos institucionais e jurídicos. Isto também dificulta as suas integrações com outras entidades governamentais com atribuições executivas na Gestão de Recursos Hídricos, ou com entidades políticas em nível hierárquico inferior, e com associações de usuários ou comunitárias. Quando as superintendências são colocadas no vácuo de iniciativas voltadas à criação de Organismos de Bacia que prevejam a participação da sociedade, as propostas, quando implementadas, usualmente não conseguem esconder a visão autoritária e assistencialista que as impregna, manifestas através das amplas limitações que são impostas a estes colegiados.

ORGANISMOS DE BACIA INSERIDOS EM SISTEMAS NACIONAIS OU REGIONAIS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Estes organismos têm sido implementados ex-novo, ou adaptados de entidades preexistentes, em diversas reformas de Sistemas Nacionais de Gestão de Recursos Hídricos. Aqui serão apresentados dois modelos que mais comumente têm sido adotados: o francês e o inglês. O primeiro está inserido em uma abordagem de publicização das águas. O segundo, em uma abordagem privativista. Adaptações desses modelos têm sido realizadas em diversos países, de forma a adequá-los às condições institucionais vigentes. Duas experiências são destacadas: a do Brasil, que adaptou o modelo francês, e o Chile, cujo sistema de gestão é apoiado em mercados de água. Em todos os casos, porém, será verificada a prevalência das condições e tradições institucionais locais, fazendo com que os modelos adotados venham a melhor se adaptar às suas realidades.

França: Organismos de Bacia em um sistema de descentralização participativa de águas sob o domínio público em nível jurisdicional único

O exemplo francês é relevante por inspirar boa parte dos aperfeiçoamentos propostos na Gestão de Recursos Hídricos em vários países. A França tratou de regular, desde o final do século passado, os problemas de recursos hídricos através de um Código de Águas, um Código Florestal, um Código de Pesca e uma infinidade de regulamentações derivadas e “*ad hoc*”. Devido as falhas deste tipo de abordagem burocrática, este sistema legislativo não impediu que no início da década de 60, por ocasião do grande *boom* de desenvolvimento do pós-guerra, os rios franceses apresentassem grande degradação. A

poluição industrial anual, por exemplo, cresceu a uma média de 5% ao ano no período de 1945 a 1974 (PRIME, 1996)

Diante disso, em 16 de dezembro de 1964, foi promulgada a Lei das Águas, a qual, sem remover propriamente os dispositivos legais anteriores, deu um sentido de conjunto à ação do Estado. A lei francesa de 64, ao lado de suas normas, decretos, regulamentos, etc, demonstrou que é possível ter um Estado forte no setor sem estruturas administrativas gigantescas.

O sistema francês opera em dois níveis. Num primeiro nível, o território francês foi dividido em 6 regiões hidrográficas (bacias):

- Adour-Garonne: bacias do rio Garonne e rios que têm foz na costa Sudoeste francesa;
- Artois-Picardie: bacias do rio Somme e rios da região de Flandres ;
- Loire-Bretagne: bacias do rio Loire e rios que têm foz na costa bretã;
- Rhin-Meuse: bacias dos rios Rhin, Sarre, Moselle e Meuse ;
- Rhône-Méditerranée-Corse: bacias do rio Rhône e rios que têm foz na costa do Mediterrâneo;
- Seine-Normandie: bacia do Seine e rios que têm foz na costa da Normandia.

Em cada uma das bacias há um conjunto de 3 elementos interatuantes:

As coletividades locais

Organizadas em Comunas, Regiões e os Departamentos localizados na bacia. São os agentes principais das intervenções na bacia hidrográfica. Participam das deliberações dos Organismos de Bacia adiante definidos, através de representantes.

O Comitê de Bacia

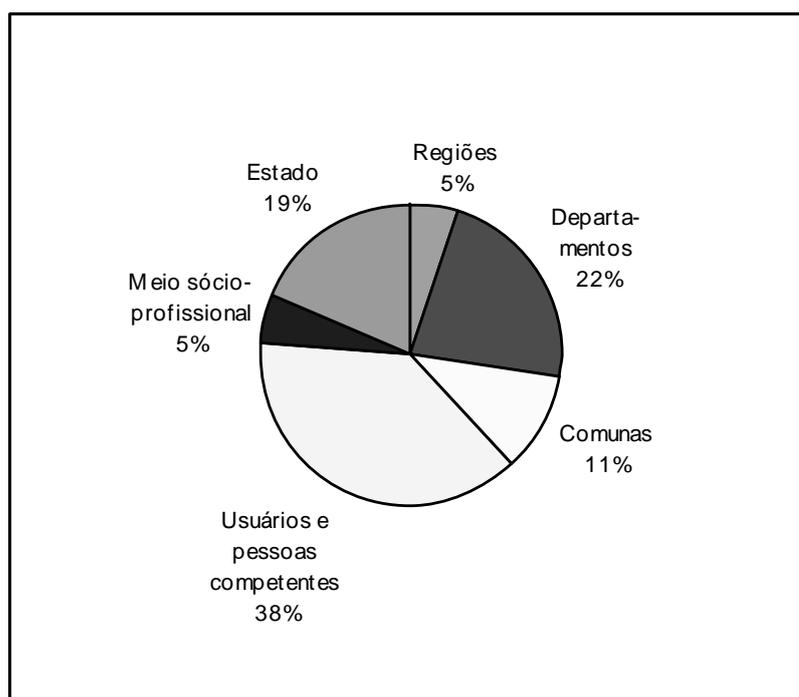
Trata-se de um Organismo de Bacia colegiado que tem a prerrogativa de um verdadeiro Parlamento das Águas, devendo ser consultado sobre as grandes opções da política de recursos hídricos na bacia. Em particular, deve aprovar o programa quinquenal de investimentos e os valores a serem cobrados pelo uso da água (*redevances*). Ele é constituído por três colégios:

- colégio dos eleitos - representantes das coletividades locais da bacia;
- colégio dos usuários de água, de expertos e dos meios sócio-profissionais - representando as diferentes categorias de usuários (indústria, agricultura, pescadores, aquacultura, turismo, hidroelétricas, companhias de abastecimento de água potável, diferentes consumidores de água, associações de proteção à natureza, etc.), de pessoas com grandes conhecimentos do assunto e de meios profissionais e representantes da sociedade;
- colégio dos representantes do Estado – representando os ministérios afetos às questões da água, como o de meio ambiente, agricultura, saúde, indústria, transporte, equipamentos, mar, economia e finanças.

A composição dos diversos Comitês de Bacia, em 1988, é dada na Tabela 5 e Figura 4.

Tabela 5 – Composição dos Comitês de Bacia na França (Republique Française, 2000)

Regiões Hidrográficas	Participação						
	Eleitos			Usuários, pessoas competentes e meios sócio-profissionais		Representantes do Estado	
	Re-giões	De-partamen-tos	Co-munas	Usuários e pessoas competentes	Meio sócio-profissional	Esta-do	Total
Adour-Garonne	6	20	12	38	6	19	101
Artois-Picardie	3	17	9	29	2	15	75
Loire-Bretagne	8	29	12	49	8	23	129
Rhin-Meuse	3	16	7	26	3	15	70
Rhône-Méditerranée-Corse	6	29	13	48	6	22	124
Seine-Normandie	7	26	12	45	7	21	118
Total	33	137	65	235	32	115	617
Média por classe	5,5	22,8	10,8	39,2	5,3	19,2	102,8
% classe	5,3%	22,2%	10,5%	38,1%	5,2%	18,6%	100%
Média por colégio	39,2			44,5		19,2	102,8
% colégio	38%			43%		19%	100%

**Figura 4 - Distribuição média dos representantes no Comitês de Bacia franceses**

As Agências de Água

Criadas em cada região hidrográfica, têm por missão o aporte de financiamento aos empreendedores públicos e privados com a finalidade de execução de obras e estudos de interesse comum na bacia. Elas são estabelecidas pelo governo central, dotadas de personalidade civil e de autonomia financeira, sendo colocadas sob a tutela do Ministério do Ambiente.

O Conselho de Administração da Agência é constituído como um pequeno extrato do Comitê, com três colégios de eleitos representando as coletividades locais (8), os usuários (8), os ministérios (8), através de funcionários do Estado, e os funcionários da Agência (1) (OIEAU, 1998). Os dois primeiros são eleitos pelos colégios correspondentes do Comitê. A maior parte das negociações relacionadas às políticas de águas são tratadas por este Conselho. Ao Comitê são levadas as grandes questões, já suficientemente detalhadas e depuradas no Conselho, para imediata deliberação.

As Agências de Água não têm caráter executivo, no sentido de se responsabilizarem pela execução ou contratação de obras. Elas portanto não substituem as coletividades locais, as empresas ou as entidades responsáveis pela execução de obras e de investimentos. Elas também não dispõem de poder de polícia para a regulação dos diversos domínios da água (derivação, lançamentos, saúde, hidroeletricidade, etc) - é a administração do Estado que assume estes papéis. Por exemplo, a Agência não pode impor a uma indústria a construção de uma estação de tratamento de esgotos.

Os recursos para funcionamento das Agências (salários de pessoal, prédios e despesas diversas) e os estudos de interesse geral desenvolvidos por ela, incluindo redes de monitoramento, etc, são incluídos na rubrica dos programas de intervenção e financiados pela cobrança pelo uso da água. As receitas das Agências vêm exclusivamente desta cobrança - elas não recebem qualquer apoio financeiro do Estado. Em média, 7% dos recursos obtidos pela cobrança são usados para mantê-las operando e para realização de seus estudos. O restante é distribuído na forma de empréstimo ou ajudas.

Dinâmica de atuação

A Figura 5 resume a dinâmica deste sistema. O processo é iniciado com o Comitê de Bacia estabelecendo objetivos de qualidade e de quantidade de água que deverão ser alcançados ao longo dos anos, com a assistência da Agência, e orientado pelos principais programas e interesses fixados pelas coletividades locais. Em seqüência, a Agência da Água realiza estudos técnicos e econômicos identificando "*pontos negros*" ou seja, locais onde os padrões de qualidade estão mais longe daqueles almejados, e propõe:

- as ações (estudos e obras) a serem amparados pela Agência;
- as taxas e condições diversas de atribuições dos apoios financeiros, incluindo subsídios e prêmios por depuração;
- consequente volume de despesas e de receitas;
- e finalmente, o valor da cobrança pelo uso da água (*redevance*).

Os apoios e valores de cobrança devem refletir as prioridades da bacia na gestão e proteção das águas. O volume de intervenções depende da quantidade de trabalho que deve e que pode ser realizado pelos empreendedores. Na prática, a Agência ajuda financeiramente as coletividades locais e os usuários de água, em especial às indústrias e os agricultores, a executar os estudos e obras nos seus domínios, tais como:

- gestão e mobilização dos recursos hídricos: reservatórios, adutoras, proteção dos mananciais, estações de tratamento de água, etc.
- controle da poluição: redes e estações de tratamento de esgotos, reconversão industrial, prevenção poluição acidental, etc.
- proteção e recuperação das águas.

No próximo passo, o Comitê de Bacia analisa, discute, solicita modificações e finalmente aprova o plano quinquenal de intervenções e os respectivos valores a serem cobrados

pelo uso da água. Nesta fase é realizado o cotejo entre o custo da solução e a sua efetividade possibilitando a reavaliação dos cenários estabelecidos.

Em um segundo e mais elevado nível, o Estado monitora as fontes poluidoras e/ou consumidoras e a qualidade das águas, zelando para que a melhoria da qualidade seja contínua, embora no ritmo estabelecido pelas próprias comunidades afetadas em cada bacia. Nesta função, age através do Comitê Nacional das Águas, presidido por um parlamentar e integrado por representantes da Assembléia Nacional e do Senado, bem com de instituições e federações nacionais relacionadas aos recursos hídricos, sendo o órgão consultivo sobre as diretrizes gerais da política nacional das águas e sobre os projetos legislativos e suas regulamentações. Adicionalmente, o Ministério do Meio Ambiente (Serviço da Água), exerce a tutela sobre as Agências das Água e os Comitês de Bacia das 6 regiões hidrográficas francesas. O Ministério da Saúde Pública regula a qualidade da água potável e o Ministério da Economia e Finanças regula o nível das tarifas de água, tendo em vista a política monetária e fiscal.

Embora as questões mais gerais concernentes ao ambiente e ao uso múltiplo dos recursos hídricos sejam controladas pelo Governo Central, o controle direto sobre a execução dos serviços é altamente descentralizado em cerca de 36.000 autoridades locais e comunas, que podem se organizar em consórcios. Isto cria um mercado altamente competitivo, e oligopolizado, para a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, dominado por quatro grandes empresas privadas (75% do abastecimento e 32% do esgotamento), algumas das quais se tornaram transnacionais.

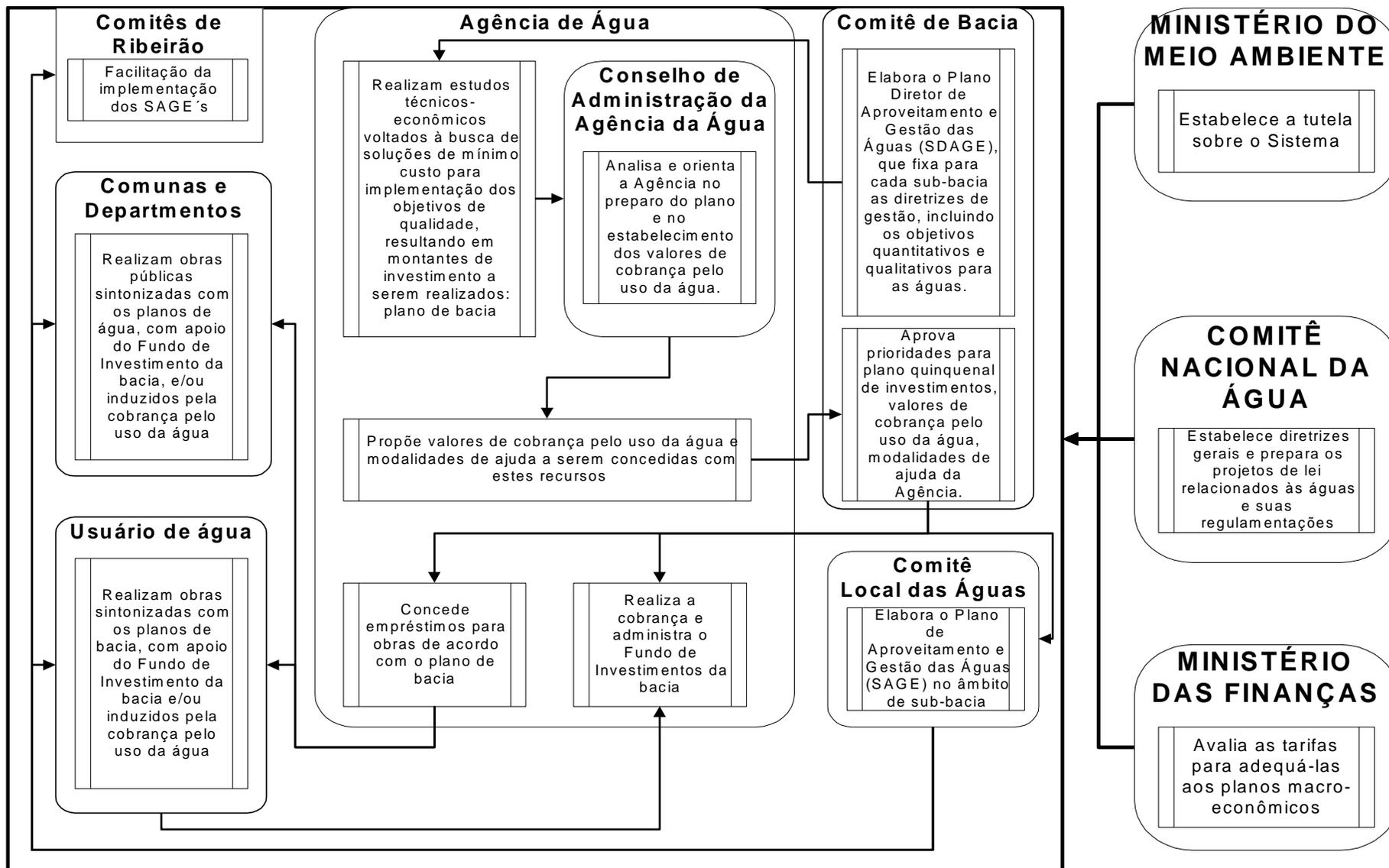


Figura 5 - Esquema do sistema francês de Gestão de recursos hídricos

Trata-se portanto de um sistema regulado pelo governo central, no que tange às grandes diretrizes, supervisionado regionalmente no âmbito das Regiões Hidrográficas pelos Organismos de Bacia, na forma de Comitês Colegiados, auxiliados técnica e financeiramente pelas Agências da Água, e descentralizado pela atuação das regiões, departamentos e comunas, que executam as ações de interesse local, diretamente ou por contrato.

Alguns números

No VI^o Plano Quinquenal para o período 1992-1996 os montantes apresentados na Tabela 6 foram aplicados por região hidrográfica. As destinações dos investimentos nos programas quinquenais V^o (1987-1991) e VI^o (1992-1996) são apresentadas na Tabela 7. Nota-se que a maior parte dos recursos é destinada à proteção da água e do ambiente. Em 1998 os montantes arrecadados por classe e usuário são apresentadas na Tabela 8 e Figura 6. Fica clara a grande participação das coletividades locais (85%) e a quase nula presença do pagamento do setor agrícola (1%).

Tabela 6 – Montantes aplicados pelo sistema no período 1992-1996 em milhões de francos franceses (OIEAU, 1998)

Regiões Hidrográficas	Empréstimos	Ajudas
Adour-Garonne	9.065	3.220
Artois-Picardie	6.835	2.440
Loire-Bretagne	13.750	5.200
Rhin-Meuse	7.327	3.011
Rhône-Méditerranée-Corse	14.840	5.993
Seine-Normandie	28.960	15.109
Total	80.900	34.973

Tabela 7 – Aplicações dos recursos nos programas quinquenais V^o e VI^o em milhões de francos franceses (OIEAU, 1998)

Temas prioritários	1987-1991	1992-1996
Saneamento das coletividades	22.800	43.100
Controle da poluição industrial	6.400	10.800
Melhoramento do manejo agrícola	-	3.600
Abastecimento de água potável	9.600	14.940
Proteção e recuperação da água	4.000	6.050
Proteção ambiental	1.000	2.400
Total	43.800	80.900

Tabela 8 - Arrecadação com a cobrança pelo uso da água em 1998 em milhões de francos franceses (Republique Française, 2000)

Redevances	Coletividades locais	Indústrias	Agricultura	Total
Pelo "uso" (prélèvement)	1.203	352	69	1.624
Pela poluição	7.122	1.053	2	8.177
Total	8.325	1.405	71	9.801

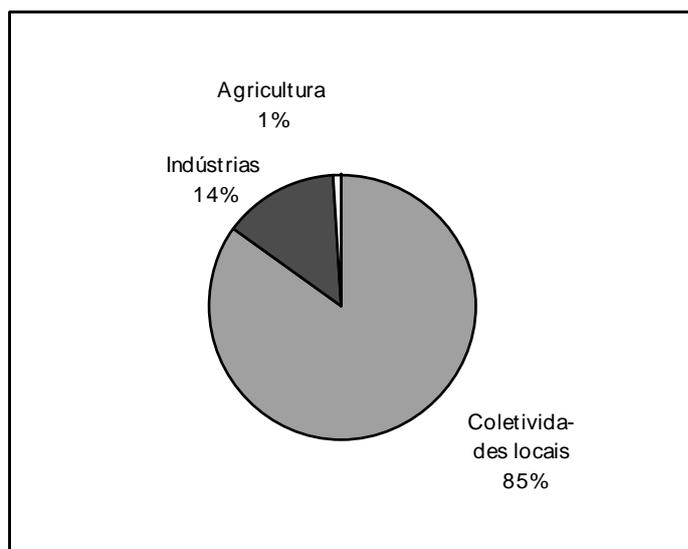


Figura 6 - Distribuição entre usuários do pagamento pela água

A lei das Águas de 3 de Janeiro de 1992

Esta lei aperfeiçoou e descentralizou o sistema prevendo um processo de planejamento que é coordenado por um Plano Diretor de Aproveitamento e Gestão das Águas, o SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux), que fixa os objetivos gerais de utilização e de proteção quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como de preservação dos ecossistemas aquáticos. Os Comitês os aprovam. Estes planos podem indicar as sub-bacias que merecerão estudos de maior detalhe, os quais serão realizados pelos Planos de Aproveitamento e Gestão das Águas, os SAGE's (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux), com as diretrizes e orientações do SDAGE.

Os SAGE's são preparados pelas Comissões Locais de Água, CLE (Commissions Locales de l'Eau), criadas especificamente para isto, representando as partes interessadas. Estas CLE reúnem os diferentes usuários de água e habitantes ribeirinhos em torno de um projeto de satisfação dos interesses e demandas comuns e coletivos, sem impactar, de forma irreversível, a água e os ecossistemas aquáticos. Um detalhe interessante é que as CLE, e os correspondentes SAGEs, podem ser criados tanto por indicação de um SDAGE quanto por arbítrio das coletividade local de uma sub-bacia. Estes SAGEs promovem, portanto, a descentralização de atividades.

Um outro organismo, mais recente, é o Comitê de Ribeirão (Comite de la Rivière) que reúne em um compromisso tácito de melhorias das águas, os agentes (stakeholders) de uma pequena bacia, que se organizam para realizar intervenções conjuntas, facilitando a implementação dos SAGE's.

Inglaterra e País de Gales: Organismos de Bacia em um sistema de privatização centralizada

Este sistema resultou de reformulação realizada em 1973, prosseguida em 1983 e em 1989. Um Conselho Nacional de Águas foi instituído para estabelecer a estratégia geral do uso dos recursos hídricos, sendo composto pelas Secretarias de Estado para o Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento e por representações das 10 Superintendências Hídricas (Water Authorities), Organismos de Bacia que abrangeram todo o território.

Estas Superintendências possuíam responsabilidades amplas, englobando o uso, controle e a conservação dos recursos hídricos. Elas controlavam ou executavam de forma

cumulativa a outorga das águas (quantidade e qualidade), as intervenções nas bacia hidrográfica, na forma de investimentos na infraestrutura hídrica, e a maioria dos gerenciamentos dos usos setoriais de água, com ênfase principal no abastecimento de água e esgotamento sanitário. Isto centralizou as ações executivas, ficando estas superintendências responsáveis pelo patrimônio e pela construção, operação e manutenção de quase todas as obras hidráulicas na bacia.

Para dirigir cada uma delas foi previsto um Conselho de Administração, formado por representantes das comunidades, das indústrias e dos governos locais e central. Possuíam autonomia financeira, tendo como fonte principal de receita a cobrança pelo uso da água, e técnico-administrativa, por força da atuação de um corpo técnico e gerencial expressivo. Por exemplo, a Severn-Trent Water Authority empregava em 1980 cerca de 10.000 pessoas.

Na reformulação de 1983 concluiu-se que as Superintendências Hídricas haviam adquirido suficiente maturidade para prescindirem de um Conselho Nacional de Águas. O diálogo entre as Secretarias e as Superintendências poderia ser estabelecido de forma direta, sem intermediários. Completou-se assim a centralização da Gestão dos Recursos Hídricos no âmbito de cada uma das 10 regiões hidrográficas, através dos Organismos de Bacia formados pelas Superintendências Hídricas.

A implantação destas Superintendências, a partir de 1973, ocasionou um remanejamento profundo da administração anterior, incluindo a absorção de cerca de 1.200 serviços municipais de água e esgotos. Esta drástica modificação da estrutura institucional vigente parece ser mais viável apenas em situações em que as entidades existentes são de pequeno porte, geralmente limitadas à atuação local, sem grande poder político regional ou nacional.

Na reforma de 1989, promovida pelo governo da primeira ministra Margaret Thatcher, as 10 Superintendências Hídricas foram privatizadas de uma só vez, através da oferta de ações ao público, tornando-se empresas privadas de capital aberto. O Estado ficou na posse de ações privilegiadas (*golden shares*), com valor simbólico, mas que lhe conferem o poder de veto sobre as decisões da assembléia de acionistas. Separou-se também a operação das atividades de suprimento hídrico e de esgotamento sanitário, privatizadas, da regulação destes serviços, que foi mantida como função do Estado. Para isto foi criada a Superintendência Nacional de Rios (*National Rivers Authority - NRA*) como guardiã das águas, órgão regulador dos serviços públicos relacionados às águas, incluindo:

- recursos hídricos;
- qualidade de água costeira e interiores;
- defesa contra enchentes;
- salmão e peixes de água doce;
- recreação hídrica e,
- em algumas regiões, navegação.

Além destas atribuições, o NRA assumiu funções na conservação, redistribuição e incremento da disponibilidade de recursos hídricos e conservação do ambiente natural, buscando oportunidades para sua melhoria, quando possível (SUMMERTON, 1996).

Em 1º de abril de 1996, após a aprovação da Lei Ambiental de 1995, o NRA tornou-se a Agência Ambiental, estendendo sua atuação a todo o ambiente. Isto tornou sua atuação mais racional, ao integrar a gestão do ar, solo e água, de acordo com o que a Figura 7 esquematiza.

Esta atuação é subsidiada pelo que antigamente era denominado por Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica (Catchment Management Plan) e que será transformado nos Planos Locais da Agência Ambiental (Local Environment Agency Plans – LEAP) que considerará o ambiente como um todo. Nestes planos, continuará a ser considerada a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, e as seguintes atividades serão integradas:

- avaliação dos recursos, usos e atividades antrópicas na bacia hidrográfica;

- consultas com outros organismos e à coletividade sobre temas a serem considerados;
- estabelecimento de um visão estratégica para o plano de bacia hidrográfica;
- balanço entre os usos conflitantes e as disponibilidades de recursos;
- identificação de ações necessárias a serem tomadas pela Agência Ambiental e outras entidades;
- assegurar que existam objetivos ambientais claros para estas ações e que os progressos resultantes serão devidamente monitorados;
- provisão de planejamento efetivo para prevenir danos ambientais futuros; e
- provisão de soluções duradouras para os problemas ambientais existentes.

Os planos de bacia hidrográfica não têm força legal. Mas, no Reino Unido, as autoridades públicas tem o dever legal de levar em consideração todos os fatores relevantes para tomarem suas decisões. Estes planos reúnem estes fatores, devendo, portanto, ser levados em consideração nas decisões públicas. A Agência Ambiental, ao prepará-los deve incluir nas conclusões e recomendações propostas de exigências a serem acatadas pelas partes envolvidas. Algumas decisões mais difíceis deverão ser tomadas. Para tanto, elas devem representar, na medida do possível, um acordo consensual entre os setores públicos e privados com interesses na bacia e gerar uma estratégia de realização da sua vocação ambiental, considerando as restrições econômicas e políticas (SUMMERTON, 1996).

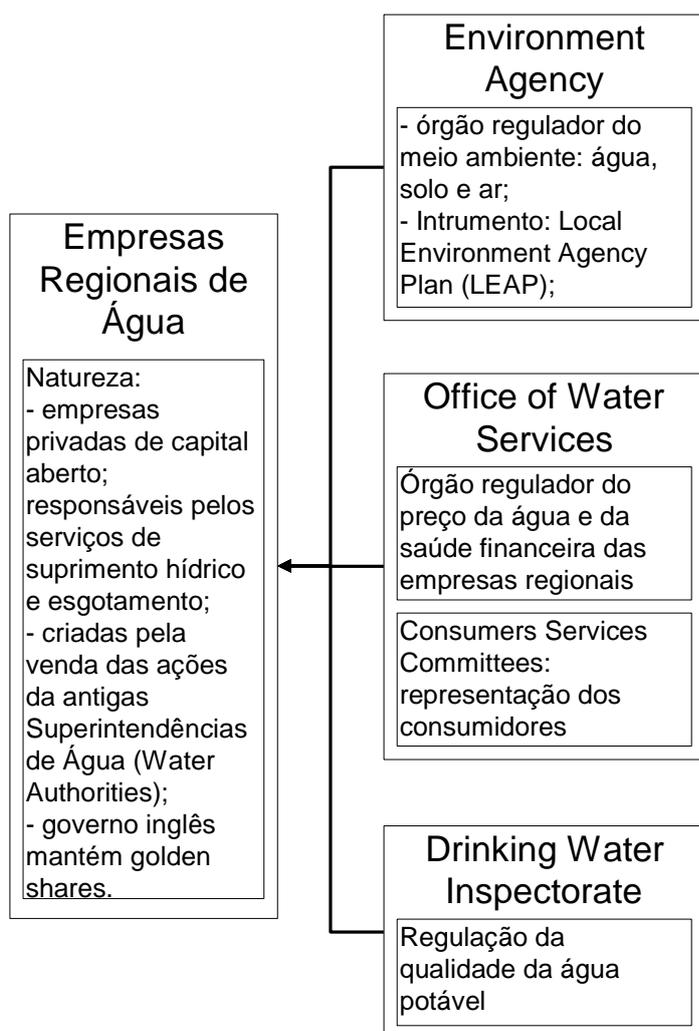


Figura 7 - Esquema do sistema inglês de Gestão de Recursos Hídricos

Além da Agência Ambiental, órgão regulador ambiental, participam também na regulação do sistema o Escritório de Serviços de Água (*Office of Water Services*), com atribuições no controle do preço da água e da saúde financeira das empresas regionais; a representação dos usuários e das comunidades neste órgão é viabilizada pelos Comitês Regionais de Serviços dos Consumidores (*Consumers Services Committees*). Outro órgão regulador é a Inspeção de Água Potável (*Drinking Water Inspectorate*) da Secretaria do Meio Ambiente que regula a qualidade da água potável.

Em resumo, trata-se de um sistema centralizado, no âmbito regional, em 10 Organismos de Bacia, que exercem praticamente todas as atribuições decisórias e executivas da Gestão dos Recursos Hídricos. Eles são formados por empresas privadas de capital aberto que se submetem às regulações de órgão governamentais específicos, prioritariamente, e às determinações das Assembléias de Acionistas. Em função deste caráter privado, muitas destas empresas se tornaram transnacionais, assumindo as funções de abastecimento de água e esgotamento sanitário em outros países como, por exemplo, nos Estados Unidos. No que tange à participação dos usuários e das comunidades, ela é restrita aos Comitês Regionais de Serviços aos Consumidores do Escritório de Serviços de Água, entidade de regulação do sistema.

Chile: Organismos de Bacia em um sistema de privatização descentralizada

O Chile, que é caracterizado por severa escassez de água, promulgou em 1981 um revolucionário Código de Águas caracterizado pelo uso de mecanismos de mercado para uma melhor alocação destes recursos. Isto modificou drasticamente a tradição institucional que era caracterizada por forte intervenção pública. Na nova situação, o Estado abdicou das tarefas de desenvolvimento e planejamento dos destinos e usos da água, deixando ao livre mercado as decisões.

Isto foi alcançado pela eliminação de todas as funções do Estado voltadas a racionalização do uso de água, tais como: a formação de reservas, a promoção de seu uso racional, o estabelecimento de prioridades de alocação da água disponível. Foi eliminada a caducidade dos direitos de água não exercidos, podendo portanto o outorgado não utilizar os seus direitos de uso da água, indefinidamente. Foram também eliminados os requisitos de associar a água a uma determinada finalidade e de ser justificado o volume de água solicitado para outorga (PEÑA, 1998).

Apesar das águas serem consideradas bens nacionais de uso público, os direitos de uso são outorgados aos particulares. Isto concede-lhes um direito real mediante o qual o titular pode usar, gozar e dispor da água, como qualquer outro bem suscetível de apropriação privada e com uma proteção jurídica similar. Em sintonia com a visão de mercado, o direito de uso de água é um bem principal e não acessório à terra ou ao uso para qual ele tenha sido originalmente destinado. Sendo assim, pode ser livremente transferido.

Não existem prioridades entre os diversos usos. Existindo disponibilidade de água e a outorga desta disponibilidade não afetando negativamente a terceiros, a autoridade pública poderá concedê-los a quem os solicitar. Havendo mais de um interessado, é realizado um leilão, sendo outorgado que mais pagar.

Em resumo, esta reforma é fundamentada na criação de um mercado de direitos de uso de água, sem as distorções que poderiam ser impostas pela ação do poder público. Aos agentes privados são delegadas as decisões sobre investimento e desenvolvimento dos setores usuário da água. Concebe um Estado que orienta sua atuação à tarefas normativas e regulatórias, e ao fomento e desenvolvimento daquelas áreas que o setor privado não pode, ou não se interessa, em assumir. No arranjo institucional, apresentado na Figura 8, cabe ao Estado, através da Direção Geral de Águas:

- através do Serviço Hidrométrico Nacional, gerar a informação hidrológica;
- a regulação do uso da água evitando conflitos com direitos de terceiros ou a sua superexploração;
- através do instrumento de outorga, regular os serviços associados à água (água potável, hidroeletricidade) e considerando o caráter monopolista dos mesmos, estabelecer parâmetros de qualidade e analisar as tarifas.
- através do Conselho Nacional do Meio Ambiente, conservar e proteger a água, mediante o sistema de avaliação de impacto ambiental e as normas relativas ao meio ambiente;
- através de diversos organismos apoiar a satisfação dos requerimentos básicos dos setores mais pobres da população, para a qual existe subsídio direto;
- através da Direção Nacional de Irrigação e dos Distritos de Irrigação, promover, gerir e, na medida em que existam benefícios sociais, apoiar o financiamento de obras de irrigação e as grandes obras hidráulicas que devido as suas complexidades não têm possibilidade de serem assumidas pelo setor privado.

No caso das tarifas, o objetivo é estabelecer preços de eficiência, evitando subsídios cruzados, sinalizando ao usuário o valor econômico da água e garantindo a viabilidade financeira dos produtores.

As responsabilidades dos agentes privados são:

- estudar, financiar e implementar os projetos de desenvolvimento associados à água;
- organizarem-se em Organismos de Usuários, geralmente circunscritos a uma bacia, formando, portanto, Organismos de Bacia, mas não restritos a essa delimitação geográfica;
- promover a distribuição das águas de acordo com os direitos e realizar a manutenção dos sistemas comunitários.

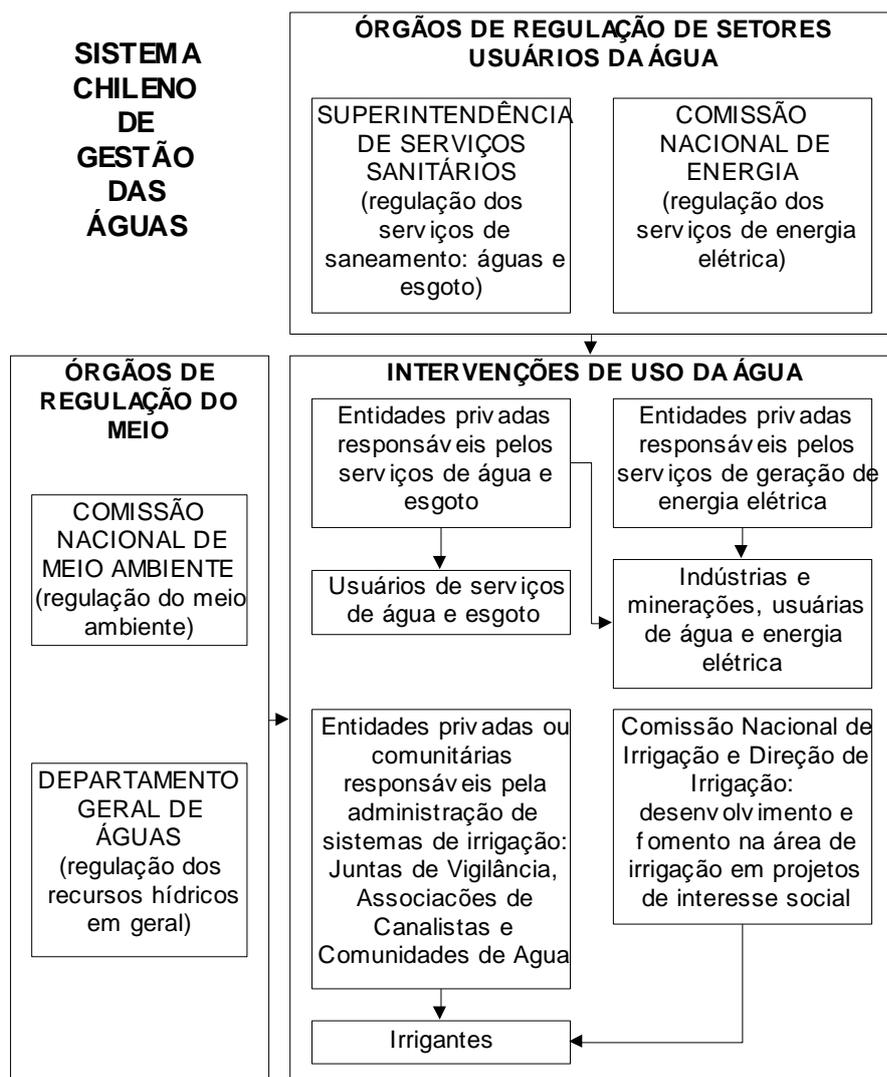


Figura 8 – Esquema do Sistema Chileno de Gestão das Águas

Estes Organismos de Bacia, que têm grande tradição no Chile, existem na forma de Juntas de Vigilância, de Associações de Canais e de Comunidades de Água, sendo entidades autônomas de usuários com atribuições para organizar e fazer efetiva a operação dos sistemas, incluindo a cobrança de tarifas.

Aspectos importantes desse arranjo institucional são a centralização em uma única instituição das tarefas de medição, investigação e administração de recursos hídricos, e a separação das tarefas de regulação da água e do meio ambiente, das de regulação dos usos setoriais.

Cabe notar que o Chile apresenta uma geografia e hidrografia peculiar, com ausência de grandes rios pois todos nascem na Cordilheira dos Andes e drenam para o Oceano Pacífico. As bacias hidrográficas tem áreas relativamente pequenas, se comparadas as de outros países. Isto pode ser considerada uma situação propícia para implantação de um mercado de águas pois contribui para uma certa pulverização dos agentes privados, diminuindo as dimensões das intervenções, e portanto controlando monopólios, e os custos de investimentos, possibilitando que sejam assumidos pelos usuários.

Brasil: Organismos de Bacia em um sistema de descentralização participativa de águas sob o domínio público em nível jurisdicional duplo

O Brasil é um República Federativa composta por 25 estados, e o Distrito Federal, que sedia o Governo Federal, que representa a União. Os Estados e a União são os dois níveis jurisdicionais em que a gestão de recursos hídricos ocorre². Existe também em cada Estado a divisão municipal, criando-se mais um nível jurisdicional. Porém, a Constituição Brasileira, ao colocar os corpos de água sob os domínios federal ou estadual, delimitou ao dois níveis mais amplos a atuação principal do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

São estaduais os rios que nascem e têm foz em território de um Estado. Os demais acham-se sob o domínio da União. No entanto, os potenciais hidráulicos em qualquer rio são bens da União, bem como as águas em depósito decorrentes de suas obras. Estes dispositivos dizem respeito à água e não às áreas das bacias hidrográficas. Por isto poderá haver uma bacia hidrográfica com rios sob o domínio estadual e federal. Por exemplo, a bacia do rio Paraná, um dos formadores do Prata, tem a maioria dos afluentes da margem esquerda sob o domínio estadual, como é o caso do rio Tietê.

A União tem competência privativa de legislar sobre dos recursos hídricos, energia, jazidas, minas e outros recursos minerais. Esta competência privativa não resulta em exclusividade: os estados estão autorizados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas no artigo se Lei Complementar autorizar a delegação de competência da União para o estado, e desde que verse sobre regulação parcial, ou questões específicas. Cabe lembrar, porém, que uma Lei Complementar exige a sua aprovação pela maioria absoluta dos membros da Câmara de Deputados e do Senado Federal, o que torna trabalhosa sua implementação.

Um grande esforço legislativo foi desenvolvido no Brasil almejando estabelecer um moderno sistema legal para os recursos hídricos, no âmbito nacional e dos Estados. O modelo francês foi o grande inspirador, mas com uma limitação fundamental. A França é uma república com governo central enquanto o Brasil é uma República Federativa, existindo constitucionalmente uma dupla jurisdição sobre a água: a federal e as dos Estados da federação. Por isto, a adaptação do modelo francês teve que ser realizada exigindo uma maior complexificação, especialmente para introduzir as articulações necessárias entre os dois âmbitos jurisdicionais.

Existem atualmente diversas leis estaduais que instituem sistemas de recursos hídricos em diferentes estágios de implantação. No âmbito da União foi aprovada a lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Os seus fundamentos estabelecem:

- I. a dominialidade pública da água, decorrente de dispositivo constitucional;
- II. a constatação da sua escassez e, por isto, o valor econômico que adquire;
- III. a prioridade do consumo humano e animal, nas situações de escassez;
- IV. destaque para o uso múltiplo da água;
- V. reconhecimento da bacia hidrográfica como a unidade territorial ideal para implementação da Política Nacional e atuação do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos;
- VI. a necessidade da descentralização e da participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos.

A Figura 9 apresenta esquematicamente algumas características fundamentais da Política Nacional de Recursos Hídricos.

O Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, esquematicamente apresentado na Figura 10, é integrado por:

² Ao contrário do que ocorre na França em que apenas um nível jurisdicional ocorre: o do Governo Central.

- I. Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- II. a Agência Nacional das Águas - ANA;
- III. os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- IV. os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- V. os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- VI. as Agências das Águas.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no Gestão ou no uso de recursos hídricos, representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, representantes dos usuários dos recursos hídricos e representantes de organizações civis de recursos hídricos. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros nesse Conselho.

Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos apresentam estruturas análogas, embora cada Estado possua autonomia para estabelecimento da sua composição. Geralmente podem ser detectados três grupos: as entidades públicas, os usuários de água e os representantes da sociedade.

Compete aos Conselhos de Recursos Hídricos:

- I. promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos em qualquer âmbito espacial e setorial que envolva o uso, controle e proteção dos recursos hídricos,
- II. arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre entidades pertencentes ao sistema;
- III. analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e às Políticas de Recursos Hídricos, e estabelecer diretrizes complementares;
- IV. aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- V. acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- VI. estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

A ANA foi criada recentemente pela lei 9.984 de 17/7/2000 como autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, natureza adotada para os Organismos de Bacia, são órgãos colegiados integrados por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal, e dos Municípios cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação, dos usuários das águas da bacia e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. Deverá haver ainda, nos Comitês das bacias de rios fronteirços, ou transfronteirços, um representante do Ministério das Relações Exteriores. Nas bacias cujas áreas abranjam terras indígenas devem ser incluídos no Comitê representantes da Fundação Nacional do Índio - FUNAI e das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

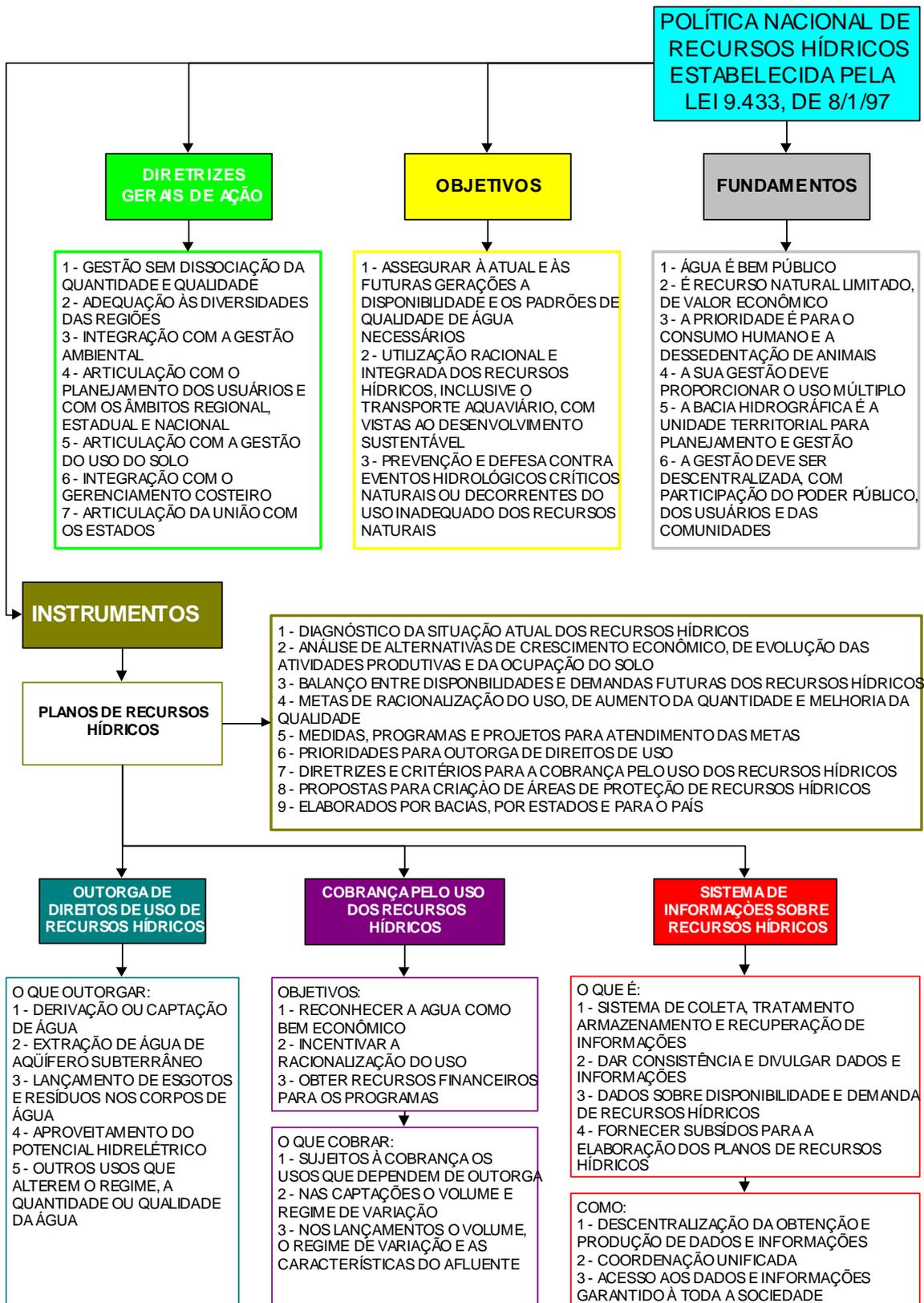


Figura 9 – Características da Política Nacional de Recursos Hídricos

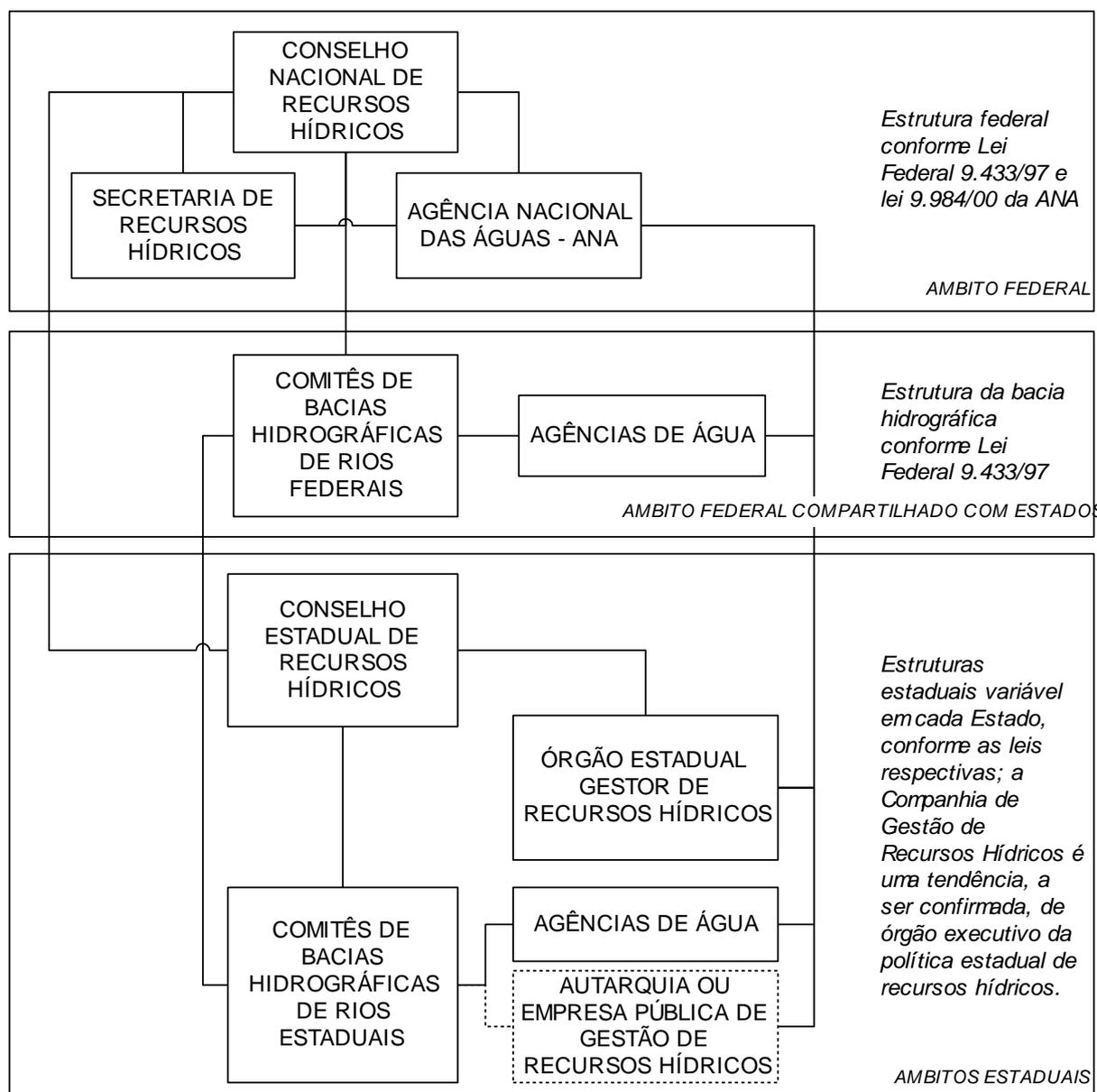


Figura 10 - Sistema Nacional de Recursos Hídricos

Os Comitês deverão ser formados na totalidade de uma bacia hidrográfica, ou em uma sub-bacia de tributário do curso de água principal da bacia, ou tributário deste tributário, ou em grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Cabe a eles, entre outras atribuições, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos de uso das águas, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia e acompanhar sua execução, e estabelecer os mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água, aprovando o plano de aplicação dos recursos arrecadados e autorizando, quando for pertinente, a aplicação fora da bacia de montantes que excedam 15% do valor arrecadado.

As Agências de Água poderão ser criadas para assistir administrativa e tecnicamente cada Comitê, ou grupo de Comitês, devendo ser sua criação autorizada pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dependendo da dominialidade dos rios cujas bacias compõem o Comitê. A criação destas Agências deverá ser condicionada à prévia existência do(s) Comitê(s) e à sua viabilidade financeira, que deverá ser assegurada pela cobrança pelo uso da água.

As organizações civis de recursos hídricos são consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas, associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos, organizações técnicas e de ensino e pesquisa, com interesse na área de recursos hídricos, organizações não-governamentais com objetivos na defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade, e outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional e pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

A ANA será o órgão operacional do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Ela tem como principais atribuições, segundo a lei 9.984:

1. supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;
2. disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
3. outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;
4. fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;
5. elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
6. estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
7. implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, bem como arrecadar, distribuir e aplicar as receitas auferidas;
8. planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
9. promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;
10. definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
11. promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, e organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
12. estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;
13. prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
14. propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos.

Embora o sistema tenha um caráter nacional ele não é totalmente homogêneo. Alguns Estados, nas leis das suas políticas de recursos hídricos, muitas das quais antecederam a lei da política nacional, estabeleceram especificidades nos seus sistemas. Por exemplo, o Estado da Bahia não dispôs sobre a constituição dos Comitês de Bacia e não detalhou as suas atribuições. O Estado do Rio Grande do Sul especificou as atribuições dos Comitês no processo de planejamento dos recursos hídricos diferenciando, ao contrário do que ocorre na política nacional, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, dos Planos de Bacia Hidrográfica. As composições dos Comitês de Bacia podem diferir entre Estados. Antecedendo novamente ao

âmbito federal, alguns Estados ou criaram, como o Ceará, no caso da companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, ou acham-se em vias de criar, como a Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba, entidades executivas de suas políticas. Ao contrário do governo federal, que a criou na forma de uma autarquia especial, muitos tem adotado o caminho da criação de empresas públicas, na forma de Companhias de Gestão de Recursos Hídricos. Existem vantagens e desvantagens de uma ou outra alternativa, que são resumidas na Tabela 9.

Um outro exemplo relevante é o do Paraná que, em lei recente, estabeleceu alternativas criativas para Organismos de Bacia, na forma de associação de usuários reguladas por um Comitê de Bacia com participação da sociedade, do poder público e dos usuários de água. Entretanto, por pressões do setor agrícola, isentou-os do pagamento pelo uso da água, estabelecendo perigoso precedente.

Tabela 9 - Vantagens e desvantagens de autarquias e empresas públicas como entidades executivas da Política de Recursos Hídricos

Autarquia Especial; ex: ANA	Vanta gens	<ul style="list-style-type: none"> • Exercício do poder de polícia diretamente; • Facilidades na obtenção de recursos do orçamento.
	Des- vanta gens	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de constituição de quadro técnico permanente; • Poderá ter uma estrutura complexa com excesso de cargos em comissão; • É mais susceptível às pressões para preenchimento de cargos; • A aplicação dos recursos arrecadados fica sujeita à rigidez dos orçamentos públicos.
Empresa Pública; ex: COGERH	Vanta gens	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade para constituir quadro técnico a altura, com salários adequados; • Maior flexibilidade financeira e agilidade administrativa; • Capacidade de arrecadar e aplicar receitas sem os constrangimentos do orçamento público.
	Des- vanta gens	<ul style="list-style-type: none"> • Não poder exercer diretamente o poder de polícia, embora possa exercê-lo por delegação, no âmbito administrativo, ficando apenas a assinatura dos atos finais a cargo do órgão coordenador. Exemplo: processo de outorga de direitos de uso de água sendo administrativamente encaminhado pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos sendo que a portaria de outorga seria assinada pelo titular da secretaria de recursos hídricos.

O grande desafio do sistema em implantação é a articulação entre os dois níveis jurisdicionais. Essa dificuldade sistêmica é visível no âmbito das bacias de rios sob domínio federal (ver Figura 10) as quais, têm muitos de seus afluentes com domínio estadual, por terem nascente e foz no território estadual. Com isto, as ações estaduais nos afluentes terão repercussão no rio principal, de domínio federal. Para promover a necessária articulação são previstos os Comitês que, entre os seus representantes, terão os dos estados envolvidos na bacia e os do governo federal. Ficará para esses o intento de harmonizar as iniciativas relacionadas ao uso compartilhado das águas, os investimentos necessários, e a aplicação coordenada dos instrumentos de gestão, em especial a outorga e a cobrança pelo uso de água.

Esse sistema de recursos hídricos, a rigor, ainda não está em operação na forma com que foi concebido. Esse é um processo lento de aperfeiçoamento, fortalecimento e amadurecimento institucional que leva tempo para ser concretizado. Entretanto, alguns Estados, como o Ceará, com a mediação de sua Companhia de Gestão de Recursos Hídricos, tem promovido avanços notáveis, especialmente no investimento, operação e manutenção da infraestrutura

hídrica. Trata-se também do único Estado em que já está implantado um sistema de cobrança pelo uso da água. Por todo o país, um grande número de Comitês de Bacia está implantado e em operação, descentralizando o processo e promovendo a participação da sociedade na Gestão de Recursos Hídricos. Estes marcos, embora ainda não permitiram o alcance das ambiciosas metas de um Modelo Sistêmico de Gestão de Recursos Hídricos, pelo menos tornaram irreversível o processo que levará gradualmente à sua implementação.

CONCLUSÃO

Verifica-se que a natureza dos Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos varia significativamente, em função das tradições institucionais de cada país, que dependem de diversos fatores: recursos naturais, clima, cultura, etc. Modernamente, algumas bases comuns podem ser encontradas:

- a tendência de adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e de intervenção;
- a busca da descentralização participativa da Gestão de Recursos Hídricos, através de diferentes alternativas;
- regulação por parte do Estado através, entre outros, do uso dos instrumentos de outorga;
- cobrança pelo uso da água, seja como instrumento da regulação estatal, seja como resultado da ação de um mercado de água, na busca de uma alocação eficiente do recurso hídrico.

Duas abordagens seminais tem sido adotadas: a que se assenta sobre o domínio público e aquela que é baseada sobre o domínio privado da água. No primeiro caso, atribui-se uma grande relevância a adoção de planos de bacia hidrográfica para a orientação das intervenções e a instituição de um sistema de gestão participativo, com atribuições compartilhadas entre poder público, usuários de água e sociedade. Na segunda abordagem o papel do Estado é reduzido ao de regulação, que é cumprido com forte determinação de conciliar os objetivos privados, que são exercidos amparados pelo domínio privado das águas, aos interesse público.

Não é de se estranhar que a primeira abordagem leve a sistemas com maior grau de complexidade, especialmente no Brasil, onde deve ser projetado nos dois níveis jurisdicionais: federal e estaduais. A complexificação desses sistemas tem origem na abertura que promovem à participação da sociedade e dos usuários no processo de gestão de recursos hídricos, descentralizado por bacia. Para que isso seja operacional a água deve ser publicizada. Ou seja, o estado, ao perseguir uma gestão participativa, deve assegurar a si um certo grau de regulação no processo, de forma a que esse possa manter a sua coerência sistêmica, ao mesmo tempo em que assume as demandas de segmentos sociais dele excluídos, seja por não ter conhecimentos suficientes, seja por estarem localizados fora da bacia, seja por pertencerem às futuras gerações. A publicização das águas e, como decorrência, o instrumento de outorga, materializa operacionalmente essa regulação e, para que possa ser exercido, surge a necessidade de entes públicos, deliberativos e executivos, da política de recursos hídricos. Essa regulação é reforçada pela participação de entidades públicas nos entes colegiados de caráter deliberativo, os Conselhos de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacia Hidrográfica.

Em resumo, parecem haver duas alternativas sistêmicas para a gestão de recursos hídricos:

1. o estado delega as ações de planejamento e gerenciamento das águas aos seus usuários, privatizando-as para efeitos práticos ou legais, e assume a função regulatória com missão de conciliar os interesses públicos e privados; uma imagem para definição dessa opção é o estado estabelecer as "condições de contorno" para a ação privada (ação de regulação) e

cuidar unicamente de que elas sejam obedecidas, retirando-se do planejamento, gerenciamento e das demais ações executivas relacionadas aos recursos hídricos;

2. o estado publiciza as águas, e regula seu uso, como forma de permitir uma ampla participação da sociedade na sua gestão, construindo um sistema de gestão descentralizado e participativo de gestão, em que os interesses públicos e privados são negociados cotidianamente em entes colegiados especialmente estabelecidos; o marco referencial dessa opção é o da democracia participativa.

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Utilizar a INTERNET para realizar uma pesquisa sobre modelos de gestão em outros países ou acrescentar informações ao que é apresentado neste capítulo.
2. Como induzir a participação da sociedade em um arranjo institucional como o que é preconizado para os Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos? Não haverá possibilidade de manipulação das decisões? De ocorrência de impasses insuperáveis que esvaziem os órgãos colegiados, como um Comitê de Bacia? Que alternativas existem para evitá-los?
3. A privatização de serviços públicos relacionados às águas deve ser realizada? Por que? Como aumentar a eficiência da prestação de serviços públicos? Procure ser o mais objetivo possível, sem apelar para raciocínios dogmáticos e preconceituosos.
4. Analise e discuta a propriedade das seguintes afirmações: “O controle ambiental deve ser realizado através de licenciamento, controle e penalizações severas! Incentivos econômicos não funcionam pois é sempre mais lucrativo ficar contra a lei do que obedecê-la. E, afinal, o que se necessita é de leis boas e as suas obediências!”
5. Uma superintendência de bacia, que gerencie a oferta de todos os usos da água e que promova os investimentos necessários para efetivá-la, seria uma opção mais eficiente para a Gestão das Águas? Analise as vantagens e desvantagens deste arranjo institucional, comparado ao sistema preconizado para o Brasil.
6. Classifique as entidades públicas atuantes no seu Estado quanto ao tipo de gerenciamento das águas que pratica (ou deveria praticar, de acordo com suas atribuições). Com base no quadro formado analise os problemas institucionais existentes para a Gestão das Águas nesse Estado.
7. Os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica podem apresentar dificuldades de assumir de forma efetiva suas funções nos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Quais as razões? Como superar tais dificuldades?
8. Que alternativas institucionais existem para integrar a Gestão das Águas com a Gestão Ambiental? Quais as vantagens e desvantagens de cada uma?

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL (1993). Water Resources Management: a world Bank Policy Paper. Washington D. C.: World Bank.

- EASTER, W. K. (1986) Irrigation investment, technology and management strategies for development. Studies in Water Policy and Management 9, Westview, Boulder, Colorado, USA.
- EASTER, K. W., FEDER, G. (1996). Water institutions and economic incentives to ameliorate market and government failures. University of Minnesota, College of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Department of Applied Economics, Staff Papers Series.
- LANNA, A.E., CÁNEPA, E.M., GRASSI, L.A., DOBROVOLSKI, R. 1990. Sistemas de gerenciamento de recursos hídricos - conceitos, críticas e recomendações. Boletim Informativo. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, n. 41, p.4-7, nov/dez.
- OIEAU (1998). Organização da Gestão da Água na França. Office International de l'Eau: página na INTERNET em http://www.oieau.fr/gest_eau/portugai/part_a.htm.
- PEÑA, H. (1997) La gestion del recurso hidrico en Chile. Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, Gramado, RS, Brasil: página da INTERNET em <http://www.ufrgs.br/iph/simposio>
- PRIME (1996) Les Agences de l'Eau et les Comites de Bassin en France. Conférence Euro-Méditerranéenne sur la Gestion Locale de l'Eau, Marseille, 25 a 26 de Novembro de 1996, página da INTERNET em <http://www.oieau.fr/euomed/feuomed.htm>.
- REPUBLIQUE FRANÇAISE (2000). La Réforme de la Politique de l'Eau. Avis et Rapport du Conseil Economique et Social. 171p
- SAID, N. (1981). The history of irrigation in Egypt. In special session on the History of Irrigation. Drainage and Flood Control, International Commission on Irrigation and Drainage, Grenoble, France.
- SUMMERTON, N.W. (1996) . Integrating the private sector and other public authorities into the local management of water. Conférence Euro-Méditerranéenne sur la Gestion Locale de l'Eau, Marseille, 25 a 26 de Novembro de 1996, página da INTERNET em <http://www.oieau.fr/euomed/feuomed.htm>.

CAPÍTULO 3 - O PROCESSO DE PLANEJAMENTO

ÍNDICE ANALÍTICO

INTRODUÇÃO: INSERÇÃO SETORIAL DE UM PLANO DE GESTÃO DAS ÁGUAS	1
O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	2
O PROCESSO DE PLANEJAMENTO NA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL	6
INTEGRAÇÃO DOS DIVERSOS ÂMBITOS DE PLANEJAMENTO	8
CONCLUSÃO	11
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO	12

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1– INSERÇÃO SETORIAL DE UM PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS	2
FIGURA 2 – O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	3
FIGURA 3 – POLÍTICAS PÚBLICAS, TIPOS DE PLANOS, ÂMBITOS GEOGRÁFICOS E ENTIDADES COORDENADORAS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	7
FIGURA 4 – INTEGRAÇÃO DOS ÂMBITOS DE PLANEJAMENTO POR AGREGAÇÃO	8
FIGURA 5 – INTEGRAÇÃO DOS ÂMBITOS DE PLANEJAMENTO POR COORDENAÇÃO	10
FIGURA 6 – CONTEÚDO E INTEGRAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS	13

INTRODUÇÃO: INSERÇÃO SETORIAL DE UM PLANO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

A Gestão das Águas deve ser resultado de um processo de planejamento. Este processo gera um Plano de Gestão das Águas, que é comumente denominado Plano de Recursos Hídricos. Rigorosamente falando, um Plano de Recursos Hídricos seria aquele que organizaria o uso, controle e proteção das águas que possuam valor de uso ou seja, os recursos hídricos. Quando acha-se em pauta o uso, o controle e a proteção das águas em geral, incluindo aquelas sem valor de uso, mas de existência ou intrínseco, uma melhor designação seria Plano de Gestão das Águas ou Plano de Uso, Controle e Proteção das Águas. Devido entretanto a ser mais comumente utilizada a denominação Plano de Recursos Hídricos, mesmo quando as águas sem valor de uso são consideradas, esta será adotada ao longo deste capítulo.

O processo de Planejamento de Recursos Hídricos, de acordo com o que foi apresentado no Capítulo 2, é fundamentado em um Modelo de Gerenciamento das Águas que considera a separação entre as atribuições de oferta da água e as atividades de uso da água. Na estrutura matricial apresentada na Figura 1, existiriam entidades de “coluna” responsáveis pelo desenvolvimento de planos de uso de água, para suprimento a diversos setores ou atividades. Estes seriam os Planos Setoriais de Uso dos Recursos Hídricos. As colunas da matriz identificam alguns usos que poderiam ser colecionados setorialmente, em função da organização prevista para o Estado, resultando, por exemplo, em:

- Planos de Abastecimento Público e de Saneamento, reunindo os usos abastecimento e assimilação de rejeitos;
- Planos Agrícolas, relativos ao uso da água na agropecuária, incluindo a irrigação;
- Planos Energéticos, relativos ao uso da água para geração de energia, incluindo as hidroelétricas;
- Planos de Transporte, relacionados ao uso da água para promoção do transporte hidroviário;
- Planos de Turismo e Recreação, em que o acesso à água é fator relevante;
- Outros planos que demandam o uso da água.

As entidades, ou a entidade, que atuam na “linha” desta representação matricial são responsáveis pela oferta da água, compatibilizando as disponibilidades com os usos demandados, nos aspectos quantitativos e qualitativos. Existirão padrões quantitativos e qualitativos de água demandados pelo usuários e, também, necessários à proteção do ambiente. Neste último caso existe a preocupação de que os processos ecológicos pertinentes sejam protegidos (preservados, conservados ou recuperados).

O uso da água afeta aos padrões qualitativos e quantitativos de sua ocorrência e, portanto, o Gerenciamento da Oferta da Água deverá ser realizado tendo por base um Plano de Recursos Hídricos. Este plano articula, compatibiliza, orienta e estabelece limites aos diversos Planos Setoriais de Uso dos Recursos Hídricos, desenvolvidos pelas entidades de “coluna” na matriz, tendo em vista a racionalização da apropriação do recurso hídrico e equacionamento dos potenciais conflitos de uso, intersetoriais, e dos setores usuários com o ambiente. Portanto, um Plano do tipo descrito estabelece diretrizes para abordagem de potenciais conflitos intersetoriais. Por exemplo, entre o uso irrigação, previsto em um plano do setor agropecuário, e o uso geração de energia hidroelétrica, previsto em um plano do setor energético. Ele também cuida para que a solução resultante não apenas concilie os interesses de ambos setores mencionados, e dos demais, como também os interesses globais de apropriação dos recursos hídricos, por parte de todos os setores usuários, com as

demandas ambientais relacionadas à água e aos demais recursos naturais que dela dependem. Desta forma, este plano deve ser "vinculante", ou seja, ao vincular a si os planos setoriais ele estabelece diretrizes gerais e restrições aos usos. Ele deve ser também articulador, ou seja, uma vez obedecidas as diretrizes e restrições gerais, o espaço decisório remanescente para as deliberações setoriais deve ser organizado de forma a assegurar o suprimento de usos já estabelecidos, de acordo com regras prévias ou *ad hoc*, tanto no que se refere à quantidade quanto à qualidade.

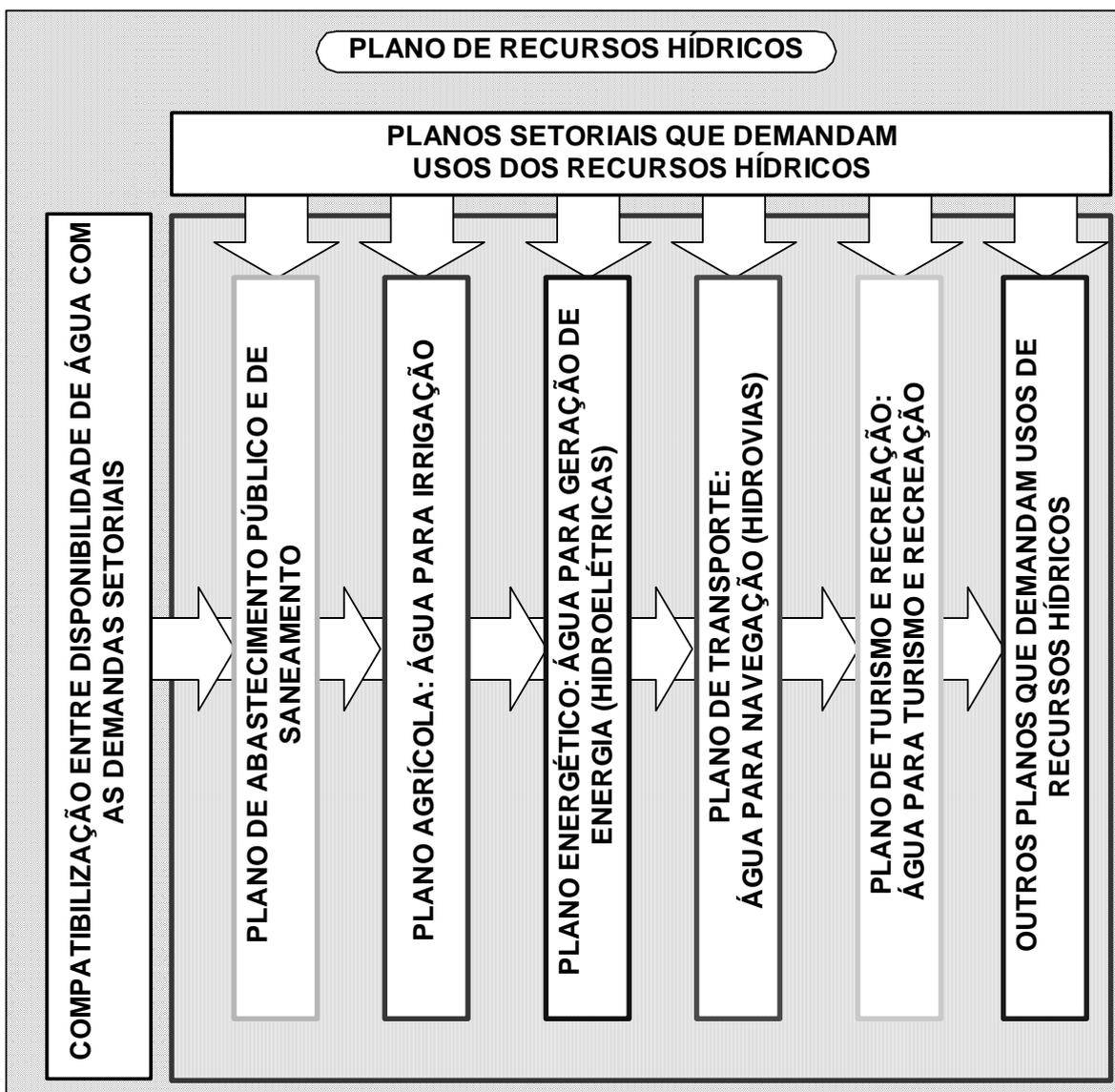


Figura 1– Inserção setorial de um Plano de Recursos Hídricos

O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Figura 2 ilustra o processo de Planejamento de Recursos Hídricos. Existem três meios onde o processo se desenvolve:

- social e político, que estabelece e processa as demandas da sociedade, e de seus representantes políticos;
- meio técnico, onde são realizadas as análises técnicas que subsidiam o plano;

- meio deliberativo, onde são tomadas as decisões, os estudos técnicos devem ser aprovados e o plano deve ser selecionado entre as alternativas propostas.

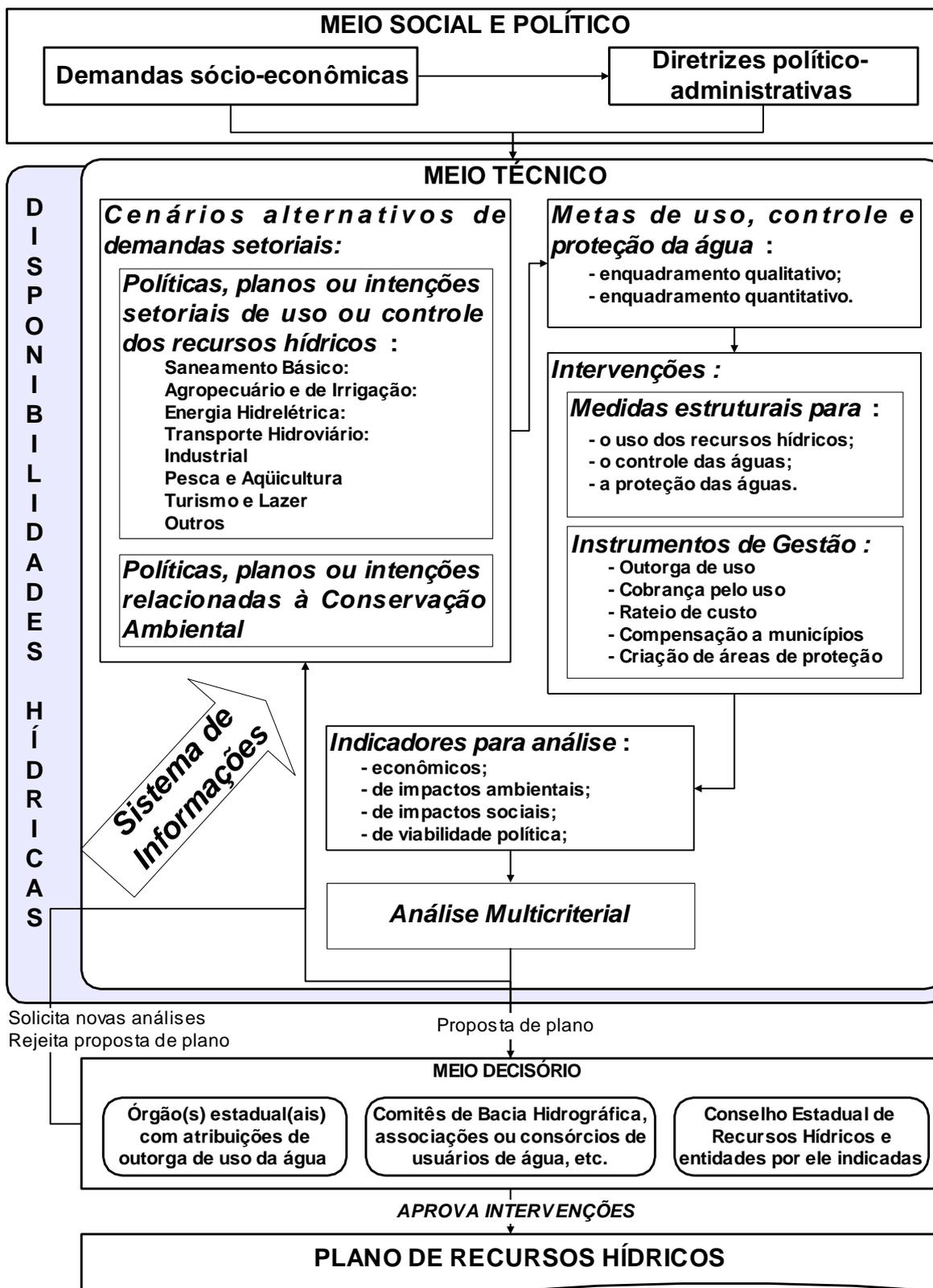


Figura 2 – O processo de Planejamento de Recursos Hídricos

No meio técnico o plano é desenvolvido com a dinâmica de um “carrossel” que gira da esquerda para a direita, de forma permanente, já que planejar é um processo contínuo de tomada de decisões e de suas adaptações a um futuro incerto. O processo é iniciado por um diagnóstico dos Sistemas Físico, Sócio-Econômico, Recursos Hídricos, Ambiental e um Inventário de Recursos Hídricos. Esse último forma a base das disponibilidades hídricas sobre a qual é sustentado o plano.

Tendo os diagnósticos e consequentes prognósticos por referência, são estabelecidos os cenários setoriais alternativos em que as demandas setoriais são consideradas a partir de políticas e planos formalmente preparados e, na falta deles, de simples intenções explicitadas em diversos tipos de documentos. Um dos cenários “setoriais” é ditado pela política ambiental, embora muitos não considerem as políticas públicas sobre o meio ambiente inseridas em um setor, já que elas devem perpassar todos os setores. As políticas e planos analisados definem um quadro de demandas qualitativas a serem supridas pela água disponível, que estabelecerão metas de uso, controle e proteção das águas, de natureza qualitativa e quantitativa.

No aspecto qualitativo estas metas podem ser materializadas pelas classes de uso preponderante das águas, que são estabelecidas no Brasil pela legislação ambiental, mais especificamente, a Resolução n.º 20 de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. Este “enquadramento qualitativo dos corpos de água” estabelece objetivos estratégicos a serem alcançados de forma que os usos que são previstos possam ser atendidos nos aspectos qualitativos pelo meio hídrico.

De forma não tão clara, pois não há legislação a respeito, deve haver igualmente um “enquadramento quantitativo” pelo qual são estabelecidas as condições quantitativas de disponibilização dos recursos hídricos aos seus usuários. Elas são traduzidas por objetivos estratégicos a serem alcançados visando a montantes e garantias de suprimento quantitativo a serem fornecidos aos usuários de água. Em casos de racionamento, são estabelecidas suas condições, procurando minimizar custos sociais, ambientais e econômicos.

Ambos os enquadramentos traduzem os cenários setoriais em índices de eficiência (qualitativos e quantitativos) a serem estabelecidos através das intervenções no meio hídricos e nas formas de sua apropriação pelos usuários de água.

Dois tipos de intervenções podem ser aplicadas: medidas estruturais e não-estruturais, também chamadas por instrumentos de gestão. As primeiras são obras físicas que alteram o regime hídrico no espaço e no tempo, adaptando o regime natural às demandas. As segundas oferecem os diversos instrumentos de gestão que podem ser usados, com os mesmos objetivos das medidas estruturais: compatibilização das demandas às disponibilidades.

A outorga e a cobrança são instrumentos de gestão que alocam as disponibilidades de água através de cotas ou de preços, respectivamente. Estas disponibilidades podem ser quantitativas ou qualitativas, sendo que esta última representa a utilização da capacidade de assimilação dos corpos de água a resíduos lançados direta ou indiretamente pelas atividades antrópicas. Origina-se então a outorga de uso da água e a outorga de lançamento de resíduos nos corpos hídricos.

A cobrança pode estabelecer de forma indireta a mesma compatibilização entre disponibilidades e demandas promovida pelas outorgas, na medida em que o preço cobrado pelo uso da água seja suficientemente indutor, a ponto de que o usuário seja estimulado a tomar medidas para utilizar de forma mais eficiente os recursos hídricos. Além disto, gera recursos financeiros que poderão ser utilizados para os investimentos na bacia.

A compensação a municípios visa ao estabelecimento de condições de equidade para municípios afetados por políticas públicas e que, em função disto, sofrem restrições aos seus desenvolvimentos e perdas de arrecadação. Seria o caso de municípios afetados por

inundações de reservatórios de regularização de rios ou municípios que criam áreas de proteção para os mananciais ali localizados.

Esta criação de áreas de proteção seria outro instrumento, que permitiria o alcance de objetivos de qualidade em mananciais a serem usados no presente ou a serem reservados no futuro, a proteção de espécies ameaçadas, de sítios arqueológicos ou de interesse histórico, etc.

As intervenções mencionadas devem ser articuladas para viabilizar o alcance das metas de uso, controle e proteção das águas que traduziram os interesses setoriais e de proteção ambiental. Várias combinações efetivas no alcance destas metas podem ser geradas; busca-se, porém, combinações que sejam eficientes sob o ponto de vista econômico, social e ambiental, e que também atendam a objetivos de controle de risco. Como é sabido, as decisões são tomadas em um ambiente de incerteza, nos aspectos ambiental, hidrológico, social, econômico e político. Cabe ao planejador assegurar-se de que suas propostas resultem em situações onde a sociedade e o ambiente sejam confrontados com riscos tolerados de eventos deletérios, como secas, cheias, poluições acidentais, e diversos outros tipos de eventos incertos que estabelecem crises no atendimento das diversas demandas. A análise de risco verifica se as propostas de intervenção geram um sistema de recursos hídricos robusto, no sentido de poder confrontar-se satisfatoriamente com estes eventos incertos, e resilientes, no sentido de que possam se recuperar rapidamente, caso eles ocorram.

O panorama apresentado do processo de planejamento indica a existência de múltiplos interesses setoriais e múltiplos objetivos a serem perseguidos: econômico, financeiro, ambiental, social e de risco. Soluções que atendam da melhor forma um dos objetivos poderão não atender adequadamente aos demais. Por isto técnicas de análise multicriteriais poderão ser empregadas para esboçar soluções de compromisso entre os diversos objetivos, de acordo com os interesses dos decisores.

O carrossel se fecha neste ponto: caso os resultados sejam considerados adequados pelo meio técnico, ou seja, atendam na interpretação dos técnicos aos anseios dos decisores, eles serão passados a esta instância. Caso contrário, retorna-se à análise dos cenários setoriais que poderão ser reavaliados, ante à constatação de que nem todas as demandas podem ser atendidas. Ou outras alternativas de atendimento podem ser especificadas. As metas podem ser consideradas demasiadamente ambiciosas ante às capacidades de investimento e de pagamento e, portanto, serem concebidas de formas mais modestas, em termos quantitativos e qualitativos. Finalmente, outros tipos de intervenção poderão ser cogitados. Este processo de planejamento é, portanto, tanto uma atividade analítica - em que as teorias e os métodos são aplicados visando à obtenção de resultados - quanto uma atividade criativa - na qual busca-se soluções de compromisso, arranjos de engenharia e fórmulas que atendam às diversas demandas da forma mais adequada.

Na situação em que a proposta é remetida aos decisores, eles poderão entender que as soluções propostas não estão ainda satisfatórias por diversas razões: não atendimento de demandas relevantes, alto nível de comprometimento financeiro na implementação das intervenções, impactos ambientais desnecessários, etc. Neste caso, o “carrossel” continua seu giro, retornando ao meio técnico para novas análises e engenharia, com novas passadas sobre os cenários setoriais, metas e intervenções. Tendo atendido a todas estas demandas dos decisores, o Plano é finalizado, e passa-se à sua implementação.

Isto não significa que o processo de planejamento seja então encerrado. O “carrossel” continua girando, monitorando a evolução dos problemas através dos sistemas de informações e avaliando a necessidade de correções de rumos e de novas intervenções.

Finalmente, todo este processo analítico-decisório requer informações de diversas fontes. Elas poderão estar reunidas em um ou mais sistemas de informação que subsidiarão permanentemente a consecução de todas as fases apresentadas.

O PROCESSO DE PLANEJAMENTO NA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL

A lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos, de acordo com o Capítulo 2, dispõe que os Planos de Recursos Hídricos deverão ser elaborados por bacias, por Estados e para o país (art. 8º), sendo planos diretores que visam a fundamentação e a orientação da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento de recursos hídricos (art. 7º). Eles são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento comparável com o período de implantação de seus programas e projetos, e terão o seguinte conteúdo mínimo (art. 8º):

1. diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
2. análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
3. balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
4. metas de racionalização de uso, aumento de quantidade e melhoria de qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
5. medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos, e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
6. responsabilidades para a execução das medidas, programas e projetos;
7. cronograma de execução e programação orçamentário-financeira associados às medidas, programas e projetos;
8. prioridades para outorga de direitos de uso dos recursos hídricos;
9. diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
10. propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Da forma como a lei é apresentada pode-se deduzir que a situação esquematizada na Figura 3 é encontrada no processo de planejamento de recursos hídricos no país. As Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos são aprovadas nas respectivas instâncias e estabelecem as grandes diretrizes de planejamento e gestão. Três tipos de planos podem ser concebidos: o Plano Nacional, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos e Planos de Bacias Hidrográficas. Estes últimos podem inserir dois tipos de bacia: aquelas em que os cursos de água se inserem totalmente em um único Estado - Plano de Bacia Hidrográfica de Rios sob domínio Estadual - e aquelas que alguns cursos de água se inserem em mais de um Estado - Plano de Bacia Hidrográfica de Rios sob domínio Federal. As entidades coordenadoras de cada um desses planos são também apresentadas. Exemplos que ilustram a situação, seria a convivência de um Plano Nacional de Recursos Hídricos, com o Plano da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, com o Plano Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados que se inserem parcialmente nesta bacia (Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), com os planos das bacias hidrográficas de rios sob domínio de qualquer um destes Estados, como o da bacia hidrográfica do rio das Velhas, Minas Gerais, rio Grande, Bahia, etc.

O que deve parecer claro é que estes planos devem, por um lado, ser integrados. Por outro lado, eles devem se complementar, não cabendo que um seja mera repetição de outro. Parece igualmente lógico que os planos que são relacionados com âmbitos espaciais mais

amplos (por exemplo, Nacional ou Estaduais) devem ser realizados com menor nível de detalhe que aqueles relativos a âmbitos espaciais mais restritos, como os de bacia hidrográfica. A mesma lógica estabelece que os primeiros planos, Nacional e Estaduais, tenham ênfase na coordenação das atividades, na compatibilização das demandas e na integração das estruturas de planejamento e de gestão nos âmbitos espaciais mais restritos da bacia hidrográfica. Estas questões serão analisadas e desenvolvidas a seguir.

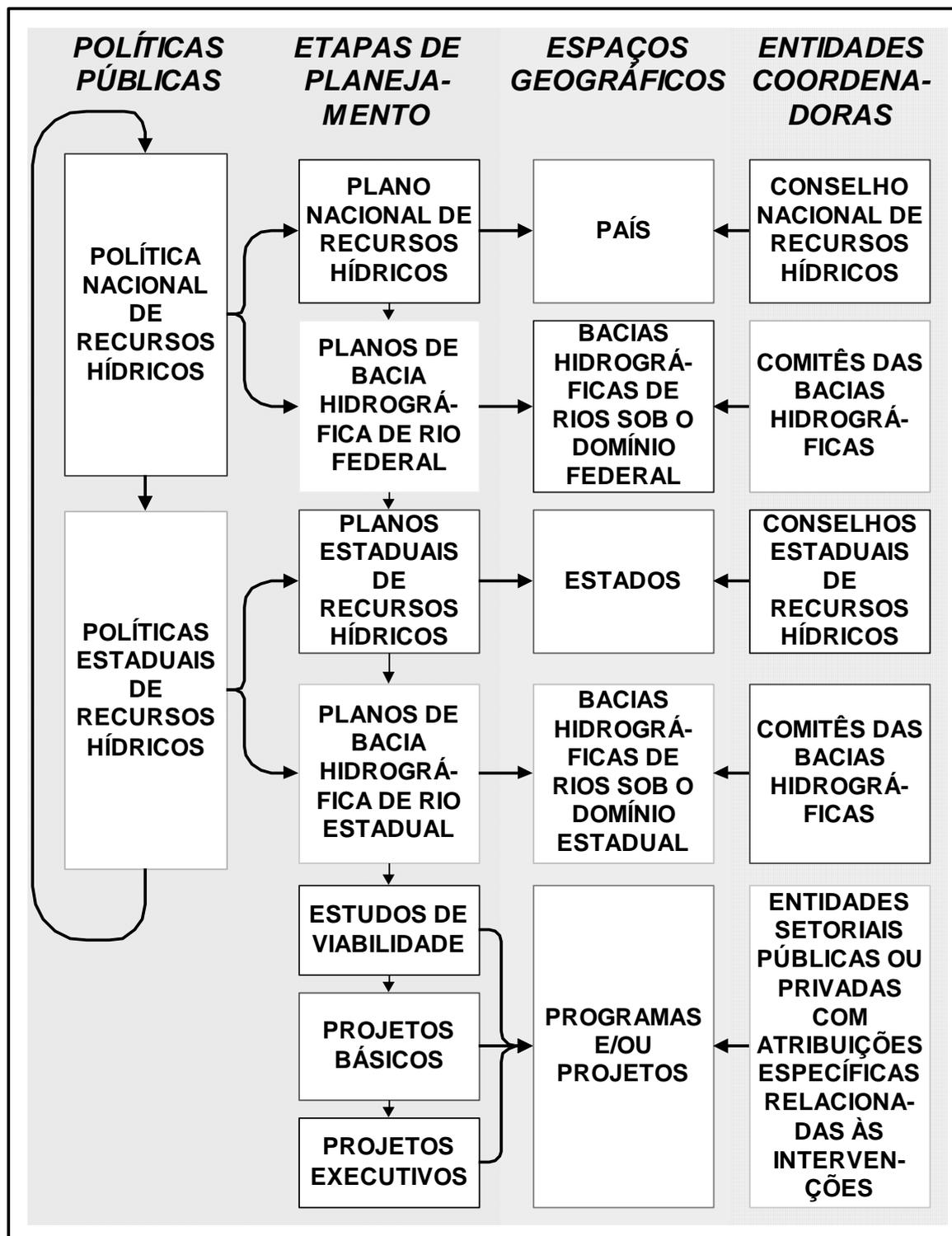


Figura 3 – Políticas públicas, tipos de planos, âmbitos geográficos e entidades coordenadoras no processo de planejamento de recursos hídricos no Brasil

INTEGRAÇÃO DOS DIVERSOS ÂMBITOS DE PLANEJAMENTO

Duas alternativas de integração são apresentadas: na primeira, mais imediata, a integração seria por agregação dos planos e é esquematizada na Figura 4. Cada plano seria elaborado pela instância prevista em lei: Comitê de Bacia Hidrográfica ou Órgão Gestor de Recursos Hídricos, sob a orientação do respectivo Conselho de Recursos Hídricos. O Plano Estadual de Recursos Hídricos seria obtido pela agregação dos Planos de Bacia Hidrográfica dos rios sob domínio estadual, com hierarquização das intervenções previstas e fixação de cronogramas físico-financeiros para suas implementações; os Planos de Bacia Hidrográfica de rios sob domínio federal agregariam os Planos dos Estados que compartilham a bacia, naquilo que dispunham sobre ela; finalmente, o Plano Nacional de Recursos Hídricos seria uma agregação de todos os planos anteriores.

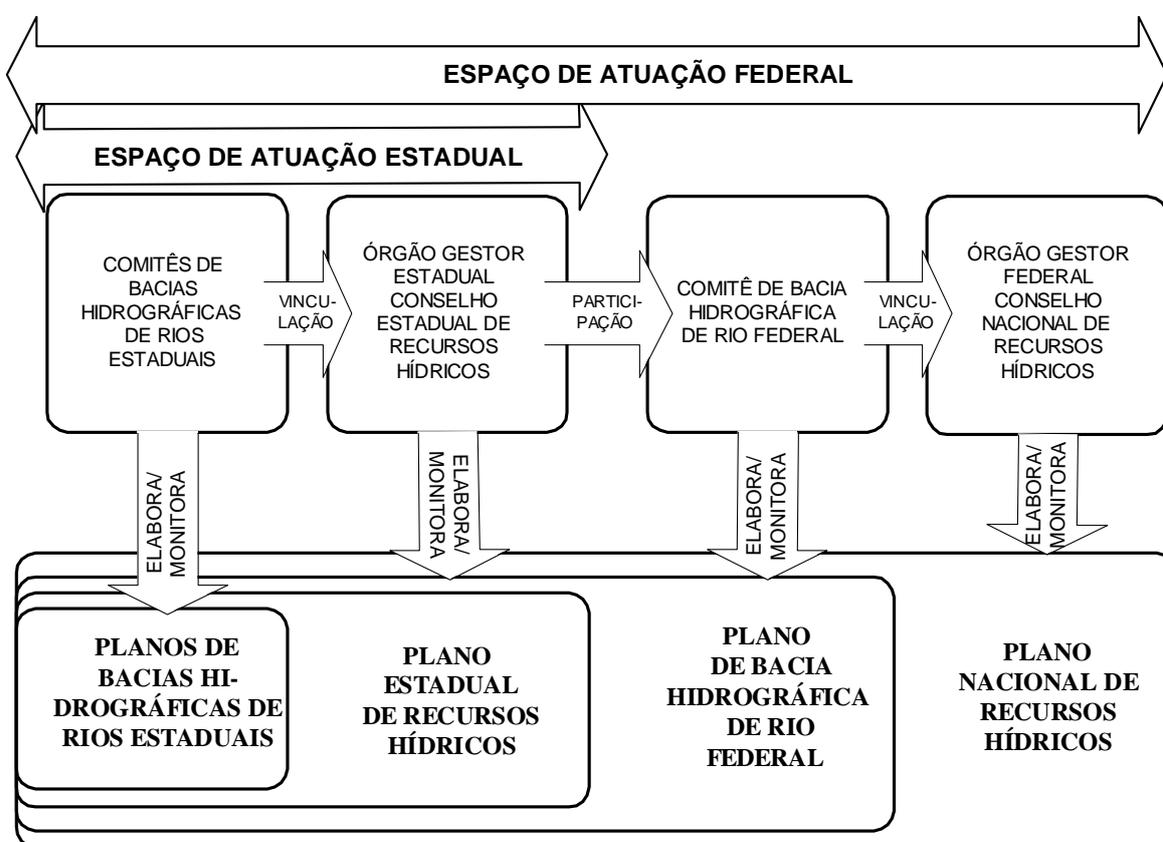


Figura 4 – Integração dos âmbitos de planejamento por agregação

Esta concepção apresenta três problemas. Primeiro, ele parte do pressuposto que a decisão final cabe aos Governos Estaduais ou Federal, que elaboram os respectivos Planos Estaduais, ou os Planos de Bacias Hidrográficas de Rios Federais, ou o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Esses planos resultariam em programas de investimentos priorizados a partir das demandas dos planos nos quais se baseiam. Essa postura ignora uma certa autonomia decisória que a lei atribui aos comitês de bacia que poderá ser exercida, na medida que as consequentes demandas de outorga possam ser atendidas pelos competentes órgãos públicos que detêm tal atribuição. Ignora também as autonomias estaduais. Outra interpretação, diametralmente oposta, também apresenta incorreções: a de que os âmbitos

mais amplos deveriam simplesmente acatar as disposições dos de menor amplitude o que obviamente retiraria as atribuições constitucionais e legais detidas pelos primeiros

Segundo, ela pressupõem que a agregação seja possível, ou seja, que não existam conflitos entre as demandas e interesses de uma bacia em relação à outras, ou em relação a políticas setoriais que sejam coordenadas no âmbito nacional, como a de energia elétrica. Terceiro este processo de agregação poderia resultar em planos repetitivos e cada vez maiores no conteúdo e na abrangência espacial.

A pressuposição de que não existam conflitos de interesse é obviamente errônea. Um processo de planejamento de recursos hídricos é necessário exatamente devido a esta possibilidade. Os planos de maior abrangência deveriam compatibilizar os interesses dos âmbitos mais restritos, expressos nos seus planos específicos. Isto, porém, resultaria em um processo de planejamento ineficiente, pois as demandas realizadas, por exemplo, no âmbito de uma bacia de rio sob o domínio estadual, poderiam ser não acatadas no plano estadual ou poderiam estabelecer conflitos com as demandas de uma bacia de rio sob o domínio federal que a contém. Diante disto, o processo de planejamento, no que se refere à demanda não atendida estaria ou prejudicado ou não resultaria na necessária harmonia entre os diversos âmbitos de interesse.

Diante disto, propõe-se a opção de integração apresentada na Figura 5. Nesta situação as demandas dos âmbitos mais restritos são consideradas no preparo dos planos nos âmbitos mais amplos, pois os órgãos com atribuições de preparar os planos destes âmbitos mais restritos apresentariam previamente ao preparo dos planos dos âmbitos mais abrangentes suas sugestões e/ou reivindicações com relação ao que nestes planos possa afetá-los. Estes planos de âmbitos mais abrangentes, ao contrário de entrar em detalhes, buscam compatibilizar:

- as demandas dos âmbitos mais restritos entre si;
- as demandas sobre os recursos hídricos com as demandas sobre os demais recursos ambientais, provenientes dos vários setores ou de interesses relacionados à proteção ambiental,

em termos gerais, geralmente através de diretrizes globais para usos dos instrumentos de gestão ou para qualquer tipo de intervenção nas águas.



Figura 5 – Integração dos âmbitos de planejamento por coordenação

Isto estabelece novamente um processo de planejamento na forma de um carrossel no qual as demandas dos âmbitos mais restritos são processadas nos âmbitos mais amplos, gerando orientações, na forma de diretrizes de planejamento, que deverão ser acatadas. Um exemplo deve esclarecer melhor esta dinâmica. Seja a bacia do rio São Francisco, compartilhada por vários Estados brasileiros e com importantes aproveitamentos hidroelétricos. Comitês de bacias de rios afluentes do São Francisco, alguns sob o domínio dos estados da bacia, acham-se em implantação. Estes comitês, representando os interesses locais, canalizarão suas demandas tanto ao Órgão Gestor e ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos respectivo, quanto ao Comitê da Bacia do São Francisco. Estas demandas serão negociadas e compatibilizadas com os interesses mais gerais do Estado - e aqui entra a relevância de um Plano Estadual para orientar a ação do Estado - e com os interesses de toda a bacia do rio São Francisco. Note-se que esta última compatibilização não interfere demasiadamente nas atribuições que cada Estado tem na destinação das águas sob o seu domínio - afinal, o Comitê da Bacia do São Francisco será composto por representantes dos usuários de água de todos os Estados, das entidades públicas que atuam na bacia, inclusive as estaduais, e por representantes de organizações da sociedade civil, que atuam em toda a bacia. Logo, os interesses específicos de uma sub-bacia estarão representados de diversas maneiras. Por sua vez, o Comitê da Bacia do São Francisco estabelecerá demandas a serem consideradas pelo Órgão Gestor de Recursos Hídricos Federal e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos. As questões de interesse local, cujas consequências não ultrapassem os limites de uma sub-bacia, poderão ser resolvidas nos respectivos comitês - estas deverão ser a maioria. Apenas aquelas cujos impactos extrapolem a sub-bacia necessitam ir mais além: ao Estado, ao Comitê da Bacia do São Francisco e, em último caso, ao âmbito federal.

Ainda exemplificando, quando houver conflitos relacionados à qualidade de água usada para abastecimento de cidades a jusante de lançamentos de efluentes, suas negociações poderão ser restrita ao Comitê de Bacia que as contenha, ou ao Estado onde ocorre este problema. Quando houver disputa entre o uso de água para a irrigação e para a geração de energia, o âmbito correto é o Comitê da Bacia do São Francisco, preliminarmente, onde ambos os tipos de usuário estarão presentes. No caso de impasse, caberia à solução ao âmbito federal.

Os planos de âmbito mais geral, ou seja, que se orientam a unidades espaciais mais amplas, deverão entrar em maiores detalhes apenas nas questões que são de sua alçada. Sempre que as questões puderem ser tratadas em âmbitos mais restritos, isto deverá ser feito. Esta proposta incorpora alguns princípios à atividade de planejamento que merecem ser identificados:

1. **Princípio da descentralização:** por este princípio, o planejamento é descentralizado nas menores unidades que for possível, os Comitês de Bacias Hidrográficas de afluentes de rios maiores;
2. **Princípio da participação:** este processo de planejamento induz a participação, que é mais facilitada em unidade menores de planejamento, mais próximas aos interesses dos participantes;
3. **Princípio do equilíbrio entre âmbito geográfico e detalhamento:** por este princípio, evita-se planos demasiadamente detalhados em bacias ou unidades de grande extensão, o que poderia tornar o plano demasiadamente inflexível: para se mudar algum detalhe haveria necessidade de ser refeito todo o processo;
4. **Princípio de localidade:** por este princípio, as questões que podem ser tratadas em âmbitos mais restritos não deverão ser levadas ao âmbitos mais amplos;
5. **Princípio da subsidiaridade:** por este princípio, embora o processo de planejamento seja gradual e descentralizado, existe o compromisso de atender disposições e diretrizes que sejam negociadas em âmbitos mais amplos.

A alternativa de integração dos âmbitos de planejamento por coordenação também apresenta algumas dificuldades, entre elas:

- processo de planejamento em carrossel pode demandar bem mais tempo, por consequência das idas e vindas entre as diversas instâncias;
- diferentes estágios de desenvolvimento – a implantação dos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos ocorre de forma bastante diferenciada nas Unidades da Federação e isso poderá dificultar o desenvolvimento do planejamento; igualmente, muitas bacias poderão se atrasar no processo de organização da sociedade em Comitês fazendo com que o Estado ou a União devam tomar decisões que poderiam ser em parte delegadas ou que, pelo menos, pudesse contar com a manifestação da sociedade.

No entanto, é a forma mais adequada de se conceber o processo de planejamento, de acordo com o espírito da Política Nacional de Recursos Hídricos. A Figura 6 ilustra a relação entre os diversos planos e descreve sucintamente seus conteúdos e abrangências.

CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou uma concepção para o Planejamento de Recursos Hídricos que integra as diversas fases e instrumentos nele incorporados. São também apresentadas alternativas de integração dos diferentes âmbitos de planejamento previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta concepção não pretende ser uma proposta fechada. Ao

contrário, ela deverá ser adaptada à realidade, sendo inseridas alterações que sejam exigidas pelas tradições institucionais e pelas oportunidades, de forma que possa ser não uma norma restritiva, mas um referencial a ser adotado na busca de um permanente aperfeiçoamento do Planejamento da Gestão das Águas.

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1 - Analise o sistema francês de gestão de recursos hídricos, esboçado no Capítulo 2, complementando-o com informações que possa obter em páginas da INTERNET como <http://www.oieau.fr>, no que se relaciona ao processo de planejamento de recursos hídricos. Que semelhanças e diferenças existem com relação ao que é proposto para o planejamento na lei federal 9.433? Que lições podem ser tiradas?

2 - Na página da Associação Brasileira de Recursos Hídricos na INTERNET (<http://www.abrh.org>) podem ser encontrados textos das leis estaduais brasileiras. Analise-as quanto ao que prevêm em relação aos processo de planejamento de recursos hídricos, confrontando com as propostas deste capítulo. Comente, em especial, as diferenças do processo de planejamento nas concepções de São Paulo e do Rio Grande do Sul.

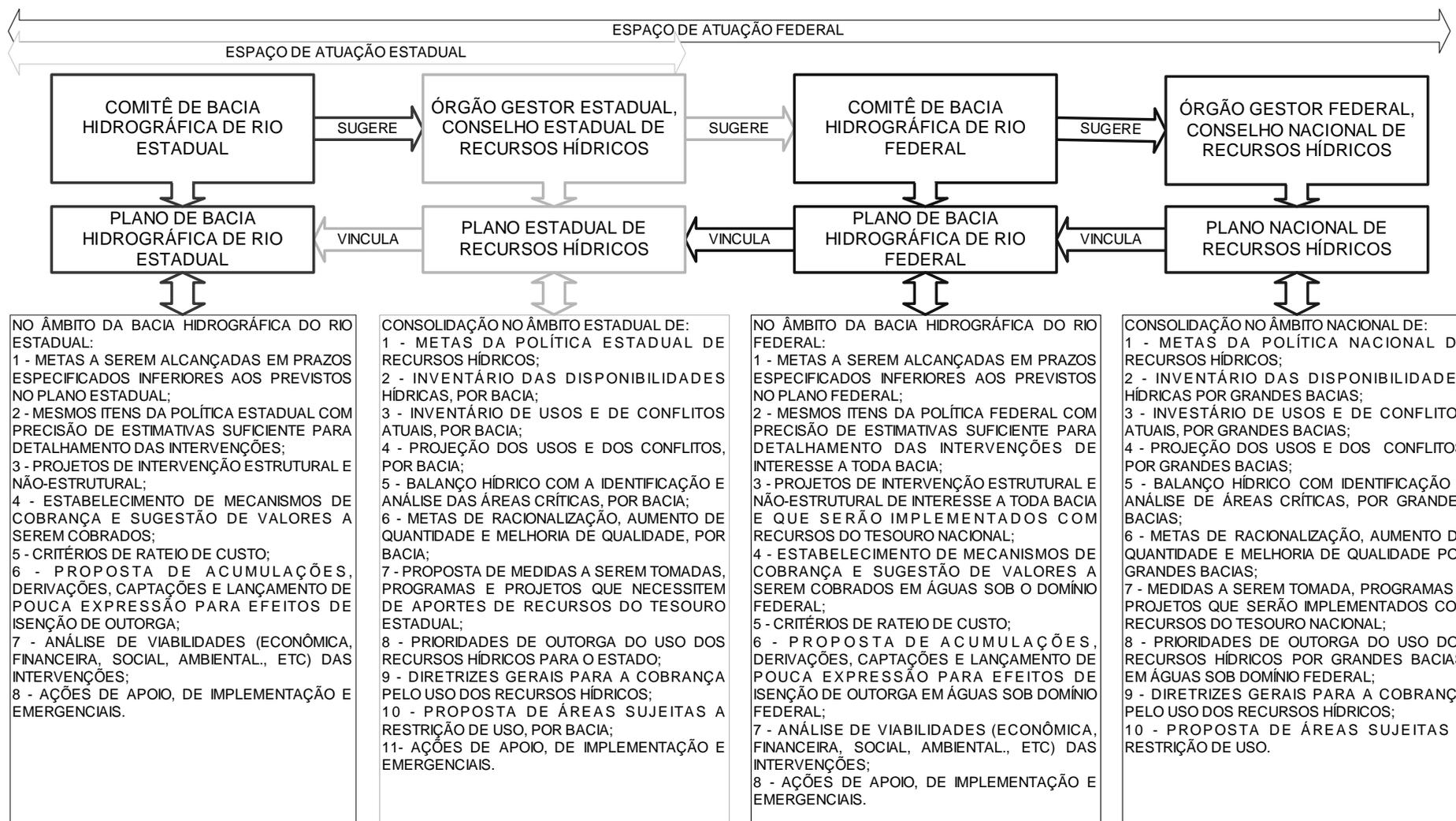


Figura 6 – Conteúdo e integração dos planos de recursos hídricos

CAPÍTULO 4 - DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO

ÍNDICE ANALÍTICO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
ÍNDICE DE TABELAS.....	3
INTRODUÇÃO	1
DIRETRIZES QUANTITATIVAS OU O "ENQUADRAMENTO QUANTITATIVO"	2
CONSUMOS DE ÁGUA E OPORTUNIDADES DE RACIONALIZAÇÃO DE USO	2
GARANTIAS DE ATENDIMENTO À DEMANDA OUTORGADA	4
RACIONAMENTO DAS DEMANDAS	6
RISCOS DE CHEIA E PROTEÇÃO CONTRA INDUNDAÇÕES.....	7
VAZÃO ECOLÓGICA OU DE RESTRIÇÃO	7
DIRETRIZES QUALITATIVAS.....	11
ENQUADRAMENTO DE CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES DE USOS PREPONDERANTES.....	11
CLASSES QUALITATIVAS PARA FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL.....	13
EXEMPLO DE ESTUDO DE ENQUADRAMENTO	14
DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO DOS SINOS.....	14
FONTES DE POLUIÇÃO E QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO DOS SINOS	16
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO.....	23

Índice de Figuras

FIGURA 1 - PROCESSO DE PLANEJAMENTO COM DESTAQUE AO ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO.....	1
FIGURA 2 - CURVAS DE REGULARIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE GARANTIA.....	4
FIGURA 3 - RIO PARACATÚ, SEÇÃO PC1 - OUTORGA DE 2,99 m ³ /s RESULTANDO EM 32 MESES COM FALHAS DE SUPRIMENTO OU 4,8% DO TOTAL DE MESES COM FALHAS	5
FIGURA 4 - RIO PARACATÚ, SEÇÃO PC1 - OUTORGA DE 1,63 m ³ /s RESULTANDO EM 5 EVENTOS (MESES) COM FALHAS DE SUPRIMENTO OU 0,8% DO TOTAL DE MESES COM FALHAS.....	5
FIGURA 5 - RIO PARACATÚ, SEÇÃO PC1 - OUTORGA DE 1,82 m ³ /s RESULTANDO EM 5 EVENTOS (MESES) COM FALHAS DE SUPRIMENTO, CARACTERIZADA POR SUPRIMENTO INFERIOR A 90% DA OUTORGA, OU 0,8% DO TOTAL DE MESES COM FALHAS.....	6
FIGURA 6 - RIO PARACATÚ, SEÇÃO PC1 - OUTORGA DE 1,83 m ³ /s RESULTANDO EM 5 ANOS COM FALHAS DE SUPRIMENTO	6
FIGURA 7 - RIO PARACATÚ, SEÇÃO PC1 - OUTORGA DE 1,56 m ³ /s RESULTANDO EM 3 ANOS COM UMA OU MAIS FALHAS DE SUPRIMENTO OU 5% DO TOTAL DE ANOS COM FALHAS....	6
FIGURA 8 - BACIA DO RIO DOS SINOS	15
FIGURA 9 - DIVISÃO ESPACIAL DA BACIA DO RIO DOS SINOS	16
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS POTENCIAIS ENTRE FONTES DE POLUIÇÃO.....	19
FIGURA 11 - PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS RIOS DA BACIA DO RIO DOS SINOS	20
FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DE TRATAMENTO ENTRE AS FONTES DE POLUIÇÃO .	22

Índice de Tabelas

TABELA 1 – CONSUMO HÍDRICO TÍPICO HUMANO E ANIMAL (GOVERNO DO RIO GRANDE DO SUL, 1995).....	3
TABELA 2 – CONSUMOS HÍDRICOS TÍPICOS EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	3
TABELA 3 - RECOMENDAÇÃO DE VAZÕES PELO MÉTODO DE TENNANT PARA PEIXES, VIDA AQUÁTICA E RECREAÇÃO	9
TABELA 4 - CRITÉRIOS DE OUTORGA DE DIREITOS DE USO DA ÁGUA EM ALGUNS ESTADOS BRASILEIROS	10
TABELA 6 - CLASSES DE USO PREPONDERANTE DAS ÁGUAS TERRITORIAIS BRASILEIRAS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 20/86.....	12
TABELA 7 - LIMITES PARA ALGUNS PARÂMETROS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO 20/82 DO CONAMA	13
TABELA 8 – PADRÕES DE POTABILIDADE DE ÁGUA DE ACORDO COM PORTARIA 36/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE	14
TABELA 9 - IDENTIFICAÇÃO DAS SEÇÕES FLUVIAIS DE CONTROLE DA BACIA DO RIO DOS SINOS	17
TABELA 10 - CARGAS POLUIDORAS POTENCIAIS TOTAIS ANUAIS EM 2007	18
TABELA 11 - QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO DOS SINOS: OBJETIVO MÍNIMO DE QUALIDADE E SITUAÇÃO CORRENTE COM CARGAS POLUENTES LANÇADAS SEM TRATAMENTO.....	18
TABELA 12 - EFICIÊNCIAS ESPERADAS DE REMOÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA PRECONIZADA ..	21
TABELA 13 - CUSTOS DE INVESTIMENTO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO E TOTAL ANUAL (US\$).	21
TABELA 14 - QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO DOS SINOS: SITUAÇÃO 2007 COM TRATAMENTO PRECONIZADO DAS CARGAS POLUENTES.	23

INTRODUÇÃO

Este capítulo trata de um dos aspectos básicos e fundamentais da Gestão das Águas: a fixação de diretrizes estratégicas de planejamento. A Figura 1 enfatiza esse passo no esquema representativo do processo de planejamento. Embora os aspectos quantitativos e qualitativos da água sejam indissociáveis, para efeito didático é conveniente separá-los quando estas diretrizes forem analisadas.

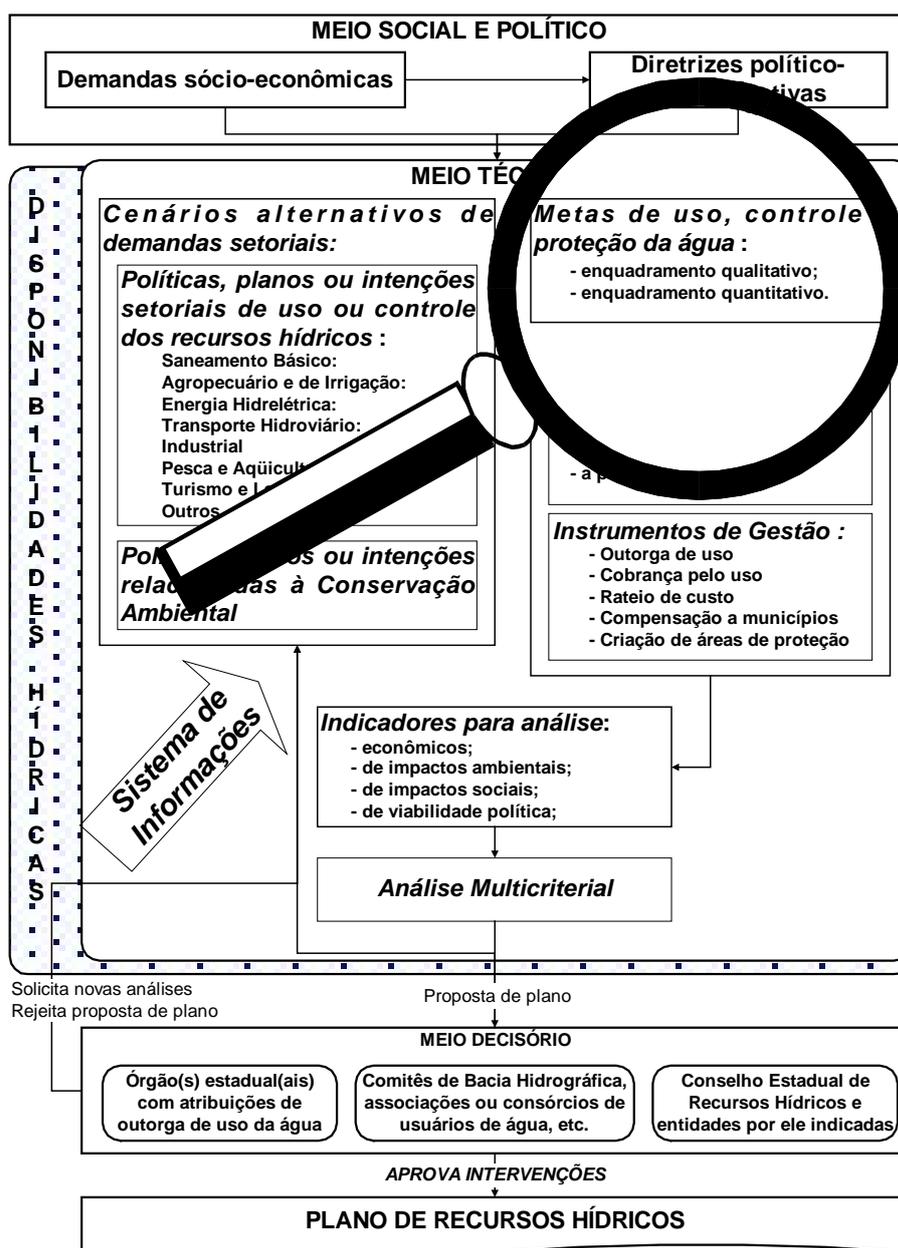


Figura 1 - Processo de planejamento com destaque ao estabelecimento de diretrizes de planejamento

As diretrizes qualitativas visam ao atendimento de diversos requisitos relacionados aos aspectos físicos, químicos, biológicos e toxicológicos da água para torná-la apta para determinado uso. Estes requisitos podem ser distintos para cada uso: potabilização, irrigação, equilíbrio do ecossistema, harmonia paisagística, navegação, etc. No Brasil eles são

Capítulo 4 – Diretrizes

estabelecidas para os corpos de água destinados a determinados usos pela Resolução n.º 20 de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. No caso de água potável, existem determinações apresentadas na Portaria n.º 36 de 1990 do Ministério da Saúde.

As diretrizes quantitativas, aqui referidas como "enquadramento quantitativo", buscam estabelecer algo análogo sob o ponto de vista quantitativo. Por elas devem ser estabelecidas quais demandas hídricas deverão ser atendidas, em que quantidade, com quais garantias, ao longo do período de operação do sistema. Poderão ser também estabelecidos, como decorrência destas diretrizes, metas de eficiência no uso da água, esquemas de racionamento das demandas na ocorrência de estiagens, e outras questões de ordem quantitativa.

DIRETRIZES QUANTITATIVAS OU O "ENQUADRAMENTO QUANTITATIVO"

O planejamento das águas deve ser orientado estrategicamente por diretrizes quantitativas que disponham sobre:

- Prioridades de atendimento a demandas quantitativas de uso da água;
- Garantias de atendimento às demandas;
- Eficiência de uso da água;
- Esquemas de racionamento dos diferentes tipos de demanda na eventualidade de estiagens severas;
- Riscos de cheias e proteção contra inundações;
- Fixação de vazões ecológicas;
- etc.

Estas diretrizes quantitativas são aqui também designadas como "enquadramento quantitativo", por analogia com o outro tipo de diretriz, de ordem qualitativa, ou o chamado "enquadramento qualitativo". Em resumo, esta fase dispõe sobre as decisões relacionadas a qualquer aspecto quantitativo relacionado à água a ser alcançado e mantido ao longo do gerenciamento da bacia hidrográfica.

O estabelecimento dessa diretriz costumava ocorrer sob a premissa de que qualquer demanda quantitativa de recursos hídricos deveria ser atendida, mediante intervenções estruturais. Se as disponibilidades naturais de água fossem suficientes bastaria promover as suas captações e transporte aos usuários; se não o fossem, haveria necessidade de intervenções estruturais mais drásticas, com a construção de reservatórios de regularização ou grandes transposições de vazões interbacias. Na medida em que a água se tornou escassa e, portanto, as intervenções determinaram maiores custos econômicos, sociais e ambientais, houve a tendência de serem buscados outros tipos de solução. Poderá haver necessidade de hierarquização das demandas de forma a garantir o atendimento das que tiverem maior prioridade. Esse atendimento poderá ser realizado com garantias decrescentes, em função das prioridades. Em cada demanda, poderão ser buscados níveis de eficiência de uso, com eliminação de desperdícios e controle de perdas.

Nesta situação, poderão ser introduzidas medidas não estruturais, na forma de outorga e cobrança pelo uso da água, por exemplo, visando à promoção de economias e, conseqüentemente, maiores eficiências de uso da água.

Consumos de água e oportunidades de racionalização de uso

O consumo humano e animal de água não é muito significativo. A Tabela 1 apresenta valores típicos que foram adotados em estudo na bacia do rio dos Sinos, Rio Grande

do Sul (CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO SUL, 1996) As perdas nos sistemas de abastecimento público são geralmente altas¹. Nos estados brasileiros elas se encontravam entre 22 e 57%, com média de 37%, em uma estimativa de 1988 apresentada pelo Banco Mundial, encontrando-se aí uma oportunidade e necessidade de racionalização.

Tabela 1 – Consumo hídrico típico humano e animal (Governo do Rio Grande do Sul, 1995)

Usuário		Consumo típico (litros per capita/dia)
Humano	Urbano	200
	Rural	100
Animais	Grande porte (bovinos, suínos)	34,5
	Médio porte (ovinos)	4,5
	Pequeno porte (aves)	0,35

O consumo de água na irrigação é alto, sendo geralmente a maior parcela de derivação em projetos com múltiplos propósitos. Consumos típicos por hectare irrigado com diversos métodos são apresentados na Tabela 2. Os valores são os de consumo contínuo e o consumo diário total, por hectare. Apresenta-se também a coluna com a população que poderia ser abastecida em cada caso, considerando-se uma taxa de 100 litros/per capita/dia. Estes valores surpreendem pois um hectare equivale, grosso modo, a quase dois campos de futebol, espaço onde dificilmente seria abrigada a população indicada, a não ser em edifícios de apartamentos.

Tabela 2 – Consumos hídricos típicos em sistemas de irrigação

Método de irrigação	Vazão contínua (l/s.ha . 24 horas)	Consumo diário (m ³ /ha)	População equivalente (habitantes)
Gotejamento	0,35 a 0,50	30 a 44	300 a 440
Microaspersão	0,50 a 0,70	44 a 61	440 a 610
Aspersão (todos os tipos)	1,00	86,4	864
Infiltração	1,20	103,6	1.036
Inundação	2,00 a 2,50	Maior que 121	Maior que 1.210

Os sistemas de irrigação apresentam perdas significativas, tanto relacionadas com fugas nos canais de condução, quanto as relacionadas ao excesso de água aplicado nas culturas. Por exemplo, pesquisadas realizadas no Rio Grande do Sul mostraram que o arroz poderia ser irrigado por inundação com consumos da ordem de 1,5 l/s/ha (SACHET, 1977). Metas quantitativas poderão tentar reduzir as perdas relatadas. Ou induzir em regiões carentes de água o uso de técnicas de irrigação com menor consumo de água, como é o caso do gotejamento ou microaspersão.

A quantidade de uso de água na indústria é muito variada, dependendo dos insumos, produto, tecnologia e nível de reciclagem. Uma tonelada de aço pode ser produzida com 5 ou 190 m³ de água e uma tonelada de papel com consumos entre 57 ou 340 m³. As

¹ As perdas são computadas pelas empresas de saneamento como a diferença entre o volume de água faturado e o volume de água tratado. Elas envolvem, portanto, as perdas “físicas” por fugas na rede de abastecimento e também as perdas por ligações clandestinas e por problemas de sensibilidade dos hidrômetros. Pode também ocorrer situações onde não há hidrometria e a tarifa é baseada em um estimativa de consumo, geralmente inferior ao valor real

metas de planejamento poderão ser voltadas a restringir tecnologias que usam excesso de água.

Garantias de atendimento à demanda outorgada

Dependendo da garantia com que se pretende atender as demandas hídricas poderão ser necessários investimentos diferenciados. A Figura 2 ilustra uma situação na bacia do rio Jacuípe, em seção próxima à cidade de França, na região semi-árida do estado da Bahia. São graficadas as capacidades totais de armazenamento necessárias para estabelecer o atendimento de demandas crescentes com níveis de garantia entre 90 e 100%, tendo por base histórico de vazões de 1930 a 1979. Nota-se que as capacidades, e por isto os investimentos, aumentam significativamente tanto com as demandas, como com as garantias. Por exemplo, uma vazão regularizada de 2 Hm^3/ano poderá ser obtida com garantia de 100% com 4,25 Hm^3 de capacidade; caso se aceite uma garantia de 90% a capacidade do reservatório poderá ser diminuída para 2,3 Hm^3 , aproximadamente.

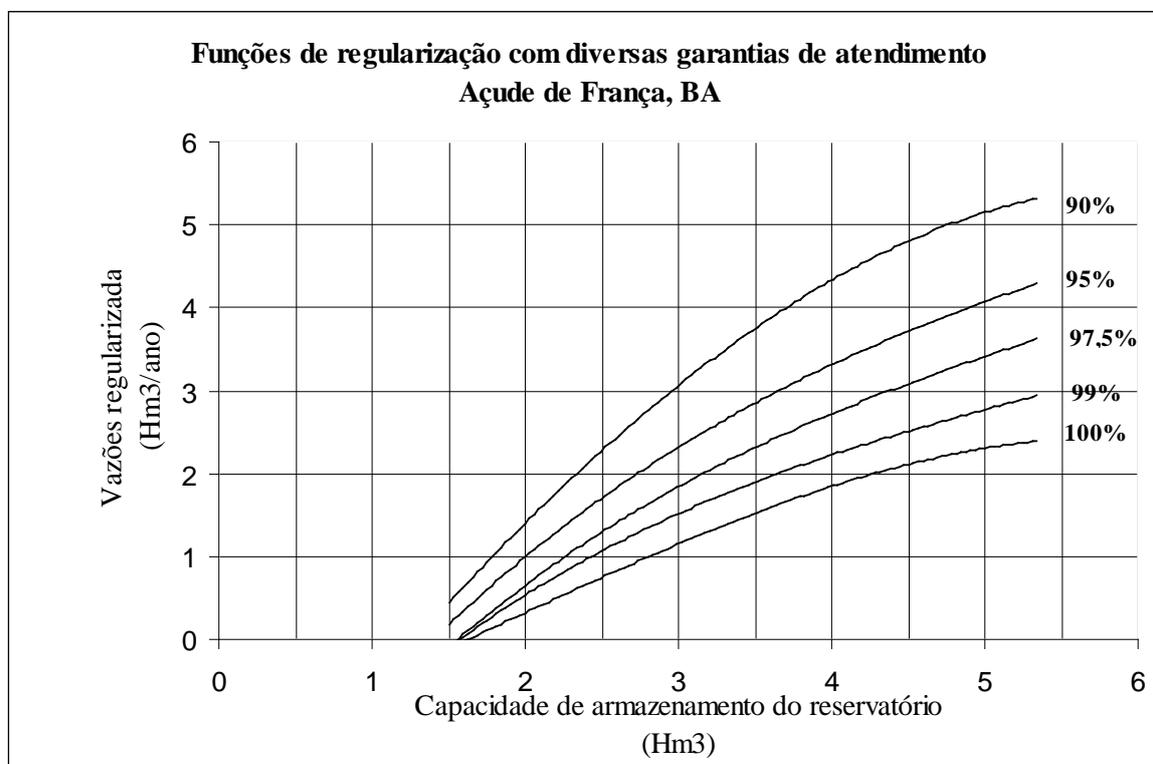


Figura 2 - Curvas de regularização de reservatórios com diferentes níveis de garantia

As garantias apresentadas são calculadas como a percentagem de meses com demanda plenamente atendida em relação ao número total de meses no período de análise. Quanto maiores as garantias a serem oferecidas, menor a demanda que poderá ser suprida com o mesmo investimento, ou maior a necessidade de investimento para atendimento da mesma demanda. Este balanço deverá ser objeto de tomada de decisão no processo de planejamento.

Este critério de garantia é questionável pois não limita a dimensão da falha quando esta ocorrer, nem a possibilidade de ocorrência de falhas em sequências de meses sucessivos. Para analisar estas diferenças são apresentados os hidrogramas de suprimento às captações da Figura 3 a 7. Todos se referem à bacia do rio Paracatú, que vai do Distrito Federal, para Goiás e Minas Gerais. Analisa-se a seção fluvial que no Plano Diretor desta bacia

Capítulo 4 – Diretrizes

foi denominada por Ponto de Controle 1. Trabalhou-se com vazões médias mensais nos 55 anos de dados disponíveis, supondo-se que as demandas outorgadas não teriam variações sazonais. As falhas de suprimento são apresentadas pelas variações para baixo da linha horizontal que representa o valor da outorga emitida.

A Figura 3 mostra os resultados caso fosse estabelecido um limite para a outorga que estabeleceria falhas de suprimento em 5% do total de meses, ou seja 33 meses com falhas nos 660 meses do período de 55 anos. A vazão outorgável seria de 3 m³/s (note linha horizontal sobre a escala de 3,00 m³/s), resultando em 32 meses com falhas, próximo a 4,8% do total dos meses.

Na Figura 4 apresenta a situação em que se adotou para limite da outorga a vazão que acarretaria 5 meses com falhas durante o período de 660 meses. A vazão outorgável seria reduzida a 1,63 m³/s. Esta figura mostra um aspecto relevante: no quarto mês em que ocorreu falha, esta foi muito pequena, tendo sido possível o suprimento de 1,62 dos 1,63 m³/s outorgados. No quinto e último mês com falha, esta foi também pequena, ocorrendo o suprimento de 1,56 m³/s. É possível que estas falhas não sejam percebidas como tal, devendo ocorrer não um racionamento mas uma racionalização de consumo, sem maiores consequências econômicas, sociais ou ambientais.

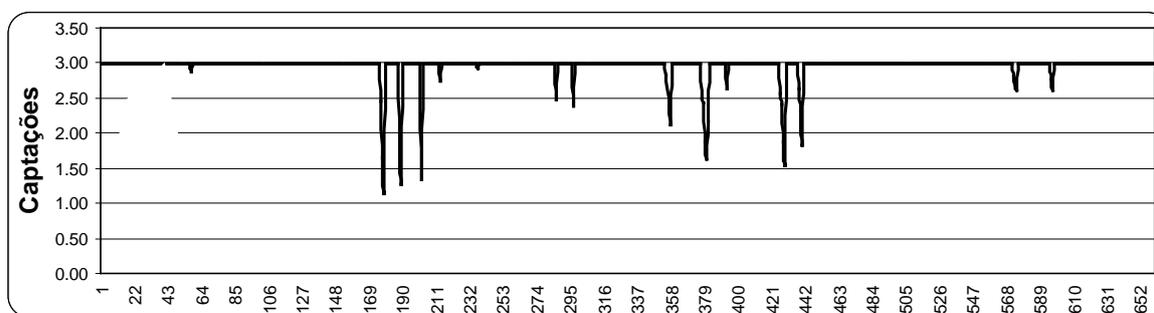


Figura 3 - Rio Paracatú, seção PC1 - outorga de 2,99 m³/s resultando em 32 meses com falhas de suprimento ou 4,8% do total de meses com falhas

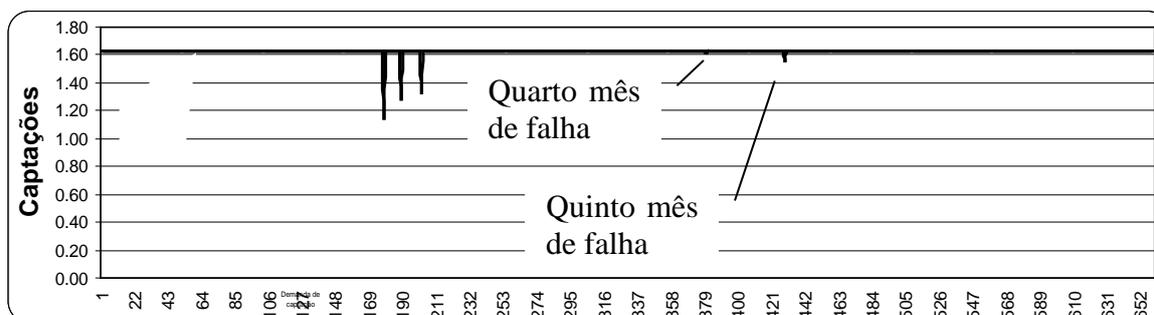


Figura 4 - Rio Paracatú, seção PC1 - outorga de 1,63 m³/s resultando em 5 eventos (meses) com falhas de suprimento ou 0,8% do total de meses com falhas

Caso fosse considerado falha quando não fosse possível o suprimento de 90% do valor outorgado, seria possível, nas mesmas condições, ou seja, limitando-se o número de falhas a 5 meses em 55 anos, aumentar a vazão outorgável para 1,82 m³/s, como pode ser visto na Figura 5. Caso a outorga seja estabelecida pela restrição de não mais que 5 anos com uma ou mais falhas mensais, a vazão outorgável seria de 1,83 m³/s, conforme Figura 6. Finalmente, se o objetivo é o manter os anos com uma ou mais falhas de suprimento com número inferior a 5% dos anos totais (ou seja, em não mais que 5% de 55 anos ou aproximadamente 3 anos) a vazão total outorgável seria de 1,56 m³/s, como mostra a Figura 7. Os resultados mostram que a forma de definição da garantia influencia consideravelmente

mente a vazão outorgável. Obviamente, dependendo do tipo de garantia estabelecida serão alteradas as consequências econômicas e sociais.

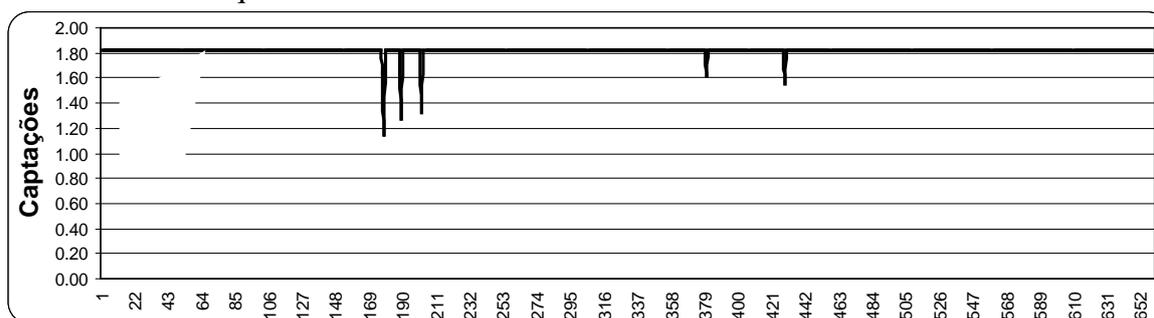


Figura 5 - Rio Paracatú, seção PC1 - outorga de 1,82 m³/s resultando em 5 eventos (meses) com falhas de suprimento, caracterizada por suprimento inferior a 90% da outorga, ou 0,8% do total de meses com falhas

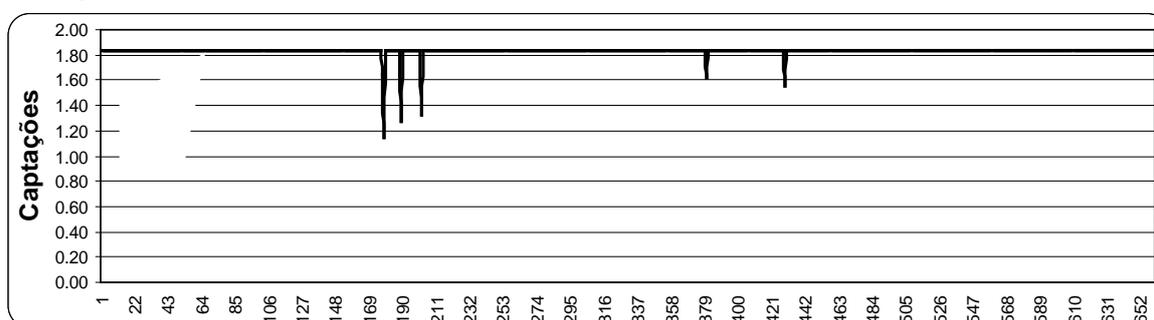


Figura 6 - Rio Paracatú, seção PC1 - outorga de 1,83 m³/s resultando em 5 anos com falhas de suprimento

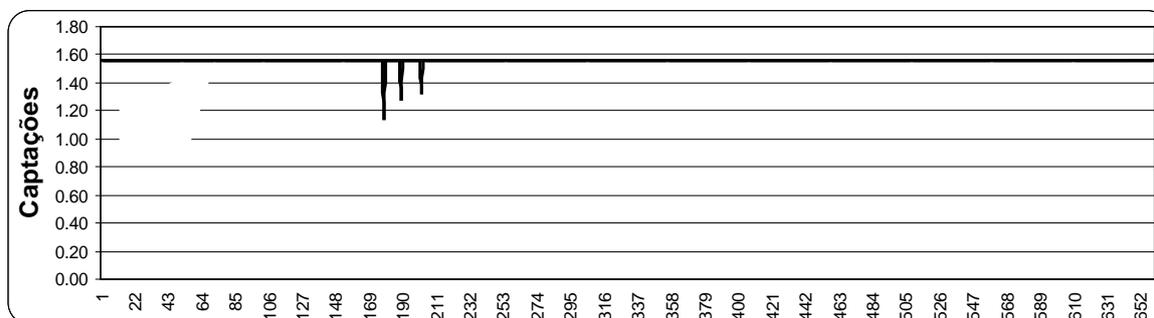


Figura 7 - Rio Paracatú, seção PC1 - outorga de 1,56 m³/s resultando em 3 anos com uma ou mais falhas de suprimento ou 5% do total de anos com falhas

Deve ser comentado que as análises e figuras apresentadas são baseados em observações médias mensais. Caso se tivesse trabalhado com vazões médias diárias os valores de outorga que são limitados pela ocorrência de uma ou mais falha em determinado sub-período, no caso, 1 ano, seriam ainda menores.

Racionamento das demandas

Esquemas de racionamento serão inevitáveis quando ocorrerem situações extremas de estiagem. Nelas o racionamento pode ser preventivo, quando existir disponibilidade de água para atender às demandas mas são estabelecidas reduções de suprimento para reservar água para atender a demandas prioritárias no futuro. O racionamento pode ser também compulsório quando as disponibilidades de água são insuficientes para atender a todas as

demandas sendo então adotado um esquema de prioridades. Em qualquer caso, deverão ser estabelecidas decisões relacionadas a prioridade de atendimento às demandas hídricas, situações hidrológicas que determinam o início do racionamento preventivo, etc. Faz parte da atividade de planejamento informar ao usuário, no ato da outorga de direito de uso de água, qual a sua prioridade de uso, com que risco a demanda não será totalmente suprida e outras informações que antecipem os riscos de não suprimento associados à outorga.

Riscos de cheia e proteção contra inundações

No caso de existência de riscos de cheia, e consequentes inundações, há necessidade de ser estimada a sua probabilidade e se os danos correlatos poderão ser suportados pelo meio social e pelas atividades econômicas. O estabelecimento de níveis de proteção, através de limitações ao risco de ocorrência destes eventos, é uma fase do processo de planejamento que orientará a introdução de medidas de proteção, estruturais (diques, reservatórios de laminação de cheias) e não estruturais (ordenamento da ocupação da área sujeita a risco).

Vazão ecológica ou de restrição

Uma resolução aprovada na V^a. reunião do Conselho Nacional de Recursos Hídricos em 15 de dezembro de 2000 estabelece no artigo 21 que “a autoridade outorgante manterá cadastro dos usuários de recursos hídricos contendo, para cada corpo hídrico, no mínimo: ... IV – vazão mínima do corpo hídrico necessária à prevenção da degradação ambiental, à manutenção dos ecossistemas aquáticos e à manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando couber, dentre outros usos.” Chama-se vazão de restrição aquela que mantém condições adequadas ao transporte aquaviário e para outros usos; quando a vazão se destina à proteção ambiental ela é chamada de vazão ecológica.

A restrição do primeiro caso é estabelecida pelas demandas estabelecidas pelos usos localizados a jusante de uma seção fluvial. A vazão ecológica pode ser considerada em termos de três categorias funcionais:

- Vazão de manutenção da qualidade de água;
- Vazão de base ictiológica;
- Vazão de manutenção do canal fluvial.

A vazão de manutenção da qualidade de água é alcançada pela manutenção de uma vazão necessária para a assimilação de esgotos de forma que a qualidade de água remanescente atenda aos limites de concentração de substâncias na classe em que o corpo de água foi enquadrado.

A vazão de base ictiológica é a vazão mínima necessária para manter as populações de peixes durante diferentes estágios de vida.

A vazão de manutenção do canal é a vazão mínima necessária para realizar processos como transporte de sedimentos. Ela influencia as características de longo prazo do habitat aquático como a quantidade e qualidade das formas de fundo do leito ("pools" e "riffles").

Diferentes organismos ou processos fluviais podem requerer diferentes vazões, tanto em magnitude, como a época do ano que as vazões devem estar disponíveis. Vazões para recreação também poderão ser diferentes das vazões de manutenção de organismos aquáticos. O objetivo explícito para o estabelecimento de vazões ecológicas é o de proteção de recursos ambientais. Entretanto, haverá vários graus de proteção, talvez implicando na necessidade de diferentes vazões ecológicas. O estabelecimento de vazões ecológicas pode

ter como objetivos, hierarquicamente classificados quanto ao grau de proteção, os que seguem:

- Preservação
- Recuperação
- Conservação

- Soluções de compromisso:
 - compensação de perdas
 - fixação de percentagem de perda
 - nenhuma perda de diversidade genética
 - sobrevivência de populações.

A preservação ou seja, a restauração de condições pristinas, é, na maioria dos casos, um objetivo irreal. A recuperação, que envolve a não degradação com restauração, objetiva melhorar a situação atual do ambiente. O objetivo de conservação é o de manter as condições presentes do ambiente aquático. As soluções de compromisso podem ser estabelecidas através de diferentes alternativas. Na compensação de perdas aceita-se que perdas locais ou sazonais de populações ou habitats ocorram desde que sejam compensadas por ganhos locais ou sazonais. A fixação de percentagem de perdas implica na aceitação de uma determinada perda ou degradação no ambiente aquático para suprir usos da água fora do leito do rio. Um exemplo seria a redução em 10 % de habitats aquáticos em relação a situação atual. O objetivo nenhuma perda de diversidade genética objetiva a manutenção de um número mínimo de exemplares de cada espécie para manter a diversidade genética. Finalmente, o objetivo sobrevivência de populações implica na preservação de habitats de modo a garantir a sobrevivência de pelo menos um macho e uma fêmea de cada espécie. Este é o objetivo menos ambicioso, sobre o ponto de vista ambiental, em um programa de vazões ecológicas.

Diversos métodos são mencionados na literatura para fixação das vazões ecológicas. LANNA E BENETTI (2000) realizaram uma revisão de literatura com recomendações à Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul. Os métodos foram classificados em dois grandes grupos: hidrológicos e de classificação de habitats. Um terceiro grupo é formado por métodos que não podem ser agregados a uma classe comum.

Os métodos hidrológicos são aqueles em que a vazão ecológica é fixada por um parâmetro estatístico das séries hidrológicas de vazões fluviais sem ter necessariamente relação com aspectos ambientais. É prática no Brasil adotar esse método, como será visto adiante, de forma implícita: fixa-se a vazão outorgável e, em consequência, a parcela que por não ser outorgável remanesce no curso de água atendendo às demandas ambientais sendo, portanto, a vazão ecológica fixada. Mais comumente é estabelecido um percentual de uma vazão com permanência alta, 80 a 95%, por exemplo. Uma fração da média das vazões mínimas de 7 dias consecutivos com tempo de retorno de 10 anos ($7Q_{10}$) é também adotada. No primeiro caso a vazão ecológica poderá variar mês a mês; no segundo é estabelecida como um valor fixo para todo o ano. Uma variante interessante da primeira abordagem é a fixação da vazão ecológica como a mediana das vazões médias diárias em cada mês, ou seja, a vazão média diária com permanência 50%. Supõe-se que as vazões residuais simularão os padrões naturais de variação das vazões que ocorrem ao longo do ano, mantendo condições propícias para a proteção ambiental. Uma abordagem mais simples é estabelecer a vazão ecológica como uma vazão específica, em litros por segundo por quilômetro quadrado ($l/s/km^2$). Um estudo no estado de New England nos EEUU recomendou o valor $5,5 l/s/km^2$, por exemplo. Essa abordagem tem a vantagem de não necessitar de dados hidrológicos para fixar a vazão ecológica.

Uma sub-classe relevante de método hidrológico é o chamado método de Tennant (ou de Montana) (TENNANT, 1976). Ele recomenda vazões ecológicas como percentuais da vazão média anual, em épocas distintas do ano. A Tabela 3 mostra as recomendações para rios do estado de Montana, nos EEUU. Os valores percentuais devem ser resultantes de estudos que agregam, em maior ou menor grau, considerações de ordem ambiental.

Tabela 3 - Recomendação de Vazões pelo Método de Tennant para Peixes, Vida Aquática e Recreação

Condição do Rio	Vazão Recomendada	
	Outubro – Março (seco)	Abril – Setembro (chuvoso)
“Flushing” ou máxima	200 % da vazão média anual	
Faixa ótima	60 – 100 % da vazão média anual	
Excepcional	40 %	60 %
Excelente	30 %	50 %
Boa	20 %	40 %
Regular ou em degradação	10 %	30 %
Má ou mínima	10 %	10 %
Degradação severa	10 % a zero da vazão média anual	

Métodos de classificação de habitats levam em consideração as características que o curso de água deve apresentar para proteção da biota. Eles agregam aos conhecimentos hidráulicos e hidrológicos, conhecimentos biológicos e ecológicos. São mais complexos que os métodos hidrológicos. Entre eles se encontram o método de Idaho (EEUU), o método do Departamento de Pesca de Washington (EEUU), o método da vazão fluvial incremental (Instream Flow Incremental Methodology - IFIM), que é um dos mais usados tanto nos EEUU e na Europa, o Programa de Simulação do Habitat Hidráulico Fluvial (River Hydraulics Habitat Simulation Program) - RHYHABSIM que sistematiza a utilização do método IFIM e o modelo baseado da relação individual entre o curso de água e o peixe (Individual-based Stream Fish). Outros métodos, que fogem às classificações anteriores são o do Perímetro Molhado que estabelece relações entre a hidráulica das seções fluviais e as demandas da ictiofauna, o das vazões de pulso e de enchentes, que reconhece a necessidade de serem mantidos os “pulsos hidrológicos” e as características das enchentes de forma que sejam mantidas as características do ecossistema, os métodos que utilizam regressões múltiplas para correlacionar a população das espécies com características hidráulicas e hidrológicas dos cursos de água e o método holístico, denominado de construção de blocos (building block methodology), que envolve a participação de especialistas, de usuários de água e da sociedade nas decisões sobre a fixação da vazão ecológica.

As práticas adotadas para a definição da vazão ecológica em diversos estados brasileiros enquadram-se dentro dos métodos hidrológicos. Estes estados, ao estabelecerem seus critérios de outorga de direitos de uso de água, deixaram antever, de forma indireta, suas concepções sobre as vazões ecológicas. A Tabela 4 resume as informações. Nota-se que todos os estados, com exceção de Minas Gerais e Paraná, estão no Nordeste Brasileiro. Com exceção de Minas Gerais, que adotou a referência da $7Q_{10}$, os demais referiram as outorgas à Q_{90} , a vazão média diária com permanência de 90% do tempo. Ela é sempre superior à $7Q_{10}$. O Ceará e o Rio Grande do Norte, por não terem rios naturalmente perenes, mas perenizados por reservatórios, estabeleceram suas vazões ecológicas tendo por base a

vazão regularizada com 90% de garantia, que tem significado análogo à Q_{90} . Cabe também notar que todas as abordagens são destituídas de significado ecológico.

Cabe alertar que ao ser estabelecida uma vazão outorgável tendo por base uma vazão de referência, como um percentual da $7Q_{10}$ ou da Q_{90} , o órgão com poderes de outorga de uso de água estabelece um limite para a apropriação de água. Por consequência, a água não apropriável poderia ser considerada a vazão ecológica apenas se houver o compromisso de que na ocorrência de estiagens mais severas do que a da vazão de referência os usos outorgados deveriam ser racionados, sem prejuízo à manutenção da vazão mínima não apropriável. A dificuldade para que essa prática seja implementada é que na maioria dos casos o órgão com atribuições de outorga de uso não é o órgão com atribuições na proteção ambiental. Nessa situação não há garantia de que o racionamento necessário para manutenção da vazão ecológica nas estiagens mais severas ocorra. Ou seja, poderá ser permitida a apropriação de parte da vazão ecológica em períodos de extrema escassez de água, quase secando o rio. Apenas entendimentos entre o órgão com atribuições de outorga de uso e o órgão com atribuições na proteção ambiental poderiam garantir a obediência à vazão ecológica. Ou que um único órgão assumisse ambas atribuições com explícita intenção de garantir a vazão ecológica.

Tabela 4 - Critérios de Outorga de Direitos de Uso da Água em Alguns Estados Brasileiros

Estado	Vazão Referencial	Critério de Outorga *	Vazão ecológica indiretamente estabelecida
PR		50 % da vazão referencial	50 % da $7Q_{10}$
MG	$7Q_{10}$	30 % da vazão referencial em cursos de água usuais	70 % da $7Q_{10}$
		Quando o interessado promover regularização, o limite poderá ser superior desde que seja mantida uma vazão residual de 70 % da vazão referencial.	
		Poderão ser adotadas vazões residuais inferiores a 70 % quando for de interesse público e não causar prejuízos a terceiros	Exceção à regra, quando for do interesse público
PE		80 % da vazão referencial quando não houver barramento, ou quando houver barramento em cursos de água perenes	20 % da Q_{90}
		95 % da vazão referencial quando houver barramento em cursos de água intermitentes	5 % da Q_{90}
BA	Q_{90} diário	80 % da vazão referencial quando não houver barramento ou quando houver barramento em cursos de água perenes	20 % da Q_{90}
		95 % da vazão referencial quando houver barramento em cursos de água intermitentes	5 % da Q_{90}
		Quando o suprimento for para abastecimento humano, o percentual pode atingir 95 % da vazão referencial	
		No caso de vazões regularizadas por reservatórios, a vazão residual de 20 % da vazão referencial deve escoar para jusante por descarga de fundo ou por qualquer outro dispositivo que não inclua bombas de recalque.	20 % da Q_{90}
		Nenhum usuário individualmente receberá outorga superior a 20 % da vazão referencial em um dado manancial	
PB	Vazão regularizada	90 % da vazão referencial	10 % da Q_{90}
RN		90 % da vazão referencial	10 % da Q_{90}

CE	com 90 % de garantia	90 % da vazão referencial em cursos de água com barramento; em lagos ou lagoas, 33 % da vazão referencial	10 % ou 67 % da Q ₉₀
-----------	----------------------	---	---------------------------------

* Limite de autorizações de retirada de água acumuladas até a seção fluvial

Portanto, afirmar que uma vazão ecológica igual a um percentual da Q₉₀ é maior que uma vazão ecológica igual ao mesmo percentual da τ Q₁₀ é correto apenas se houver o propósito de garantir que esse valor mínimo seja implementado. O que pode ser afirmado categoricamente é que ocorrerão situações hidrológicas nas quais a vazão registrada será inferior a Q₉₀ com maior frequência do que em que ela seja inferior a τ Q₁₀.

DIRETRIZES QUALITATIVAS

As diretrizes qualitativas são relacionadas à água em estado bruto, no ambiente, ou a água a ser fornecida para determinado fim, após o tratamento necessário. No primeiro caso lida-se com o processo de enquadramento de corpos de água em classes de usos preponderantes de acordo com os usos aos quais se destinam. Na outra situação trata-se com as exigências de qualidade para a água fornecida para determinada finalidade.

Enquadramento de corpos de água em classes de usos preponderantes

O enquadramento de corpos de água em classes de usos preponderantes deve ser resultado de um processo de planejamento que estabeleça as prioridades de uso das águas. Estes usos demandarão uma qualidade mínima para a água e cabe ao enquadramento estabelecê-la e à outorga de lançamentos e ao licenciamento de implantação de atividades potencialmente poluidoras promovê-la.

Ou seja, em decorrência do enquadramento deverão ser realizadas as outorgas de lançamentos de efluentes nos corpos de água e os licenciamento de atividades que possam alterar o regime qualitativo das água. Serão igualmente indicadas as metas de despoluição das águas da bacia, quando suas qualidades não atenderem às demandas dos usos existentes ou previstos. Em qualquer caso deverão ser avaliadas as alterações promovidas na qualidade das águas e, como consequência, se os indicadores de qualidade de água obedecerão as concentrações estipuladas para a classe em que o corpo de água acha-se enquadrado.

No Brasil, a Resolução 20 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu para o território brasileiro nove classes de uso preponderante para as águas doces (salinidade < 0,05% com 5 classes: Especial, 1 a 4), salobras (salinidade entre 0,05 e 3% com 2 classes: 5 e 6) e salinas (salinidade > 3% com 2 classes: 7 e 8). A Tabela 6 identifica os usos preponderantes de cada classe, cujos limites ou condições qualitativas acham-se detalhados na Resolução.

No Artigo 16 da resolução informa-se que “não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas água”. Sendo assim, por exemplo, águas enquadradas na classe 1 poderão ser usadas para suprir demandas para irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, uso que se refere à classe 2. No entanto, este uso não pode degradar as águas de forma a que não atendam aos padrões da classe 1 em que foram enquadradas. Por isto as águas enquadradas na classe especial dificilmente poderão ser utilizadas para outros fins a não ser o abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção (e desde que os efluentes gerados sejam lançados em outras águas, mesmo após tratamento) e a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Isto por que os resíduos gerados

pela maioria dos demais usos poderão causar conflitos com a qualidade necessária para um corpo de água manter-se nesta classe.

Tabela 5 - Classes de uso preponderante das águas territoriais brasileiras de acordo com a Resolução CONAMA 20/86.

CLASSES DE USOS PREPONDERANTES DA RESOLUÇÃO CONAMA 20/86		Tipos e classes								
		Doce				Sa-lina		Sa-lobra		
		E	1	2	3	4	5	6	7	8
Abastecimento doméstico	Sem prévia ou com simples desinfecção	■								
	Após tratamento simplificado		■							
	Após tratamento convencional			■	■					
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		■								
Proteção às comunidades aquáticas			■	■			■		■	
Harmonia paisagística						■				■
Recreação	Contato primário (natação, esqui aquático e mergulho)		■	■			■		■	
	Contato secundário							■		■
Irrigação	Hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película		■							
	Hortaliças e plantas frutíferas			■						
	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras				■					
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana			■	■			■		■	
Dessedentação de animais					■					
Navegação	Em geral					■				
	Comercial							■		■
Usos menos exigentes						■				

O Artigo 18 trata do lançamento de despejos. Eles são tolerados nas classes 1 a 8, desde que além de atenderem a limites estabelecidos adiante na resolução (Art. 21) “não venham a fazer que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados”. Isto elimina a possibilidade de lançamentos de despejos em águas na classe especial; em artigo anterior são proibidos os lançamentos nos “mananciais sub-superficiais” (Art. 17).

A resolução apresenta limites de concentração a serem obedecidos por diversos parâmetros em cada classe de enquadramento. A Tabela 7 ilustra alguns deles. O enquadramento nestas classes é uma diretriz estratégica para o planejamento pois estabelece o nível de qualidade (ou classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo. Em função disto são estabelecidos limites de lançamento de resíduos. Estes limites podem ser absolutos, como no caso da Classe Especial (E), em que "não são tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e

outros poluentes, mesmo tratados" (Art. 18). Nos outros casos são tolerados lançamentos desde que, além de atenderem uma série de restrições no que tange à qualidade do efluente (art. 21), "não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados" (Art. 19).

Tabela 6 - Limites para alguns parâmetros de acordo com a Resolução 20/82 do CONAMA

Alguns parâmetros		Classes				
		Especial	1	2	3	4
Coliformes (organismos por 100 ml)	Fecais	Ausentes	≤ 200	≤ 1.000	≤ 4.000	---
	Totais	Ausentes	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	--
PH		--	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Oxigênio Dissolvido (mg/l)		--	≥ 6	≥ 5	≥ 4	--
DBO ₅ (mg/l)		ausente	≤ 3	≤ 5	≤ 10	--
Fósforo total (mg/l)		ausente	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,025	--
Nitrogênio total (mg/l)		ausente	≤ 11	≤ 11	≤ 11	--
Sólidos dissolvidos totais		ausentes	500	500	500	--

A sistemática preconizada é que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - IBAMA, nos rios sob o domínio federal, ou o órgão estadual de meio ambiente, nos rios sob domínio estadual enquadrem as águas, ouvidas entidades públicas e privadas interessadas. Em função disto serão estabelecidos programas permanentes de acompanhamento de sua condição, bem como programas de controle da poluição para que os cursos de água atinjam as classes respectivas. Devido às conseqüências econômicas, sociais e ambientais desse instrumento de enquadramento, há necessidade de que ele seja resultado de um processo de planejamento da bacia hidrográfica que compatibilize a oferta com as demandas dos recursos hídricos e dos demais recursos ambientais cujo uso afete a qualidade das águas, no que diz respeito a quantidade e qualidade. Os custos e benefícios, definidos de forma ampla ou seja, não unicamente sob o ponto de vista econômico, devem ser estimados e comparados para justificar o enquadramento em uma ou outra classe. A compatibilidade de enquadramento de trechos sucessivos de um rio deve ser avaliada para evitar impossibilidades físicas ou tecnológicas, ou custos excessivos quando, por exemplo, o trecho de montante for enquadrado em classe menos exigente que o de jusante. A necessidade de serem ouvidas entidades públicas e privadas cria a oportunidade para que Comitês de Bacia assumam esse papel, facilitando a tarefa do órgão ambiental.

Classes qualitativas para fornecimento de água potável

A Portaria 36 de 1990 do Ministério da Saúde estabeleceu os padrões de potabilidade. A Tabela 5 ilustra os limites de concentração de algumas substâncias. Com a ressalva da cor, turbidez e das substâncias tensoativas as demais estipulam padrões de concentração limite iguais ou inferiores aos limites de concentração para águas na classe 2 da Resolução CONAMA 20/86. Isto é, obviamente, um contra-senso, indicando ou exigências demasiadamente severas para a Classe 2, ou muito permissivas para os padrões de potabilidade.

Tabela 7 – Padrões de potabilidade de água de acordo com Portaria 36/90 do Ministério da Saúde

Parâmetro	Limite de concentração	Parâmetro	Limite de concentração
Cor	5 mgPt/litro	Turbidez	1 UNT
Sólidos dissolvidos	1000	Alumínio	0,2
Arsênio	0,05	Benzeno	0,01
Cádmio	0,005	Cianetos	0,1
Chumbo	0,05	Cloretos	250
Manganês	250	Mercurio	0,001
Nitrato	0,001	Prata	10
Selênio	0,01	Substâncias tenso-ativas	0,2
Sulfatos	400	Zinco	5

Valores em mg/l salvo onde indicado.

EXEMPLO DE ESTUDO DE ENQUADRAMENTO

Apresenta-se um estudo desenvolvido pelo Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (1996) que teve por objetivo testar e propor alternativas para emprego dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos com vistas ao atendimento dos vários usuários da água (irrigantes, indústrias, abastecimento público, diluição de esgotos e outros), e observando os dispositivos legais existentes. A bacia do rio dos Sinos, neste estado, foi adotada como objeto de estudo. As informações foram resumidas de LANNA, PEREIRA e DE LUCCA (1996)

Descrição da bacia do rio dos Sinos

A bacia do rio dos Sinos compreende uma superfície de 3.798,14 km², onde estão inseridos 29 municípios do Estado do Rio Grande do Sul. A Figura 8 apresenta sua localização neste Estado. Na Figura 9 a bacia é apresentada de forma esquemática, anotando-se os principais cursos de água e seções fluviais de controle. A Tabela 6 identifica as seções fluviais adotadas para controle.

A vazão média de longo período na foz do rio dos Sinos é de 79,1 m³/s e a vazão média na estiagem de 7 dias com 10 anos de retorno é 13,72 m³/s. Além dos formadores principais, existem diversos arroios afluentes de menor porte, muitos dos quais drenam áreas urbanas, distritos industriais e depósitos de lixo, os quais também tem importância tanto no regime hidráulico quanto na qualidade das águas do Rio dos Sinos. Os arroios formadores, muitas vezes, são utilizados como canais de transporte de esgoto doméstico, lixívias, drenagem pluvial de áreas urbanas e de efluentes industriais tratados ou não.

A dinâmica do desenvolvimento econômico do Estado do Rio Grande do Sul está localizada na região onde se insere a área de estudo. É na região metropolitana e em sua área de influência que estão concentradas as atividades econômicas, resultado do processo de industrialização das últimas décadas, a partir de uma base econômica preexistente. Neste contexto a área de estudo, com apenas 3,53% do território estadual, gerou em 1992 22,76% do PIB estadual. Em 1990, gerava 25,06% do Valor Adicionado Fiscal Total do Estado sendo que destes 36,59% eram relativos à atividade industrial, 17,64% à comercial, 16,87% à atividade de serviços. A população total da bacia em 1991 era de 1.595.821 habitantes, representando 17,47% da população do Estado.



Figura 8 - Bacia do rio dos Sinos

O perfil industrial dos municípios integrantes da área de estudo é bastante diversificado, pois existem aqueles cuja produção industrial é predominantemente voltada para a produção de bens de consumo assim como aqueles que se caracterizam pela produção de bens de capital. Em relação aos municípios mais expressivos economicamente, em Canoas predominam as indústrias produtoras de bens intermediários (metalurgia, material elétrico e comunicação e química), em Novo Hamburgo as indústrias de bens de consumo não duráveis (vestuário, calçado e artefatos de tecido), em São Leopoldo as indústrias produtoras de bens de consumo não duráveis (vestuário, calçados e artefato de tecido) e bens intermediários (metalurgia), em Gravataí as indústrias produtoras de bens intermediários (metalur-

gia, material elétrico e comunicações e química) e em Sapucaia do Sul as indústrias produtoras de bens intermediários (metalurgia e química).

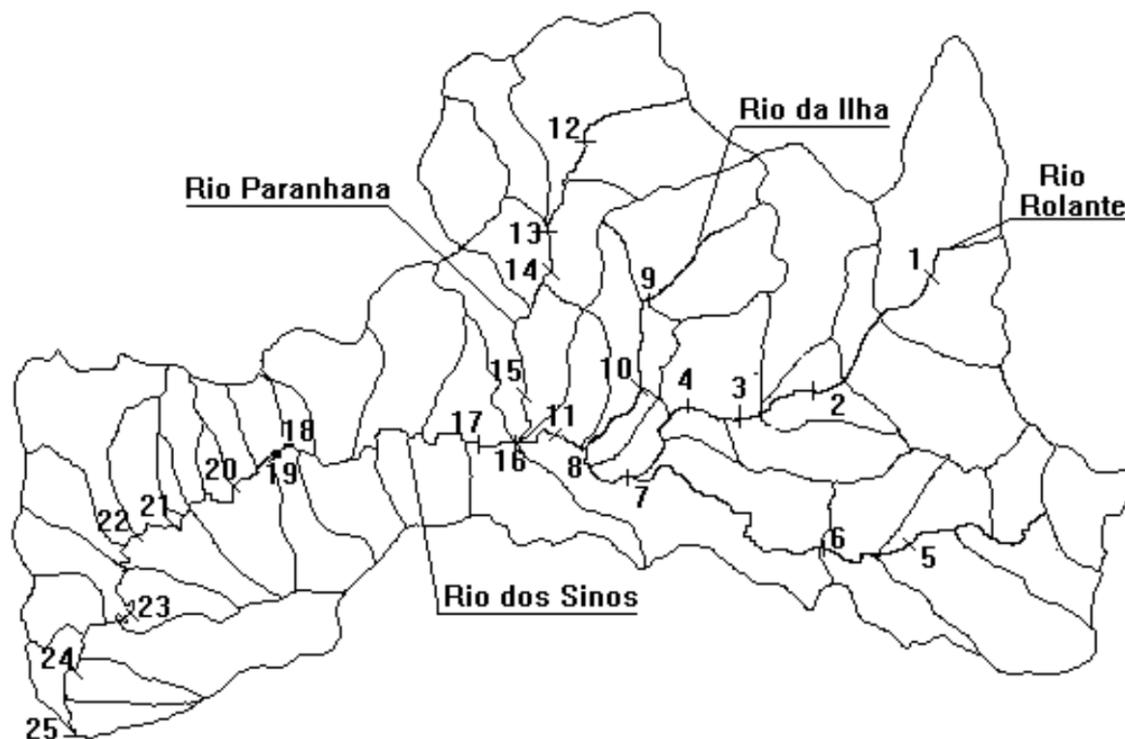


Figura 9 - Divisão espacial da bacia do rio dos Sinos

A atividade agropecuária é relativamente pouco intensa na área de estudo. O uso mais expressivo das áreas agrícolas é com pastagens, atingindo 55,8%. No ano de 1985 apenas 4,46% dos estabelecimentos usavam irrigação, abrangendo 2,24% da área do total do Estado. Os municípios que mais utilizam a irrigação são Santo Antônio da Patrulha e Osório e Taquara, na parte alta da bacia, e Canoas e Gravataí na parte baixa. A bacia concentra também 6,93% das matas e florestas e 3,71% das pastagens do Estado.

Fontes de poluição e qualidade de água do rio dos Sinos

As principais fontes de poluição na bacia, foram agrupadas em 8 classes: 1- Efluentes domésticos urbanos (EDU): esgotos domésticos provenientes das zonas urbanizadas da bacia; 2 - Efluentes domésticos rurais (EDR): esgotos domésticos provenientes das zonas rurais da bacia; 3 - Drenagem pluvial urbana (DPU): esgoto pluvial, proveniente das zonas urbanizadas da bacia, onde ocorre a mistura das águas da chuva com efluentes industriais, esgotos domésticos e lixívias de lixos; 4 - Fontes difusas rurais (FDR): incluem a erosão natural e artificial de pedreiras, saibreiras, matas, reflorestamentos e culturas; 5 - Resíduos sólidos domésticos (RSD): lixívias de aterros sanitários e lixões mal acondicionados; 6 - Atividade de criação de animais (ACA): criação de aves, suínos, ovinos e bovinos; 7 - Efluentes industriais (EI): efluentes de indústrias, os quais já são tratados até o nível secundário por exigência do órgão ambiental estadual, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM); 8 - Efluentes de Irrigação do Arroz (IRR): efluentes de lavouras de arroz irrigado.

As cargas totais dos principais poluentes identificados em coletas de uma rede de monitoramento, projetadas para o ano 2007, horizonte de projeto adotado para o Plano Estadual de Recursos Hídricos, são apresentadas na Tabela 7. Elas foram obtidas de forma indireta, tendo por base dados da literatura. A Figura 10 ilustra a distribuição das cargas

potenciais entre fontes de poluição. Nota-se que os esgotos domésticos urbanos estabelecem os maiores lançamentos de coliformes fecais; a atividade agrícola de dessedentação animal realiza os maiores lançamentos de DBO, nitrogênio total e fósforo total; as fontes difusas rurais são responsáveis pela maior carga de sólidos totais. Os efluentes industriais, por já serem tratados até o nível secundário, apresentam lançamentos significativos apenas para coliformes fecais e sólidos totais.

Tabela 8 - Identificação das seções fluviais de controle da bacia do rio dos Sinos

Seções fluviais	IDENTIFICAÇÃO/LOCALIZAÇÃO
1	RL-4: Seção de monitoramento no rio Rolante
2	RL-3: Seção de monitoramento no rio Rolante; montante da cidade de Rolante
3	RL-2: Seção de monitoramento no rio Rolante; jusante da foz do arroio Rolantinho
4	RL-1: Seção de monitoramento no rio Rolante
5	SI-11: Seção de monitoramento no rio dos Sinos
6	Captação de Sto. Antônio da Patrulha; praia do Monjolo
7	SI-10: Seção de monitoramento do rio dos Sinos; jusante da foz do rio Rolante; posto fluviométrico do DNAEE (cód. 87360000)
8	Rio dos Sinos, jusante da foz do rio da Ilha
9	IL-2: Seção de monitoramento no rio da Ilha
10	IL-1: Seção de monitoramento no rio da Ilha
11	SI-09: Jusante confluência do rio da Ilha com rio dos Sinos; captação de Taquara
12	Local projetado para Usina Hidrelétrica Laranjeira, rio Paranhana
13	PN-4: Seção de monitoramento no rio Paranhana; montante captação Três Coroas/Igrejinha
14	PN-3: Seção de monitoramento no rio Paranhana; praia do Juca
15	PN-2: Seção de monitoramento no rio Paranhana
16	PN-1: Seção de monitoramento no rio Paranhana
17	SI-8: Seção de monitoramento no rio dos Sinos
18	SI-7: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; captação Sapiranga/Campo Bom; posto fluviométrico do DNAEE (cód. 87380000)
19	SI-6: Seção de monitoramento no rio dos Sinos
20	SI-5: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; captação Novo Hamburgo
21	SI-4: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; captação São Leopoldo; posto fluviométrico do DNAEE (cód. 87382000)
22	SI-3: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; jusante de trecho com alta concentração industrial
23	SI-2: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; captação Esteio
24	SI-1: Seção de monitoramento no rio dos Sinos; ponte da BR 386
25	Foz do rio dos Sinos

Estas cargas poluidoras resultam em alta grau de degradação da qualidade de água, particularmente na parte baixa da bacia, onde ocorre maior concentração urbana e industrial. Isto é constatado pelo monitoramento das águas da bacia e pelos resultados de simulação obtidos com o modelo matemático de qualidade de água QUAL II - E UNCAS, ajustado no rio dos Sinos. A Tabela 8 apresenta para cada seção de monitoramento da Rede Integrada de Monitoramento da bacia do rio dos Sinos o limite de concentração que cada parâmetro atenderia em termos das classes de uso preponderante da Resolução 20/86 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Capítulo 4 – Diretrizes

selho Nacional do Meio Ambiente. Duas situações são simuladas: a de estiagem, em que ocorreriam as vazões com 7 dias de duração e 10 anos de retorno, e a normal, em que as vazões seriam as médias de longo período. As cargas lançadas seriam as atuais, sem tratamento exceto para as indústrias que, como foi relatado, já realizam tratamento até o nível secundário.

Tabela 9 - Cargas poluidoras potenciais totais anuais em 2007

Fontes de poluição	Coli Fecais (NPM/ano)	DBO5 (t/ano)	Nitrogênio total (t/ano)	Fósforo total (t/ano)	Sólidos totais (t/ano)
EDU	1,28 . 10¹⁹	23.791,67	2.330,98	584,25	---
EDR	3,22 . 10 ¹⁷	599,85	58,77	14,73	---
DPU	2,88 . 10 ¹³	4.876,17	466,50	57,59	2.486,08
FDR	1,13 . 10 ¹⁶	2.443,59	1.158,91	375,52	77.260,45
RSD	1,26 . 10 ¹⁵	28.030,51	1.648,85	549,62	---
ACA	8,72 . 10 ¹⁷	46.976,11	4.609,20	1.162,39	---
EI	1,50 . 10 ¹⁸	5.638,39	525,50	62,30	40.088,14
IRR	---	---	79,64	17,18	---
Total	1,55 . 10 ¹⁹	112.356,29	10.878,35	2.823,59	119.834,67

Nota: em negrito, maiores lançamentos de cada parâmetro.

Tabela 10 - Qualidade das águas do rio dos Sinos: objetivo mínimo de qualidade e situação corrente com cargas poluentes lançadas sem tratamento

Seções da Rede Integrada de Monitoramento do Rio dos Sinos		Objetivos mínimos de qualidade	Regime de vazões							
			7Q ₁₀				Q _{méd}			
			Parâmetros				Parâmetros			
			Coliformes	Fósforo	DBO ₅	Nitrogênio	Coliformes	Fósforo	DBO ₅	Nitrogênio
5	SI-11: "Ponto branco"	2	4	4	2	1	1	4	1	1
7	SI-10: Jusante da foz do rio Rolante	2	4	4	1	1	1	4	1	1
11	SI-09: Captação de Taquara	2	4	4	1	1	1	4	1	1
17	SI-8: Seção de monitoramento no rio dos Sinos	2	4	4	1	1	1	4	1	1
18	SI-7: Captação Sapiranga/Campo Bom	2	4	4	1	1	2	4	1	1
19	SI-6: Seção de monitoramento no rio dos Sinos	2	4	4	1	1	3	4	1	1
20	SI-5: Captação Novo Hamburgo	2	4	4	1	1	3	4	1	1
21	SI-4: Captação São Leopoldo	3	4	4	1	1	3	4	1	1
22	SI-3: Jusante de trecho c/alta conc. industrial	3	4	4	1	1	3	4	1	1
23	SI-2: Captação Esteio	3	4	4	2	1	3	4	1	1
24	SI-1: Ponte da BR 386	3	4	4	2	1	3	4	1	1
25	Foz do rio dos Sinos	3	4	4	2	1	3	4	1	1

Verifica-se que os parâmetros coliformes fecais e fósforo total são os mais críticos. Na situação de estiagem eles violam os limites de concentração para a classe 3 tornando as águas de todo trecho fluvial entre as seções 5 e 25 do rio dos Sinos não enquadráveis para fins de abastecimento. Na ocorrência do regime médio de vazões, esta situação se mantém para o parâmetro fósforo total.

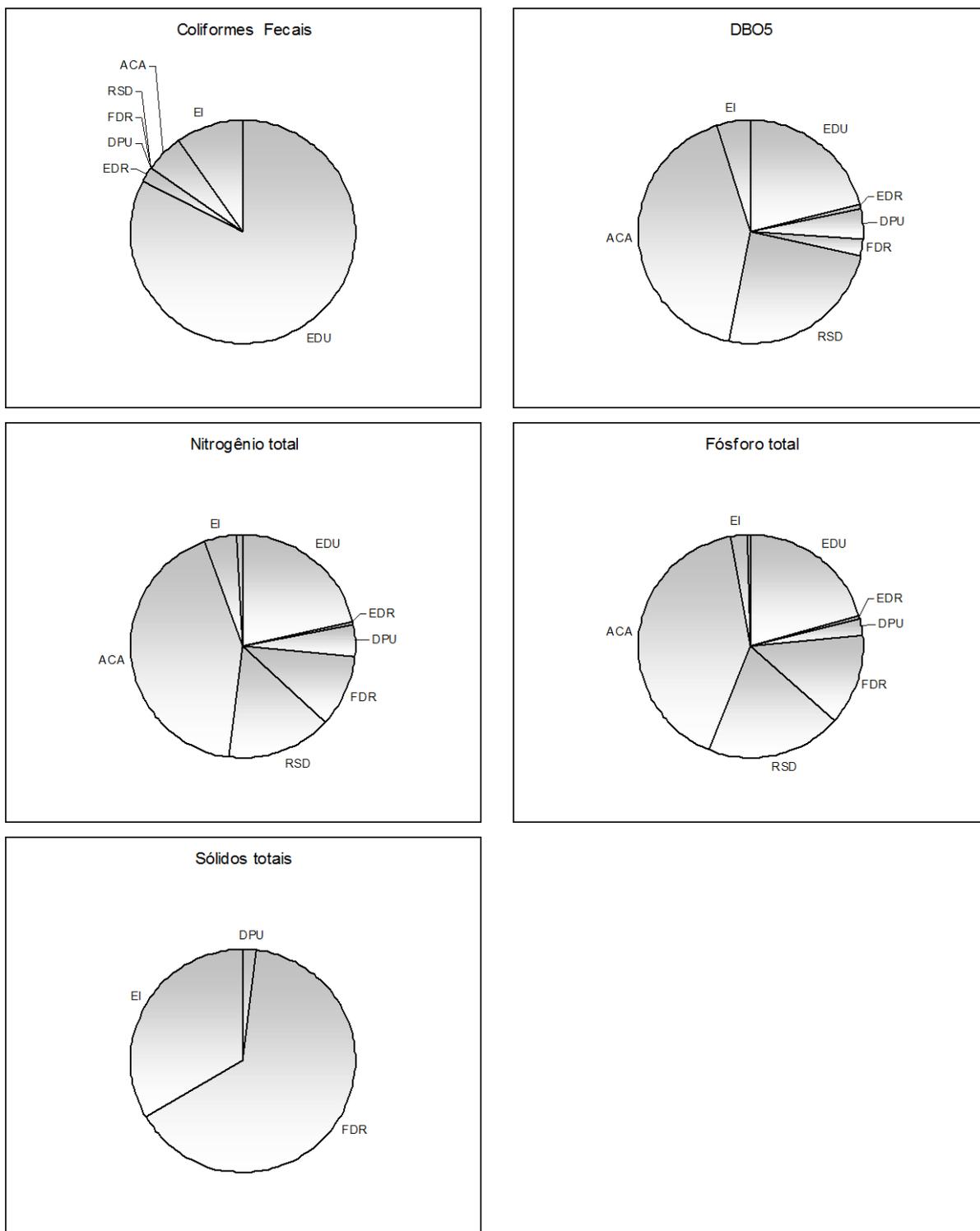


Figura 10 - Distribuição das cargas potenciais entre fontes de poluição

Uma proposta factível de enquadramento, que espelha os usos atuais e futuros das águas da bacia, deveria estipular classe Especial, a mais exigente em termos qualitativos, para os cursos de água de cabeceira, a classe 3, em que as águas são potabilizáveis com tratamentos avançados, para o rio dos Sinos a jusante da foz do Arroio Luiz Rau (jusante da seção 20), e a Classe 2, em que as águas são potabilizáveis e também balneáveis, para os demais cursos de água. A Figura 13 ilustra este objetivo mínimo de qualidade que é o en-

quadramento proposto. Nas seções que fizeram parte das simulações as classes seriam 2 ou 3, conforme é apontado na Tabela 8.

Estabelecidas as classes de uso preponderantes, e portanto as metas de despoluição, o estudo analisou as alternativas para que fossem alcançadas. Como ponto de partida foi analisado o que se chamou por “solução técnica preconizada” por se tratar do conjunto de intervenções relacionadas ao tratamento de efluentes tinham melhor desempenho em termos de redução da degradação sem entretanto resultarem em custos excessivos. Estas soluções, considerando cada fonte de poluição, são: 1 - Efluentes domésticos urbanos: lagoas de estabilização em série; 2 - Efluentes domésticos rurais: sistema fossa e sumidouro; 3 - Drenagem pluvial urbana: banhados artificiais; 4 - Fontes difusas rurais: sistemas de retenção de silte, como lagoas de silte, terraceamento, faixas de revegetação, etc; 5 - Resíduos sólidos domésticos: bio-remediação *in loco*; 6 - Atividade agropecuária de dessedentação de animais: bermas de contenção, seguidas de lagoa anaeróbia e proporcionamento do efluente tratado a banhados naturais ou artificiais; 7 - Efluentes industriais tratados: tratamento físico-químico; 8 - Efluentes de irrigação do arroz: considerou-se que existem dificuldades técnicas e econômicas para tratamento destes efluentes o que determinou que nenhuma solução fosse preconizada.

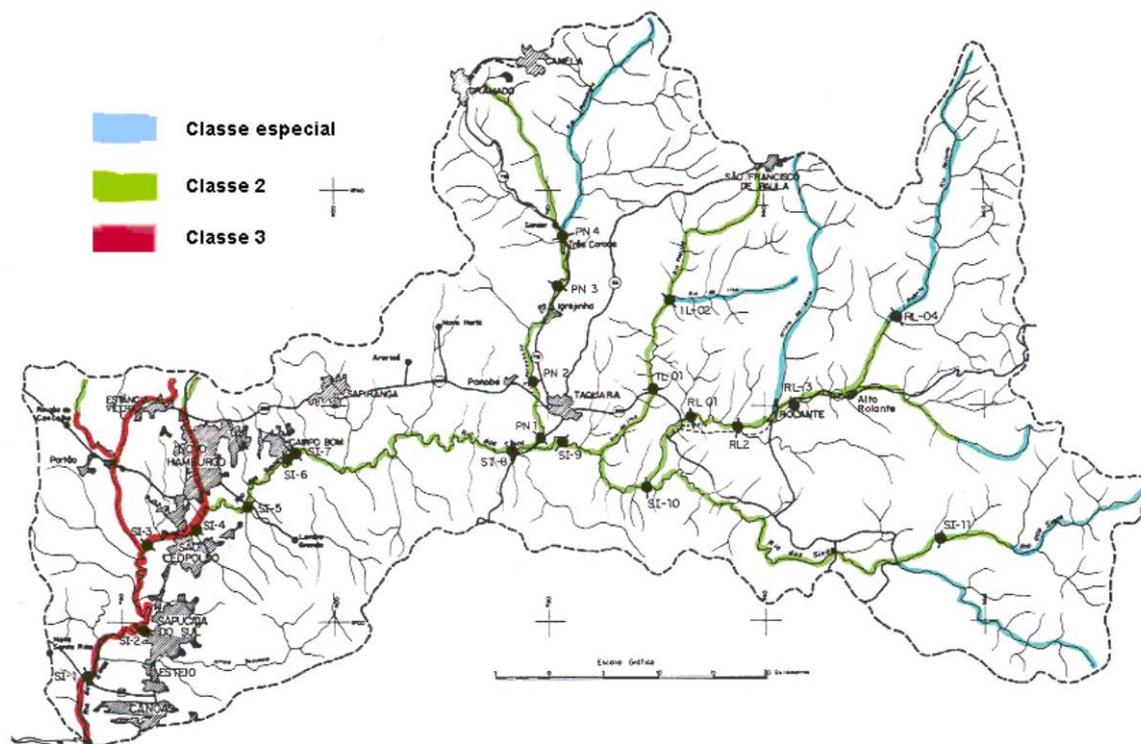


Figura 11 - Proposta de enquadramento dos rios da bacia do rio dos Sinos

As eficiências esperadas do sistema de tratamento preconizado e adotadas nas simulações de qualidade de água são apresentadas na Tabela 9. As soluções foram orçadas aplicando-se curvas de custo ajustadas a amostras formadas tendo por base dados de literatura, de projetos no Estado e no país. A Tabela 10 apresenta os custos de investimento, operação e manutenção, e totais anuais, em dólares americanos referidos ao ano 1995 e os percentuais do custo total na mesma coluna. Para efeito de cálculo das anuidades foi adotado um período de amortização de 20 anos e uma taxa de juros de 12% ao ano. As fontes de poluição foram ordenadas em função dos custos anuais totais. A Figura 12 ilustra a distribuição dos custos de tratamento entre as diferentes fontes de poluição. Nota-se que o tratamento

de esgotos industriais, já tratados até o nível secundário, responde pelo maior montante de custos totais anuais, seguido pela drenagem pluvial urbana. Ambos resultam em praticamente 90% dos custos totais anuais.

Tabela 11 - Eficiências esperadas de remoção da solução técnica preconizada

Parâmetro	Eficiência esperada (%)	Eficiência adotada (%)
Demanda Química de Oxigênio	60 a 70	65
Demanda Bioquímica de Oxigênio	75 a 90	80
Sólidos em suspensão	60 a 70	65
Nitrogênio total	20 a 50	40
Fósforo total	20 a 50	40
Coliformes totais (sem desinfecção)	90 a 95	90

Tabela 12 - Custos de investimento, operação e manutenção e total anual (US\$).

Fontes de Poluição	Custo de Investimento		Custo de O&M anual		Custo anual total	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%
EI	89 783 290	34,68	43 390 285	88,77	55 410 362	66,32
DPU	110 411 871	42,65	4 287 097	8,77	19 068 904	22,82
EDU	40 073 435	15,48	1 187 782	2,43	6 552 765	7,84
FDR	14 722 596	5,69	0	0,00	1 971 043	2,36
EDR	2 372 817	0,92	0	0,00	317 670	0,38
RSD	944 203	0,36	13 338	0,03	139 747	0,17
ACA	599 359	0,23	3 451	0,01	83 693	0,10
IRR	---	---	---	---	---	---
Total	258 907 571	100,00	48 881 954	100,00	83 544 183	100,00

O modelo de qualidade de água QUAL II - E UNCAS foi usado para testar os resultados da adoção da solução técnica preconizada, em termos de melhoria da qualidade das águas da bacia. As simulações mostraram que a solução falha no atendimento das duas metas de despoluição estabelecidas pelas classes da Resolução 20/86 do CONAMA. A Tabela 11 detalha estes resultados mostrando as classes estipuladas em cada trecho fluvial do rio dos Sinos nos Objetivos 1 e 2, e as classes em que cada parâmetro se encontraria no ano 2007, na ocorrência de vazões médias ou de vazões de estiagem com 7 dias de duração e 10 anos de retorno, sendo implantado e operado o sistema de tratamento preconizado. As simulações com o modelo de qualidade de água mostraram que a solução técnica preconizada é insuficiente para atender aos objetivos estabelecidos. Verificou-se também que as classes de uso preponderante da Resolução 20/86 do CONAMA são demasiadamente rígidas para serem adotadas como referência de programas de despoluição de bacias com altos níveis de degradação. Nota-se que a solução técnica preconizada diminui dramaticamente a carga de poluentes lançados na bacia. A despeito disto, não há melhorias em termos de “promoção” de classes da Resolução 20/86, o que poderá dificultar o entendimento e a aprovação política de investimentos para recuperação gradual da qualidade de água de bacias altamente impactadas.

A despeito da insuficiência da solução técnica preconizada para atingir os objetivos de qualidade 2 e 3 verificou-se que os custos desta solução podem ser considerados substanciais. Para efeito de comparação, projeto similar, como o PRÓ-GUAÍBA, na sua primeira fase, contratada em 1995, apresentou custos de investimento da mesma ordem de grandeza, e que serão pagos por todo o Estado do Rio Grande do Sul, não unicamente pela ba-

Capítulo 4 – Diretrizes

cia do Guaíba. Isto poderia levar à conclusão da inviabilidade econômica e financeira de implementar-se a solução técnica preconizada.

A bacia apresentava em 1992 um Produto Interno Bruto de US\$ 7.949.204.000,00. Os investimentos demandados, iguais a US\$ 258.907.571,00 seriam equivalentes a 3,25% desse PIB. Sendo amortizados em 20 anos a juros de 12% ao ano, ao serem somados aos custos de operação e manutenção, comprometeriam, ao ano, US\$ 83.544.183,00 ou seja, 1% do PIB da bacia ao ano. Finalmente, rateando-se este valor anual entre a população atual da bacia, de cerca de 1.600.000 de habitantes chegar-se-ia a um comprometimento anual de US\$ 52/per capita ou menos de US\$ 4,50/per capita/mês. Como comparação, o sistema francês arrecada anualmente 0,3% do valor do PIB para aplicação nas bacias, em que pese a renda per capita ser bastante superior à da bacia do rio dos Sinos.

Estes dados permitem concluir que o processo de enquadramento deve ser realizado em paralelo a uma avaliação dos custos e consequências econômicas e financeiras de sua promoção. Ele deve ser entendido como um instrumento de planejamento estratégico, ou seja, de longo prazo, cujo atendimento será realizado de forma gradual, no ritmo possível, e aprovado pelo Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica respectivo. Será portanto uma diretriz básica a ser adotada no planejamento da bacia e em seus programas de despoluição, e não propriamente uma meta a ser alcançada em prazos pré-fixados.

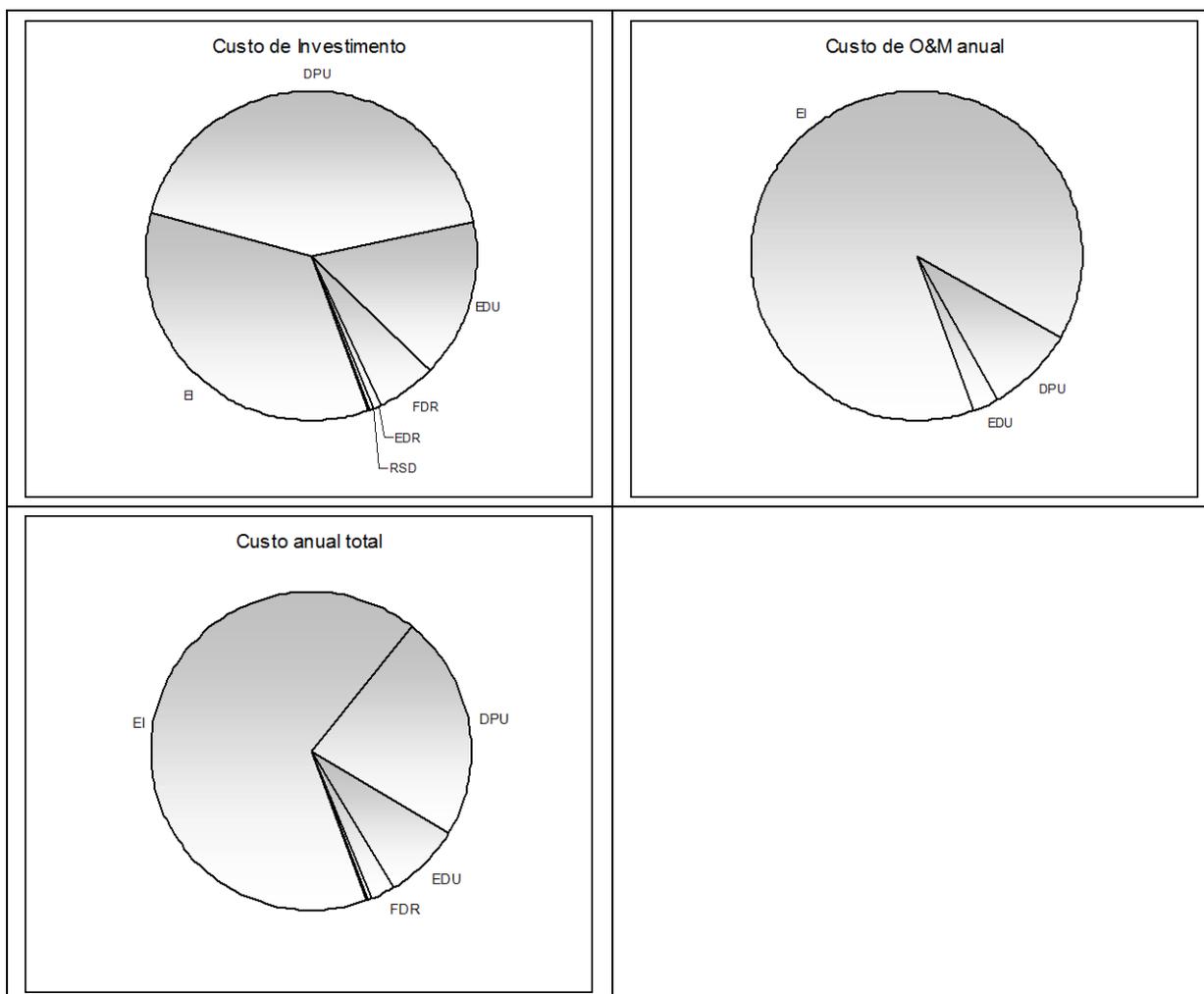


Figura 12 - Distribuição dos custos de tratamento entre as fontes de poluição

Tabela 13 - Qualidade das águas do rio dos Sinos: situação 2007 com tratamento preconizado das cargas poluentes.

Seções da Rede Integrada de Monitoramento do Rio dos Sinos		Enquadramento proposto	Regime de vazões							
			7Q ₁₀				Q _{méd}			
			Parâmetros				Parâmetros			
			Coliformes	Fósforo	DBO ₅	Nitrogênio	Coliformes	Fósforo	DBO ₅	Nitrogênio
5	SI-11: "Ponto branco"	2	4	4	2	1	1	4	1	1
7	SI-10: Jusante da foz do rio Rolante	2	4	4	2	1	1	4	1	1
11	SI-09: Captação de Taquara	2	4	4	1	1	1	4	1	1
17	SI-8: Seção de monitoramento no rio dos Sinos	2	4	4	1	1	1	4	1	1
18	SI-7: Captação Sapiranga/Campo Bom	2	4	4	1	1	2	4	1	1
19	SI-6: Seção de monitoramento no rio dos Sinos	2	4	4	1	1	2	4	1	1
20	SI-5: Captação Novo Hamburgo	2	4	4	2	1	2	4	1	1
21	SI-4: Captação São Leopoldo	3	4	4	2	1	2	4	1	1
22	SI-3: Jusante de trecho c/alta conc. industrial	3	4	4	2	1	2	4	1	1
23	SI-2: Captação Esteio	3	4	4	2	1	2	4	1	1
24	SI-1: Ponte da BR 386	3	4	4	2	1	3	4	1	1
25	Foz do rio dos Sinos	3	4	4	2	1	3	4	1	1

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1 - O enquadramento de corpos de água em classes de uso preponderante é um instrumento de gestão vinculado à qualidade do corpo receptor. Ele difere da prática de boa parte das entidades públicas de controle ambiental, que licenciam tendo por base exigências sobre a qualidade do emissário, muitas vezes exigindo níveis de tratamento e de remoção de poluentes referenciados à "melhor tecnologia disponível que não estabeleça custos excessivos". Quais as vantagens de uma prática sobre a outra?

2 - Que papel deve caber a um Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica no processo de enquadramento? Que subsídios ele deve contar para as suas deliberações? Como e por qual entidade dos sistemas de recursos hídricos e do meio ambiente estes subsídios devem ser gerados?

REFERÊNCIAS

- CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO SUL (1996). Simulação de uma proposta de gerenciamento de recursos hídricos na bacia do rio dos Sinos. Relatório Final de Estudo desenvolvido pela MAGNA Engenharia Ltda e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.
- LANNA, A. E. E BENETTI, A. D. (2000). Estabelecimento de critérios para definição da vazão ecológica no Rio Grande do Sul. Relatório Final de consultoria para a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 82 p.

- LANNA, A.E., PEREIRA, J. S. E DE LUCCA, S. J. (1996). Simulação de uma proposta de gerenciamento de recursos hídricos na bacia do rio dos Sinos, RS. Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Gramado.
- SACHET, Z. (1977). Consumo de água de duas cultivares de arroz (*Oriza Sativa*, L) em três tratamentos de irrigação. Dissertação de mestrado do Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da UFRGS, não publicada.
- TENNANT, D. L. (1976) Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. *Fisheries* 1, 6 – 10.

**CAPÍTULO 5 - INSTRUMENTOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS:
OUTORGAS**

ÍNDICE ANALÍTICO

ÍNDICE ANALÍTICO	95
ÍNDICE DE FIGURAS	96
ÍNDICE DE TABELAS.....	96
INTRODUÇÃO	98
OUTORGA DE INSTALAÇÃO DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS: LICENCIAMENTO AMBIENTAL	99
OUTORGA DE LANÇAMENTOS DE EFLUENTES EM CORPOS HÍDRICOS.....	100
OUTORGA DE USO DE ÁGUA	101
CRITÉRIOS DE OUTORGA DO USO DA ÁGUA	102
CRITÉRIO DA VAZÃO REFERENCIAL.....	102
CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DAS DEMANDAS	103
<i>Pelo tipo de demanda</i>	<i>104</i>
Pela natureza de demanda	104
Pela natureza da demanda e quantidade suprida	105
Pela expressão econômica da demanda	105
<i>Pela garantia de suprimento</i>	<i>105</i>
ORIENTAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA SISTEMÁTICA DE OUTORGA	106
I - Cadastro de usuários e de demandas hídricas	106
II - Discretização da bacia e definição de pontos característicos	106
III - Avaliação das disponibilidades hídricas naturais	107
IV - Projeção de usos e de demandas de água	107
V - Priorização de usos e de demandas de água.....	107
VI - Estabelecimento do critério de outorga de uso de água	107
Critério da vazão referencial	107
Critérios de priorização das demandas.....	110
VII - Simulação hidrológica e análise de resultados	110
VIII - Implementação e monitoramento.....	110
APLICAÇÕES	111
<i>Aplicação 1 - Critério da vazão referencial: outorga da vazão $7Q_{10}$ da bacia incremental</i>	<i>111</i>
<i>Aplicação 2 - Critério da vazão excedente / garantia de suprimento.....</i>	<i>112</i>
<i>Aplicação 3 - Critério da vazão excedente / impacto econômico</i>	<i>114</i>
<i>Aplicação 4 - Outorga conjunta de captação e de lançamento de efluentes</i>	<i>116</i>
Simulação 1	118
Simulação 2	119
Simulação 3	119
Simulação 4	119
Simulação 5	119
Simulação 6	123
Simulação 7	123
CONCLUSÕES.....	123
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO.....	128
REFERÊNCIAS	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – A outorga no processo de planejamento dos recursos hídricos	98
Figura 2 - Sistemática de outorga do uso de água	106
Figura 3 - Fluxograma de operacionalização da outorga pelo critério da vazão referencial	108
Figura 4 - Representação da orientação simplificada da outorga: vazão referencial é a vazão de contribuição da bacia incremental	109
Figura 5 - Critério de outorga pela prioridade da demanda	111
Figura 6 - Localização dos PC na bacia do rio dos Sinos	112
Figura 7 - Resultados comparativos da outorga pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos	114
Figura 8 - Representação esquemática da bacia do Rio Branco	115
Figura 9 - Variação da produção e da renda gerada com o incremento da outorga e da área irrigada	115
Figura 10 - Incrementos de vazão outorgados acima da $7Q_{10}$ da bacia incremental, na bacia do rio Branco, BA	118
Figura 11 - Incrementos nos benefícios líquidos acima da outorga de $7Q_{10}$ da bacia incremental, na bacia do rio Branco, BA	118
Figura 12 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a $Q_{95\%}$; no PC de jusante a $Q_{95\%}$ subtraída do que foi outorgado a montante; quando há racionamento, o suprimento é realizado de forma a distribuir as disponibilidades proporcionalmente ao valor outorgado entre captação e diluição.	120
Figura 13 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a $Q_{95\%}$; no PC de jusante a vazão é ajustada por tentativas para resultar em 5% de falhas; no caso de escassez, quando há racionamento, o suprimento é realizado de forma a distribuir as disponibilidades proporcionalmente ao valor outorgado entre captação e diluição.	121
Figura 14 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a $Q_{95\%}$; no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à captação, mantém-se as outorgas da simulação anterior.	122
Figura 15 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a $Q_{95\%}$; no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à captação; no PC3 de jusante a vazão outorgada para captação é reduzida para resultar em 5% de falhas.	124
Figura 16 - Mesma situação anterior mas, no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à diluição.	125
Figura 17 - Mesma situação anterior sendo a carga ajustada no PC3 para resultar em 5% de falhas.	126
Figura 18 - Mesma situação anterior sendo a captação ajustada no PC3 para resultar em 5% de falhas.	127

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Licenças ambientais	100
Tabela 2 - Padrões de lançamento de acordo com legislação federal de alguns Estados (von Sperling, 1998)	101
Tabela 3 - Proposta de classificação de critérios de outorga	103
Tabela 4 – Valores outorgáveis na bacia do rio dos Sinos em função do critério da vazão excedente e alocação por níveis de garantia de suprimento, em PCs selecionados; valores em m^3/s a não ser se indicado ao contrário.	113
Tabela 5 - Resultados da outorga na bacia do rio Branco, BA: rotação de melancia e feijão	117
Tabela 6 - Resultados da outorga na bacia do rio Branco, BA: rotação de milho e abóbora	117

INTRODUÇÃO

Este capítulo trata dos desdobramentos da fixação de diretrizes estratégicas de planejamento, que foi tratada no capítulo anterior: o processo de outorga, instrumento de gestão não-estrutural, que visa a racionalização do uso da água, na busca do atingimento às metas de planejamento previamente fixadas. Esta racionalização é realizada pela distribuição de cotas, considerando as disponibilidades hídricas do corpo de água e as prioridades das demandas que nele são supridas. A Figura 1 enfatiza a localização deste instrumento no esquema representativo do processo de planejamento.

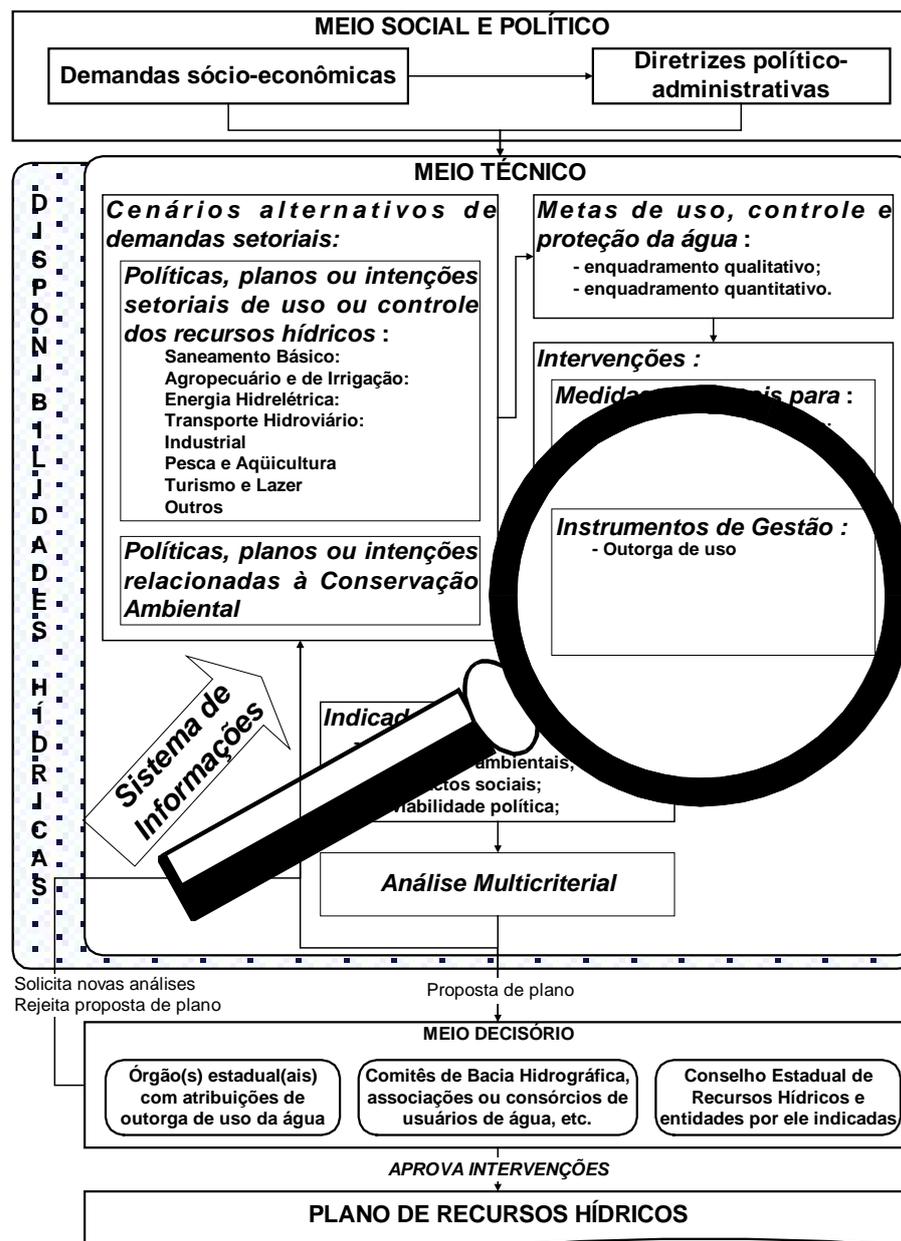


Figura 1 – A outorga no processo de planejamento dos recursos hídricos

A outorga é um instrumento jurídico pelo qual o Poder Público, através do órgão que possui a devida competência legal, confere a possibilidade de usar privatamente um recurso. Dois fatos decorrem da mesma GRANZIERA (1995):

- trata-se de um ato administrativo sujeito ao exercício do Poder de Polícia e;

- pressupõe o uso privativo de um bem público

Sendo no Brasil as águas bens públicos sob o domínio da União, dos Estados ou do Distrito Federal (Constituição Federal, arts. 20 e 26), os seus usos devem ser outorgados. Outro tipo de outorga, de instalação de atividades potencialmente poluidoras, ou como é usualmente denominada, licenciamento ambiental, tem seu respaldo no art. 23 da Constituição que atribui à competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, além de preservar as florestas, a fauna e a flora. Como decorrência, o art. 225 incumbe ao Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, baseado no que será efetivado o licenciamento acima especificado.

De acordo com GRANZIERA (1995), o poder de polícia é uma faculdade da Administração Pública para restringir ou controlar as atividades particulares, através de regulamentos ou de instrumentos específicos, como autorizações, licenças, concessões ou permissões, com a finalidade de proteger os interesses sociais. No que tange meio ambiente e aos recursos hídricos, o Poder de Polícia refere-se à regulamentação, à concessão das outorgas, à fiscalização e à imposição de penalidades para os infratores.

Três tipos de outorga podem ser identificados na Gestão das Águas. A outorga de instalação de atividades potencialmente poluentes, chamada de licenciamento ambiental, a outorga de lançamento de resíduos em corpos de água e a chamada outorga de uso de água. A rigor existem vários equívocos nesta classificação. O licenciamento ambiental, sendo mais abrangente, deverá geralmente dispor sobre o lançamento de resíduos. O uso dos corpos de água como destino final de resíduos pode ser considerado um uso, que altera as suas características qualitativas. Sendo assim, haveria:

1. o licenciamento ambiental, ou a outorga de instalação de atividades potencialmente poluidoras, tipo de outorga mais geral, que deveria incluir a de lançamento;
2. a outorga de lançamentos que alterem as características qualitativas dos corpos de água;
3. e a outorga de uso de água, incluindo as retiradas mas também usos não consuntivos e locais.

Os três tipos serão analisados a seguir, sendo apontadas, quando adequado, as suas articulações.

OUTORGA DE INSTALAÇÃO DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS: LICENCIAMENTO AMBIENTAL

No Brasil, este instrumento de gestão é regulado pela Resolução 237 de 1997 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Os tipos de licença ambiental são apresentados na Tabela 1. Estes licenciamentos visam a evitar que empreendimentos incompatíveis com as exigências ambientais sejam implantados. Por isto, ele deve agir desde a fase de planejamento, para que possa haver uma triagem de empreendimentos compatíveis e incompatíveis com o meio. Na fase de instalação os empreendimentos que se mostraram aptos são avaliados de forma a que sejam propostas alternativas tecnológicas e locacionais para suas implantações e medidas mitigadoras de impactos ambientais. Na fase de operação deve ser verificado se as propostas foram implementadas e são avaliados os sistemas de monitoramento e de controle ambiental.

Tabela 1 – Licenças ambientais

Tipo	Características
Prévia (LP)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
De Instalação (LI)	Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
De Operação (LO)	Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

A Licença Prévia (LP) não autoriza o início de qualquer obra ou serviço - ela meramente estabelece condições que o empreendedor deva atender para prosseguir com a elaboração do projeto. A Licença de Instalação (LI) é concedida após análise e aprovação do projeto executivo e de outros estudos que especificam os dispositivos de controle ambiental, e tem prazo determinado. A Licença de Operação (LO) é concedida após a vistoria e a confirmação do funcionamento dos sistemas de controle ambiental especificados e acordados nas fases da LP e LI. Ela autoriza o início do funcionamento do empreendimento, tendo também prazo de validade e condicionantes tais como a apresentação dos resultados do monitoramento ambiental.

OUTORGA DE LANÇAMENTOS DE EFLUENTES EM CORPOS HÍDRICOS

Neste caso, busca-se a ordenação do uso do meio hídrico para destinação final dos resíduos de atividades antrópicas, onde eles serão diluídos, afastados e depurados. Este uso deverá ser realizado tendo em vista a classe de enquadramento qualitativo do corpo de água, para evitar que a qualidade da água seja comprometida em relação aos usos aos quais ela se destina.

Nas situações em que o meio hídrico ainda tem capacidade de assimilação de poluentes, este tipo de outorga deverá gerenciar esta capacidade. Problema mais crítico, e mais comum, ocorre quando a capacidade de assimilação já foi superada. Neste caso, o corpo de água estará com a qualidade inadequada aos usos aos quais se destina e programas de despoluição deverão ser implementados.

Esta situação, a rigor, determina que nenhuma outorga de lançamento deveria ser concedida. No entanto, aspectos políticos e econômicos acabam por determinar que, na melhor das hipóteses, o programa de despoluição acomode as intenções de lançamentos, e se possa gradualmente levar o corpo de água à qualidade requerida, sem as constranger e, com isto, refrear as possibilidades de crescimento econômico.

Estas são limitações relativas, pois podem ser mais ou menos restritivas conforme o estado qualitativo das águas do corpo receptor do lançamento e seu objetivo de qualidade, que é estabelecido pelo enquadramento. Existem restrições absolutas, que se referem ao padrão de qualidade dos efluentes. Elas são, no Brasil, dispostas na Resolução 20 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Pela constituição brasileira, os estados podem legislar sobre o ambiente concorrentemente à União. Diante disto, os estados podem esta-

belecer padrões mais restritivos. A **Tabela 2** ilustra a situação em alguns estados brasileiros, para alguns parâmetros de qualidade de água.

Tabela 2 - Padrões de lançamento de acordo com legislação federal de alguns Estados (von Sperling, 1998)

Parâmetro	CO-NAMA 20/86	Rio Grande do Sul	São Paulo	Minas Gerais	Rio de Janeiro
Cor	---	ausente	---	---	Ausente
Odor	---	livre	---	---	---
DBO5	5 a 9	6 a 8,5	5 a 9	6 a 9	5 a 9
DQO	---	---	---	60	---
Óleos e graxas	Minerais	20	10	20	30
	Vegetais e animais	50	30	50	30
Sólidos em suspensão	---	---	---	60	---
Alumínio	---	10	---	---	3
Arsênio	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1

Uma alternativa que têm sido concebida na regulamentação da legislação brasileira sobre outorgas de lançamento é associá-la a um uso de água para diluição dos poluentes. Suponha que na classe em que o corpo de água se acha enquadrado o limite de concentração de dado poluente é C_m . Como concentração de uma substância é dada pelo quociente entre sua quantidade (K) e o volume de diluição (V), para que uma concentração C_m seja atingida no meio hídrico, a carga K deverá ser diluída por um volume de água igual a $V = \infty \cdot K/C_m$, sendo ∞ uma constante de transformação de unidades. Esta é a água que é usada pelo usuário, para diluir sua carga.

Se, como é mais comum, o usuário lança um efluente com uma vazão Q_e (l/s) com uma concentração C_e (mg/l) de dada substância ele estará usando uma vazão de diluição e não um volume. Neste caso o cálculo será:

- a) vazão lançada da substância: $Q_k = C_e \cdot Q_e$ (mg/s)
- b) vazão total para diluição: $Q = Q_k/C_m = C_e \cdot Q_e/C_m$ (l/s)

Como a vazão do efluente é Q_e a vazão adicional a ser utilizada do curso de água será $Q - Q_e$. Quando Q_e for muito pequeno em relação a Q esta subtração não modificará os resultados de forma substancial..

No procedimento de outorga de lançamentos a vazão Q seria aquela que estaria sendo outorgada para uso na diluição. Com isto o usuário teria que solicitar duas outorgas: uma de lançamento e a outra de derivação, ambas em unidades de vazão.

OUTORGA DE USO DE ÁGUA

Os tipos de outorga que têm sido adotados nos Brasil são:

1. **Concessão de uso:** concedida em todos os casos de utilidade pública. A outorga das concessões é dada pelo prazo de 10 a 35 anos, ficando sem efeito se, durante um número pré-determinado de anos consecutivos, geralmente 3, o concedido deixar de fazer uso privativo das águas;
2. **Licença de uso:** quando não se verificar a utilidade pública. É o caso do uso para fins de indústria, agricultura, comércio e piscicultura. As licenças são outorgadas pelo prazo

de 5 a 10 anos, podendo ser revogadas a qualquer tempo, independentemente de indenização, desde que o interesse público assim o exija e ficando sem efeito se durante um número pré-determinado de anos consecutivos, geralmente de 1 a 3, o licenciado deixar de fazer uso das águas;

3. **Autorização ou permissão de uso:** são geralmente outorgadas em caráter precário podendo a qualquer momento serem revogadas, independentemente de indenização, desde que o interesse público assim o exigir. Se durante períodos que vão de 1 a 2 anos o autorizado deixar de fazer uso das águas, fica a respectiva autorização ou permissão sem efeito. Atendem a usos com pequenas derivações relativamente às disponibilidades de água de acordo com critérios a serem definidos pelo órgão estadual com atribuição de realizar a outorga.

Deve ser salientado que a precariedade está presente em todas as modalidades de uso privativo acima elencadas, pois é sempre possível a revogação por motivo de interesse público. Contudo, se houver prazo de validade estabelecido no instrumento de outorga, cria-se para o particular uma expectativa de estabilidade e o conseqüente direito de compensação de natureza pecuniária, em caso de revogação antecipada. Portanto, sob o ponto de vista de flexibilidade, o órgão encarregado da outorga deveria preferir a alternativa de autorização que, devido à sua precariedade, não atribui direitos específicos ao usuário de água. Este último, entretanto, deverá preferir uma modalidade que lhe dê garantias, particularmente quando realiza grandes investimentos na infra-estrutura de uso de água.

Na sistemática de outorga geralmente adotada, as demandas são classificadas como prioritárias e não-prioritárias. As prioritárias são usualmente projetadas para um dado horizonte de planejamento, cerca de 10 a 20 anos. Os montantes obtidos são reservados, ou seja, não são objeto de outorga para outras demandas a não ser as prioritárias. A vazão excedente pode então ser outorgada às demandas não prioritárias, de acordo com as solicitações, até que seja esgotada.

As demandas consideradas prioritárias no Brasil são o "consumo humano e a des-sedentação animal" de acordo com os fundamentos da lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos. Igualmente prioritária poderá ser considerada a vazão ecológica ou seja, aquela que deve ser mantida no rio para atender às demandas ambientais. Os demais usos que vierem a solicitar outorgas poderão ser considerados não-prioritários, e atendidos de acordo com ordem com que forem demandados, a não ser que as políticas públicas estabelecidas por um Plano de Bacia Hidrográfica estabeleça o contrário. Por exemplo, o poder público poderá determinar que certo montante de vazão em dada seção fluvial fique reservado para atendimento ao uso industrial, priorizando desta forma o atendimento a este uso em detrimento dos demais.

CRITÉRIOS DE OUTORGA DO USO DA ÁGUA

Uma proposta de classificação de critérios de outorga é apresentada na Tabela 3. Duas classes podem enquadrar os critérios apresentados na literatura: o da vazão referencial e o da priorização das demandas. A segunda classe permite sub-divisões que serão analisadas a seguir.

CRITÉRIO DA VAZÃO REFERENCIAL

Neste critério, uma vazão referencial do curso de água, que pode ser relacionada a uma situação crítica de abastecimento, é utilizada. Tem sido geralmente adotada a média das vazões de 7 dias consecutivos da estiagem com 10 anos de tempo de retorno ou a $7Q_{10}$.

Esta vazão é estabelecida como o limite para o total das outorgas. Supõem-se que neste total se encontre prevista a "vazão ecológica", a ser mantida no leito do rio para proteção do ecossistema, geralmente adotada como um percentual da vazão referencial.

Tabela 3 - Proposta de classificação de critérios de outorga

Classes de outorga	Sub-classes	Tipos
Vazão referencial		
Priorização das demandas	Pelo tipo de demanda	Natureza da demanda
		Natureza e quantidade suprida
		Expressão econômica, política e outras
	Pela garantia de suprimento	

Como a outorga é nestes casos dirigida a condições de estiagem, ela limita severamente a expansão dos sistemas de uso de água. Simultaneamente, os usuários podem verificar que na maior parte do tempo as vazões remanescentes são superiores à vazão ecológica estipulada, criando uma impressão de desperdício de água. Com efeito, o uso é limitado a uma fração da $7Q_{10}$, situação que ocorrerá nos 7 dias mais críticos do ano que ocorre, em média, uma vez a cada 10 anos. Também em média, nas sequências iguais ou superiores a 7 dias dos outros nove anos - e mesmo nos 358 dias restantes do ano crítico - o suprimento poderia ser aumentado. Devido a isto, as entidades responsáveis pela outorga são submetidas a pressões por parte dos usuários para revisá-las.

Os outorgados terão garantia de que suas demandas serão supridas igual ao complemento da probabilidade de ocorrência de situações mais críticas que a da vazão referencial. Por exemplo, se esta vazão é a $7Q_{10}$, haverá a garantia de que os suprimentos serão efetivados em períodos consecutivos de 7 dias em 9 entre 10 anos, ou seja, em 90% dos anos, em média.

CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DAS DEMANDAS

Nesta classe podem ser inseridos vários critérios. Eles tem em comum a propriedade de que demandas podem ser outorgadas além de qualquer vazão referencial, de acordo com critérios a serem estabelecidos pelos decisores. As demandas com maior prioridade, abastecimento doméstico, por exemplo, serão inicialmente supridas, enquanto houver água disponível na seção fluvial e no intervalo de tempo. Após este suprimento, a vazão remanescente será usada para suprir as demandas com segunda prioridade, irrigação, por exemplo. Esta sistemática prosseguirá até o ponto em que a vazão é esgotada, ou em que são supridas todas as demandas. Como a vazão ecológica é uma destas demandas garante-se que a água disponível será suprida de acordo com as prioridades atribuídas.

Esta alternativa não estabelece, como a da vazão referencial, uma garantia específica de suprimento ao outorgado. Para controle e deliberação do usuário esta garantia deverá ser estimada pelo órgão gestor e informada explicitamente no documento de outorga. Usos com menor prioridade poderão apresentar baixas garantias que inibam as suas implantações em bacias congestionadas. A efetivação ou não destes novos usuários não apresenta problemas para os usuários com maior prioridade, já que a água estará reservada para estes. Em situações de escassez, usuários com menor prioridade deverão restringir seus usos em uma seção fluvial e a montante desta, se houver necessidade de liberação de água para os usuários com maior prioridade.

O problema poderá ocorrer quando usuários com tipos de uso mais prioritários deslocarem da bacia aqueles com menor prioridade. Seria a situação de que o aumento da população determine que maiores montantes de água sejam assegurados ao seu abastecimen-

to, reduzindo a garantia do suprimento a outros tipos de usuários. Isto determinará a revogação dos termos iniciais da outorga o que, dependendo do seu tipo, concessão ou licença, poderá gerar demandas de indenização. Portanto, para estabelecer uma maior flexibilidade no gerenciamento quantitativo da água em uma bacia estes critérios de outorga exigem em paralelo a fixação de regras claras para orientação das partes envolvidas. Isto somente será viável na medida em que a sistemática de outorga for produto de um plano de bacia hidrográfica, onde os usos de água sejam compatibilizados no tempo e no espaço.

Os montantes reservados a cada demanda, com diferentes prioridades, podem ser estabelecidos por várias formas, analisadas a seguir. Pelo menos duas grandes classes podem ser identificadas: o tipo de demanda e a garantia de suprimento.

Pelo tipo de demanda

Nesta alternativa, as demandas serão classificadas através de uma tipificação que seria estabelecida por diferentes atributos, como a natureza do uso, a quantidade consumida, a sua expressão econômica, etc. Prioridades diversas seriam atribuídas a cada tipo, o que resultaria em diversas garantias para os seus suprimentos.

Várias alternativas podem ser estabelecidas de acordo com a tipificação que for realizada. Algumas alternativas são comentadas a seguir:

Pela natureza de demanda

A cada natureza de demanda seria atribuída uma prioridade, de acordo com o que dispõem as normas legais, as determinações do órgão gestor ou deliberações de colegiados com tais atribuições, como um Conselho de Recursos Hídricos ou Comitê de Bacia Hidrográfica.

Pode-se atribuir, por exemplo, ao abastecimento doméstico a maior prioridade; em seguida, à vazão mínima a ser mantida no curso de água para proteção do ambiente, ou a vazão ecológica; outros tipos de demanda viriam a seguir com prioridades decrescentes: para abastecimento industrial, irrigação, geração de energia, etc. Esta alternativa tem a vantagem da simplicidade e da facilidade de entendimento pela sociedade. A desvantagem é que em cada tipo de uso podem estar tanto o atendimento a necessidades primordiais quanto desperdícios. Por exemplo, na natureza abastecimento doméstico seria inserido desde a dessedentação e usos para a higiene, como a rega de jardins ou lavagem de automóveis. A hierarquização das demandas quanto às suas prioridades poderá ser altamente subjetiva, vinculada às preferências dos atores envolvidos no processo decisório, o que nem sempre conduzirá às decisões racionais no tempo ou no espaço. Por exemplo, em determinadas estações algumas demandas de irrigação poderão ser mais relevantes do que outras demandas industriais, por serem seus suprimentos condição limite para a produção agrícola; em outras estações esta situação pode-se inverter, em parte. Outro exemplo é espacial: em algumas bacias as demandas mais relevantes poderão ser distintas das de outras bacias. Esta situação pode ser contornada pelo estabelecimento de prioridades de forma diferente em cada bacia, em função da deliberação de colegiados especializados em cada uma. Isto determinará, por exemplo, que cada Plano de Bacia Hidrográfica estabeleça as suas próprias prioridades de uso da água. Portanto o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos deve estar operacional, com todas suas partes atuando de forma efetiva, ou que o órgão estadual com atribuições para a concessão de outorgas possa deliberar com adequação sobre as hierarquias a serem atribuídas às demandas.

Pela natureza da demanda e quantidade suprida

Esta alternativa busca atender a uma das críticas à sistemática anterior - demandas da mesma natureza teriam graus distintos de prioridade, dependendo da quantidade utilizada.

Por esta alternativa seriam, por exemplo, estabelecidos dois montantes de outorga ao abastecimento doméstico: o primeiro, ao qual seria atribuída maior prioridade, supriria as necessidades primordiais da população beneficiada e seria garantido sempre que as condições hidrológicas o permitissem; o segundo montante, que atenderia a necessidades menos relevantes, poderia eventualmente ser cancelado quando estiagens pronunciadas ocorressem, liberando água para utilizações prioritárias a jusante. A vantagem desta alternativa é que seria incorporado à lógica decisória o fato de que sob uma mesma natureza de demanda podem existir usos mais e menos relevantes. A desvantagem é que tornaria mais complexo o processo de outorga. Além disto, o usuário poderia não perceber praticamente a existência dos diversos níveis de outorga e na eventualidade de ter cancelado o menos prioritário experimentar alguma dificuldade em fazê-lo.

Pela expressão econômica da demanda

Os usos que gerassem maior renda teriam maior prioridade. Esta alternativa pode ser aplicada em algumas situações onde a expressão econômica do uso de água pode preponderar. Supõe-se portanto que aspectos ambientais e sociais já tenham sido incluídos nos montantes de outorga mais prioritários. Por exemplo, após ser concedido o uso para abastecimento doméstico e reservada a água para a vazão ecológica, a água remanescente seria distribuída em função da renda que gera.

Pela garantia de suprimento

Nesta alternativa reverte-se a abordagem anterior. O estudo do regime de vazões em um curso de água permite estabelecer montantes de vazão que podem ser outorgados com determinados níveis de garantia. Estes montantes seriam estabelecidos para garantias decrescentes, supondo que as demandas supridas com garantias maiores terão prioridades também maiores de suprimento.

Neste caso diversas possibilidades existem dependendo dos níveis de garantia estabelecidos. Deveriam ser previamente estabelecidos estes níveis de garantias, com auxílio de estudos hidrológicos e econômicos, vinculados a determinada bacia hidrográfica. Sejam estes níveis iguais a 95, 90 e 80%, por exemplo. Cada demanda a ser implantada na bacia deverá reivindicar uma dada garantia. Obviamente, caso não ocorram exigências correlatas a cada uma, todos buscariam a maior garantia possível. Isto poderia ser impedido por determinação do órgão de outorga ou do plano da bacia, que buscaria reservar às demandas mais relevantes ou mais sensíveis os maiores níveis de garantia. Uma vez realizada a outorga com dado nível de garantia o usuário teria a segurança que esta seria mantida mesmo com a entrada de outros usuários. Portanto, quando um novo usuário solicitar outorga deverá ser realizado um estudo hidrológico que avaliará inicialmente os reflexos nas garantias de suprimento dos demais usuários já instalados. Apenas quando elas não forem comprometidas a outorga será concedida. Como outorgas com garantias maiores terão maior impacto nas disponibilidades remanescentes de água, bacia congestionadas não terão espaço em alguns trechos fluviais para outorgas com, por exemplo, 95% de garantia; mas poderão ter com garantias 90 ou 80%. Desta forma, a alocação da água será gradualmente im-

plementada, fundamentada na racionalização dos usos e na explicitação das condições de suprimento aos usuários.

ORIENTAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA SISTEMÁTICA DE OUTORGA

Um sistema de outorga deve ser executado de acordo com a sistemática esquematizada na Figura 2. O detalhamento das etapas é realizado a seguir.

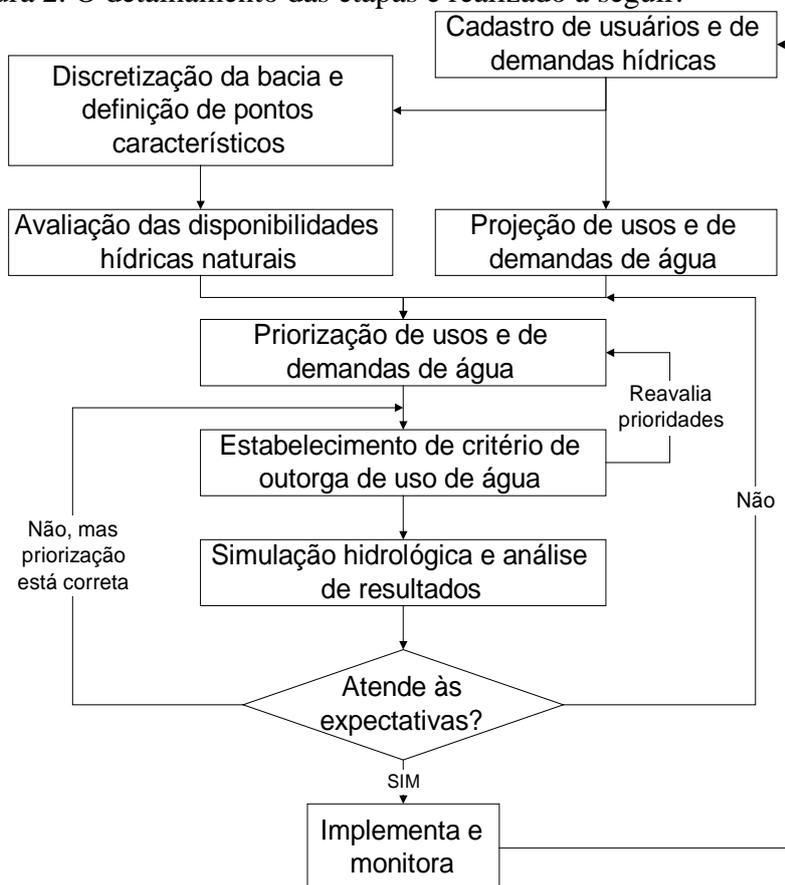


Figura 2 - Sistemática de outorga do uso de água

I - Cadastro de usuários e de demandas hídricas

Os diversos tipos de usuários: abastecimento doméstico, industrial, irrigação, criação de animais, transposição para outras bacias, navegação, recreação, geração de energia, etc; e de demandas: ambientais, de vazões mínimas a serem mantidas a jusante, etc. Os usos e demandas deverão ser quantificados, caracterizados quanto à variabilidade temporal e geo-referenciados. O intervalo de tempo mensal muitas vezes é adequado. No entanto, na medida em que existam variações consideráveis de uso de água dentro deste intervalo, haverá necessidade de menores extensões: a quinzenal, decendial (10 dias) ou pentadial (5 dias). Em casos extremos, porém raros, poderá ser necessário um intervalo diário.

II - Discretização da bacia e definição de pontos característicos

Trata-se da adoção de uma representação espacialmente simplificada da bacia hidrográfica, de acordo com a rede de drenagem e com a localização das captações ou do uso "in situ" da água. Por meio desta é suposto que o uso de água se faça em pontos específicos da rede de drenagem, chamados por Pontos Característicos (PC). Isto permite a redução

dos balanços hídricos a serem realizados para confronto entre as disponibilidades naturais de água e os usos ao longo da rede de drenagem da bacia.

Não existe critério geral para agregação das captações em PC's. A proximidade das captações é a única orientação. Em certos casos, grandes usuários poderão determinar a definição de PC exclusivo. Via de regra, vários usuários estarão agregados. No entanto, sempre que necessário, poderá ser realizado um balanço mais detalhada em um PC específico onde os resultados indiquem tal necessidade - isto equivaleria a se realizar um "zoom" no PC.

III - Avaliação das disponibilidades hídricas naturais

Trata-se da aplicação de técnicas hidrológicas convencionais para estimativa das disponibilidades naturais de água em cada PC, ao longo do tempo. Deverão ser considerados os registros de vazões em postos fluviométricos da bacia, como ponto de partida. Na ausência ou insuficiência temporal dos registros, modelos de transformação de chuva em vazão, ajustados à bacia ou a bacias vizinhas e similares poderão gerar as séries de vazões necessárias. Extrapolações espaciais deverão estimar as vazões nos PC's, em um mesmo período temporal. Para efeito de balanço hídrico haverá necessidade de se estimar as contribuições hídricas geradas nas bacias incrementais afluentes a cada PC. O intervalo temporal das vazões deve ser o mesmo com o qual as demandas foram estimadas.

IV - Projeção de usos e de demandas de água

Os usos e demandas deverão ser projetados em um horizonte temporal adequado, geralmente o adotado pelo Plano de Bacia Hidrográfica. Objetivo é conhecer cenários futuros possíveis usos e de demandas de água na bacia de forma que intervenções adequadas possam ser analisadas, projetadas e implementadas, incluindo o critério de outorga de uso.

V - Priorização de usos e de demandas de água

Esta etapa deverá ser realizada integradamente com o estabelecimento do critério de outorga. Dependendo do critério, as quantidades de uso ou a expressão econômica de demandas com mesma natureza poderão determinar categorias distintas, conforme analisado previamente nos critérios A.2 e A.3. O estabelecimento de prioridades deve ser subsidiado por estudos técnicos mas é uma decisão política a ser tomada nas instâncias apropriadas. O Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Plano de Bacia Hidrográfica deverão conter elementos para orientação desta etapa.

VI - Estabelecimento do critério de outorga de uso de água

Os critérios previamente analisados são algumas das alternativas disponíveis. Dependendo do selecionado algumas orientações específicas devem ser adotadas. Elas são consideradas a seguir.

Critério da vazão referencial

Esta sistemática apresenta maior facilidade de implantação o que pode explicar a sua popularidade apesar das desvantagens em relação à alternativa da priorização das demandas. A sistemática analítica para a sua implementação é apresentada na Figura 3.

Os dados necessários para subsidiar o procedimento de análise da outorga são os Pontos Característicos j , em número de N e suas interrelações espaciais; as vazões referenciais em cada um, $Q_{ref}(j)$; as vazões que contribuem a cada PC a partir da bacia incremental, $q(j)$; e as demandas prioritárias, $X_p(j)$, e não prioritária, ou secundária, $X_s(j)$, e seus respectivos retornos.

O procedimento de outorga inicia de montante para jusante. Em cada PC calcula-se as vazões afluentes, $Q(j)$, resultantes da soma das vazões remanescentes e dos retornos dos suprimentos realizados nos PC's a montante, com a vazão de contribuição da bacia incremental do PC em análise. No fluxograma φ são os PC a jusante do PC hipotético j em análise. A vazão remanescente deste PC, após terem sido supridas as demandas prioritária e secundária é dado por $Q_{rem}(j)$, igual à afluência subtraída das demandas mencionadas. Outros níveis de prioridade (terciário, etc) poderão ser incorporados à análise, com a devida alteração na operacionalização.

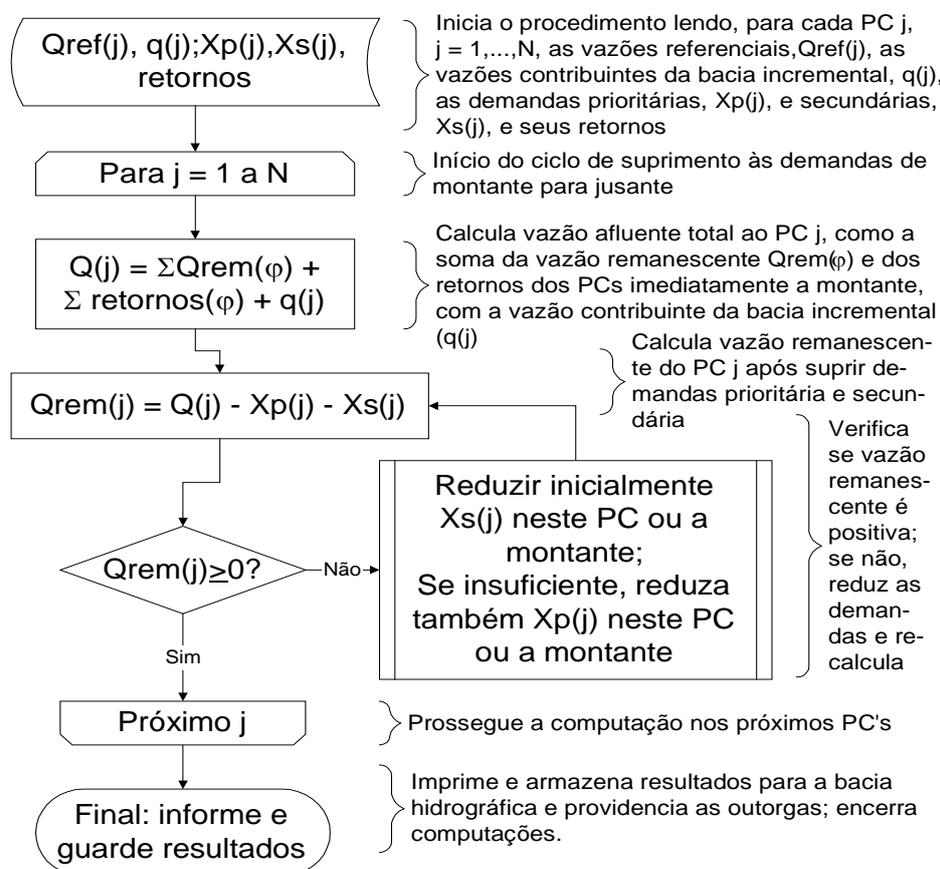


Figura 3 - Fluxograma de operacionalização da outorga pelo critério da vazão referencial

Se esta vazão for não negativa, o balanço hídrico está fisicamente viabilizado até este PC. Caso contrário, os suprimentos globais, deste PC até os de montante, estão além das disponibilidades hídricas. Para viabilizar o balanço os suprimentos deverão ser reduzidos neste PC e nos de montante. Alguma orientação deverá ser estabelecida para isto. A lógica é que inicialmente se reduzam os suprimentos das demandas secundárias. Poderá ser adotada uma regra linear, em que elas sejam reduzidas em proporções idênticas, ou outra qualquer. Isto poderá ser insuficiente em casos de extrema escassez, quando as demandas prioritárias deverão ser igualmente reduzidas, de acordo com alguma orientação específica. Uma vez viabilizado o balanço no PC passa-se ao seguinte até que se atinja a foz do rio

principal da bacia, quando o relatório de resultados deverão ser gerados e as outorgas implementadas. Para operacionalizar estas análises haverá necessidade de implantação de um modelo de simulação hidrológica da bacia que, em situações menos complexas, pode ser efetivada por planilhas eletrônicas de cálculo.

Uma orientação simplificada tem sido adotado para outorga pelo critério da vazão referencial, em algumas bacias, como a do Rio Grande no Oeste do estado da Bahia. Em cada PC a vazão referencial, e portanto a outorga a todas as demandas, deverá ser a vazão de contribuição da bacia incremental. A Figura 4 ilustra a aplicação desta orientação e seus resultados. Suponha que a linha superior represente as vazões que ocorrem ao longo de um curso de água. Para efeito de análise, suponha que esta vazão é a referencial, eventualmente a $7Q_{10}$ e que, portanto, esta situação de estiagem ocorra simultaneamente ao longo de todo o trecho fluvial, sendo arbitrariamente proporcional à distância entre a seção fluvial dada, ou PC, e a nascente. A vazão ecológica, dada por um percentual fixo da vazão referencial é também apresentada na figura, pela linha inferior. Em um PC a jusante esta vazão é dada pela que provém da seção a montante somada àquela formada na bacia incremental entre os PC's .

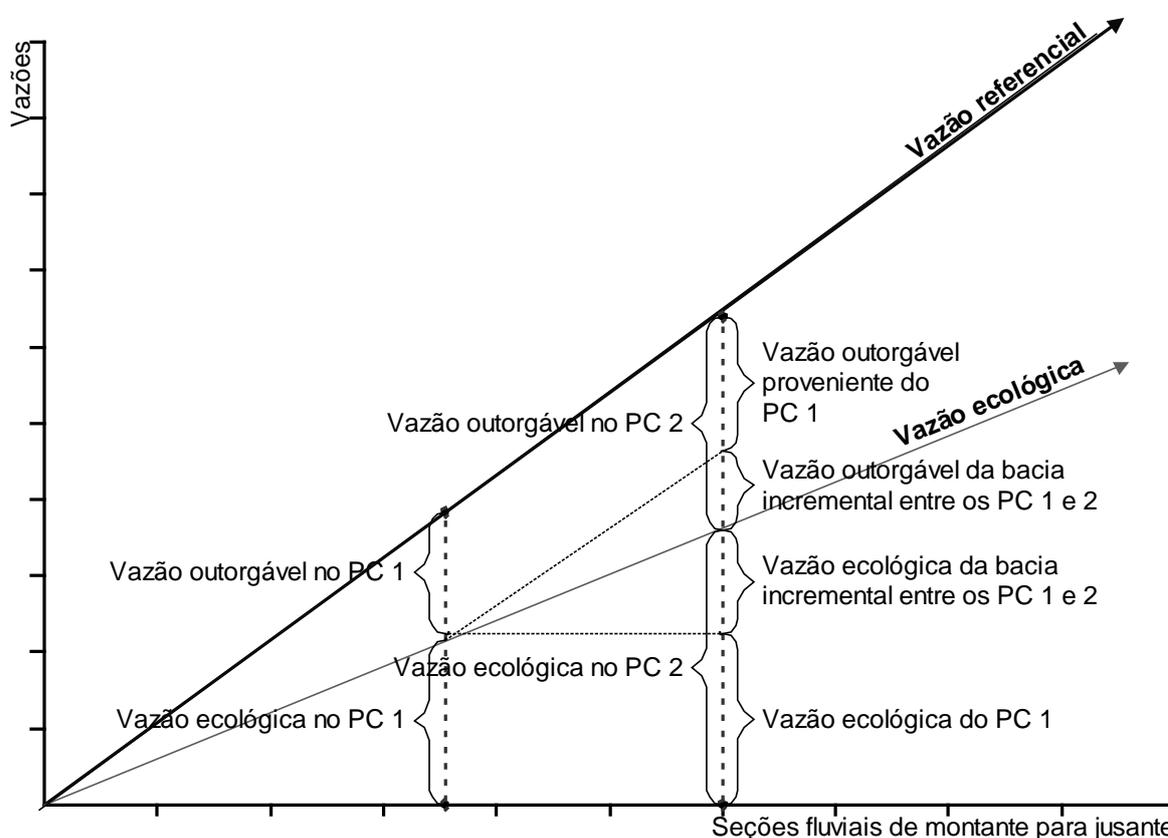


Figura 4 - Representação da orientação simplificada da outorga: vazão referencial é a vazão de contribuição da bacia incremental

Na primeira seção, ou ponto característico 1 (PC 1), está marcada a vazão outorgável para os demais usos além da proteção à natureza, dada pela diferença entre a vazão referencial e a vazão ecológica. Na segunda seção fluvial, ou ponto característico 2 (PC 2), a vazão outorgável é resultado de duas parcelas: aquela proveniente do PC 1, caso não tenha sido utilizada, e a proveniente da bacia incremental entre os PC 1 e 2. Sendo assim, na medida em que nas seções a montante toda vazão outorgada seja utilizada, e não ocorram re-

tornos, a vazão disponível em uma seção a jusante será aquela resultante da bacia incremental.

Portanto, esta orientação reserva a cada PC o uso das vazões geradas na sua própria bacia incremental. A vantagem está na simplicidade de operacionalização que não necessita a implantação de modelo de simulação hidrológica da bacia: a vazão da bacia incremental será a referência a ser adotada na outorga. A desvantagem desta orientação é ela poderá agravar ainda mais a crítica principal ao critério da vazão referencial. Como a vazão de uma bacia incremental somente poderá ser utilizada nela, usuários a jusante poderão ter carências de água ocasionadas pela não concessão de outorgas das águas que não forem utilizadas nos PC de montante.

Critérios de priorização das demandas

Neste critério não é adotada vazão referencial para a outorga. A sistemática de outorga será orientada pelos resultados da simulação dos suprimentos efetivados às demandas hídricas ao longo da bacia hidrográfica. A sistemática operacional é similar àquela apresentada para o critério anterior, na Figura 2. A diferença está que a simulação hidrológica da bacia hidrográfica será realizada ao longo dos registros disponíveis de vazões incrementais a cada PC. A Figura 5 apresenta o fluxograma operacional. Ele repete a maior parte das etapas do fluxograma da Figura 2. Entretanto, agora os dados se referem a cada PC e ao intervalo de tempo de simulação. Neste caso pode-se considerar tanto a variabilidade temporal das vazões quanto a das demandas.

Na eventualidade de ocorrência de inviabilidade, o processamento a ser realizado dependerá da orientação que é estabelecida, a qual depende do critério adotado. Em certos casos, é aceito que determinada demanda não seja suprida, desde que o número de falhas, e portanto a estimativa da garantia, obedeça ao limite pré-estabelecido. Outros níveis de prioridade poderão ser incorporados, como na operacionalização do critério da vazão referencial. Haverá necessidade de desenvolvimento de um modelo hidrológico de simulação para análise e desenvolvimento desta sistemática de outorga.

VII - Simulação hidrológica e análise de resultados

Os modelos matemáticos que permitirão o desenvolvimento e análise de critérios de outorga deverão ser implementados. É importante que eles sejam sistemas de apoio a decisão, ou seja, sistemas computacionais que acessem a bancos de dados, realizem as análises necessárias e apresentem os resultados de maneira que os decisores possam interpretá-los adequadamente. Ele devem ser também "amigáveis" ou seja, de fácil utilização, com instruções e ajudas disponibilizados para orientação do analista.

VIII - Implementação e monitoramento

A implementação deste ou de qualquer outro sistema de outorga é uma tarefa complexa que deve ser integrada ao conteúdo do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado. O instrumento de outorga é apenas uma das ferramentas que o administrador público possui para fazer com que os recursos hídricos do Estado sejam utilizados com os maiores benefícios pela sociedade atual e as futuras gerações.

Para que se possa implementar um sistema de outorga haverá necessidade:

1. de um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos que apresente as informações sobre disponibilidades e demandas de água;

2. de um Plano Estadual ou de Planos de Bacias Hidrográficas que estabeleçam diretrizes para a outorga;
3. e um sistema de monitoramento que policie o uso da água, avalie se ele é realizado em consonância com a outorga e que retro-alimente o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de forma que o processo de planejamento seja contínuo, atualizado, efetivo e eficiente.

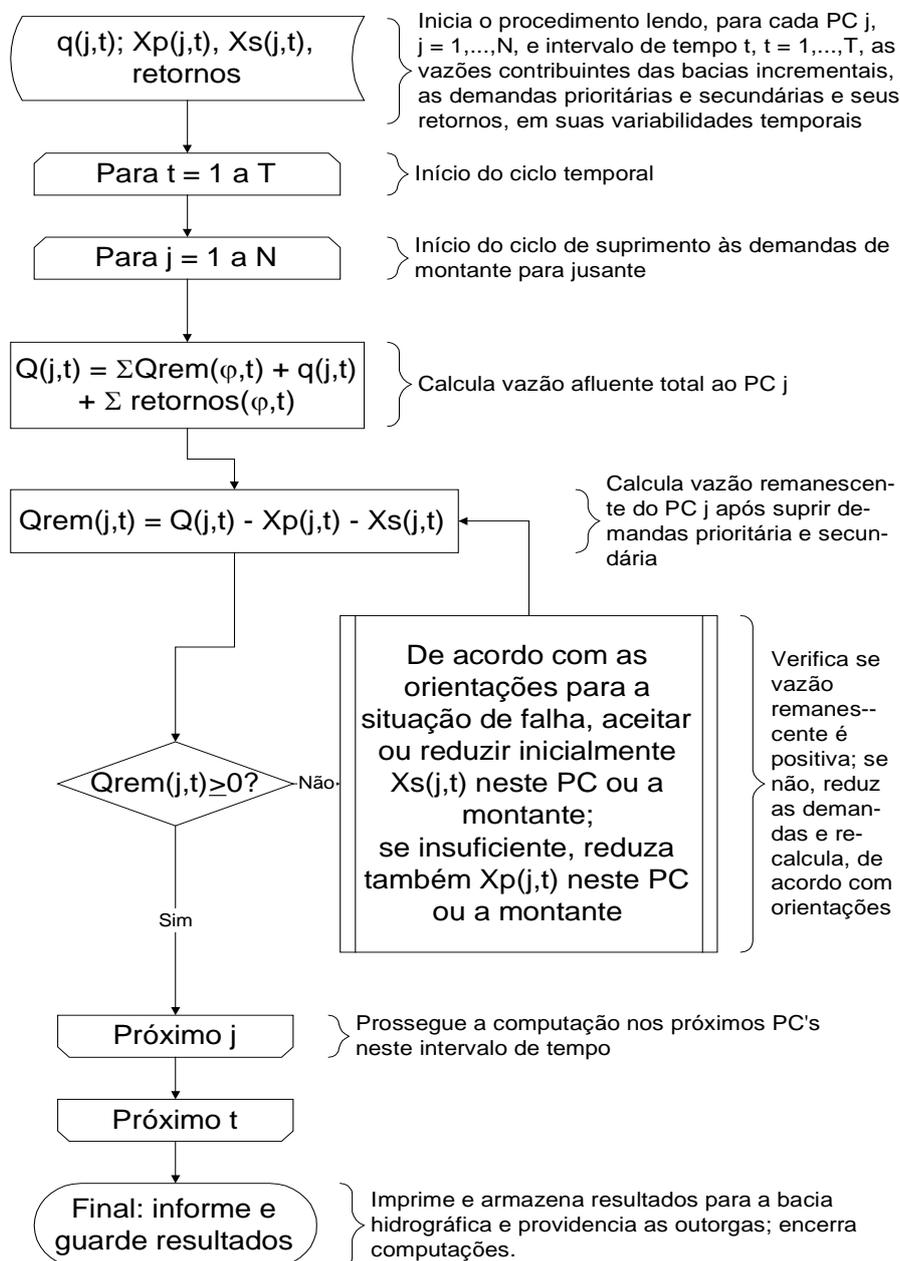


Figura 5 - Critério de outorga pela prioridade da demanda

APLICAÇÕES

Aplicação 1 - Critério da vazão referencial: outorga da vazão $7Q_{10}$ da bacia incremental

Este critério foi aplicado na bacia do rio dos Sinos (PEREIRA, 1996, e PEREIRA E LANNA, 1996), cujo esquema de localização dos PCs é apresentado na Figura 6. A Tabela

4 apresenta na segunda coluna os valores outorgáveis de vazão, em cada PC, por este critério. No total poderia ser disponibilizado o uso de uma vazão igual a 13,72 m³/s na bacia.

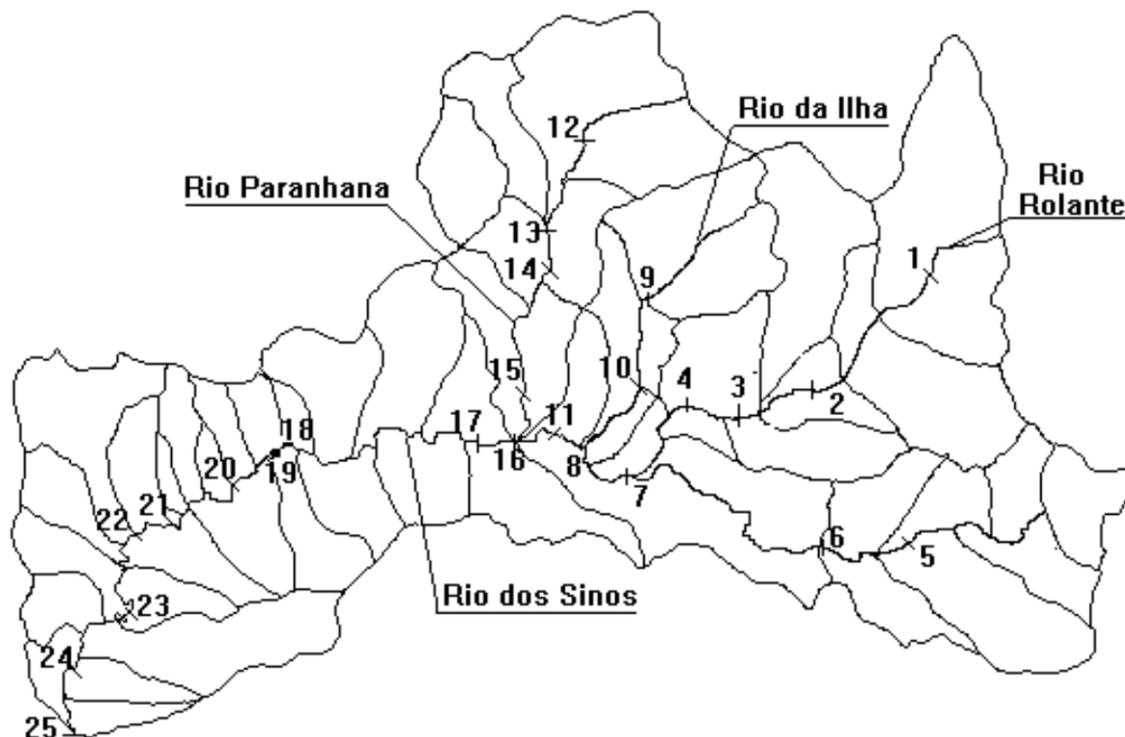


Figura 6 - Localização dos PC na bacia do rio dos Sinos

Aplicação 2 - Critério da vazão excedente / garantia de suprimento

No mesmo estudo na bacia no rio dos Sinos foram estabelecidos como prioritárias as demandas de abastecimento e proteção dos ecossistemas. A demanda para abastecimento público foi baseada em projeções para o ano 2007. Para proteção do ecossistema, ou a vazão ecológica, foi arbitrado 20% da $7Q_{10}$ da bacia incremental. A outorga às outras demandas foi baseada em um critério de garantia de suprimento. Por simulação, determinou-se, sucessivamente, os montantes outorgáveis em cada PC de forma que as garantias de suprimento fossem 90%, 80% e 70%, respectivamente. Neste caso, garantia representou o percentual entre o número de meses em que a demanda foi totalmente suprida e o número total de meses de simulação.

Ao se estabelecer o montante outorgável com 90% de garantia, por exemplo, as demandas de abastecimento foram inicialmente supridas; em seguida reservou-se as vazões ecológicas. Finalmente, partindo-se de montante para jusante, o montante outorgável foi sendo incrementado em cada PC até que o número de falhas de suprimento atingisse 90%. O procedimento foi repetido para garantias menores, sempre mantendo o atendimento prioritário às demandas de abastecimento, à vazão ecológica e às demandas com maiores garantias. Os resultados são também apresentados na Tabela 4. As duas últimas colunas mostram que este critério permite a concessão de maiores outorgas na bacia, atingindo 42,1 m³/s, ou mais de 3 vezes o que foi destinado pelo critério da vazão referencial $7Q_{10}$. As diferenças entre os critérios são ilustradas graficamente na Figura 7. Nota-se que pelo critério da vazão referencial apenas 100% da $7Q_{10}$ seria outorgável, restringindo significativamente as possibilidades de uso da água na bacia.

Tabela 4 – Valores outorgáveis na bacia do rio dos Sinos em função do critério da vazão excedente e alocação por níveis de garantia de suprimento, em PCs selecionados; valores em m³/s a não ser se indicado ao contrário.

SEÇÕES	7Q ₁₀ da bacia incremental (m ³ /s)	Demandas prioritárias		Demandas não-prioritárias			Vazão total outorgada (m ³ /s)	Outorga total em fração da 7Q ₁₀
		Abastecimento (m ³ /s)	Vazão ecológica (m ³ /s)	90% garantia (m ³ /s)	80% garantia (m ³ /s)	70% garantia (m ³ /s)		
1	0.51	0.01	0.10	1.42	0.06	0.40	1.99	3.9
2	0.41	0.01	0.08	1.13	0.06	0.60	1.88	4.6
3	0.43	0.02	0.09	1.07	0.06	0.50	1.74	4.0
4	0.09	0.02	0.02	0.29	0.06	0.10	0.49	5.4
5	0.39	0.02	0.08	0.90	0.06	0.26	1.32	3.4
6	0.61	0.15	0.12	1.33	0.06	0.50	2.16	3.5
7	0.41	0.07	0.08	1.22	0.06	0.10	1.53	3.7
8	0.48	0.02	0.10	0.80	0.06	0.25	1.23	2.6
9	0.31	0.08	0.06	0.27	0.06	0.06	0.53	1.7
10	0.10	0.04	0.02	0.20	0.06	0.10	0.42	4.2
11	0.20	0.09	0.04	0.38	0.06	0.10	0.67	3.4
12	2.76	0.05	0.55	3.03	0.01	0.05	3.69	1.3
13	0.49	0.05	0.10	1.30	0.06	0.55	2.06	4.2
14	0.13	0.02	0.03	0.42	0.06	0.11	0.64	5.0
15	0.18	0.07	0.04	0.50	0.06	0.10	0.77	4.3
16	0.07	0.03	0.01	0.17	0.06	0.10	0.37	5.2
17	0.33	0.08	0.07	0.74	0.08	0.12	1.09	3.3
18	2.11	0.77	0.42	2.80	1.50	0.08	5.57	2.6
19	0.18	0.15	0.04	0.55	0.10	0.09	0.93	5.2
20	0.26	0.21	0.05	0.01	0.10	0.07	0.44	1.7
21	0.44	0.41	0.09	0.92	0.20	0.08	1.70	3.9
22	0.49	0.67	0.10	1.10	0.10	0.20	2.17	4.4
23	1.14	1.12	0.23	0.50	0.70	0.07	2.62	2.3
24	0.89	1.48	0.18	2.41	0.20	0.35	4.62	5.2
25	0.31	0.66	0.06	0.44	0.20	0.10	1.46	4.7
TOTAIS	13.72	6.31	2.76	23.90	4.09	5.04	42.10	3.1

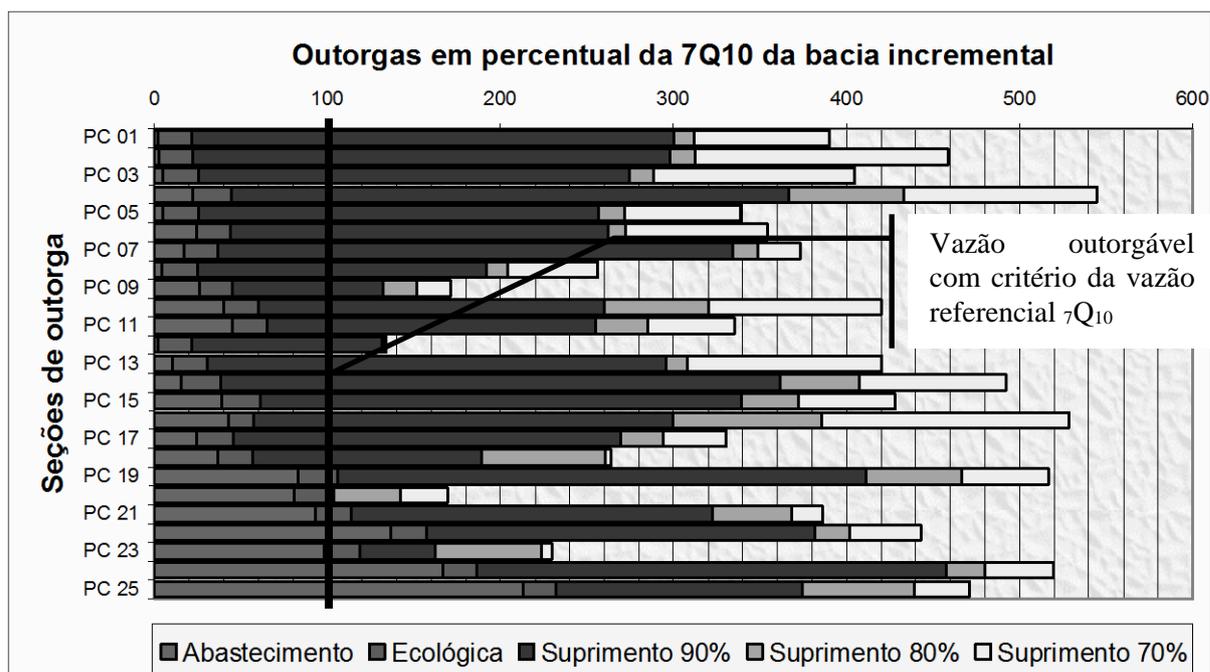


Figura 7 - Resultados comparativos da outorga pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos

Aplicação 3 - Critério da vazão excedente / impacto econômico

Uma outra alternativa de fixação dos valores das outorgas de menor prioridade foi apresentada por MENESES DA SILVA (1997) e MENESES DA SILVA E LANNA (1997) na bacia do rio Branco, afluente do rio Grande, no Cerrado baiano, esquematicamente apresentada na Figura 8. Trata-se de uma região em que a atividade de irrigação acha-se no limiar de esgotar as disponibilidades hídricas. Neste caso adotou-se uma abordagem econômica, cujo objetivo foi maximizar a renda regional derivada do uso da água, ao mesmo tempo em que garantia o suprimento das demandas prioritárias: abastecimento público e vazão ecológica, esta última arbitrada como 50% da 7Q₁₀.

Para isto, adotou-se uma abordagem heurística, através do incremento das outorgas concedidas em cada PC, de montante para jusante. Isto significa dar-se arbitrariamente prioridade ao uso de água a montante das bacias, o que poderá ser flexibilizado, como será verificado adiante. Com o aumento da outorga, em um primeiro momento aumenta-se o valor da produção dos usuários que captam água no PC, devido à possibilidade de aumentar suas áreas irrigadas. Continuando este processo, aumentam também as falhas de suprimento, com eventuais perdas de produtividade agrícola por falta de água. Existirá portanto uma outorga intermediária que maximizará, em cada PC, o valor da produção, como é ilustrado na Figura 9.

Este procedimento de maximização foi aplicado a toda bacia, sendo que na análise dos PCs de jusante supunha-se que as outorgas concedidas nos PCs de montante fossem totalmente utilizadas. Este procedimento não garante a obtenção de um esquema de outorga que maximiza o valor global da produção agrícola da bacia, pois incrementos de outorga - e do valor da produção a montante - podem reduzir o valor da produção de jusante. Mas sem dúvida contribui para obtenção de um valor “quase” ótimo, já que se pode supor que a água é usada com mesma produtividade indiferentemente do PC em que é captada.

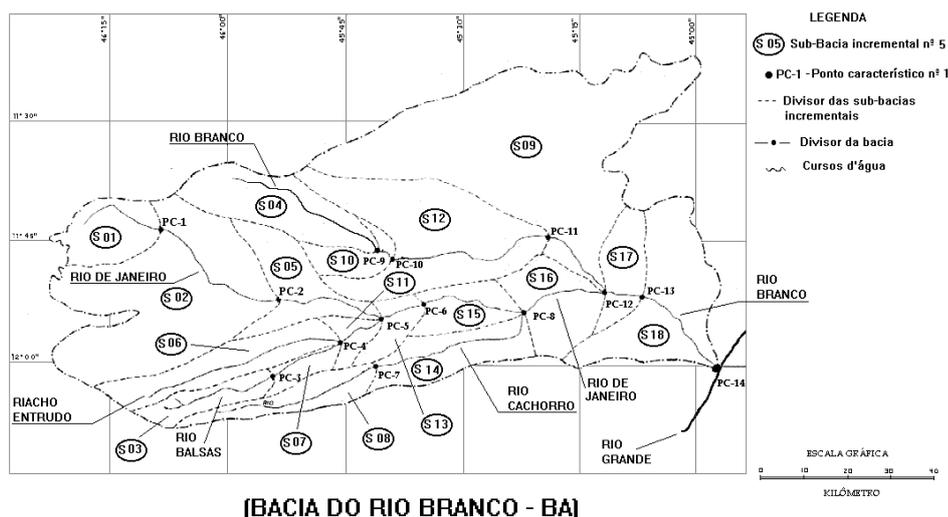


Figura 8 - Representação esquemática da bacia do Rio Branco

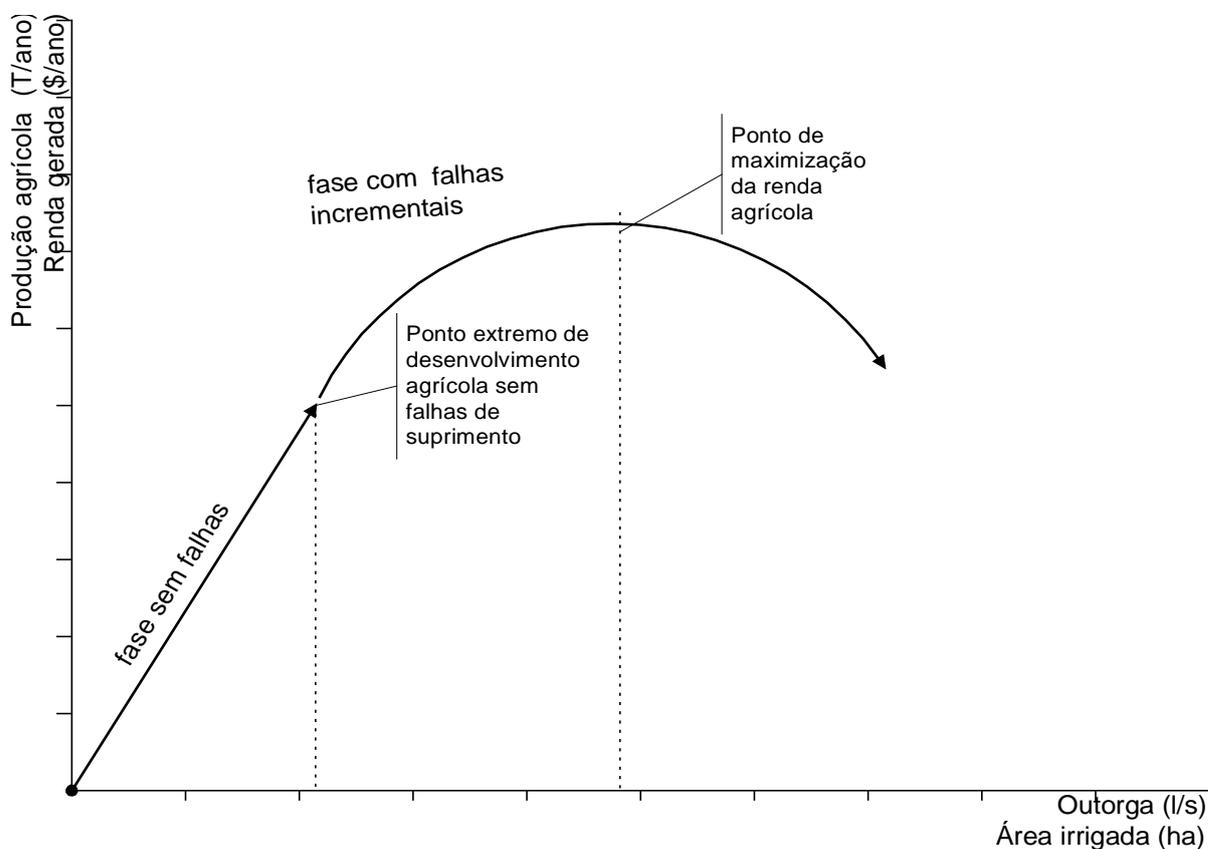


Figura 9 - Variação da produção e da renda gerada com o incremento da outorga e da área irrigada

A Tabela 5 e a Figura 10 apresentam os resultados obtidos em termos de valores outorgados, em percentagem da $7Q_{10}$ da bacia incremental. A Tabela 6 e a Figura 11 mostram os consequentes incrementos esperados do valor dos benefícios líquidos (BL) da produção agrícola, em cada PC e no conjunto da bacia, por tipo de cultivo. Verifica-se inicialmente pelos valores totais de BL, na última linha da Tabela 6, que os incrementos em renda são consideráveis, indo de um mínimo de 11% para a abóbora a um máximo de 128% para a melancia. Como atribuiu-se arbitrariamente maior prioridade aos usos de água de montante, os valores outorgados apresentam tendência de decrescerem para jusante, embora não de forma contínua.

Em alguns PC's ocorre um decréscimo das outorgas em relação ao praticado atualmente, 80% da $7Q_{10}$ da bacia incremental, devido ao consumo de água a montante. Como regra geral foi possível incrementar o uso de água, o que justifica o aumento alcançado para os benefícios líquidos esperados.

Os valores outorgáveis em cada PC poderiam ser utilizados para orientar a concessão das outorgas na bacia, mesmo que as demandas ocorram sem obedecer a prioridade adotada de montante para jusante. É possível que a água outorgável em um PC de montante possa ser outorgada não ali, mas em qualquer PC a jusante. O contrário é inviável, pois pressuporia a transferência de volumes de água rio acima, o que poderia ser efetivado apenas com recalques. Portanto, esta metodologia oferece uma importante orientação ao órgão gestor de recursos hídricos para a maximização dos benefícios econômicos derivados do uso da água.

Aplicação 4 - Outorga conjunta de captação e de lançamento de efluentes

Para analisar a outorga de diluição de despejos uma planilha de cálculo (Figura 12) foi desenvolvida tendo por base os dados hidrológicos de três pontos de controle da bacia do rio Paracatú (DF, GO e MG). Simplificou-se o exemplo, sem que houvesse perda de generalidade, supondo um intervalo de tempo mensal para as simulações, que as outorgas de captação e de lançamento fossem temporalmente constantes, não havendo retorno na captação e não havendo auto-depuração dos despejos que são diluídos.

A planilha é composta por 5 partes. A primeira, em amarelo, mostra uma representação esquemática do problema, em que os PC1 e PC2 estão a montante do PC3, e a ele contribuem diretamente. Ao lado destes PC são colocados os valores de vazões outorgadas para captação (célula azul), para diluição (célula vermelha) e a vazão total outorgada (célula verde). Na segunda parte, à direita da anterior, realiza-se o cálculo da vazão de diluição. Supõe-se que a carga de despejo a ser outorgada é dada em ton/dia e a concentração máxima do parâmetro que maior diluição exige é dada em mg/l. Calcula-se a vazão de diluição, em m^3/s , por:

$$Q = \frac{1}{0,0864} \cdot \frac{Q_d}{C}$$

onde Q é a vazão de diluição em m^3/s , Q_d é o vazão do despejo em toneladas/dia e C a sua concentração em mg/l.

Calculada a vazão necessária para diluição da carga, a planilha calcula a vazão outorgável para captação, subtraindo a primeira da vazão referencial adotada. No caso, esta última é a vazão com permanência 95%, ou a $Q_{95\%}$.

A terceira parte estabelece um critério de racionamento quando as disponibilidades não atendem a ambas as demandas, seja de captação, seja de diluição. Quando os valores nas células verdes são idênticos a vazão disponível é distribuída entre as demandas proporcionalmente ao seu valor. Quando os valores são distintos, supre-se inicialmente a demanda cujo valor é maior e o que resta de água disponível é destinado a outra demanda.

A quarta parte da planilha apresenta um relatório de falhas para cada PC. Existem dois tipos de falha: de captação e de diluição. O número, percentagem de falhas, dada pelo quociente entre meses com falhas e meses totais de simulação, e suprimento mínimo a cada demanda são apresentados. São também apresentados os números de anos em que ocorre uma ou mais falhas, em cada situação: falha de captação, de diluição e ambos os casos.

Tabela 5 - Resultados da outorga na bacia do rio Branco, BA: rotação de melancia e feijão

Pontos Característicos com áreas irrigadas	Situação de referência			Melancia				Feijão			
	7Q ₁₀ total	7Q ₁₀ increm	% falha	% 7Q ₁₀ total	% 7Q ₁₀ increm	% falha	Benefício líquido - Incremento (%)	% 7Q ₁₀	% 7Q ₁₀ increm	% falha	Benefício líquido - Incremento (%)
1	0,62	0,62	0	190	190	9,2	209	180	180	5,4	192
2	3,43	2,81	0,4	106	129	27,5	93	100	122	21,3	96
3	0,37	0,37	0	190	190	7,9	144	180	180	4,6	131
4	1,42	1,05	0	140	190	10,4	205	133	180	7,1	189
5	5,10	0,25	0	106	2.163	28,6	214	100	2.045	23,7	251
7	0,58	0,58	1,7	190	190	16,7	31	190	190	30,8	25
9	2,00	2,00	0	80	80	5,8	94	60	60	3,8	56
10	2,50	0,50	1,7	66	330	37,1	82	50	250	12,1	40
Área (ha)				17.259				15.770			
Benefício anual médio				27				2			
Valor presente				335				29			

Tabela 6 - Resultados da outorga na bacia do rio Branco, BA: rotação de milho e abóbora

Pontos Característicos com áreas irrigadas	Situação de referência			Milho				Abóbora			
	7Q ₁₀ total	7Q ₁₀ increm	% falha	% 7Q ₁₀ total	% 7Q ₁₀ increm	% falha	Benefício líquido - Incremento (%)	% 7Q ₁₀	% 7Q ₁₀ increm	% falha	Benefício líquido - Incremento (%)
1	0,62	0,62	0	120	120	0	94	100	100	0	19
2	3,43	2,81	0,4	67	81	1,7	32	56	68	0,4	9
3	0,37	0,37	0	110	110	0	37	100	100	0	20
4	1,42	1,05	0	81	110	0	80	74	100	0	16
5	5,10	0,25	0	66	1.338	2,8	106	54	1.102	0	9
7	0,58	0,58	1,7	120	120	5,0	8	150	150	13,3	23
9	2,00	2,00	0	40	40	1,3	71	30	30	0	5
10	2,50	0,50	1,7	34	170	3,8	61	26	130	1,7	3
Área (ha)				10.285				8.822			
Benefício anual médio				2				18			
Valor presente				25				222			

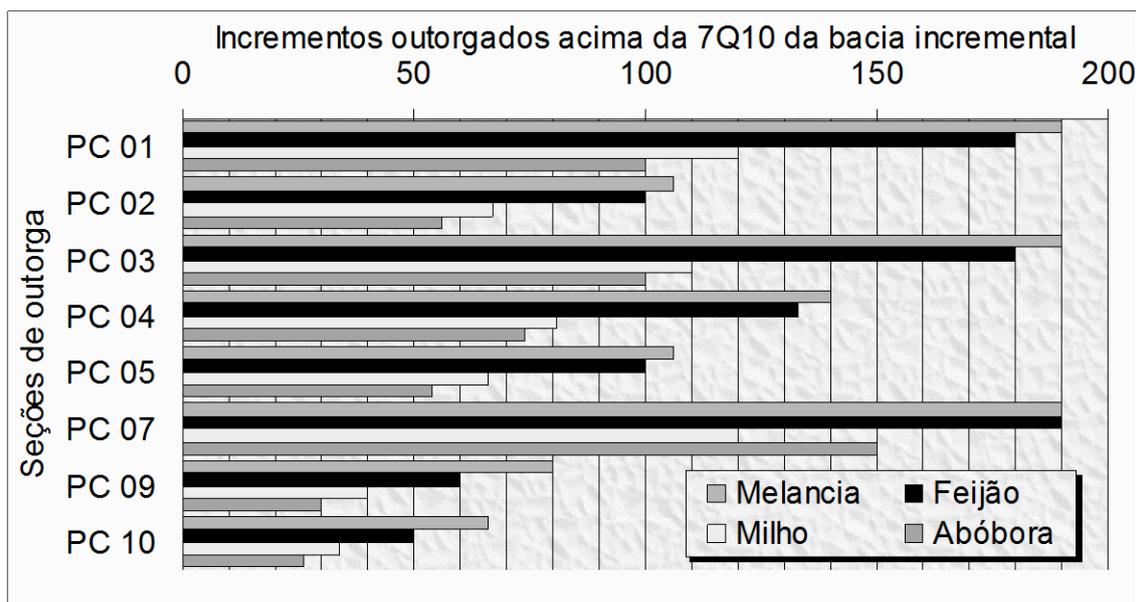


Figura 10 - Incrementos de vazão outorgados acima da 7Q₁₀ da bacia incremental, na bacia do rio Branco, BA

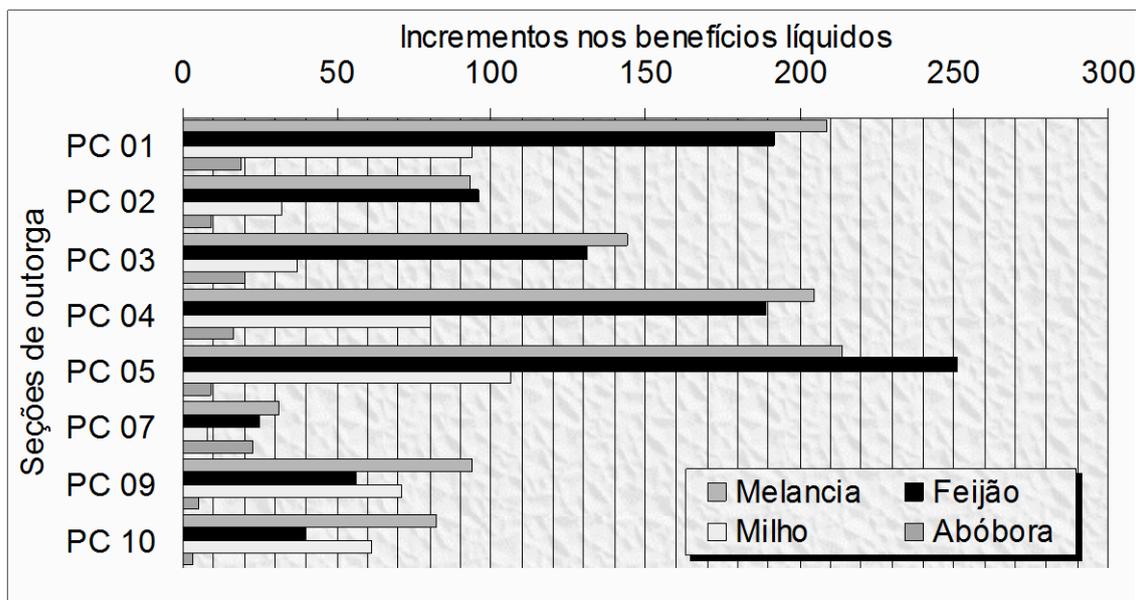


Figura 11 - Incrementos nos benefícios líquidos acima da outorga de 7Q₁₀ da bacia incremental, na bacia do rio Branco, BA

Na quinta parte da planilha são apresentados os gráficos das vazões supridas ao uso captação e ao uso diluição em cada PC. Como supôs-se que ambas as demandas fossem constantes o gráfico será representado por uma linha horizontal se não houver falhas.

Seis simulações são apresentadas a seguir, elaborando sobre os dados utilizados. Em toda planilha, as células com números amarelos são aquelas que podem ser alteradas nas diferentes simulações.

Simulação 1

Considerando as cargas de despejo estabelecidas para diluição, foram encontradas as vazões outorgáveis para captação considerando que no total, as outorgas devem somar a vazão com permanência Q_{95%} em cada PC. Em caso de racionamento, adota-se a proporcionali-

dade da outorga concidida como critério de repartição das disponibilidades. Como o PC3 está a jusante do PC1 e do PC2, a vazão nele outorgável é calculada como sua Q95% subtraída das vazões outorgadas a montante. Como as ocorrências Q95% não são necessariamente simultâneas, e no caso (real) da bacia do rio Paracatú efetivamente não são, ocorre um número de falhas no PC3 inferior ao que seria esperado. Em outras palavras, quando ocorreu o Q95% no PC1 ocorreu fortuitamente a vazão Q95% no PC2 mas não no PC3, mas uma vazão superior. Sendo assim, é possível incrementar as outorgas no PC3 (Figura 12).

Simulação 2

Reproduz a simulação anterior mas, por tentativas, as outorgas à demanda de captação no PC3 foram incrementadas até que 5% de falhas ocorressem, passando-se de 3,49 para 6,00 m³/s (Figura 13).

Simulação 3

Esta simulação difere das anteriores pela forma com que ocorre a distribuição das disponibilidades hídricas quando não são suficientes para suprir ambas as outorgas. Nesta simulação, a prioridade é atribuída ao uso captação. Manteve-se os mesmos valores outorgados na simulação anterior, havendo apenas uma redistribuição entre os usos que levam à captação de água e à diluição de despejos. Como o último não é prioritário ocorrem situações em que o rio seca e o suprimento à diluição é nulo (Figura 14). O número de falhas de diluição é também incrementado no PC3 em uma unidade, em relação à situação anterior, de 33 para 34.

A razão é sutil. Como as concentrações máximas toleradas são menores nos PC's 1 e 2 do que no PC 3, as cargas que lá são lançadas "consomem" menor vazão de diluição do PC3. Sendo assim, ao se considerar o efeito das cargas de despejo realizadas nos PC's 1 e 2 quando atingem o PC3, há que se "liberar" parte da vazão de diluição pois agora admite-se maior concentração - a rigor, como a concentração máxima tolerada dobra, de 10 para 20 mg/l, a vazão de diluição necessária reduz-se à metade. Ao se privilegiar a outorga ao uso captação uma maior quantidade de água é destinada ao mesmo durante os racionamentos, reduzindo-se assim a vazão de diluição e, em consequência, perdendo-se a "liberação" das vazões de diluição ao chegarem as cargas no PC3. Por isto, aumenta o número de falhas no PC3.

Simulação 4

Nesta simulação acertou-se o número e frequência de falhas no PC3, reduzindo-se a outorga de captação para 5,61 m³/s (Figura 15).

Simulação 5

Neste caso a prioridade é a diluição de despejos, no caso de racionamentos. Verifica-se na Figura 16 que as falhas de suprimento a este uso são zeradas em todos os Pc's. As falhas de captação são incrementadas. No PC3 as falhas ficam aquém do limite tolerado. A razão desta redução já foi explicada. Ao se atribuir prioridade à diluição, aumenta-se este tipo de outorga nos casos de racionamento. Com isto promove-se uma maior "liberação" de água de diluição quando aumenta-se no PC 3 o limite tolerado de concentração.

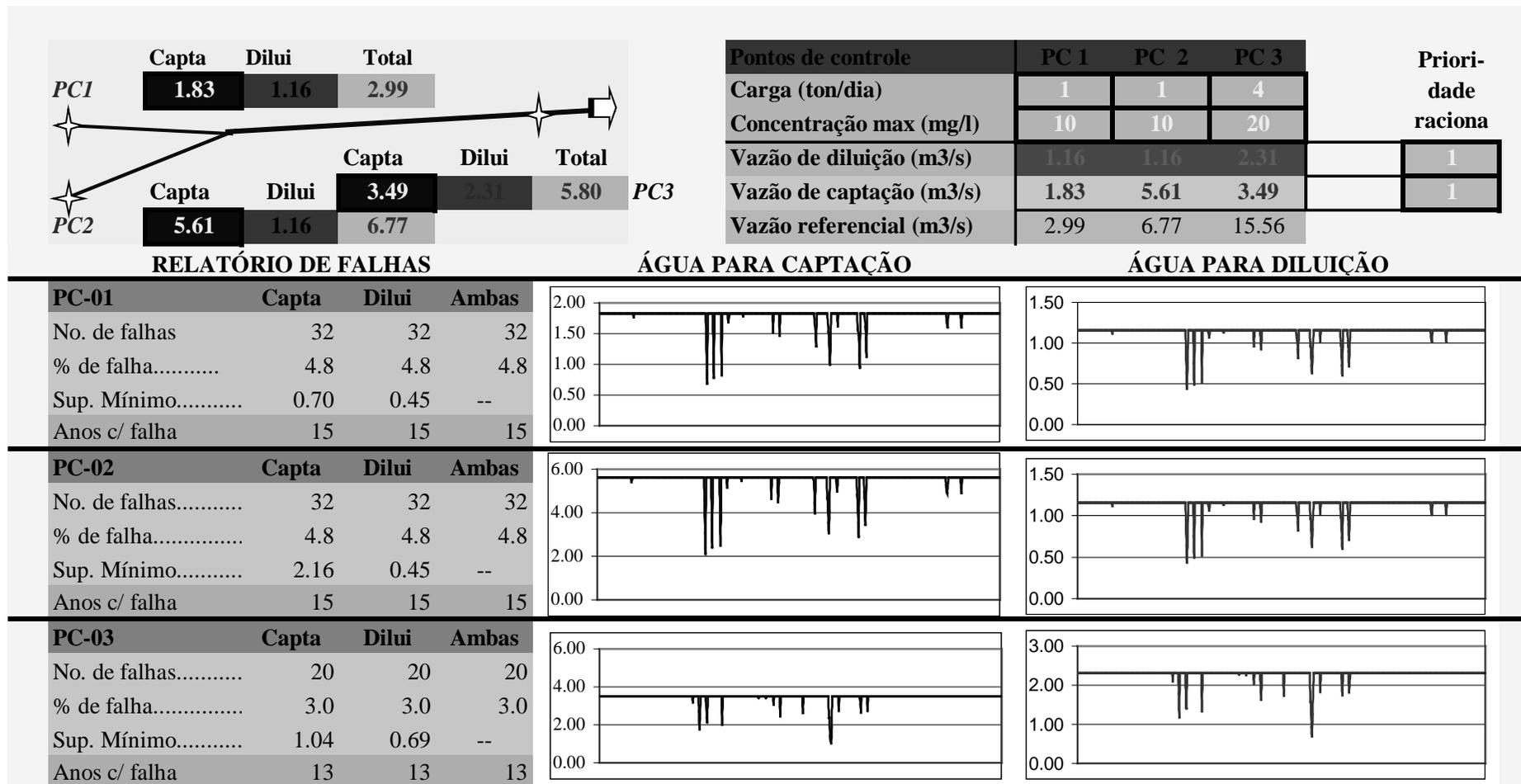


Figura 12 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a Q₉₅%; no PC de jusante a Q₉₅% subtraída do que foi outorgado a montante; quando há racionamento, o suprimento é realizado de forma a distribuir as disponibilidades proporcionalmente ao valor outorgado entre captação e diluição.

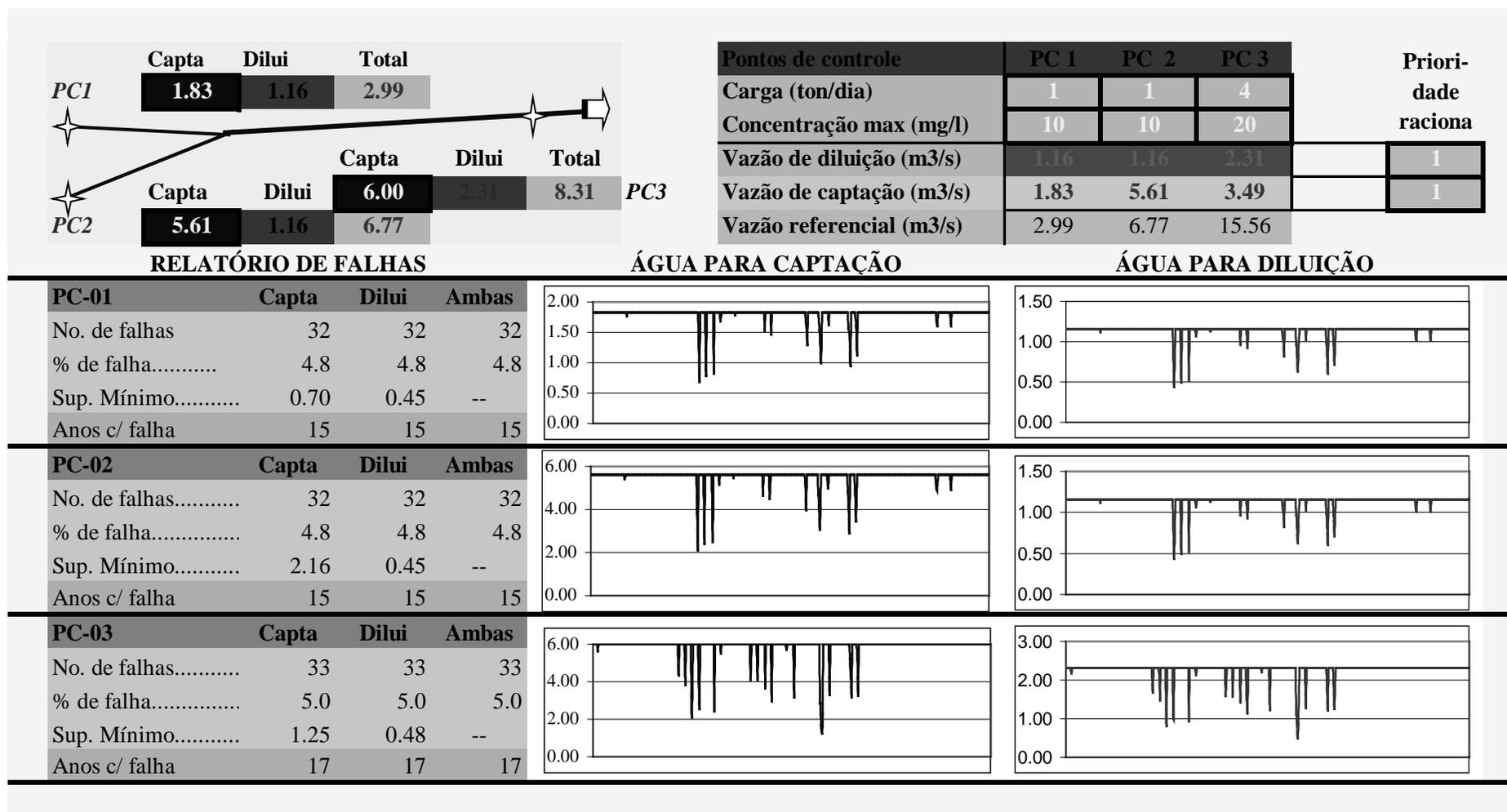


Figura 13 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a Q_{95%}; no PC de jusante a vazão é ajustada por tentativas para resultar em 5% de falhas; no caso de escassez, quando há racionamento, o suprimento é realizado de forma a distribuir as disponibilidades proporcionalmente ao valor outorgado entre captação e diluição.

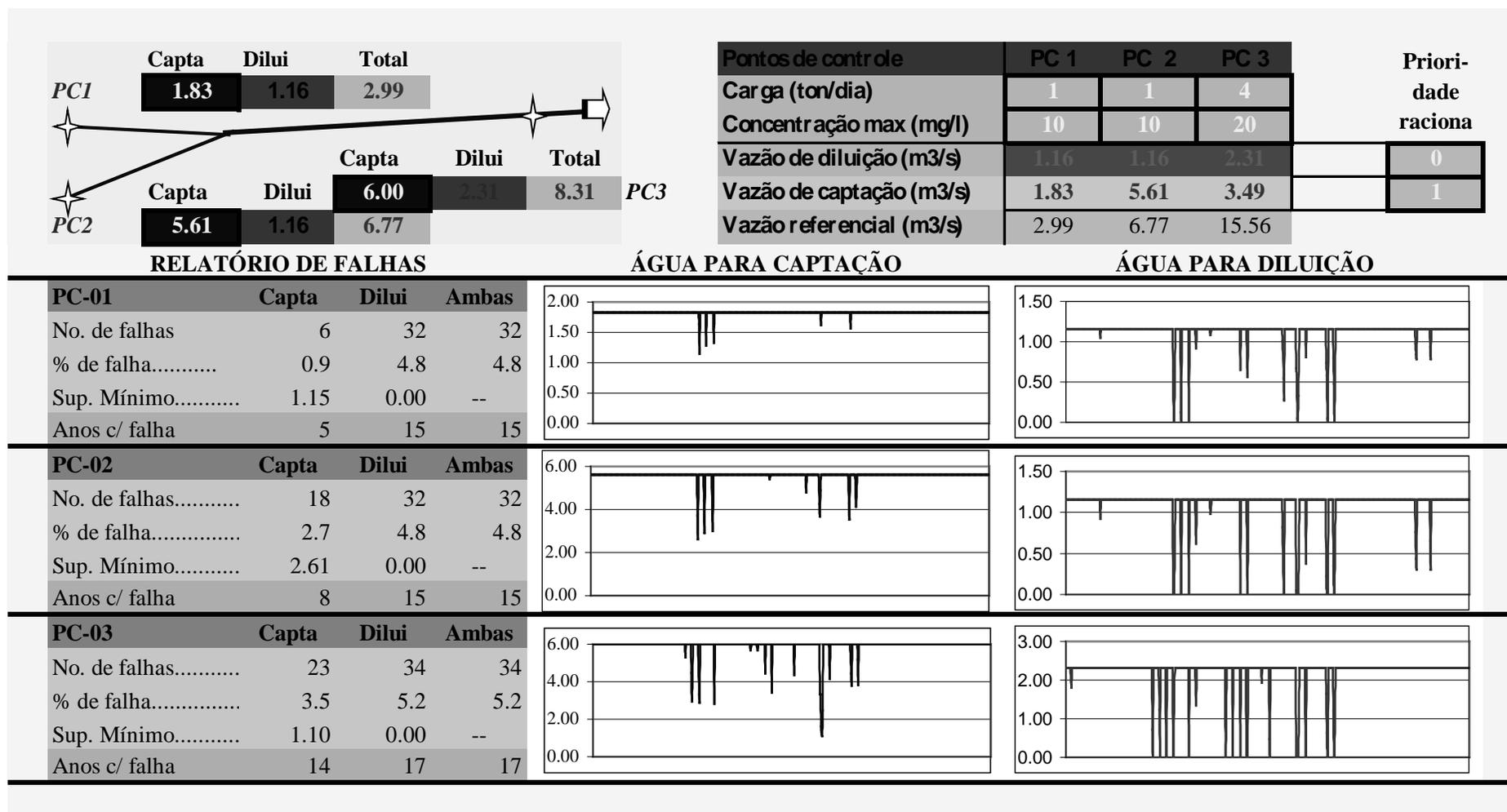


Figura 14 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a Q₉₅%; no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à captação, mantém-se as outorgas da simulação anterior.

Simulação 6

Neste caso, apresentado na Figura 17, as cargas de despejo foram incrementadas no PC3 até que a frequência tolerada de falhas, 5%, fosse atingida. Isto permitiu-se passar de uma carga de 4 para 7,5 ton/dia de despejo no PC3.

Simulação 7

Neste caso, apresentado na Figura 18, foram incrementadas as outorgas de captação no PC3 em relação à Simulação 5, até que se atingisse uma frequência de falhas de 5%. Isto permitiu-se passar de 5,6 para 7,6 m³/s.

CONCLUSÕES

Este capítulo mostra que a inevitável interferência do poder público na gestão de águas escassas deve ser instrumentalizada por outorgas. Mesmo em situações em que a água não foi publicizada, ou seja, em que é admitida a propriedade privada das águas, com a criação de seus mercados, como no Chile (ver Capítulo 2), as outorgas estabelecem um necessário controle, especialmente nos aspectos qualitativos e nas orientações para as transações de quantidades.

No que se refere às outorgas de uso (quantitativo) da água, existem diferentes alternativas para suas concessões que exigem diferentes níveis de controle, dependendo do critério adotado. A análise mostrou que em relação ao critério usualmente adotado - o da vazão de referência - o critério da vazão excedente apresenta diversas vantagens, entre elas a de permitir um maior uso das disponibilidades hídricas. Isto incrementa os benefícios derivados do uso da água, sem afetar, em termos quantitativos, o suprimento às demandas prioritárias, como a de abastecimento público e a proteção dos ecossistemas.

Pode ser constatado também que as reivindicações endereçadas ao poder público para aumento das outorgas, em bacias como a do rio Grande na Bahia, poderiam, via de regra, ser atendidas. Porém, é inevitável que isto seja acompanhado de um maior controle do uso da água. Isto não significa, necessariamente, uma maior interferência do poder público, já que existem interesses privados antagônicos pelo uso da água que podem ser utilizados para estabelecer autocontroles. Neste classe se inserem alternativas como a da outorga a associações de usuários de água e ao reforço da participação de Comitês de Bacia Hidrográfica nas decisões referentes ao gerenciamento e controle do uso dos recursos hídricos.

Finalmente, cabe notar que o critério vazão excedente / garantia de suprimento pode ser associado a um esquema de cobrança pelo uso da água. Nele os próprios usuários escolheriam as garantias com que seriam supridos, entendendo que maiores garantias implicariam em maiores valores unitários de cobrança.

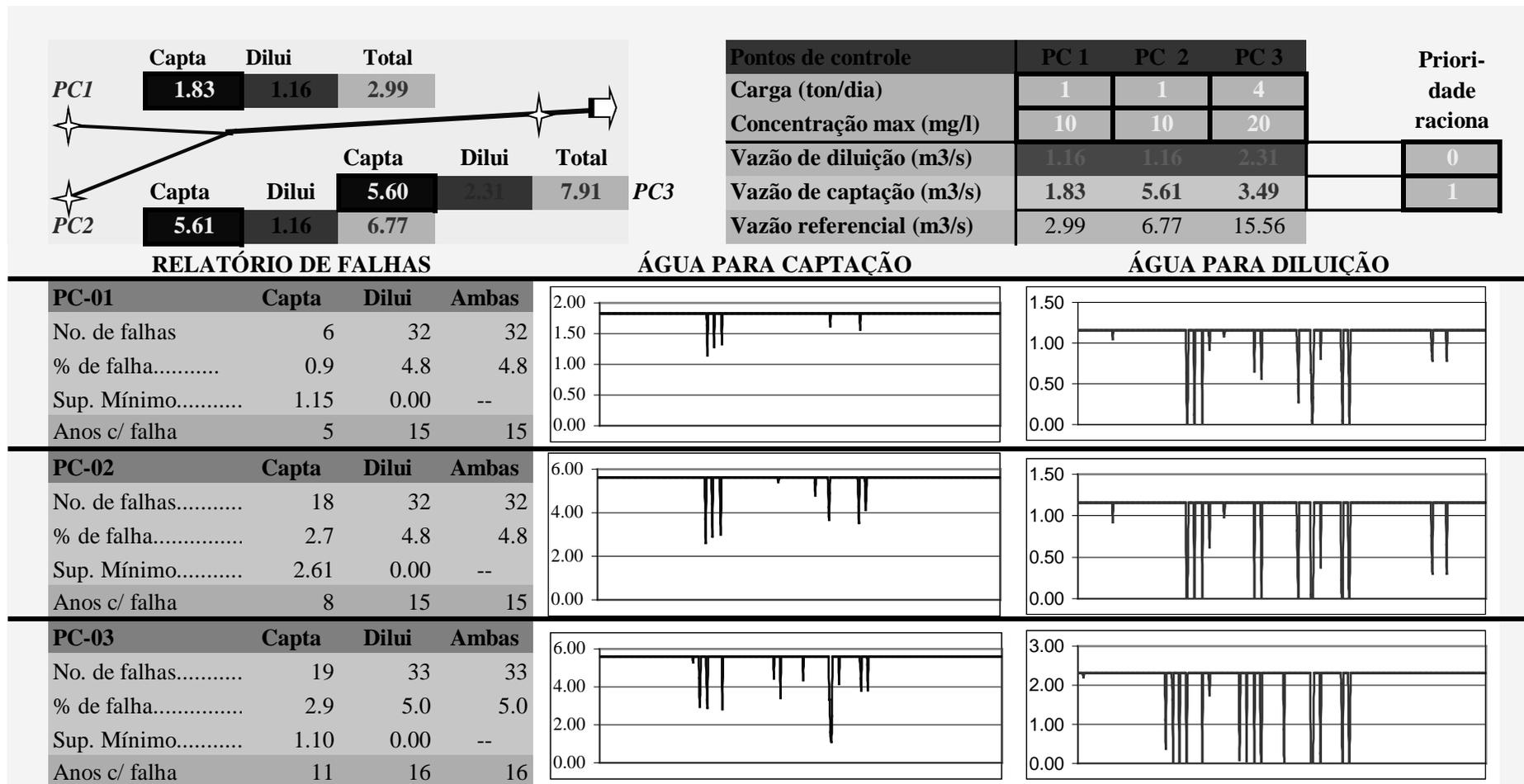


Figura 15 - Situação em que se outorga nos PC de montante, a Q₉₅; no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à captação; no PC3 de jusante a vazão outorgada para captação é reduzida para resultar em 5% de falhas.

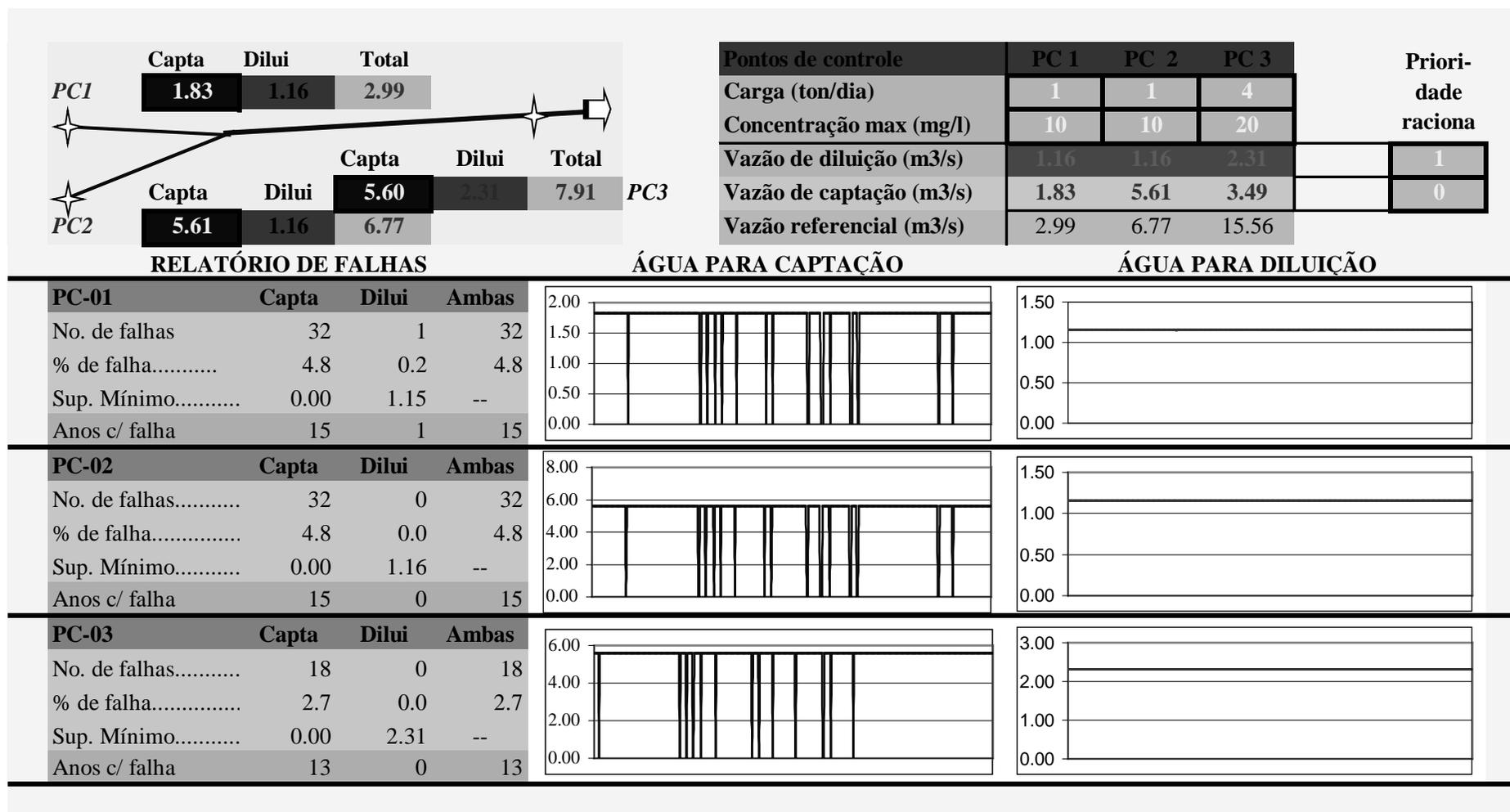


Figura 16 - Mesma situação anterior mas, no caso de racionamento, o suprimento é priorizado à diluição.

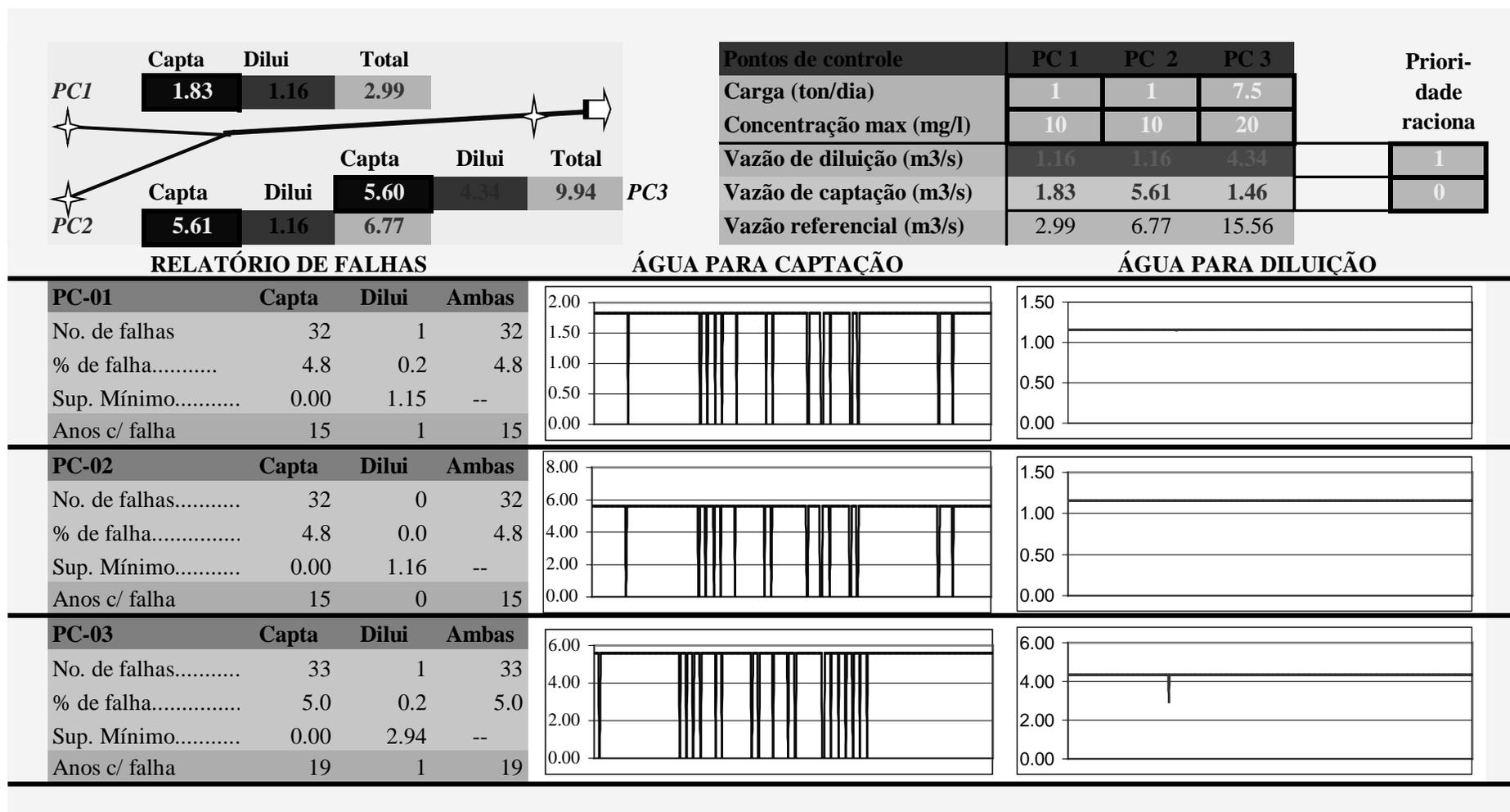


Figura 17 - Mesma situação anterior sendo a carga ajustada no PC3 para resultar em 5% de falhas.

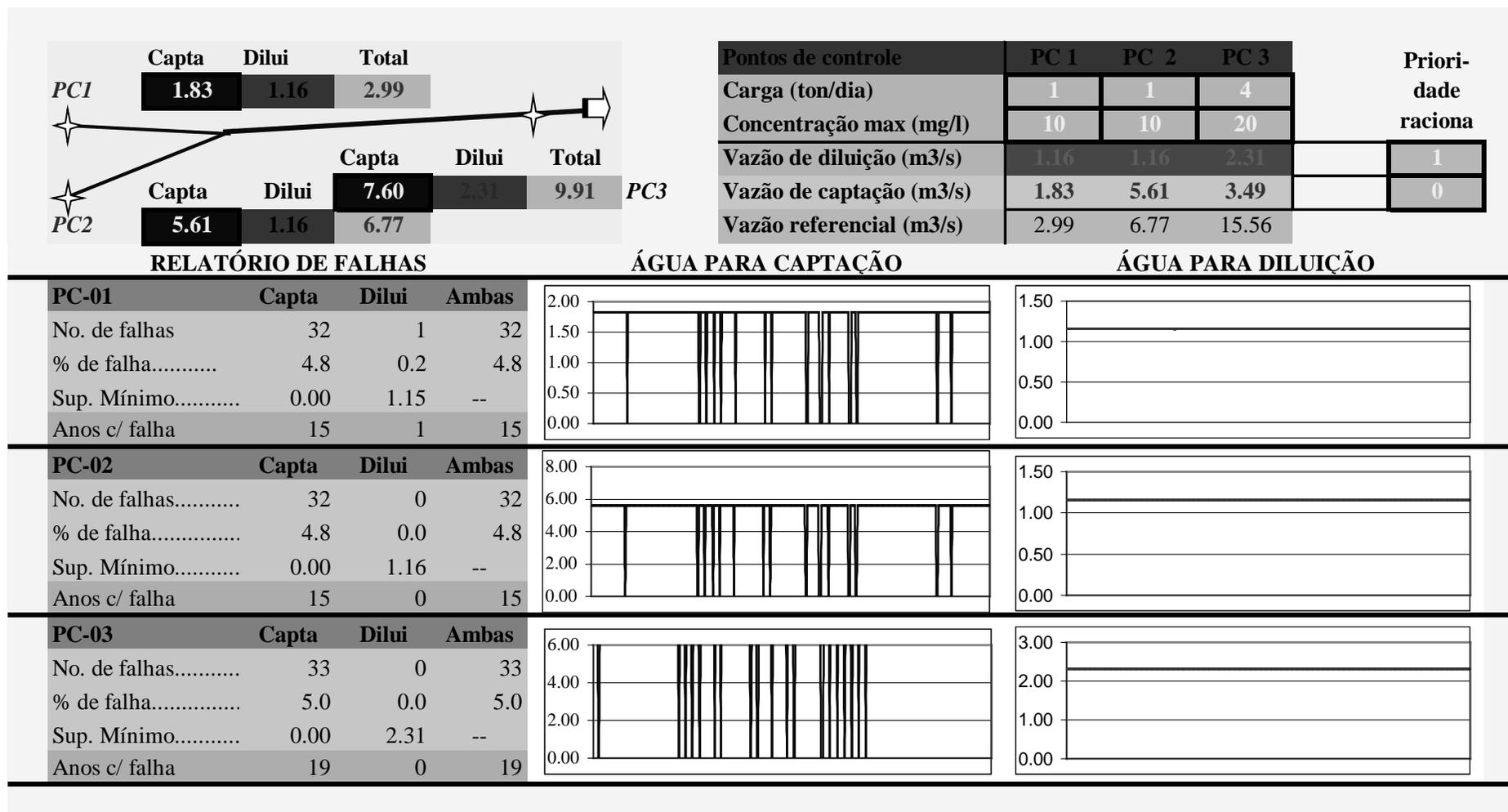


Figura 18 - Mesma situação anterior sendo a captação ajustada no PC3 para resultar em 5% de falhas.

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Quais as vantagens da aplicação do critério da outorga da vazão excedente sobre a de referência? Quais as desvantagens? Que mecanismos podem ser adotados para facilitar a operacionalização e o controle, por parte do órgão concedente, deste tipo alternativo de outorga?
2. Que papel deve caber a um Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica no processo de outorga? Que subsídios ele deve contar para as suas deliberações? Como e por qual entidade dos sistemas de recursos hídricos e do meio ambiente estes subsídios devem ser gerados?
3. As outorgas, de instalação de atividades potencialmente poluidoras e de uso da água, são dois instrumentos de planejamento de recursos hídricos e do uso do solo que se acham intimamente ligados. A mesma atividade geralmente necessita de ambos os tipos de outorga. Apesar disto, frequentemente, os órgãos concedentes são distintos. Que dificuldades esta sistemática pode determinar?. Como pode ser realizada a coordenação entre estas outorgas? Que papel um Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica pode ter para agilizar este duplo processo?

REFERÊNCIAS

- GRANZIERA, M. L. M. (1995). Outorgas de direito de uso de água e a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vol. 3: 129-133. ABRH, Recife.
- LUZ, L. D. e LANNA, A. E. (1993). Gerenciamento dos recursos hídricos na bacia do rio Grande. X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Anais, vol. 1:99-108. Gramado 1993
- LUZ, L. D. (1994). Outorga do uso de água na bacia do rio Grande, BA. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, UFRGS.
- PEREIRA, J. S. (1996). Análise de critérios de outorga e de cobrança pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos, RS. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, UFRGS, 108 p.
- PEREIRA, J. S. E LANNA, A. E. (1996). Análise de critério de outorga dos direitos de uso da água III Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Anais: 335-342.
- MENESES DA SILVA, L. (1997). Análise de critérios para outorga dos direitos de uso da água na bacia do rio Branco, BA. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, UFRGS, 142 p, anexos.
- MENESES DA SILVA, L. M. E LANNA, A. E. (1997). Critérios de outorga de uso da água com base em modelagem agro-hidrológica: metodologia e aplicação (bacia do rio Branco - BA). Anais. ABRH: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória.
- VON SPERLING, M. (1998) Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d'água e de lançamentos de efluentes líquidos. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos 3(1): 111-132.

CAPÍTULO 6 - INSTRUMENTOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS: COBRANÇA

Índice Analítico

INTRODUÇÃO: FUNDAMENTOS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	1
ANÁLISE DE PROJETOS	2
DILUIÇÃO DE DESPEJOS	3
<i>Abordagem Custo-Benefício (ACB)</i>	3
<i>Poluição ótima</i>	4
<i>Política de controle da poluição</i>	5
<i>Comparação das políticas de controle mandato-e-controle e incentivação econômica (cobrança)</i>	6
<i>Objecções à ACB</i>	8
<i>Abordagem Custo-Efetividade</i>	9
<i>Cotejando a cobrança em ACB e ACE - 1ª versão</i>	9
<i>Cotejando a cobrança em ACB e ACE - 2ª versão</i>	10
<i>Pagar e continuar poluindo?</i>	11
RETIRADA DE ÁGUA.....	11
O PUP E OS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.....	12
A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PAÍSES EUROPEUS	12
COBRANÇA PELA DERIVAÇÃO DE ÁGUA BRUTA.....	13
<i>Alemanha</i>	13
<i>Holanda</i>	15
<i>Inglaterra e País de Gales</i>	15
<i>Portugal</i>	16
<i>França</i>	16
<i>Comentários sobre a cobrança sobre retirada de água</i>	16
COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES	17
<i>Inglaterra e País de Gales</i>	17
<i>Alemanha</i>	18
<i>Holanda</i>	18
<i>França</i>	18
<i>Portugal</i>	19
<i>Comentários sobre a cobrança pelo lançamento de poluentes</i>	20
ESTUDOS SOBRE A COBRANÇA NO BRASIL	21
O CUSTO INCREMENTAL DE DISPONIBILIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA NO BRASIL	21
<i>Disponibilização incremental de água na bacia do rio Curú, CE</i>	22
<i>Disponibilização incremental de água na bacia do Rio Vacacaí, RS</i>	23
<i>Outros exemplos</i>	23
A DISPOSIÇÃO A PAGAR PELO FATOR ÁGUA NO BRASIL	23
<i>Uso de água para a irrigação na Área-Programa de Barra do Garças, MT</i>	25
Irrigação de arroz por inundação	25
Irrigação de soja e milho por aspersão	28
<i>Uso de água para irrigação no Sudeste de Santa Catarina</i>	28
<i>Uso de Água para Abastecimento na Grande Vitória, Espírito Santo</i>	31
<i>Exemplo de cobrança pelo uso de água para irrigação na bacia do Rio Curú, CE</i> ...	31
Alternativa 1: Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação do Brasil	32
Aplicação	33
Adaptação	35

Alternativa 2: Estrutura de cobrança baseada nos custos médios do suprimento da água	36
Função S_1 linear	37
Aplicação à bacia do Rio Curú da estrutura referenciada à custos médios de oferta da água e função S_1 linear	38
Função S_1 não-linear	40
Aplicação à bacia do Rio Curú da estrutura referenciada à custos médios de oferta da água e função S_1 não-linear	40
BACIA DO RIO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ	42
COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA	44
BACIA DO RIO DOS SINOS	45
<i>Critério para cobrança pelo uso da água bruta (preço 3)</i>	45
<i>Critério para cobrança pelo lançamento de efluentes (preço 4)</i>	45
<i>Aplicação dos critérios de cobrança à bacia do rio dos Sinos</i>	48
Resultados da cobrança pelo uso da água bruta (preço 1)	48
Resultados da cobrança pelo lançamento de efluentes (uso 4)	50
<i>Avaliação dos impactos econômicos da cobrança na bacia do rio dos Sinos</i>	55
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL	59
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO	60
REFERÊNCIAS	61

Índice de Figuras

Figura 1 - Inserção da cobrança no processo de planejamento	1
Figura 2 - Custos e benefícios totais e marginais de controle	3
Figura 3 - Comparação entre políticas mandato e controle e incentivação econômica	7
Figura 4 – Médias das vazões mensais no rio Paracatú na seção hidrométrica de Paracatú, MG	21
Figura 5 - Divisão territorial da bacia do rio dos Sinos para efeito de cobrança pelo lançamento de efluentes	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Propósito da cobrança pela derivação de água em diferentes países e valores praticados	13
Tabela 2 - Valores cobrados pela retirada de água bruta em Baden-Wurttemberg - Alemanha (adaptado de Smith, 1995).	15
Tabela 3 - Valores cobrados pela retirada de água bruta em - França (Alvarez, 1997).	16
Tabela 4 - Propósito da cobrança pelo lançamento de efluentes	17
Tabela 5 - Parâmetros e respectivos preços unitários em 1992 pela Agência Sena-Normandia - França (Tarquínio, 1995).	19
Tabela 6 - Quadro de Estimativa Fixa	19
Tabela 7 - Valores hipotéticos de cobrança aplicados a efluente com metais tóxicos nos países europeus	20

Tabela 8 - Reduções esperadas nas concentrações dos poluentes com a "melhor tecnologia disponível"	21
Tabela 9 - Custo incremental médio da água na bacia do Rio Curú	24
Tabela 10 - Custo incremental médio da água na bacia do Rio Vacacaí, RS	24
Tabela 11 - Custo de incremento de disponibilidade natural de água por regularização em alguns reservatórios brasileiros	25
Tabela 12 - Tecnologias não tradicionais de incremento de disponibilidades de água (dados de OEA, 1997, a não ser os relativos a carro-pipa que foram retirados de Campos et alii, 1997)	26
Tabela 13 - Incremento mínimo de produtividade com irrigação. Fonte : SAEMG(1987)	26
Tabela 14 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação, energia diesel, por hectare	27
Tabela 15 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação, energia elétrica, por hectare	27
Tabela 16 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação por gravidade, por hectare	27
Tabela 17 - Índices econômicos para irrigação por aspersão convencional de soja e milho, por hectare	28
Tabela 18 - Índices econômicos para irrigação por pivô central de soja e milho, por hectare	28
Tabela 19 - Custos de produção em 1 hectare de arroz (Sul de Sta. Catarina)	29
Tabela 20 - Custos Administrativos da COGERH	32
Tabela 21 - Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação: alternativa 1	33
Tabela 22 - Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação: alternativa 2	36
Tabela 23 - Estrutura de cobrança referenciada a custos médios com função S_1 linear	39
Tabela 24 - Estrutura de cobrança referenciada a custos médios com função S_1 não-linear	41
Tabela 25 - Impacto global de um sistema de cobrança pelo uso da água na bacia do rio Piracicaba, SP	44
Tabela 26 - Simulação da cobrança pelo uso de água na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	44
Tabela 27 - Valor unitário da cobrança pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos	49
Tabela 28 - Consumo unitário de água e respectivo ônus com cobrança na bacia do rio dos Sinos	50
Tabela 29 - Estimativas de consumo de água bruta na bacia do rio dos Sinos por sub-região em m^3	50
Tabela 30 - Arrecadação promovida pela cobrança pelo uso da água bruta por sub-região na bacia do rio dos Sinos em US \$	51
Tabela 31 - Cargas potenciais de lançamentos de efluentes e custo anual de tratamento da solução técnica preconizada na bacia do rio dos Sinos no ano 2.007 em % do total	51
Tabela 32 - Coeficientes de inefetividade arbitrados para a bacia do rio dos Sinos	52
Tabela 33 - Coeficientes de sub-bacia adotados na bacia do rio dos Sinos	52
Tabela 34 - Alternativas de cobrança a serem analisadas na bacia do rio dos Sinos	53
Tabela 35 - Preços básicos das alternativas de cobrança de lançamentos de efluentes na bacia do rio dos Sinos	54
Tabela 36 - Ônus unitário da cobrança pelo lançamento de efluentes por fonte poluidora e sub-região da bacia do rio dos Sinos	56
Tabela 37 - Ônus total per capita da cobrança pelo uso da água e lançamento de efluentes na bacia do rio dos Sinos	57
Tabela 38 - Relação percentual entre o ônus da cobrança e os custos operacionais dos diferentes segmentos industriais na bacia do rio dos Sinos	58

INTRODUÇÃO: FUNDAMENTOS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

A cobrança faz parte dos instrumentos econômicos de Gestão das Águas. Sua localização no processo de planejamento acha-se representada na Figura 1.

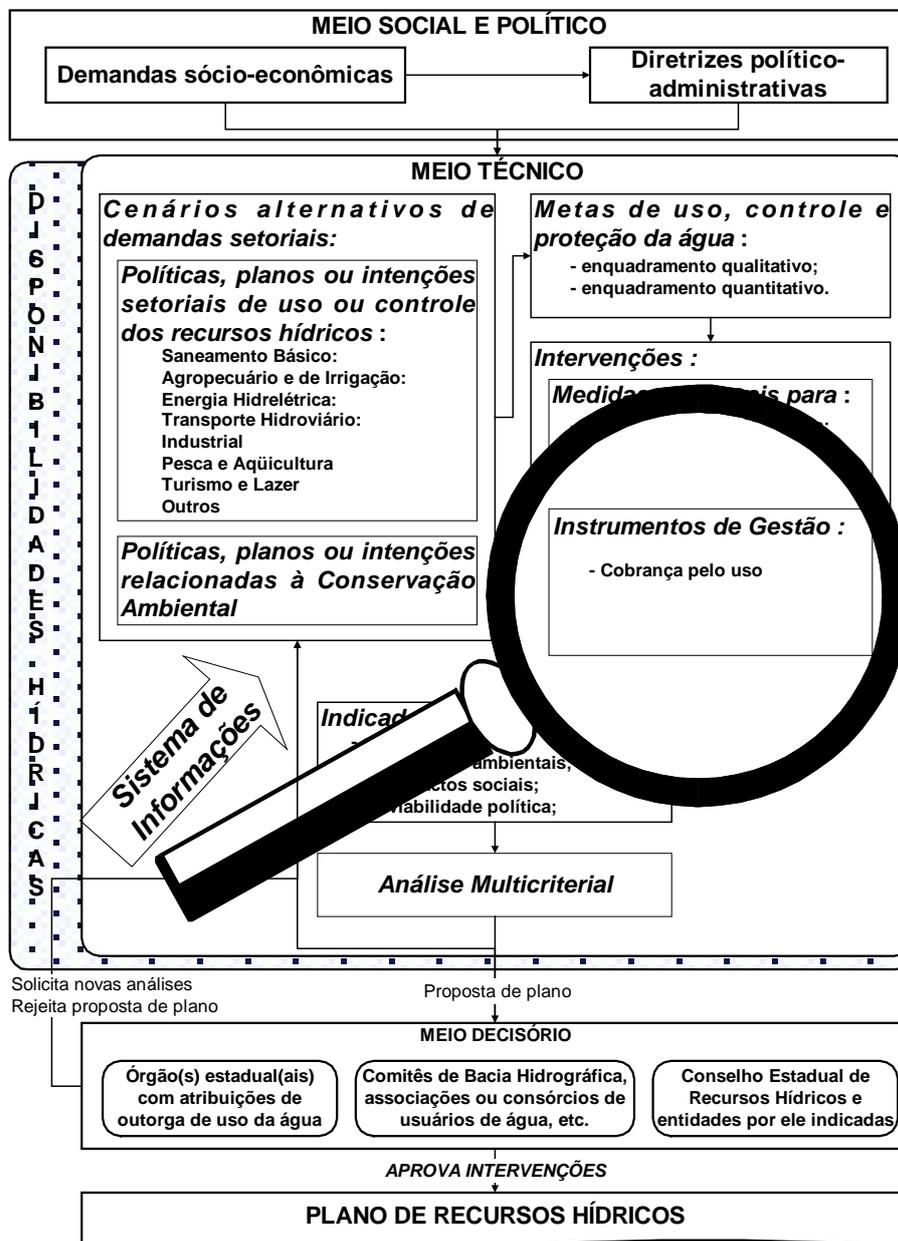


Figura 1 - Inserção da cobrança no processo de planejamento

Nesta primeira parte do capítulo serão analisados os fundamentos econômicos deste instrumento, sob a ótica de duas abordagens de análise de projeto: a análise custo-benefício e a análise custo-efetividade¹. Serão considerados os dois tipos de uso da água bruta, ou seja, disponível naturalmente no ambiente:

- para consumo ou como fator de produção, e

¹ O texto é baseado em CÁNEPA, PEREIRA e LANNA (1999).

- como corpo receptor de efluentes.

Quando se trata da cobrança pelo uso da água é comum se ouvir a alegação de que a água já é paga pelo consumidor. A resposta a essa objeção levará à conceitualização dos 4 preços da água. Numa grande cidade típica um consumidor urbano paga 2 preços pela água potável que consome:

- preço correspondente à captação, potabilização e distribuição da água tratada;
- preço correspondente ao esgotamento sanitário, i. é, o transporte da água residuária de volta ao curso d'água.

Nesse esquema, o rio - quer como fonte do recurso, quer como fossa do resíduo - é de livre acesso, gratuito. Nos primórdios do desenvolvimento e da urbanização, com baixa renda per capita e baixa densidade populacional, esses dois preços cobrados pela água são perfeitamente funcionais, cobrindo os custos que a sociedade tem na provisão do serviço de abastecimento e esgotamento sanitário. A gratuidade do rio é possível, pois sendo ele abundante relativamente às necessidades, todos os demais usos (tomar banho, pescar, navegar, etc.) são viáveis, não sofrendo interferência do uso urbano - a capacidade de suporte e de assimilação do rio são suficientes para todos os usos, a preço zero. Entretanto, à medida que o desenvolvimento econômico se processa, a crescente renda per capita, bem como o crescimento populacional da cidade, fazem com que, num estágio inicial, o despejo de esgotos cloacais de volta ao rio, ao exceder a capacidade de autodepuração do mesmo, provoque uma degradação de qualidade do rio de tal ordem que desapareça a balneabilidade e a pesca, e o próprio abastecimento de água potável seja encarecido, via aumentos de custos de tratamento. Num estágio mais avançado, se a retirada de água for excessiva em relação à capacidade de suporte, problemas quantitativos também podem ocorrer. Seja como for, o fato é que o rio se tornou escasso, a totalidade dos usos, com livre acesso e a preço zero, não é mais possível.

É nesta situação que a sociedade pode decidir pela intervenção do Poder Público - no limite, estabelecendo a propriedade estatal do recurso, que passa a não ser mais de livre acesso - no sentido de racionar e racionalizar os usos. Aqui, por sua vez, surge o Princípio-Usuário-Pagador como instrumento desse racionamento e racionalização, implicando mais dois preços para a água:

- um preço correspondente à retirada, que será acrescido à conta de água tratada, no sentido de frear o consumo, viabilizando inclusive o investimento em dispositivos poupadores ou que aumentam a oferta de água; e
- um preço correspondente ao despejo de esgotos no rio (o mais conhecido Princípio-Poluidor-Pagador), e que acompanhará a tarifa de esgoto, no sentido, também, de refrear o seu lançamento² e viabilizando investimentos em, por exemplo, estações de tratamento.

Os preços 3 e 4 integram o chamado Princípio-Usuário-Pagador (PUP) e constituem um instrumento crescentemente utilizado no sentido de viabilizar os diversos usos de um curso d'água que se tornou escasso. Evidentemente, toda esta análise dos 4 preços, com as devidas adaptações, pode ser estendida aos demais usuários.

ANÁLISE DE PROJETOS

² Se a tarifa, por unidade despejo, for suficientemente alta, custará menos ao munícipe tratar ponderável parcela do esgoto e pagar pela poluição residual, do que pagar pelo despejo total do esgoto gerado

Dois tipos de análise existem na avaliação de projetos que determinam adaptações importantes aos dois princípios enunciados (PUP e PPP): a análise custo-benefício e a análise custo-efetividade. Elas serão analisadas a seguir, considerando o uso da água como fator de produção ou consumo, ou para diluição de despejos.

DILUIÇÃO DE DESPEJOS

Neste caso a água é usada para diluição, afastamento e depuração de resíduos das atividade humanas. A cobrança deste uso acha-se sob a ótica do Princípio-Poluidor-Pagador.

Abordagem Custo-Benefício (ACB)

Seja o caso de uma bacia hidrográfica hipotética e um poluente hídrico qualquer - DBO, por exemplo - cujo montante de emissões totaliza uma certa quantidade de toneladas/ano. Considere-se, agora, a possibilidade de cotejar os custos e os benefícios de vários níveis possíveis de abatimento das emissões, variando entre 0% e 100% do total. Quanto mais níveis (pontos) puderem ser estimados, tanto melhor será a aproximação das curvas contínuas da Figura 2.

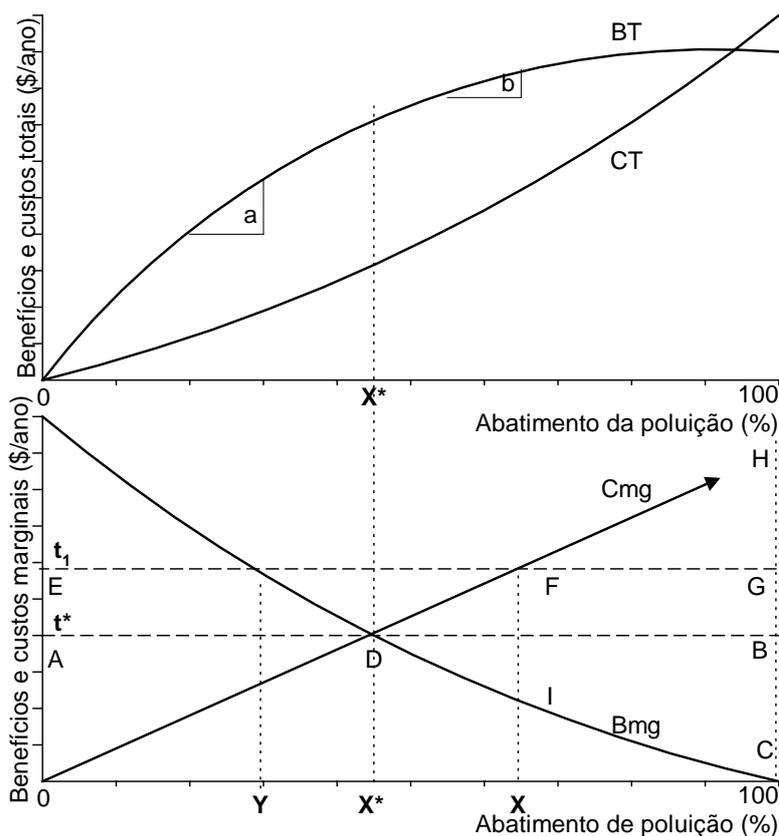


Figura 2 - Custos e benefícios totais e marginais de controle

A curva CT, Custos Totais de Controle, é uma curva que registra o custo anual equivalente do valor dos investimentos mais o valor atual dos custos operacionais de cada nível de abatimento. Ela tem, por razões de ordem tecnológica, uma inclinação (declividade) crescente, de caráter exponencial, correspondente ao custo marginal de longo prazo.

Assim, à medida que se aproxima de 100% de abatimento - sem nunca chegar lá, também por razões tecnológicas - os custos vão se tornando exorbitantes. A determinação desta curva, evidentemente, é relativamente trabalhosa, mas, ao menos conceitualmente, não apresenta grandes problemas. Entretanto, duas observações gerais cabem aqui. Em primeiro lugar, ela incorpora os conhecimentos tecnológicos atuais, o que, por sua vez, implica que ao se empreender uma política concreta de abatimento, essa curva pode ir "diminuindo" ao longo do tempo, enquanto se vão conquistando níveis crescentes de abatimento. Como será visto, isto terá enorme importância na questão da cobrança. Em segundo lugar, é preciso ter bem claro como esta curva é montada para uma bacia em particular. Incidentalmente, isto mostrará que nunca será possível construir uma curva bem comportada como a dos livros-texto, o que é o caso da Figura 1.

Na realidade, o tratamento de esgotos utiliza processos especializados que são agrupados em sequência, com o efluente de um processo sendo tratado pelo processo seguinte. Os processos sucessivos apresentam custos marginais crescentes pois devem adotar tecnologias mais sofisticadas. Porém, podem existir alternativas distintas de "trens de tratamento". Um agente que saiba a priori qual nível de abatimento deverá implementar, escolherá a alternativa mais barata para atingi-lo. As curvas de custos totais e marginais de abatimento da poluição não serão contínuas e suaves como as apresentadas na Figura 1. Elas se desenvolverão em saltos, nas passagens de um para outro processo. Enquanto se estiver usando o mesmo processo há uma tendência dos custos marginais serem constantes, embora possam haver pequenas economias ou deseconomias de escala. Por isto, a curva de custos marginais poderá se assemelhar a degraus de uma escada, com patamares quase constantes representando os custos de tratamento para determinada tecnologia.

Já a curva BT, Benefícios Totais de Controle, é bem mais delicada. Ela expressa a "disposição de pagar" do conjunto das pessoas afetadas pelo abatimento de poluição. Primeiro, nos níveis iniciais de abatimento, leva em conta as despesas que podem ser evitadas (em saúde, higiene, tratamentos de água bruta para potabilização, conservação e reposição de materiais, etc.) - a chamada "variação compensatória" dos consumidores. Depois, à medida que se encaminha para níveis mais elevados de abatimento, leva em conta as despesas que os indivíduos estão dispostos a fazer diante das amenidades ambientais que resultam de um curso d'água mais purificado (balneabilidade, pesca, turismo, etc.) - e que resultam de outros tipos de avaliação, tais como "variação equivalente", "valor de opção", "valor de existência", etc. Esta curva, evidentemente, para ser comparável com a de custos totais, registra o valor anual equivalente do fluxo de benefícios futuros, dentro do mesmo horizonte de tempo dos custos. A forma desta curva - crescente, mas com declividade decrescente - resulta de um dado comportamental: incrementos constantes nos níveis de abatimento - por exemplo, a e b na Figura 1 - ocasionam benefícios incrementais cada vez menores, ou seja, uma disposição a pagar cada vez menor, porque os danos incrementais evitados ou as amenidades ambientais incrementais obtidas são cada vez menos valiosas. Afinal, o usuário de água destinada os primeiros volumes de água com melhor qualidade para os usos aos quais maior valor atribuir, com racionalidade análoga ao agente que "empilha" os tratamentos com custos sucessivamente maiores.

Os problemas com a curva BT são de dupla natureza: de um lado, operacionais - é extremamente difícil a determinação da disposição de pagar, principalmente no trecho final da curva (o problema da revelação de preferências na esfera dos bens públicos); de outro lado, teóricos - a curva é, em muitos casos, altamente contestável, como será visto adiante.

Poluição ótima

A autoridade ambiental, de posse dessas informações, tem então uma orientação global sobre uma política de otimização dos abatimentos da poluição. Em outras palavras, estabelecidas as duas funções - a de Benefícios Totais e a de Custos Totais - a autoridade pode tentar maximizar a diferença entre elas, i. é, maximizar o Benefício Social Líquido (BT - CT). Este ponto corresponde ao nível de abatimento associado à distância máxima entre as curvas. Supondo curvas contínuas e bem comportadas matematicamente, o Cálculo elementar diz que este ponto está associado à igualdade entre as declividades das duas curvas. Isto, por sua vez, implica a igualdade das derivadas das duas curvas. Esta abordagem, na qual não são examinadas diretamente as funções originais (ou primitivas), mas suas derivadas (ou funções marginais), está expressa na parte inferior da Figura 1, onde se vê a interseção da curva de Benefício Marginal (positiva mas decrescente) com a curva de Custo Marginal (também positiva, mas crescente). As duas figuras, evidentemente, por construção, dão a mesma informação: o nível de abatimento ótimo X^* . Atingido este ponto, a autoridade pode estar razoavelmente segura de que a comunidade não está nem desperdiçando recursos (abatendo poluição num ponto em que o custo marginal excede o benefício marginal), nem perdendo oportunidades de melhoria (onde o benefício marginal excede o custo marginal) Além do mais, na hipótese de todos os demais setores da economia estarem ajustados à condição de eficiência, o abatimento da poluição no ponto X^* asseguraria o alcance de um máximo de eficiência para o sistema, ou seja, um ótimo de Pareto.

Política de controle da poluição

Mas, isto não é tudo. Até este momento a autoridade ambiental sabe qual o abatimento ótimo; ela deverá passar agora a se preocupar em atingi-lo. Duas alternativas distintas existem. Na primeira a autoridade licenciaria os despejos individuais, ou seja, estabeleceria seus níveis de abatimento, de tal forma que globalmente o abatimento fosse o ótimo e passaria a fiscalizar seu cumprimento. Esta é a alternativa chamada "mandato-e-controle" ("command-and-control").

Na outra alternativa a autoridade ambiental utilizaria um mecanismo de incentivação econômica para a consecução do objetivo de abatimento ótimo - a aplicação do Princípio Poluidor Pagador (PPP) na sua versão ACB. A parte inferior da Figura 1 ilustra como se chega lá. O processo inicia quando os agentes poluidores, aproveitando o livre acesso ao rio, lançam todo efluente sem tratamento, nada pagando pelo lançamento. Nesse momento, a sociedade, percebendo que o rio se tornou "escasso" sob a ótica qualitativa e que, portanto, o livre acesso não é mais funcional, modifica os direitos de propriedade (passagem dos direitos comuns à propriedade estatal) e delega à autoridade ambiental o direito de cobrar pelo uso do bem ambiental, cuja escassez é agora plenamente reconhecida. Com base nesta delegação, a autoridade ambiental impõe a tarifa de t^* por unidade de efluente. Diante desta nova condição de contorno, os agentes poluidores têm, pelo menos, as seguintes alternativas de ação:

1. continuam vertendo todo o efluente no rio, mas agora pagando t^* por unidade, com desembolso total dos agentes (e arrecadação da autoridade ambiental) proporcional à área OABC;
2. abatem toda a poluição gerada, tentando evitar a tarifa, com desembolso total dos agentes proporcional à área OHC;
3. os agentes cujo abatimento tenha custo marginal inferior a t^* , abatem sua poluição para pagar menos; os que tenham custo marginal de abatimento superior a t^* , pagam a tarifa e despejam totalmente o seu efluente, também pagando menos. O total de abatimento será X^* %, o total de despejos será $(1-X^*)$ % da carga total e o desembolso total dos agentes será

proporcional à área ODX^* (custo de tratamento) somada à área X^*DBC (pagamentos feitos à autoridade ambiental).

Como se vê facilmente, a alternativa 3 é a mais racional para o conjunto dos agentes poluidores, pois nesse caso o custo total de controle é menor que o custo correspondente a qualquer das duas outras alternativas, ou quaisquer alternativas intermediárias. A autoridade ambiental teve êxito em induzir a modificação no comportamento dos agentes poluidores, levando o sistema ao ponto ótimo, socialmente desejável. Argumenta-se, adicionalmente, que se a autoridade ambiental não conhece bem toda a curva de benefícios marginais de abatimento (Bmg), mas pode estimar a "a posteriori" o trecho vizinho ao ponto X^* , determinado pela tarifa, ela poderá iniciar com uma tarifa tentativa, por exemplo t_1 . Diante desta tarifa, os agentes abaterão $X\%$, lançando o remanescente, $(1-x)\%$ da carga total. O benefício marginal no ponto X é estimado posteriormente, pela autoridade ambiental, como sendo XI , o que levará a uma baixa da tarifa e, assim, por aproximações sucessivas, chegar ao ótimo de abatimento, X^* , e à tarifa ótima, t^* . Cabe observar, porém, que estas aproximações sucessivas podem ser inviáveis na prática, pois a curva de custo marginal de abatimento é a de longo prazo, vale dizer, implica investimentos de longo prazo por parte dos agentes, que podem não ser projetadas com precisão razoável pela autoridade ambiental.

Comparação das políticas de controle mandato-e-controle e incentivação econômica (cobrança)

Na década de 70, auge da discussão sobre as possibilidades práticas da ACB, surgiu uma questão que deu lugar a um extensíssimo debate. Como foi comentado previamente, se a autoridade ambiental dispõe das informações delineadas acima, ela não precisa usar a tarifa ótima t^* , da Figura 1, podendo obter o mesmo resultado fixando um padrão de emissão para o licenciamento dos despejos, igual para todas as fontes, que induza os agentes a abater a quantidade desejada (igual a AF no caso apresentado). Este argumento, aparentemente incontestável, dava renovadas forças às burocracias regulamentadoras, notórias defensoras dos "padrões de emissão + melhor tecnologia de controle disponível", frente a seus oponentes acadêmicos, pró incentivos econômicos. Entretanto, há dois contra-argumentos de peso, um estático e outro dinâmico.

Do ponto de vista puramente estático, pode-se mostrar que o padrão de emissão, igual fonte por fonte, é ineficiente sob o ponto de vista global, induzindo gastos excessivos em controle. De fato, o modo com que o a curva de custo marginal é construída por cada agente é crescente. Com isto caso seja adota a abordagem econômica com a cobrança de t^* por unidade de lançamento, os agentes com menores custos de abatimento preferirão fazê-lo enquanto aqueles com maiores custos de abatimento nada reduzirão, pagando o preço do lançamento. Ora, se for fixado um padrão de emissão uniforme, fonte por fonte, todos terão que abater, inclusive os de maior custo. Isto, evidentemente, implica desperdícios no sistema como um todo.

A Figura 3 ilustra esta situação considerando que dado corpo de água tenha apenas 2 agentes. As curvas de custo marginal de abatimento de poluição são apresentadas para ambos. Suponha que estudos da autoridade ambiental tenham chegado à conclusão que o total de lançamentos deverá ser reduzido à metade para que o ótimo seja alcançado. Caso adote uma política mandato e controle, e disponha uma redução percentualmente idêntica de lançamentos, com ambos agentes abatendo 50% de suas cargas, os custos de controle serão:

- agente A: OAC
- agente B: OBC

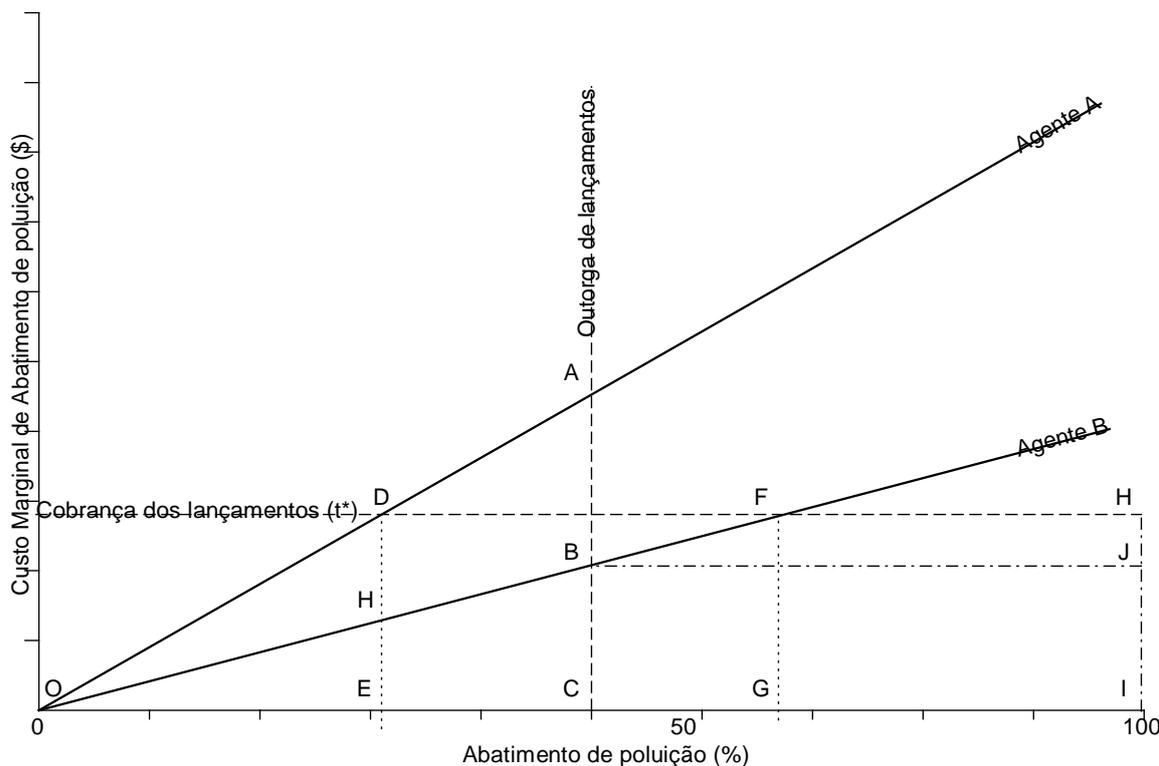


Figura 3 - Comparação entre políticas mandato e controle e incentivação econômica

Caso decida alternativamente impor um preço t^* para lançamentos, a mesma redução global de lançamento ocorrerá (pois o que o agente A deixa de tratar, o agente B tratará, por construção na Figura) e com ela o atingimento do ótimo. Neste caso, porém, os custos por agente serão:

- agente A: ODE
- agente B: OFG

Com isto, o agente A, que tem custos marginais de abatimento maiores, deverá pagar um custo de tratamento inferior em DACE à alternativa mandato e controle. O agente B, que tem custos marginais de abatimento menores, deverá pagar um custo de tratamento BFGC superior à alternativa mandato e controle. Como a área DACE será sempre superior à área BFGC (pois a declividade da função de custos de abatimento do agente A é maior do que a do agente B) houve uma economia global em relação à política mandato e controle de DACE - BFGC.

Esta análise é válida sob o ponto de vista global da sociedade, que insere os pontos de vista dos agentes A e B. Sob a visão privada dos agentes, na política mandato e controle o agente A pagaria OAC e o agente B pagaria OBA pelo tratamento da poluição. Na política de incentivação econômica, o agente A pagaria ODE pelo controle da poluição mais DHIE pela poluição remanescente; o agente B pagaria OFG pelo controle da poluição, mais FHIG pela poluição residual. Ou seja, o agente A que tem custo maiores de abatimento, abate menos sua poluição, mas pagará sempre mais que o agente B, com custos menores de abatimento, devido à necessidade de pagamento pela poluição residual.

Portanto, do ponto de vista dinâmico a cobrança de t^* tem uma vantagem decisiva sobre a política regulatória. Diante da tarifa os agentes têm estímulo à inovação tecnológica (seja em equipamentos *end-of-pipe*, seja em mudanças de processo, mix de produtos, matérias primas, etc.), na tentativa de fazer girar no sentido horário a curva de custo marginal de abatimento e, assim, diminuir a área ODHI ou OFHI de desembolsos totais.

Objecções à ACB

Entretanto, toda essa discussão é algo bizantina. De fato, a solução de ACB - quer na versão mandato e controle, quer na versão incentivação econômica - passa ao largo de duas grandes ordens de dificuldades. A primeira diz respeito, naturalmente, às enormes dificuldades práticas de implementação operacional, em grande escala, pela autoridade ambiental, resultantes, principalmente, dos enormes problemas de mensuração dos benefícios.

Mas há uma segunda e mais importante ordem de dificuldades, que diz respeito fundamentalmente a aspectos teóricos e conceituais relativos à curva BT. Primeiramente, há uma gama de objeções dentro do âmbito da própria análise econômica e sua ênfase na questões de eficiência. Tem-se, assim, problemas de: i) "second best"; ii) uso demasiado abrangente da ACB, levantando problemas de equilíbrio geral não abordáveis por um instrumento típico de análise de equilíbrio parcial; iii) controvérsias sobre a taxa social de desconto a ser aplicada no fluxo de benefícios (ver, por exemplo, a polêmica recente entre Morris Kline, em seu estudo sobre o efeito estufa, e um grupo de economistas do Banco Mundial); iv) controvérsias sobre a questão da valoração de vidas humanas nas estimativas de benefícios resultantes de diminuições de perda de vidas.

Mas, como se não bastasse isso, existem, além dessas objeções genéricas, três importantes objeções específicas ao uso da ACB na esfera ambiental. Na famosa polêmica com W. Beckermann (Sachs, 1972), K. W. Kapp, o pioneiro da economia ambiental, ressaltou uma primeira limitação, e que diz respeito à renda dos consumidores. A "disposição de pagar" (seja ela medida pela variação compensatória, seja por outros modos) depende do nível e da distribuição de renda dos indivíduos afetados; onde esta é muito baixa ou desigualmente distribuída, os resultados podem se traduzir num ótimo com abatimento desprezível, ou mesmo nulo, embora necessário. Recente estudo do Banco Mundial sugere que não se trata de situação improvável na prática. Diante disso, toda a curva de benefícios marginais fica comprometida, principalmente se atentarmos para a situação de países em desenvolvimento.

Ainda nessa polêmica, Kapp ressaltou uma segunda limitação da ACB na sua aplicação a questões ambientais, e que diz respeito à incerteza. De fato, são tantos os poluentes e tão difusos os seus efeitos, que a "disposição de pagar" não pode captar os reais benefícios, ainda mais levando em conta o baixo nível de informações por parte da população em geral, deficiência de informações essa agravada pelas controvérsias científicas, pelos efeitos sinérgicos dos vários poluentes, etc. Tudo isso, evidentemente, compromete ainda mais a curva de benefícios marginais. Diante disso, Kapp propunha, já naquela ocasião, um enfoque sistêmico da questão, com soluções baseadas na idéia de custo-efetividade, isto é, no estabelecimento de metas ambientais socialmente acordadas e no esforço para a consecução de tais metas ao menor custo para a sociedade;

Finalmente, como foi estabelecido por Pearce (1976), no início da década de 70, a terceira objeção que diz respeito àqueles casos em que, mesmo que se possam determinar os custos e os benefícios do abatimento, o ponto ótimo, correspondente à igualdade $BMG = CMg$, embora seja eficiente do ponto de vista estático, pode, ainda assim, ser inadequado do ponto de vista dinâmico. Isto pode acontecer quando o ponto eficiente, sob o ângulo ACB, é superior à capacidade assimilativa do corpo receptor, desencadeando processos

dinâmicos de comprometimento crescente dessa capacidade e afetando esta ou gerações vindouras. Em terminologia mais atual, um ponto eficiente, a curto prazo, pode levar a uma insustentabilidade a longo prazo.

Abordagem Custo-Efetividade

As objeções, tanto as de caráter prático, quanto as de caráter teórico-conceitual, levaram a uma formulação do Princípio-Poluidor-Pagador num contexto mais limitado, o da Análise Custo-Efetividade. A primeira formulação deve-se a Baumol e Oates (1971).

Suponha-se que, num determinado trecho de um rio, se localizem vários agentes poluidores (cidades vertendo esgotos cloacais, indústrias despejando efluentes, etc.), de tal modo que o total de lançamentos de, por exemplo DBO, supera a capacidade assimilativa do rio, degradando a sua qualidade e comprometendo atividades tais como abastecimento, pesca, recreação, etc. Com base em diagnóstico e projeção dos usos de água, é encontrado um determinado nível de qualidade que esse trecho do rio deverá atingir e que possibilite novamente todos os usos do passado e os que se espera haver no futuro. Um modelo de qualidade de água é aplicado sobre as cargas poluidoras atuais e chega-se à conclusão de que, para se atingir o objetivo de qualidade, é preciso abater, seja, entre 60 e 70% da carga poluidora atual. Explorando novos caminhos em matéria de política ambiental, o órgão ambiental decide usar a cobrança (PPP) como meio de atingir esse resultado. Para tanto, constrói uma curva de custo marginal de abatimento, ordenando os setores e agentes conforme a ordem crescente e obtém, se o número de agentes for muito grande, uma curva como a ODH da Figura 2. Deslocando-se sobre a curva de custo marginal até um ponto na faixa de 60 a 70% de abatimento, o órgão ambiental fixa a tarifa, \$ por ton de poluente, em t_1 . Se os agentes quiserem continuar despejando todo o efluente produzido terão que pagar a quantia correspondente à área OEGC. Entretanto, se os agentes de menor custo marginal se empenharem em tratamento, para evitar o gasto em tarifa, OX (entre 60 e 70%) de efluente será tratado, lançando-se o remanescente XC (30 a 40%), minimizando-se os gastos totais (área OFX+XFGC). O padrão de qualidade desejado é alcançado. Como se vê, a curva de benefício marginal sai de cena: não se está à procura de um nível ótimo de lançamento, mas apenas de um nível que minimize o custo total para se atingir um certo objetivo de qualidade. Esta é a premissa da análise custo-efetividade.

A cobrança é ainda uma aplicação do PPP só que, agora, num novo contexto: em vez de se procurar induzir os agentes poluidores a "internalizar a externalidade" gerada ("indenizar o dano causado"), até se atingir um ponto ótimo ($BMg = CMg$), procura-se induzi-los a internalizar os custos de controle até que certo padrão de qualidade no corpo receptor seja atingido.

Cotejando a cobrança em ACB e ACE - 1ª versão

Em livros de economia do meio ambiente pode ser encontrada a extensão do conceito acima para o caso de se levar em conta a localização dos agentes poluidores ao longo do trecho de rio (Baumol e Oates, 1979). O importante a reter, no entanto, é a seqüência de determinações até se chegar ao valor cobrado. No caso do PPP no contexto ACB, conhece-se o valor a ser cobrado como resultante da interseção das curvas de benefícios e custos marginais, resultando daí o "ótimo" de abatimento. Na seqüência desta 1ª versão do PPP no contexto ACE é o uso desejado para o corpo receptor que determina o padrão de qualidade a ser atingido, i. é, a meta ambiental socialmente acordada. Este padrão de qualidade, via modelo de dispersão, determina então a quantidade necessária de abatimento. E esta, por sua vez, via curva de custo marginal de controle, estabelece o preço a ser cobrado pelo uso

da capacidade assimilativa do corpo receptor. No PPP em ACB, os agentes "poluidores internalizam" as externalidades geradas até se atingir o ponto de poluição "ótima". No PPP em ACE, os agentes poluidores internalizam os custos de controle até o ponto desejável para a consecução da meta de qualidade desejável, tendo em vista os usos previstos e desejados do corpo receptor.

Assinalados estes contrastes, convém fazer alguns comentários sobre os pontos em comum. Primeiramente, destaque-se que a cobrança, tanto num contexto como no outro, mantém a vantagem de economicidade e de estímulo à inovação tecnológica que foram apontados anteriormente. Em segundo lugar, nos dois contextos, o PPP presta-se a uma interpretação como imposto, cobrado pelo poder público e que vai ao seu caixa geral, tendo portanto apenas função alocativa (provisão de bem público).

Cotejando a cobrança em ACB e ACE - 2ª versão

Existe dentro da perspectiva da ACE, uma segunda abordagem para o PPP, muito apropriada para o caso em que os fundos arrecadados pela cobrança retornam ao sistema para o financiamento das intervenções na própria bacia. Nesta seqüência - que parece ser o caso da gestão dos recursos hídricos no modelo francês de comitês e agências de bacia - tem-se o seguinte esquema:

1. Parte-se de um conjunto de objetivos de longo prazo a atingir, corporificado em padrões de qualidade dos recursos hídricos da bacia e que refletem os usos desejados pela comunidade;
2. Tendo esse conjunto de objetivos como referência, o comitê de bacia ou outro qualquer órgão deliberativo que represente a sociedade, com base em estudos técnico-econômicos (que no caso francês são feitos pela respectiva Agência de Água), decide as metas de abatimento a serem cumpridas e as intervenções a serem realizadas num horizonte de vários anos (5, 6 ou mesmo 7).

Esse plano, evidentemente, resultará do cotejo entre as tarifas necessárias para induzir determinados níveis de abatimento (e que, conforme mostrado anteriormente, por sua vez resultam da curva de custo marginal de abatimento) com os recursos financeiros da comunidade, seu nível de desenvolvimento e preocupação ambiental, suas correlação de forças políticas, etc.;

Calculada a tarifa necessária e suficiente para, via curva de custo marginal de controle, atingir as metas de abatimento acordadas, o total arrecadado dos agentes que pagam (pois têm um custo marginal superior à tarifa) vai para um fundo destinado a financiar os investimentos daqueles que, por terem um custo marginal inferior à tarifa, são induzidos ao abatimento³. Estes recursos são a estes repassados sob várias modalidades, que vão desde financiamentos a fundo perdido (subsídio) até empréstimos a taxa de juros de mercado, tudo dependendo do que foi deliberado no órgão de representação da sociedade (Comitê de Bacia), a partir das alternativas apresentadas pelo órgão técnico (Agência de Água). É de se observar, também, que, no caso de haver empréstimos, o total arrecadado num determinado ano não provém somente da tarifa sobre os pagadores desse ano, mas também do retorno dos empréstimos (capital e juros) feitos nos anos anteriores. Ainda assim, o total arrecada-

³ No sistema francês, aparentemente, os valores de cobrança não são suficientemente incitativos para que os agentes busquem alternativas para redução da poluição para, com isto, terem menores custos. Ocorrem entretanto acordos políticos, negociados entre as partes, que determinam a implementação dos tratamentos dos efluentes, estimulada pela concessão de empréstimos subsidiados (Barraqué, 1999).

do num determinado ano pode não coincidir com o total dos investimentos relativos às intervenções induzidas naquele ano pelo nível da tarifa; assim sendo, evidentemente, os agentes deverão complementar os recursos com captação própria. O importante a reter, entretanto, é que se a tarifa for adequadamente calculada, aqueles que têm custo marginal de tratamento inferior à tarifa, serão induzidos também à busca desses recursos complementares;

Finalmente, cabe ao Estado, gestor dos recursos hídricos em nome da sociedade, monitorar as fontes poluidoras e os níveis de qualidade dos mananciais, tudo no sentido de verificar se a aproximação aos objetivos de longo prazo está sendo efetivada, ano após ano, e se a sua velocidade é a adequada.

Este esquema de aplicação do PPP padece de dois tipos de limitação, estreitamente relacionados. Em primeiro lugar, dado que os objetivos de qualidade a atingir são de longo prazo, e não amarram diretamente as intervenções (como na 1ª versão), o caminho para a consecução dos objetivos pode ser muito longo, forçando a uma tutela e pressão indesejáveis por parte do Estado. Em segundo lugar, dada a característica acentuadamente exponencial da curva de custo marginal de controle, tem-se grandes abatimentos, relativamente pouco custosos, no início do programa, mas uma dificuldade crescente em sua aplicação à medida que, ao passarem os anos, vai-se avançando nos níveis de abatimento. Nesse momento, o sistema de tarifas para os vários poluentes pode começar a se tornar pouco incitativo, em virtude de níveis de cobrança não suficientemente altos, e os acordos políticos mais difíceis, devido às sérias dificuldades de se dar grandes saltos nos níveis de tratamento.

Pagar e continuar poluindo?

Alega-se, freqüentemente, que o PPP é uma desculpa para "pagar e continuar poluindo". Esta alegação só é verdadeira em um caso: quando a tarifa é muito baixa e fica abaixo do nível de custo marginal de qualquer agente poluidor. Neste caso, evidentemente, todos os agentes pagarão a tarifa e continuarão vertendo seus efluentes. Entretanto, se a tarifa for adequadamente calculada - como exposto acima - haverá abatimento - embora não de 100%, aliás desnecessário - e o padrão de qualidade poderá ser atingido.

RETIRADA DE ÁGUA

A análise realizada previamente permite a extensão à esta situação, tanto no contexto ACB quanto no ACE. Supõe-se existir uma disponibilidade de água que poderá ser incrementada por investimentos públicos com custos marginais crescentes, devido a que as alternativas mais baratas serão inicialmente implementadas. Os benefícios gerados terão valores marginais decrescentes pois os mais relevantes (ou pelos quais a sociedade têm maiores disposições a pagar) serão inicialmente supridos. As curvas da Figura 1 expressam exatamente esta situação embora tenha havido uma inversão: os agentes (consumidores de água) acham-se agora representados nas curvas de benefícios total ou marginal. A sociedade, que realiza com seus impostos os investimentos, acha-se representada nas curvas de custos. Além disto, o eixo das abcissas representa os custos de investimento no sistema de oferta de água.

Na abordagem ACB o investimento ótimo será dado por X^* , que representa a vazão disponibilizada, na igualdade dos valores marginais de custo e benefício, iguais a t^* . Caso ele seja realizado, o valor cobrado ao usuário pela água determinará a demanda a ser promovida; ela será encontrada na curva de benefícios marginais. Por exemplo, se for cobrado t por unidade de água ofertada os usuários demandarão até Y ou seja, até quando os benefí-

cios marginais superarem o valor cobrado. Isto ocasionará conflitos, pois a demanda será maior que a oferta. A cobrança de t^* , igual aos valores marginais de benefício e do custo no ótimo, a demanda será exatamente igual à oferta, X^* . Além disto, os usuários serão aqueles que tenham disposições a pagar iguais ou maiores que t^* sendo portanto supridas as demandas com maior valor atribuído pela sociedade.

Na abordagem ACE a curva de benefícios, devido às mesmas dificuldades anteriores, não será estimada. Por negociação política será estabelecido qual o suprimento que será realizado. Nesta situação, não se sabe exatamente qual vai ser a demanda, seja qual for o preço cobrado, embora não seja difícil se ter estimativas aproximadas em função do conhecimento dos tipos de usuários existentes. Por isto o instrumento mandato-e-controle da outorga deverá ser inicialmente empregado para evitar eventuais conflitos. Uma política de preços pode ser desenvolvida para, por tentativas, induzir a demanda ser igual à oferta.

O PUP E OS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Dadas as objeções práticas e teórico-conceituais relativas à ACB, parece absolutamente claro que a aplicação do PUP será mais facilmente aplicável no contexto de ACE. O que resta examinar é a questão de seu enquadramento na 1a. ou 2a. versão (Baumol & Oates x "modelo francês").

Parece que o caminho a ser escolhido deverá ser o da segunda via. Em primeiro lugar, porque a adoção estrita do modelo de Baumol & Oates leva a compromissos muito pesados, qualquer que seja o marco ou o cenário de objetivos de qualidade estabelecidos. E isto vale mesmo para o caso de uma marco de objetivos mais modestos, como o proposto pelos franceses, no início da década de 70. Com muito mais razão, é claro, para o caso dos ambiciosos objetivos de qualidade estabelecidos pelos norte-americanos no Clean Water Act, de 1972. De particular relevância, naturalmente, será a questão da incitatividade ou não das tarifas adotadas.

Uma ordem de considerações mais ampla, de caráter geral na análise econômica, levaria a indagar sobre a questão da ineficiência na alocação de recursos inerente à solução custo-efetiva, uma vez que, praticamente sempre, ela se encontra fora do ponto de igualdade entre benefício marginal e custo marginal. A resposta parece ser de duas ordens. Primeiramente, dadas as objeções apresentadas à ACB, principalmente no que tange à questão do nível e da distribuição da renda, o ponto "ótimo", o que quer que isso possa ser, não parece ter relevância na realidade de países em desenvolvimento, ainda mais se ele acarretar a não adoção de medidas (zero de abatimento). Finalmente, mesmo admitindo a relevância do ponto ótimo, a adoção de padrões de qualidade e de medidas custo-efetivas (deslocamento ao longo da curva de custo marginal de controle) para a sua consecução progressiva, é um gigantesco passo para a superação das ineficiências, estas sim gritantes, que resultariam de uma ampla aplicação do sistema de abatimento uniforme, fonte por fonte, inerente à política de mandato-e-controle atualmente adotada.

A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PAÍSES EUROPEUS

Vários países, notadamente da Comunidade Européia, tem adotado a cobrança pelo uso da água, com diferentes propósitos. Os mais adotadas são:

1. Recuperação de custo: visando a viabilização financeira dos sistemas hídricos através do rateio de seus custos entre os beneficiários;
2. Aumento de receitas: visando o aumento das receitas a serem destinadas a investimentos que, não necessariamente, beneficiam os pagadores da cobrança;

3. Incentivos à racionalização: racionalização econômica do uso da água através do estímulo a economias via cobrança pelo seu uso;
4. Substituição de tributos: parte de programas denominados Reforma Tributária Verde (Green Tax Reform) que visam desonerar o trabalho e a renda de tributos, orientando-os a atividades que façam uso de recursos naturais e poluam o ambiente.

Os dois tipos de cobrança serão a seguir analisados: pela derivação de água e pelo lançamento de efluentes no meio hídrico.

COBRANÇA PELA DERIVAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A Tabela 1 ilustra a situação de 5 países europeus, quanto a cobrança pela derivação de água bruta. O sistema mais amplamente aplicado é o de aumento de receitas. O uso dos recursos depende do país e varia entre investimentos em obras públicas a subsídios para sistemas de abastecimento.

Tabela 1 - Propósito da cobrança pela derivação de água em diferentes países e valores praticados

País		Recuperação de custo	Aumento de receitas	Incentivos a racionalização	Substituição de tributos	Valores cobrados (Euro\$/m ³)
França		×	×			0,01-0,02
Alemanha		×	× ^a	× ^a		0,02-0,53
Holanda	Nacional		× ^b	× ^c	× ^d	0,15
	Provincial					0,08
Portugal		× ^e	× ^e	× ^e		Não introduzida
Inglaterra e País de Gales		×				0,006-0,021

Notas: ^aDepende do sistema de cobrança dos Länders individuais; ^bTaxa provincial por retiradas de água subterrânea; ^cApenas águas subterrâneas; ^dIntroduzida em 1995 no âmbito da Reforma Fiscal Verde; ^eLegislação adotada em 1994 mas ainda não implementada

Alemanha

Na Alemanha a Gestão das Águas é responsabilidade dos Länders (províncias) e por isto os sistemas de cobrança variam. Valores mais altos são geralmente aplicados à captação de águas subterrâneas, especialmente quando suprem sistemas de abastecimento públicos. Em Hamburg e Hessen apenas a captação de águas subterrâneas é cobrada. Em Hamburg a introdução da cobrança teve por objetivo induzir aos detentores de direitos de uso de água subterrânea que não os usassem, a abrir mão dos mesmos, o que de fato ocorreu. Os valores de cobrança em Hesse são altos, tendo levado a redução de consumo de água de 11%, embora suspeite-se que parte desta redução seja resultado da diminuição da atividade econômica causada por outros fatores.

Em Baden-Württemberg cobra-se pela retirada da água das fontes superficial e subterrânea desde de 1987 (Smith, 1995). A cobrança pela água (“das Wasserpfenning”) é baseada no volume retirado, no tipo de fonte e no uso final da água, de acordo com a Tabela 2. Pequenas retiradas, menores que 2.000 m³/ano, são isentas de cobrança. O montante arrecadado pelo sistema desde 1988 tem sido, em média, US\$ 100 milhões/ano. Há uma certa relação en-

tre o montante arrecadado e um programa de investimentos, o “Ecology Programme”. Os recursos obtidos tem sido usados para compensar agricultores pelo efeito da redução do uso de fertilizantes e pela aplicação de agrotóxicos mais caros, porém menos agressivos ao ambiente, em programas de descontaminação da água. Este tipo de subsídio trabalha no sentido oposto ao princípio-poluidor-pagador mas se for adequadamente aplicado pode ser mais barato (custo-efetivo) do que o incremento de tratamento de água, devido especialmente a grande desconcentração dos pontos de poluição.

Tabela 2 - Valores cobrados pela retirada de água bruta em Baden-Wurttemberg - Alemanha (adaptado de Smith, 1995).

Manancial Hídrico	Usos	Preço US\$/mil m ³
Água subterrânea	Todos	60
	Irrigação	6
Água Superficial	Abastecimento público	60
	Outros fins	24

Holanda

Na Holanda a cobrança é aplicada apenas sobre a captação de águas subterrâneas devido a que as superficiais são abundantes. O objetivo é a redução localizada de explorações excessivas e, também, a reserva destes mananciais para o abastecimento público devido as suas melhores qualidades, quando comparadas com as águas de origem superficial. Duas componentes são aplicadas: as províncias aplicam valores relativamente baixos visando o financiamento de investigações para o desenvolvimento dos recursos de água subterrânea e para a planificação hídrica. A segunda componente faz parte do sistema nacional de tributação, inserida na Reforma Tributária Verde, e tem valores mais elevados.

Inglaterra e País de Gales

Na Inglaterra e País de Gales o objetivo é a recuperação de custos de regulação do sistema de recursos hídricos, atribuição da Agência Ambiental. O sistema de cobrança é composto de duas componentes: uma que é paga de uma só vez quando um usuário solicita a outorga de dado volume de água e a outra um valor anual que depende do volume derivado, do manancial⁴, da estação do ano⁵, e de um fator de perdas⁶. Valores distintos são aplicados em diferentes regiões para levar em consideração a escassez da água. No entanto, os valores são relativamente reduzidos e não há intenção que reflitam o valor real do recurso hídrico.

O sistema de cobrança da segunda componente é baseado na seguinte fórmula (Dubourg, 1995):

$$\$/\text{ano} = V \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \text{SUC}$$

onde V é o volume anual outorgado, A é o fator de fonte, B é o fator sazonal, C é o fator de perdas e SUC é a cobrança unitária padrão (standard unit charge) da região. Os fatores (A, B e C) impõem relativa penalidade aos usuários. O fator A (variando de 0,2 a 3,0) relaciona-se com o fato da fonte abastecedora ser ou não administrada diretamente pela NRA. A água subterrânea recebe o menor peso entre as fontes. No verão, o fator B tem o maior valor (1,6). Aqueles consumidores com maior grau de perdas nos seus sistemas de abastecimento possuem maior fator C. Por exemplo, para a irrigação por aspersão, tem-se C = 1 e para abastecimento público C = 0,6. A cobrança unitária padrão (SUC) reflete os custos administrativos da NRA em cada região do país. Ela varia de US\$ 10 a 28/mil m³ de água aproximadamente. O sistema cobra dos usuários de uma região o mesmo preço unitário, independente da água estar sendo retirada de um manancial super explorado ou não.

⁴ Manancial: valores maiores são cobrados quando obras hidráulicas são utilizadas para suprir a água.

⁵ Estação do ano: valores cobrados maiores no verão devido às menores disponibilidades.

⁶ Consumo de água: que parte da água é consumida no uso, e que parte retorna ao ambiente.

Apesar de alguma penalidade achar-se implícita, o mecanismo de cobrança inglês – baseado apenas nos custos administrativos da NRA – não estimula a eficiência econômica por subestimar o valor da água, permitindo que os preços se encontrem abaixo do custo marginal de longo prazo (Rees, 1997). Os maiores usuários de água são as companhias de abastecimento público, cerca de 75% do total se for excluído do cômputo a água de refrigeração usada pelas usinas termoelétricas. Porém estas companhia pouco podem fazer pela redução de consumo pois ele depende dos consumidores finais e 92% da rede não é hidrometrada. Se o valor cobrado pela água bruta fosse alto isto poderia induzir as companhias a reduzirem as perdas físicas na rede de distribuição. Como não é este o caso não existem incentivos para que isto ocorra.

Portugal

Em Portugal, embora o sistema de cobrança não tenha ainda sido implementado, o propósito é a sua introdução objetivará o financiamento de infraestruturas hídricas. Os valores serão relativamente maiores para o uso industrial, comparado com a agricultura e o abastecimento público, e para captações em mananciais vulneráveis (relação água usada e disponível é baixa). Os valores serão também maiores para os usuários que tenham um consumo superior a um valor recomendado, visando ao estímulo de uma maior eficiência de uso.

França

Neste país o sistema de cobrança é baseado na escassez da água e em quanto dela retorna ao ambiente. Os valores cobrados geralmente são altos para captações em trechos de montante, onde as águas costumam ser menos poluídas. Também mais altos são cobradas as captações de água subterrânea. Os recursos obtidos são usados, como já foi comentado previamente, para financiar novos investimentos na melhoria da infraestrutura hídrica.

O valor cobrado é estabelecido pelo Conselho de Administração da Agência de Água tendo por referência os investimentos previstos no plano de bacia. A água para uso doméstico e industrial é cobrada tendo por base três elementos: volume de água derivado durante o período de estiagem, uso consuntivo (valor anterior multiplicado por um fator de consumo) e local de derivação. Para o uso agrícola, a cobrança é estimada como função do volume de água derivado durante a estação de estiagem. A Tabela 4 apresenta os valores de cobrança para as regiões de Artois-Picardie e Seine-Normandie. A cobrança total é a soma da parcela I, referente a captação, com a II, referente ao uso consuntivo.

Tabela 3 - Valores cobrados pela retirada de água bruta em - França (Alvarez, 1997).

Manancial Hídrico	Artois-Picardie		Seine-Normandie	
	Parcela I (US\$/mil m ³)	Parcela II (US\$/mil m ³)	Parcela I (US\$/mil m ³)	Parcela II (US\$/mil m ³)
Água Subterrânea	18	----	16	26
Água Superficial	1,6	36	0,5	26

Comentários sobre a cobrança sobre retirada de água

Nos quatro países onde a cobrança está implementada, seus valores são relativamente baixos em relação às tarifas de água potável e os incentivos para a racionalização de uso são igualmente modestos. Isto remete à um ponto importante, relacionado à implantação do sistema de cobrança em países em desenvolvimento, pois o exemplo internacional não caracteriza o uso deste instrumento como forma de racionalização do uso da água.

Com muita probabilidade, nos passos iniciais da implantação deste sistema, devem ser buscados objetivos de viabilização financeira, com maior ênfase, do que os objetivos de racionalização econômica. Este ponto será melhor aprofundado adiante.

No entanto os valores relativamente altos cobrados pelo uso de águas subterrâneas, relativamente às águas superficiais, tem estabelecido incentivos para o uso das últimas, especialmente quando apenas a primeira é cobrada.

COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Os propósitos de cobrança em cada país são apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 - Propósito da cobrança pelo lançamento de efluentes

País	Recuperação de custos	Aumento de receitas	Incentivos à racionalização
França	× ²	×	
Alemanha	× ²	×	×
Holanda	×	×	
Portugal ¹	×	×	×
Inglaterra e País de Gales	×		

Notas: ¹Legislação adotada em 1994 mas ainda não implementada; ² Recuperação parcial de custos

Inglaterra e País de Gales

Na Inglaterra e País de Gales o sistema de cobrança de lançamentos é projetado para recuperar os custos da Agência Ambiental, em suas funções de controle da poluição. O valor anual de cobrança cobre os custos administrativos para emissão das licenças de lançamento e os custos de monitoramento de qualidade da água. Como estes últimos dependem do tipo de poluição e do corpo receptor, o valor cobrado pode variar. Isto ocorre, por exemplo, quando há possibilidade de presença de componentes orgânicos com riscos à saúde pública e ao meio ambiente, ou em corpos de água vulneráveis.

A cobrança é anual e baseada na seguinte fórmula:

$$\$/\text{ano} = CV \cdot CE \cdot CR \cdot \text{ACFF}$$

onde CV é um coeficiente em função do volume máximo diário admissível de efluente (especificado no sistema de permissões); CE é um coeficiente em função do tipo de efluente; CR é um coeficiente dependente do corpo hídrico receptor (superficial, subterrâneo, estuário) e ACFF, a cobrança anual (em libras/ano).

O coeficiente CV varia de um valor de 0,3 (para volumes entre 0 a 5 m³) até um valor de 14 (para volumes superiores a 150.000 m³). O coeficiente tipo de efluente tem faixas de variações entre 0,3 e 14. O coeficiente corpo hídrico receptor assume o valor de 0,5 para o caso das águas subterrâneas, 1 para águas superficiais e 1,5 para o caso dos estuários. A cobrança anual (ACFF - Annual Charge Financial Factor), uniforme para todas as regiões do país, foi no período 1995/96 de 401 libras esterlinas.

Os valores cobrados são inferiores aos praticados nos demais países. Por exemplo, há indicativos de que o sistema inglês arrecada entre metade e um quarto do arrecado pelo sistema alemão.

Alemanha

Neste país cobra-se das fontes industriais e municipais que lançam diretamente seus efluentes em águas superficiais (rios, lagos e mares) e águas subterrâneas. Os lançamentos indiretos, como os das fontes que descarregam efluentes em sistemas de tratamento dos municípios, não são cobrados. A cobrança funciona conjuntamente com o sistema de permissões, é administrada por cada Estado e a arrecadação utilizada na melhoria da qualidade de água.

O sistema alemão é baseado em uma fórmula que considera as unidades de poluição lançadas (tendo por referência a poluição de um indivíduo), o volume e valores de referência para a concentração de poluentes no efluente (padrões de emissão) previstos para o ano seguinte. Este são calculados como aqueles que seriam obtidos pela "melhor tecnologia disponível" para o ramo industrial específico.

Isto incorpora grandes incentivos à redução das descargas pois os valores cobrados são reduzidos em 75% quando os padrões de emissão são atingidos. Este incentivo é no entanto reduzido nos anos seguintes de forma a encorajar a redução ainda maior das descargas, através do estabelecimento de novos padrões de referência. Os incentivos são aplicados já na fase de construção da planta de tratamento (estimada como 3 anos). Valores de cobrança são também adotados nacionalmente, independentemente da capacidade de assimilação do corpo receptor.

Os valores cobrados tem seus valores aumentados ano a ano. Cobrava-se por uma unidade de poluição em 1981, 1993 e 1997, respectivamente, US\$ 5,33, US\$ 36 e 70 marcos alemães, respectivamente. Em 1990 a arrecadação com a cobrança pela poluição foi da ordem de DM 340 milhões, com custos de administração do sistema em torno de DM 50 milhões.

Holanda

A cobrança de lançamentos é baseada no número de "equivalente - populacional" gerado pelo poluidor e deve financiar o custo de controle das atividades poluidoras. Uma residência doméstica, por exemplo, paga um valor correspondente a três equivalente - populacionais ou a um equivalente, quando nela reside apenas um morador. Três categorias de indústrias são consideradas em função do respectivo tamanho: pequena (com cobrança fixa), intermediária (cobrança variável em função do número de empregados, tipo de atividade, consumo de água e de matéria-prima) e grande (cobrança variável em função da medição da quantidade e da concentração das emissões). O valor da cobrança na Holanda é tido como alto quando comparado com o de outros países europeus.

França

Na França a cobrança ("redevance") aplica-se a toda pessoa pública ou privada que contribua para a degradação das águas em uma bacia. O valor a ser cobrado é estabelecido pelo Conselho de Administração da Agência de Bacia considerando as despesas plurianuais previstas nos programas de despoluição. Este valor é revisto a cada ano a fim de ser atualizado conforme o programa de investimentos, ele é, portanto, diferente de uma bacia para outra em função dos objetivos de qualidade estabelecidos. A Tabela 6 apresenta os parâmetro poluentes e os respectivos preços unitários cobrados em 1992 pela Agência de Bacia Sena-Normandia. Estes preços eram aplicados sobre a descarga de efluentes média diária no mês mais seco, onde portanto as condições de diluição são mais críticas.

Tabela 5 - Parâmetros e respectivos preços unitários em 1992 pela Agência Sena-Normandia - França (Tarquínio, 1995).

Parâmetro	Preços Unitários (F/kg/dia)
MES (Matérias em suspensão)	113,93
MO (Matérias oxidáveis) ¹	249,69
MN (Matérias nitrogenadas)	213,69
MI (Matérias inibidoras)	3.502,00
SS (Sais solúveis)	2.380,00

¹: $MO = (DQO + 2.DBO_5)/3$

A poluição doméstica é cobrada anualmente, calculada por município ou grupo de municípios. A cobrança é realizada pela companhia concessionária dos serviços de água e esgoto e é o resultado de um produto entre a poluição individual, a população do município, o coeficiente de aglomeração (função da densidade populacional), o coeficiente de coleta (função das dificuldades de coleta) e o coeficiente de zona (que considera aspectos locais refletindo a decisão de penalizar mais certas zonas do que outras). Arbitrou-se que 1 habitante gera 162 g de substâncias de poluentes ao dia, sendo 90 g de MES; 57 g de MO e 15 g MN. Não são cobrados municípios com menos de 400 habitantes. Para o caso da poluição industrial, a cobrança é calculada em função de uma estimativa da quantidade de contaminação produzida em um dia normal do mês de maior lançamento de esgotos no corpo hídrico. Não existe, portanto, medição direta. As Agências de Bacia se utilizam de um Quadro de Estimativa Fixa (QEF) que estabelece, para cada tipo de atividade industrial, as quantidades de lançamento dos parâmetros. A Tabela 6 apresenta um exemplo deste QEF. Apesar das críticas de que os valores da cobrança francesa são muito baixos para incentivar mudanças no comportamento do poluidor, a arrecadação cresceu de 0,7 bilhões de dólares/ano (1987-1991) para 1,6 bilhão/ano (1992-1996) segundo dados de 1997 da OECD.

Tabela 6 - Quadro de Estimativa Fixa

Categorias industriais	MN (kg)	MI (kg/equitox)	SS (mho/cm). M ³	MF (kg)
Couros e peles - tratamento de peles brutas salgadas				
- Curtimento ao cromo	8	2,5	0,4	0,3
- Curtimento vegetal	8	2,5	0,4	0,3
Papéis e papelões				
- Kraft			0,03	
- A partir de pasta mecânica			0,01	
Indústrias alimentícias				
- Conservas de ervilhas	1,2			0,3
- Legumes feculentos	1,2			0,3
Fábrica de ácido fosfórico para produção de adubos fosforados		Pm		18.000

Portugal

O sistema português, ainda não implementado, adota a ótica de aumento de receitas mas também introduz um sistema de incentivos ao controle da poluição. Os poluidores poderão solicitar a redução de 25% dos valores cobrados caso atinjam padrões de emissão e,

também como na Alemanha, esta redução pode beneficiá-los já na fase de construção da estação e tratamento (3 anos).

Comentários sobre a cobrança pelo lançamento de poluentes

Todos os sistemas, exceto o da Inglaterra e País de Gales, são voltados ao aumento de receitas. Porém, apresentam algumas diferenças. Enquanto o sistema francês leva em consideração a capacidade de assimilação do corpo receptor e o impacto dos lançamentos, o sistema holandês aplica um valor unitário de cobrança independentemente destes aspectos. No entanto, este último aplica valores de cobrança superiores ao primeiro e, devido a isto, tem sido mais efetivo no controle da poluição.

Os recursos arrecadados nos sistemas francês, holandês e alemão são usados para financiar estudos, pesquisas e investimentos no controle da poluição. Já os recursos a serem arrecadados pelo sistema português deverão ser usados na preparação de Planos de Bacia (50%) e para a implementação do Plano Nacional de Água no que se refere ao financiamento de obras de controle da poluição (50%).

Como no caso da cobrança de derivação de água, nenhum dos sistemas de cobrança pelos lançamentos são estabelecidos para modificar significativamente o comportamento dos poluidores. Apenas na França e na Inglaterra e País de Gales a capacidade de assimilação do corpo receptor é considerada no estabelecimento do valor a ser cobrado. No entanto, os valores são inferiores aos praticados na Holanda e na Alemanha e, por isto, seu impacto no poluidor tem sido baixo. Mas as autoridades alemãs consideram a cobrança pela poluição como um incentivo maior para redução da poluição pontual do que as abordagens mandato-e-controle, como as licenças de lançamentos. Este sucesso deve ser creditado aos altos valores cobrados, que têm sido incrementados sistematicamente ao longo do tempo.

Para fins de comparação dos valores cobrados pelos países analisados os resultados de um estudo (UITERKAMP, LEEK e LOHMAN, 1995) serão apresentados. Foi suposto que um efluente hipotético contendo metais tóxicos fosse submetido à cobrança. Dois cenários foram considerados: no primeiro foram estimados os valores de cobrança que seriam adotados, sem qualquer tratamento; no segundo, os valores que seriam aplicados caso o efluente fosse tratado pela "melhor tecnologia disponível" e, portanto, apenas a poluição remanescente fosse objeto de cobrança. A Tabela 8 resume os resultados.

Verifica-se que os valores cobrados na França e na Inglaterra e País de Gales seriam relativamente menores e o grande incentivo que ocorreria na Alemanha caso a "melhor tecnologia disponível" fosse adotada. As melhorias esperadas de concentração de poluentes em todos os casos são apresentadas na Tabela 9

Tabela 7 - Valores hipotéticos de cobrança aplicados a efluente com metais tóxicos nos países europeus

País	Cenário 1	Cenário 2	Diferença
França ^a	4241	1316	2925
Alemanha ^b	52132	4458	47674
Holanda	48103	15500	32603
Inglaterra e País de Gales ^c	4409	4409	0

Notas: ³ Exemplo francês foi aplicado à bacia do Rhin-Meuse; ⁴ No exemplo alemão o cenário 2, com aplicação da "melhor técnica de abatimento" permite a redução de 75% no valor cobrado; ⁵ No exemplo do Reino Unido supôs-se que a descarga de efluentes é categorizada como "Banda 2" (presença de metais potencialmente tóxicos).

Tabela 8 - Reduções esperadas nas concentrações dos poluentes com a "melhor tecnologia disponível"

Parâmetros (em mg/l)	De	Para
Demanda química de oxigênio	400	100
Demanda bioquímica de oxigênio	100	20
Sólidos em suspensão	40	20
Carbonos halogenados	1	0,1
Nitrogênio total	20	10
Nitrogênio reduzido	10	5
Fósforo total	1	0,5
Níquel, cobre e chumbo	1	0,5
Cromo	0,1	0,01

ESTUDOS SOBRE A COBRANÇA NO BRASIL

Exceto no Estado do Ceará ainda não foi implementada a cobrança pelo uso de água no Brasil, nos moldes preconizados pela lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos. Alguns estudos relacionados ao tema serão apresentados, visando a estabelecer referências relacionadas às formas e montantes de cobrança a serem praticados.

O CUSTO INCREMENTAL DE DISPONIBILIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA NO BRASIL

O custo de obtenção (disponibilização, captação, derivação) de água varia grandemente, dependendo de como ela está disponível e de como ela é demandada, em ambos os casos, nas dimensões temporal e espacial. Além das demandas estabelecerem exigências quantitativas existem também as de ordem qualitativa. Pode haver, por exemplo, escassez hídrica junto ao maior reservatório de água superficial que existe, o oceano. Ocorre que a demanda de qualidade não pode ser atendida, a não ser que grandes investimentos sejam realizados no processo de dessalinização.

Quando as demandas, sob o ponto de vista temporal, não são atendidas pelas disponibilidades hídricas, uma das possibilidades de ocorrência está ilustrada na Figura 4, referentes à situação na bacia do rio Paracatú, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, Brasil.

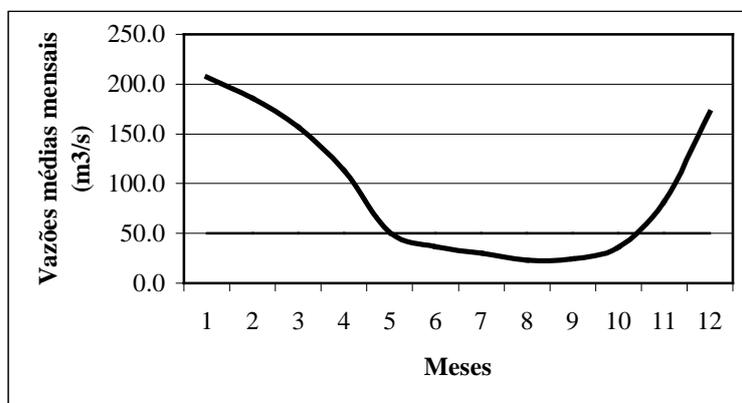


Figura 4 – Médias das vazões mensais no rio Paracatú na seção hidrométrica de Paracatú, MG

As médias das vazões mensais são apresentadas variando entre cerca de 200 m³/s em janeiro e 20 m³/s em setembro. Se uma demanda de 50 m³/s deve ser suprida nesta seção, isto será possível apenas se as vazões que ocorrem na estação úmida, que geralmente excedem este valor, sejam armazenadas para suplementar as vazões naturais no período de estiagem, que geralmente são inferiores a 50 m³/s. Caso este valor de demanda diminua, as necessidades de armazenamento diminuirão; caso aumentem, elas também aumentarão até um ponto onde mesmo com armazenamento não será mais possível suprir a demanda. Neste caso, uma alternativa seria a de se buscar água em outras bacias e transferi-las para esta seção. Portanto, duas alternativas mais comuns de suprimento a demandas, quando existe escassez permanente ou sazonal de disponibilidade hídrica natural, são a transferência espacial de disponibilidades, através de canais ou adutoras, ou o armazenamento, situação em que se realiza uma transferência temporal: dos períodos com maior para aqueles com menor disponibilidade.

O custo da transferência espacial depende do volume transportado, da distância, da topografia e do solo onde será assentado o canal ou a adutora. Não existe um valor de referência a ser estabelecido.

O custo da transferência temporal, ou do incremento de disponibilidades por regularização, sem transferência espacial, varia em função da variabilidade das vazões, da evaporação, da topografia do local do reservatório e da geologia onde será assentado.

Dois situações são apresentadas: a oferta de água para abastecimento na bacia do rio Curú, no estado do Ceará, região semi-árida tropical, e na bacia do rio Vacacaí, Rio Grande do Sul, região temperada úmida, no Brasil.

Disponibilização incremental de água na bacia do rio Curú, CE

O valor da infra-estrutura hidráulica implantada ou a ser implantada na bacia do Rio Curú, região semi-árida do estado do Ceará, foi estimado a partir dos dados financeiros obtidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - COGERH em Setembro de 1994. Tanto os açudes já implantados (Frios, Petencoste e Tejuçuoca) quanto os projetados (Melancia, Paulo e Jerimum) foram analisados para se ter uma base amostral mais ampla. A estimativa considerou a dimensão do açude e os custos unitários obtidos nas planilhas elaboradas pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, tendo como base os custos unitários do mês de julho de 1994. Os valores obtidos seriam os custos para a construção dos açudes nessa data, considerado como base adequada para estimativa de seus valores econômicos atuais. A Tabela 10 apresenta os resultados.

Outra base de referência, apresentada na mesma tabela, foi o custo da água disponível. A descarga regularizada foi obtida dos estudos constantes do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará. O custo de oferta incremental de água em cada açude foi estimado dividindo a anuidade para recuperação do investimento em períodos de 20 ou 50 anos, calculada com taxas de desconto 8% ou 11%, pela vazão garantida do açude. Foram calculadas também as médias dos custos de oferta, ponderados pela vazão garantida.

Nota-se que os açudes de Tejuçuoca e Petencoste, já construídos, são o que apresentam, surpreendentemente, os valores mais desfavoráveis. O açude com menor custo por m³ é Frios, que também já se acha construído. Na situação mais favorável, 50 anos de recuperação do capital e taxa de 8% ao ano, o custo ponderado para todos os açudes é da ordem de US\$ 27,7 por 1000 m³. Na mais desfavorável, 20 anos e 11% de taxa, o custo foi de US\$ 47,70 por 1000 m³. Os açudes a serem construídos apresentam custos por 1000 m³ próximos, na ordem de US\$ 22 a US\$ 35, nas situações mais e menos favorável, respectivamente. Estes valores incluem apenas os investimentos, não sendo acrescentados os custos de administração, operacionais e de manutenção.

Disponibilização incremental de água na bacia do Rio Vacacaí, RS

A bacia do rio Vacacaí, estado do Rio Grande do Sul, com clima temperado úmido, é utilizada para irrigação do arroz por inundação. O Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CONRHIRGS) contratou estudos hidrológicos e econômicos para dois aproveitamentos, um composto pelo reservatório denominado VAC-4 e outro composto por dois reservatórios em série que irrigam a mesma área, denominados VAC-6 e VAC-7. A Tabela 12 apresenta os dados de interesse.

Note-se a coerência entre os custos de incremento da oferta de água em ambos sistemas e a discrepância, esperada devido às condições hidro-climatológicas distintas, com os valores obtidos para a bacia do rio Curú. De fato, no Rio Grande do Sul os custos são quase a metade daqueles obtidos no Ceará. Cabe igualmente comentar que para os padrões regionais do Rio Grande do Sul estes reservatórios são considerados caros, ou seja, o custo incremental da água é usualmente inferior aos valores apresentados.

Outros exemplos

Além dos citados previamente, outros estudos relacionados a custos de vazões regularizadas são apresentados na Tabela 13. Nela acham-se reservatórios brasileiros, já construídos ou em projeto. Foram estimados, para cada um, os custos de investimento e suposto que seriam amortizados em 50 anos com taxa de juros de 8% ao ano. Como base de comparação, no Oriente Médio, o custo da água pode atingir valores da ordem de US\$ 600 / mil m³ (ALLAN, 1998), através de transferências temporais e espaciais, o que pode ser considerado um limite superior, resultante de condições especialmente impróprias.

Nota-se pelos resultados que não há tendência do custo de água variar com o investimento ou com a vazão regularizada. Ocorre uma tendência lógica do custo da água ser menor no Rio Grande do Sul, Sul do Brasil, do que no Ceará, Nordeste, devido à menor variabilidade do regime de vazões no primeiro, e à maior taxa de evaporação no segundo caso. No entanto, as condições excepcionais de alguns reservatórios no Ceará determinam um custo da água inferior aos apresentados no Rio Grande do Sul mostrando a preponderância de fatores topográficos e geológicos sobre os hidrológicos.

Algumas outras alternativas não tradicionais para incremento de disponibilidades de água são resumidas nos aspectos que interessam a este texto na Tabela 14. Verifica-se que a maior parte delas são caras ou, como no caso de tratamento de esgotos para reuso, têm usos limitados pela qualidade da água resultante. Algumas práticas apresentam grandes amplitudes de custo, significando suas dependências quanto a fatores ambientais.

A DISPOSIÇÃO A PAGAR PELO FATOR ÁGUA NO BRASIL

Poucos estudos são encontrados sobre a disposição a pagar pelo fator água no Brasil, apesar das dúvidas existentes se o custo da oferta poderá ser superado por esta disposição. Serão apresentados a seguir algumas situações para as quais foram encontradas informações tendo por objetivo a comparação com os valores previamente analisados. A disposição a pagar será obtida a partir da análise sobre o comportamento do consumidor de água, procurando identificar o preço que o colocaria na situação limite entre aquela em que usa (e paga) pela água e aquela que não a usa, buscando ou suprimentos alternativos ou atividades alternativas que não usem água.

Tabela 9 - Custo incremental médio da água na bacia do Rio Curú

Recuperação do investimento		20 anos			50 anos			20 anos		50 anos	
Taxa de Desconto		11%			11%			8 %		8%	
Açude	Custo Investimento (mil US\$)	Vazão regularizada (mil m ³ /ano)	Anuidade (mil US\$/an)	Custo da água (US\$/mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	
Petencoste	50.578	134.028	6.347	47	5.594	42	5.149	38	4.137	31	
Frios	3.108	20.183	390.	19	344	17	317	15	254	12	
Tejuçuoca	5.332	12.299	669.	54	590	48	543	44	436	35	
Melancia	4.900	18.290	615	34	542	30	499	27	401	22	
Paulo	3.224	12.299	405	33	357	29	328	26	264	21	
Jerimum	2.253	7.600	282	37	250	33	229	30	184	24	
Média ponderada (US\$/1000 m ³)				42,5		37,5		34,5		27,7	

Tabela 10 - Custo incremental médio da água na bacia do Rio Vacacaí, RS

Recuperação do investimento		20 anos			50 anos			20 anos		50 anos	
Taxa de Desconto		11%			11%			8%		8%	
Açude	Custo Investimento (mil US\$)	Vazão regularizada (mil m ³ /ano)	Anuidade (mil US\$/an)	Custo da água (US\$/mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	Anuidade (US\$/ ano)	Custo da água (US\$/ mil m ³)	
VAC(4)	8.416	48.599	1.057	22	931	19	857	18	688	14	
VAC(6+7)	7.982	43.865	1.003	23	883	20	813	18	652	15	
Média ponderada (US\$/1000 m ³)				22,5		19,5		18,0		14,5	

Tabela 11 – Custo de incremento de disponibilidade natural de água por regularização em alguns reservatórios brasileiros

Reservatório	UF	Custo de amortização (US \$/ano)	Vazão regularizada (mil m ³ /ano)	Custo de água (US \$/mil m ³)
Frios ¹	CE	254.000	20.813	12,2
Vacacaí 4 ¹	RS	688.000	48.599	14,2
Castanhão ²	CE	16.178.585	1.135.300	14,3
Vacacaí 6 e 7 ¹	RS	652.000	43.865	14,9
Angicos ²	CE	368.035	22.930	16,1
Paulo ¹	CE	264.000	12.299	21,5
Melancia ¹	CE	401.000	18.290	21,9
Castro ²	CE	328.066	12.610	26,0
Jerimum ²	CE	220.454	7.600	29,0
Ubalzinho ²	CE	239.826	7.990	30,0
Pentecoste ¹	CE	4.137.000	134.028	30,9
Tejuçuoca ¹	CE	436.000	12.299	35,5
Cachoeira ²	CE	221.328	5.740	38,6
Apertado ²	CE	241.457	2.390	101,0
Graça ²	CE	232.383	1.260	184,4

¹Lanna, 1995; ² Araújo, 1996

Uso de água para a irrigação na Área-Programa de Barra do Garças, MT

A disposição a pagar para o uso de água na irrigação pode ser estimada pelo incremento da renda líquida do agricultor quando passa da agricultura de sequeiro para a irrigada. Caso o preço da água iguale a este incremento de renda líquida, o agricultor estará na situação de indiferença entre adotar ou não a irrigação.

LANNA, BELTRAME e GIASSON (1992) realizaram uma análise econômica da irrigação na área programa de Barra do Garças, estado do Mato Grosso, que será adotada para estimativa da disposição a pagar. Esta região é limitada pelos rios Xingú, a oeste, e Araguaia, ao leste. Entre estes passa o Rio das Mortes, que aflui ao Araguaia já fora da área de interesse, e a divide em duas zonas com aptidões distintas para a irrigação: entre o rio Xingú e o rio das Mortes, a aptidão é para irrigação por aspersão de soja e milho. Entre o rio das Mortes e o rio Araguaia a aptidão é para o arroz irrigado por inundação.

Todos os fatores de custo foram considerados na análise, exceto a remuneração do trabalho do agricultor. As produtividades e rendas incrementais, conforme estimados pela Secretaria de Agricultura do Mato Grosso, são apresentadas na Tabela 15.

Irrigação de arroz por inundação

Para o arroz foi adotado como padrão uma área de 100 hectares com duas safras anuais: a primeira tem a irrigação iniciada em novembro e finalizada em fevereiro; a segunda tem a irrigação iniciada em maio e finalizada em agosto. Foram analisadas três possibilidades de administração de água:

- por gravidade;
- por recalque com grupo moto-bomba a diesel; e
- por recalque com bomba elétrica.

Tabela 12 - Tecnologias não tradicionais de incremento de disponibilidades de água (dados de OEA, 1997, a não ser os relativos a carro-pipa que foram retirados de Campos et alii, 1997)

Tecnologia	Usos indicados	Custo (US \$/mil m ³)	Observações
Coleta de água de chuva em telhados	Domésticos e em agricultura de menor escala	2.000 – 5.000	Varia dependendo da localização do armazenamento e do tipo utilizado de material.
Coleta de água a partir de cerrações (neblinas)	Doméstico, agricultura e pecuária; industrial	3.000	Valores do Chile; variam com a região.
Captação de escoamentos utilizando estruturas superficiais e subterrâneas	Agricultura e pecuária; doméstico; indústria e mineração	100 – 2.000	Valores do Equador.
		600 – 1.200	Valores da Argentina.
		660	Custo de projeto que armazenava 3.000 m ³ .
Transporte de água por navios	Geral	1.500, nas Bahamas	Custo é geralmente alto e declina com a quantidade transportada.
Transporte de água com carros pipas	Usos domésticos	910 – 11.140	Custo varia com distância transportada.
Desalinização por Osmose Reversa	Doméstico; industrial e mineração; agricultura	4.600 – 5.100, nas Bahamas; 120 – 370, no Brasil	– Depende da localização, tamanho da planta, e tipo de água a ser dessalinizada, sendo a água de mar a mais cara.
Desalinização por destilação	Doméstico, industrial, mineração e agricultura	1.470	Valores do Chile.
		4.310	Valores das Antilhas Holandesas.
Tratamento de águas de esgotos	Agrícola, irrigação de jardins, indústria e mineração	9 – 34	Estações de tratamento.
		3 – 15	Técnica: lagoas de estabilização.
		12 – 25	Técnica: disposição no solo.

Tabela 13 - Incremento mínimo de produtividade com irrigação. Fonte : SA-EMG(1987)

Cultura	Produtividade (kg/ha)		Preço mínimo (US\$/ton)	Renda incremental (US\$/ha)
	Sequeiro	Irigado		
Arroz	1.390	3.500	156	329,16
Milho	2.850	7.000	117	485,55
Soja	2.180	3.200	257	262,14

A necessidade de irrigação foi calculada por balanço hídrico. O consumo anual de água esperado por hectare é de 14.780 m³ ao ano, sendo 3.060 m³ na safra de verão, período úmido, e 11.720 m³ na safra de inverno, período seco, o que estabelece um valor para as necessidades de 0,35 l/s/ha no verão e 1,35 l/s/ha no inverno. Este valor é inferior àqueles usualmente praticados (2 a 3 l/s/ha) e, portanto, subentendem a situação de uso eficiente da água que será induzido pela cobrança.

As Tabela 14 a Tabela 16 apresentam os resultados da análise econômica considerando 6 períodos de análise, entre 5 e 30 anos, e dois critérios: o da rentabilidade, ou seja,

da taxa interna de retorno, e o dos benefícios líquidos, que são apresentados em duas versões: a do valor presente e a do valor equivalente anual. Adotou-se a taxa de desconto 12% ao ano nesses casos. Uma terceira coluna apresenta os valores que interessam à presente análise: o valor da anuidade equivalente por mil m³. Ele representa o que poderia ser considerada como uma estimativa da disposição a pagar do agricultor pelo fator água. Caso o valor apresentado seja cobrado os benefícios líquidos, e portanto a rentabilidade, serão nulos.

Tabela 14 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação, energia diesel, por hectare

Períodos de análise (anos)	Rentabilidades (%)	Benefícios líquidos (US\$)		
		Valor presente	Anuidade equivalente	Anuidade / mil m ³
5	7,1	-108,6	-30,1	<0
10	11,9	-2,8	-0,5	<0
15	12,6	25,3	3,7	0,25
20	13,3	61,6	8,2	0,55
25	13,5	71,0	9,0	0,61
30	13,7	84,2	10,4	0,70

Tabela 15 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação, energia elétrica, por hectare

Períodos de análise (anos)	Rentabilidades (%)	Benefícios líquidos (US\$)		
		valor presente	Anuidade equivalente	Anuidade / mil m ³
5	18,9	186,3	51,7	3,5
10	23,9	490,5	86,8	5,9
15	24,5	626,3	91,9	6,2
20	24,8	718,4	96,2	6,5
25	24,9	763,9	97,4	6,6
30	25,0	793,6	98,5	6,7

Tabela 16 - Índices econômicos para irrigação do arroz por inundação por gravidade, por hectare

Períodos de análise (anos)	Rentabilidades (%)	Benefícios líquidos (US\$)		
		Valor presente	Anuidade equivalente	Anuidade / mil m ³
5	43,6	861,7	239	16,2
10	47,0	1.525,7	270	18,3
15	47,2	1.875,2	275	18,6
20	47,2	2.097,1	281	19,0
25	47,3	2.214,3	282	19,1
30	47,3	2.228,4	276	18,7

Nota-se que o uso de moto-bomba a diesel exige longo período para que as rentabilidades atinjam valores aceitáveis. Mesmo na situação mais favorável, em que a água é aduzida por gravidade, as rentabilidades tornar-se-ão reduzidas caso o fator água seja cobrado na faixa de US\$ 16 a 18 por mil m³, valores de custo de oferta de mil m³ de água na

bacia do rio Vacacaí. Isso mostra a pequena disposição a pagar pelo fator água nas culturas de arroz irrigado, devido ao excessivo consumo desse fator.

Irrigação de soja e milho por aspersão

Para a soja e milho, plantados no mesmo plano agrícola anual, com duas safras, dois métodos de irrigação foram considerados como mais prováveis de serem utilizados: a aspersão convencional, em 25 hectares, e o pivô central, em 100 hectares. Foi suposto que a área a ser irrigada dispõem de fonte hídrica à distância de 500 m, onde faz a captação por bombeamento eletro-mecânico ao fio de água. Apenas a utilização de energia elétrica no ponto de captação foi prevista já que no caso do arroz havia sido verificada a baixa eficiência econômica do uso de motores a diesel (Tabela 16).

O consumo anual de água esperado por hectare, calculado por balanço hídrico, foi de 2.990 m³ ao ano, sendo 170 m³ na safra de verão e 2.820 m³ na safra de inverno, o que resulta o valor de 0,33 l/s/ha de necessidade na safra de inverno, que é a estação seca. Trata-se, como no caso do arroz, de um uso eficiente da água, supostamente induzido pela sua cobrança, já que os valores usualmente adotados são da ordem de 0,5 a 1 l/s/ha.

As Tabela 19 e Tabela 20 apresentam os mesmos índices econômicos calculados para o arroz. Nota-se, particularmente quando se adota o método de irrigação por aspersão com pivô central, disposições de pagamento que permitem a adoção da cobrança pelo fator água, com os custos de oferta do rio Vacacaí ou, até mesmo, do Curú.

Tabela 17 - Índices econômicos para irrigação por aspersão convencional de soja e milho, por hectare

Períodos de análise (anos)	Rentabilidades (%)	Valor presente dos benefícios líquidos (US\$)		
		Total	Anuidade equivalente	Anuidade / mil m ³
5	14,9	199,1	55,2	18,5
10	17,7	585,8	104	34,7
15	18,9	873,7	128	42,9
20	19,0	962,7	129	43,1
25	19,1	1.048,3	134	44,7
30	19,2	1.093,1	136	45,4

Tabela 18 - Índices econômicos para irrigação por pivô central de soja e milho, por hectare

Períodos de análise (anos)	Rentabilidades (%)	Benefícios líquidos (US\$)		
		Valor presente	Anuidade equivalente	Anuidade / mil m ³
5	20,4	505,0	140	46,8
10	23,2	1.005,1	178	59,5
15	24,1	1.325,3	194	65,1
20	24,2	1.463,3	196	65,5
25	24,3	1.568,3	200	66,8
30	24,3	1.619,7	201	67,2

Uso de água para irrigação no Sudeste de Santa Catarina

Esta é uma região temperada úmida com solos de várzeas aptos à irrigação do arroz por inundação, com cerca de 100.000 ha já desenvolvidos. A maior restrição para expansão da área cultivada é a carência de água.

A disposição a pagar do agricultor pela água é calculada tendo por base um levantamento dos custos de produção realizado por BECK (1995), resumido na Tabela 21. Supõe-se que a produtividade é de 110 sacos de arroz por hectare, ou 5.500 kg/ha. Este é um valor médio para a região, havendo produtores que obtêm 130 sacos ou mais. A tabela apresenta 3 situações em que o preço de mercado do saco de arroz varia de US\$ 10 a US\$ 20. As rentabilidades mostram-se atraentes em qualquer situação, nesta situação em que a água bruta não é cobrada.

O custo do arrendamento existe quando o agricultor não é proprietário da terra que cultiva. Se ele for proprietária haveria que se considerar o capital imobilizado neste ativo, para cálculo da rentabilidade. Os juros são aplicados sobre as despesas de custeio quando o agricultor opta por financiá-las. O fator água não é cobrado. Os 3 sacos por hectare são devidos à Cooperativa de Irrigantes para ressarcimento dos custos de operação e manutenção da rede de canais de adução.

Tabela 19 - Custos de produção em 1 hectare de arroz (Sul de Sta. Catarina)

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Insumos	Semente	saco	2,50	20,00	50,00
	Clor. Pot.	kg	66,00	0,19	12,54
	Sup. F. Trip.	kg	100,00	0,24	24,00
	Uréia	kg	100,00	0,28	28,00
	Herbicida A	kg	0,40	69,00	27,60
	Herbicida B	litro	0,06	108,00	6,48
	Inseticida A	kg	1,80	2,21	3,98
	Inseticida B	litro	0,06	16,60	1,00
TOTAL 1: 153,59					
Preparo do solo	Aração	horas	2,00	17,20	34,40
	Gradagem	horas	2,50	17,85	44,63
	Rotativa-gem	horas	2,00	20,83	41,66
	Alisamento	horas	0,50	17,00	8,50
TOTAL 2: 129,19					
Tratamentos	Mão de obra	dias	6,00	10,00	60,00
	Água ⁷	sacos	3,00	10,00	30,00
TOTAL 3: 90,00					
Outros ⁸	Colheita	% safra	11,00		121,00
	Transporte	% safra	1,00		11,00
	Secagem	% safra	6,00		66,00
	Armazenagem	% safra	1,00		11,00

⁷ Pagamento da água fornecida pela cooperativa de irrigantes: base de 3 sacos de arroz por ha irrigado.

⁸ Valores em porcentagem da safra colhida. O custo do arrendamento é o praticado na região quando o agricultor arrenda a terra ao proprietário - quando o agricultor é o proprietário este item não tem custo financeiro.

	Arrendamento	% safra	25,00		275,00
					TOTAL 4: 484,00

RESUMO	Insumos		153,59
	Preparo do solo		129,19
	Tratamentos		90,00
	Outros		484,00
	Juros: 14,5% de (1+2+3)		54,05
	Proagro e Ass. Técnica: 6,6% de (1+2+3)		24,60
	Funrural: 2,5% de (1+2+3)		9,32
			TOTAL GLOBAL: 944,75
RESULTADOS	US\$ 10/saco	US\$ 15/saco	US\$ 20/saco
Renda bruta:	US\$1.100,00	US\$ 1.650,00	US\$ 2.200,00
Renda líquida:	US\$ 155,25	US\$ 705,25	US\$ 1255,25
Rentabilidade:	16,4 %	74,6 %	132,9 %

Suposição: Produtividade (sacos de arroz/ha): 110

Estes resultados permitem concluir, novamente, que a margem bruta é insuficiente para cobrir custos incrementais de oferta da água. De fato, um consumo de água normal de 1,5 l/s/ha resultará em cerca de 1300 m³ por safra. A cobrança deste volume de água bruta aos custos de disponibilização incrementais apresentados resultaria em rentabilidades negativas, qualquer que seja o preço da saca de arroz. Para obter-se uma rentabilidade de 15% ao ano, que pode ser considerada a menor que atrairia o agricultor, os preços máximos a serem cobrados por 1000 m³ de água deveriam ser US\$ 0,01; US\$ 0,37 e US\$ 0,75, para preços da saca de arroz respectivamente iguais a US\$ 10, US\$ 15 e US\$ 20. Por estes valores pode-se concluir que a irrigação do arroz só apresenta rentabilidade quando a água é naturalmente abundante e não há necessidade de sua disponibilização incremental.

Uso de Água para Abastecimento na Grande Vitória, Espírito Santo

De acordo com o BANCO MUNDIAL (1994) a disposição a pagar da população carente da Grande Vitória, ES, por novas ligações de água para abastecimento, e pela coleta e tratamento de esgotos eram respectivamente 4 e 2,3 vezes superior ao custo da prestação desses serviços. Não havendo tratamento dos esgotos a disposição de pagamento caía para 1,4 vezes o custo, devido aos problemas à saúde, diminuição de oportunidades de lazer, particularmente pescarias, nas águas onde ocorrem os lançamentos.

Exemplo de cobrança pelo uso de água para irrigação na bacia do Rio Curú, CE

O valor estimado da infra-estrutura hidráulica implantada na bacia do Rio Curú foi estimado previamente na Tabela 10. Não foram acrescentados a estes valores os custos de administração e operacionais. Os primeiros foram estimados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH no relatório "Estudo da Capacidade de Pagamento da COGERH" conforme a Tabela 22, para todo o estado do Ceará. Um percentual desses valores deverá ser alocado à bacia do Curú. Os custos operacionais somados aos de manutenção e de reposição, incluindo pessoal, foram estimados em US\$ 400.000 ao ano, valor relativamente baixo se confrontado com os custos estimados dos investimentos.

Tabela 20 - Custos Administrativos da COGERH

Ano	Custos (US\$)
1	1.663.000
2	2.897.000
3	3.684.000
4	4.074.000
5	4.242.000
6	idem

No cálculo do custo da água não foram consideradas as perdas no transporte até o usuário. Como estas perdas são inevitáveis, os usuários deverão pagar também por elas, fazendo com que o preço da água colocada na propriedade seja um pouco superior aos valores apresentados.

Para efeitos de avaliação da estrutura de cobrança mais adequada para a Bacia do Curú e para o estado do Ceará algumas alternativas serão analisadas (LANNA, 1994 a). Para facilitar o entendimento do exposto um exemplo de aplicação será adotado, baseado no cadastro de usuários de água realizado pelo DNOCS na bacia do Curú em 1992. Supõe-se que o custo administrativo a ser imputado à bacia do Rio Curú será de 10% dos custos totais apresentados na Tabela 22 e referentes ao 5º ano. Isto equivale a US\$ 24.200,00 ao ano. Os custos operacionais e de manutenção foram estimados em US\$ 400.000,00 ao ano, perfazendo um total de US\$ 824.200,00 para a bacia do Rio Curú.

Alternativa 1: Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação do Brasil

Esta cobrança tem a seguinte estrutura:

$$\text{\$} = C_1 \cdot K_1 \cdot A + C_2 \cdot K_2 \cdot V$$

onde \\$ é o valor cobrado em unidades monetárias por 1000 m³, A é a área potencialmente irrigável em hectares, V é o volume de água usado, K₁ a participação na recuperação dos investimentos por hectare irrigável e K₂ a participação na recuperação dos custos administrativos e operacionais por 1000 m³ de uso de água. Os valores C₁ e C₂ serão iguais a 1 se não houver subsídio, menores que 1 quando houver.

O valor de K₁ é estimado por

$$K_1 = I / A_T$$

onde I é o valor da anuidade para recuperação dos investimentos estimada como, por exemplo, na Tabela 10, e A_T a área potencialmente irrigável, em hectares.

O valor de K₂ é estimado por:

$$K_2 = O\&M / V_T$$

onde O&M é o custo anual de operação, manutenção e administração e V_T é o volume de água total consumido em 1000 m³.

Introduzindo as equações 2 e 3 em 1 vem:

$$\text{\$} = C_1 \cdot I \cdot (A / A_T) + C_2 \cdot O\&M \cdot (V / V_T)$$

A racionalidade deste esquema é ratear os investimentos na proporção da área implantada, que é potencialmente irrigável, e ratear os custos de operação, manutenção e administração na proporção do volume de água utilizado. A primeira será fixa, quando a área implantada não variar; já a segunda parcela variará ano a ano dependendo da área efetivamente irrigada, da cultura e do manejo agrícola.

Para que este esquema funcione de modo a todos os custos serem recuperados há necessidade de cadastro prévio dos usuários de água e controle do seu uso. Para usuários não de irrigação, como os municípios abastecidos com água, pode-se supor que o consumo potencial seja igual ao efetivo. Neste caso a equação 12 fica:

$$\$ = (C_1 \cdot I + C_2 \cdot O\&M) \cdot (V / V_T)$$

Este esquema não permite que o custo incremental da água, estimado na Tabela 10 seja refletido na cobrança. Neste último caso os investimentos foram rateados pela vazão garantida de cada açude. Na estrutura de cobrança atual a vazão captada pelo usuário abaterá apenas os custos de operação, manutenção e administração. Os investimentos serão abatidos por um pagamento anual fixo, proporcional à área de irrigação implantada. Note-se que não haverá estímulos à economia de água, induzidas pelo custo de oferta do metro cúbico, já que a segunda componente da cobrança, que varia com o consumo, apropria apenas parte dos custos globais desta oferta, deixando de fora o de maior montante no Nordeste semi-árido, que é o de investimento.

Aplicação

Adotando um período de recuperação de investimentos de 50 anos e taxa de desconto de 8% ao ano, a Tabela 10 determinou uma anuidade a ser recuperada igual a US\$ 5.676.622,00 por conta dos investimentos em cada açude. Note-se que não foram computados os investimentos nos canais de irrigação e em outras estruturas hidráulicas. Os custos anuais a serem recuperados pelo segundo termo da equação são US\$ 824.200,00. A Tabela 23 apresenta uma síntese dos resultados da simulação.

Tabela 21 - Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação: alternativa 1 DADOS DA SIMULAÇÃO

Consumo de água por hectare: 0,5 (l/s) = 1,3176 (1000 m³/mês)

Anuidade de recuperação do capital: 5.676.622 (US\$)

Área total potencialmente irrigável: 4.725 (ha)

Anuidade custos O&M e administração: 824.200 (US\$)

Volume mensal utilizado: 2.465,74 (1000 m³/mês)

RESULTADOS GLOBAIS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Média cobrada por 1000 m³: 219,70 (US\$/mês)

Arrecadação mensal: 541.735 (US\$/mês)

Cód.	Área (ha)		Vazão utilizada (1000m ³)	Cobrança (US\$/mês)				
	Irrigável	Irrigada		Fixa	Variável	Total	Real	Média
129	960,00	160,00	210,82	96.104,59	5.872,28	101.976,88	101.976,88	483,72
138	897,00	28,00	36,89	89.797,73	1.027,65	90.825,38	90.825,38	2.461,87
144	200,00	80,00	105,41	20.021,79	2.936,14	22.957,93	22.957,93	217,80
023	190,00	190,00	250,34	19.020,70	6.973,34	25.994,04	25.994,04	103,83
125	160,00	20,00	26,35	16.017,43	734,04	16.751,47	16.751,47	635,68

Cód.	Área (ha)		Vazão utilizada (1000m ³)	Cobrança (US\$/mês)				
	Irrigável	Irrigada		Fixa	Variável	Total	Real	Média
137	120,00	0,00	0,00	12.013,07	0,00	12.013,07	12.013,07	---
128	102,00	42,00	55,34	10.211,11	1.541,47	11.752,59	11.752,59	212,37
126	100,00	100,00	131,76	10.010,90	3.670,18	13.681,07	13.681,07	103,83
Dados omitidos								
159	10,00	10,00	13,18	1.001,09	367,02	1.368,11	1.368,11	103,83
089	10,00	10,00	13,18	1.001,09	367,02	1.368,11	1.368,11	103,83
171	10,00	1,00	1,32	1.001,09	36,70	1.037,79	1.037,79	787,64
Dados omitidos								
071	5,00	2,00	2,64	500,54	73,40	573,95	573,95	217,80
004	5,00	2,00	2,64	500,54	73,40	573,95	573,95	217,80
Dados omitidos								
058	1,00	1,00	1,32	100,11	36,70	136,81	136,81	103,83
170	1,00	1,00	1,32	100,11	36,70	136,81	136,81	103,83
Dados omitidos								
053	0,20	0,10	0,13	20,02	3,67	23,69	23,69	179,81
054	0,06	0,03	0,04	6,01	1,10	7,11	7,11	179,81
Totais	4725,37	1871,39	2465,743	473.051,83	68.683,33	541.735	541.735	
Médias					27,855	219,705	219,705	188,60

São listados os valores de cobrança para os usuários, classificados de acordo com suas áreas potencialmente irrigáveis. Supõe-se que os custos anuais acima referidos serão totalmente imputados ao usuários cadastrados. Nota-se que os valores cobrados a cada usuário são demasiadamente altos atingindo amplitudes extremamente superiores ao custo médio da oferta da água, da ordem de US\$ 30 por 1000 m³ (vide última coluna da Tabela 23). A cobrança média cobrada aos usuários é de US\$ 219 por mês o que possivelmente inviabilizaria a atividade da grande maioria, se não da totalidade dos mesmos. Há inconsistências graves, como, por exemplo, o usuário 129, que tem a maior área desenvolvida, 940 ha, e irrigava 17%, pagaria uma cobrança média por m³ 5 vezes menor que o usuário 138, com área desenvolvida próxima, de 897 ha, mas que irrigava apenas 3% da mesma. Este último usuário pagaria uma impressionante cobrança média mensal por m³ de US\$ 2.462. O usuário 171 que tem área potencialmente irrigável de 10 ha e irrigava apenas 1 ha pagaria a soma extremamente elevado de US\$ 787,64/1000 m³. Usuários de pequeno porte, com menos de 10 ha desenvolvidos pagariam cobranças médias mensais por m³ sempre superiores a US\$ 100. Os pequenos usuários que irrigam menos de 1 ha pagariam acima de US\$ 170/1000 m³

Estes resultados podem ser explicados por duas razões. Primeiro os custos globais do sistema de reservatórios somados aos de operação, manutenção e administração foram rateados somente entre os usuários de água que foram cadastrados que não representam o universo dos usuários de água. Isto mostra que esta estrutura de cobrança se aplica melhor a perímetros específicos quando fica fácil a identificação de usuários e da infra-estrutura que os supre. Poderá igualmente apresentar resultados mais consistentes após o cadastro que se acha em fase de realização nesta data.

Outra razão é que a componente mais representativa da cobrança é o custo fixo, relacionado à área desenvolvida. Isto faz com que aqueles usuários que irrigam pequena parcela da área desenvolvida e, portanto, que tem pequeno consumo de água em relação à área

total, acabem por pagar valores extremamente altos por m³. Usuários como o de número 137, pagaria uma cobrança mensal de US\$ 12.013 mesmo não consumindo água. Isto resultaria em uma cobrança média infinita por m³.

A arrecadação mensal promovida por este esquema é de US\$ 541.735, a maior entre todas as alternativas, como seria de se esperar, já que onera pesadamente os usuários de água.

Adaptação

Para tentar contornar as deficiências do resultado, optou-se por uma variante desta estrutura de cobrança, sugerida por KELMAN (1995). Na equação 14, abaixo transcrita para facilidade de leitura, os termos A_T e V_T em vez de serem estimados pelo cadastro passariam a ser estimados em função da disponibilidade de água promovida pelo sistema de açudes.

$$\$ = C_1 \cdot I \cdot (A / A_T) + C_2 \cdot O\&M \cdot (V / V_T)$$

Nesta situação, V_T será a vazão regularizável pela açudagem que, de acordo com a os valores da coluna 3 da Tabela 10 será igual a 17.691.620 m³/mês, e não os 2.465.740 m³/mês utilizados pelos cadastrados, de acordo com a estimativa realizada. O valor de A_T, analogamente, será estimado como a área que o volume mensal anterior poderá irrigar, igual a 13.427 ha, e não os 4.725 ha efetivamente cadastrados. A Tabela 24 resume os resultados obtidos.

Com estes novos valores houve, como era de se esperar, uma significativa redução das cobranças, na qual o valor médio passou de US\$ 219 a US\$ 71 por mês. Entretanto continuam havendo as mesmas inconsistências anteriores, com o usuário 138 pagando uma mensalidade média por 1000 m³ de US\$ 860. O usuário 171, que irriga 1 ha de uma área potencial de 10, pagaria menos que na outra alternativa. No entanto o valor atingido, de US\$ 271, 27 /1000 m³ permanece excessivo. A arrecadação mensal passa a ser igual a US\$ 176.052.

Sob o ponto de vista da eficiência do uso da água este sistema de cobrança conduz a uma situação inadequada pois não existem incentivos à economia deste recurso. A componente principal da cobrança é aquela calculada em função da área desenvolvida. Isto resultaria no usuário estar mais preocupado em utilizar toda a área do que a reduzir o seu consumo de água por hectare. Afinal, ele pagaria apenas US\$ 3,88 por 1000 m³ de água utilizada, o que corresponde a US\$ 5,12 por hectare plantado, à taxa de consumo de 0,5 l/s/ha adotada, enquanto o hectare desenvolvido lhe sairia em US\$ 35,23 por mês. Portanto, este sistema de cobrança seria mais adequado à regiões onde a irrigação fosse um fator de aumento da produção econômica, em que o fator limitante fosse a terra e não a água.

Outra crítica importante que pode ser feita à alternativa de cobrança apresentada pela Política Nacional de Irrigação decorre da questão sobre se os custos dos investimentos já realizados devem constituir uma base adequada para a cobrança pelo uso da água. Uma vez que não se está buscando recuperar o capital investido, pois ele já foi de alguma forma pago e nada a este respeito é exigido à COGERH ou ao estado do Ceará, não existe justificativa para que isto seja feito. O que deve ser buscado, sob uma ótica financeira, é a recuperação dos custos de operação e manutenção, e a captação de recursos para os investimentos necessários à melhorias e expansão do sistema. Sob a ótica econômica da região semi-árida no Nordeste, onde o fator limitante é a água e não a terra, deve ser buscado o aumento da eficiência no uso da água, estimulando a adoção de culturas e de métodos de irrigação que promovam economias. Deve ser buscado também um sistema de cobrança que promova a

equidade social, o que no semi-árido pode ser traduzido pela criação de condições mais favoráveis aos pequenos irrigantes, que desenvolvem atividades de subsistência em suas propriedades. As próximas alternativas de cobrança atendem melhor a estas demandas.

Tabela 22 - Estrutura de cobrança da Política Nacional de Irrigação: alternativa 2

DADOS DA SIMULAÇÃO

Consumo de água por hectare: 0,5 (l/s) = 1,3176 (1000 m³/mês)

Anuidade de recuperação do capital: 5.676.622 (US\$)

Área potencialmente irrigável: 4.725 (ha)

Anuidade custos O&M e administração: 824.200 (US\$)

Volume total utilizado: 2.465,74 (1000 m³/mês)

Volume mensal disponível: 17.691,62 (1000m³/mês)

Área total potencialmente irrigável: 13.427,16 (ha)

RESULTADOS GLOBAIS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Média cobrada por 1000 m³: 71,40 (US\$/mês)

Arrecadação mensal: 176.052 (US\$/mês)

Cód.	Área		Vazão utilizada 1000m ³	Cobrança (US\$/mês)				
	Irigável	irrigada ha		Fixa	Variável	Total	Real	Média
129	960,00	160,00	210,82	33.821,74	818,44	34.640,18	34.640,18	164,31
138	897,00	28,00	36,89	31.602,19	143,23	31.745,42	31.745,42	860,48
144	200,00	80,00	105,41	7.046,20	409,22	7.455,42	7.455,42	70,73
023	190,00	190,00	250,34	6.693,89	971,90	7.665,78	7.665,78	30,62
125	160,00	20,00	26,35	5.636,96	102,31	5.739,26	5.739,26	217,79
137	120,00	0,00	0,00	4.227,72	0,00	4.227,72	4.227,72	0,00
128	102,00	42,00	55,34	3.593,56	214,84	3.808,40	3.808,40	68,82
126	100,00	100,00	131,76	3.523,10	511,53	4.034,62	4.034,62	30,62
Dados omitidos								
159	10,00	10,00	13,18	352,31	51,15	403,46	403,46	30,62
089	10,00	10,00	13,18	352,31	51,15	403,46	403,46	30,62
171	10,00	1,00	1,32	352,31	5,12	357,43	357,43	271,27
Dados omitidos								
071	5,00	2,00	2,64	176,15	10,23	186,39	186,39	70,73
004	5,00	2,00	2,64	176,15	10,23	186,39	186,39	70,73
Dados omitidos								
058	1,00	1,00	1,32	35,23	5,12	40,35	40,35	30,62
170	1,00	1,00	1,32	35,23	5,12	40,35	40,35	30,62
Dados omitidos								
053	0,20	0,10	0,13	7,05	0,51	7,56	7,56	57,36
054	0,06	0,03	0,04	2,11	0,15	2,27	2,27	57,36
Totais	4725,37	1871,39	2465,743	166.479,41	9.572,64	176.052	176.052	
Médias					3,882	71,399	71,399	60,55

Alternativa 2: Estrutura de cobrança baseada nos custos médios do suprimento da água

Esta estrutura de cobrança estabelece a cobrança de cada 1000 m³ de água pelo seu custo médio de suprimento, calculado na Tabela 10, incluindo os custos correspondentes de operação, manutenção e administração. Porém, como o valor resultante poderá ultrapassar a capacidade de pagamento dos usuários, particularmente os de menor porte, busca-se

estabelecer um esquema de subsídios cruzados, computados como função da área potencialmente irrigável, no caso de usuário irrigante. A estrutura computacional será:

$$\$ = S_1 \cdot A + \$_a \cdot V$$

onde \$ é o valor da cobrança, S_1 é um fator variável com cada usuário dado em unidades monetárias por hectare, responsável pela inserção dos subsídios cruzados, A é a área desenvolvida em hectares, $\$_a$ é o custo médio de oferta de cada 1000 m³ de água, estimado de acordo com o que foi apresentado previamente na Tabela 10, e V é o volume de água captado pelo usuário em 1000 m³.

Quando S_1 for nulo o usuário pagará um preço unitário pela água igual ao seu custo médio, não existindo subsídio nem sobre-cobrança. A estimativa dos valores S_1 para cada usuário dependerá do que seja suposto ser sua capacidade de pagamento e de se haverá subsídios diretos ao uso de água na bacia como um todo. Caso não haja subsídio direto, mas sejam necessários subsídios cruzados, a cobrança média por volume de água, dada pela divisão do somatório das cobranças pelo volume total de água fornecido, deverá ser igual ao custo médio da água. Para que isto seja viável S_1 deverá ser livre, assumindo valores negativos, situação em que haverá subsídio ao correspondente usuário, e valores positivos, quando ocorrerá sobre-cobrança.

No caso do valor de S_1 para dado usuário ser positivo ele pagará duas parcelas: uma fixa, proporcional à área desenvolvida, potencialmente irrigável, e a outra variável, proporcional ao consumo de água. Esta última parcela terá um preço unitário igual a custo médio, estimulando o uso eficiente.

No caso do valor de S_1 ser negativo o usuário pagará a percola referente ao consumo de água da mesma forma que no caso anterior. A parcela que depende da área desenvolvida e de S_1 entrará como um abatimento fixo da cobrança. Caso a soma das duas parcelas for positiva o estímulo ao uso eficiente da água permanecerá como antes. O usuário que economizar 1000 m³ deixará de pagar $\$_a$, o seu custo médio.

Caso o abatimento supere a parcela positiva surge o problema da cobrança negativa que pode ser interpretada como um crédito a receber e não como uma dívida a pagar. Existem problemas legais, institucionais e políticos para se efetuar o pagamento deste crédito. Ele poderá entrar como um subsídio na forma de assistência técnica, de isenção de impostos, etc. Outra alternativa é que havendo cobrança negativa o usuário nada paga mas também nada recebe. Isto anulará o estímulo ao uso eficiente da água até o ponto em que a cobrança se torna positiva. Ou seja, o usuário com cobrança negativa só estará disposto a racionalizar o uso da água quando o montante de uso atingir um valor tal em que o valor da segunda parcela da equação 6 igualar ao da primeira parcela de abatimento. Este aspecto poderá ser considerado apropriado, porém, se o valor de S_1 for dimensionado de forma que apenas consumidores que devam ser estimulados a aumentar o uso de água, por questões sanitárias, sociais ou econômicas, sejam contemplados com cobranças negativas.

Esta estrutura tem a característica de fazer incidir no usuário o custo médio da água, ou qualquer outro custo referencial, qualquer que seja a situação, a não ser quando a soma das duas parcelas for negativa, e portanto nada haver a pagar. O usuário-pagador sempre terá economias idênticas ao custo médio da água ao diminuir seu consumo.

Existem várias alternativas para a função que calculará o valor da componente de cobrança S_1 . Algumas delas serão exploradas a seguir.

Função S_1 linear

Neste caso o valor de S_1 será obtido de uma função linear crescente que tem a área desenvolvida como argumento. Portanto:

$$S_1 = \alpha \cdot A - \beta$$

onde α e β são parâmetros a serem calculados, de acordo com duas condições:

1. a condição de que a cobrança média é igual ao custo médio da água, caso ocorram apenas subsídios cruzados;
2. outra condição qualquer.

O sinal negativo de β na equação acima é adotado para fazer com que os usuários com pequenas áreas desenvolvidas tenham um fator S_1 negativo, conforme necessidade exposta acima. A cobrança de um usuário será calculada por:

$$\$ = (\alpha \cdot A - \beta) \cdot A + \$a \cdot V$$

Uma alternativa para a condição 2 anterior é arbitrar um valor de área desenvolvida (potencialmente irrigável) A^* que sendo totalmente irrigada (100%) deverá resultar em uma cobrança nula. Isto pode ser obtido substituindo-se o valor de S_1 na equação 16 na equação 17:

$$\$ = (\alpha \cdot A^* - \beta) \cdot A^* + \$a \cdot V = 0$$

Se V , o volume consumido no intervalo de tempo, guardar uma relação constante com a área irrigada igual a t_a , já que a área irrigada é igual à desenvolvida, vem:

$$(\alpha \cdot A^* - \beta) \cdot A^* + \$a \cdot t_a \cdot A^* = 0 \text{ ou}$$

$$\alpha \cdot (A^*)^2 + (-\beta + \$a \cdot t_a) \cdot A^* = 0 \text{ ou}$$

$$\alpha = (\beta - \$a \cdot t_a) / A^*$$

Esta equação permite a substituição de α em na equação 8 resultando:

$$\$ = \{[(\beta - \$a \cdot t_a) / A^*] \cdot A - \beta\} \cdot A + \$a \cdot V$$

Nesta equação todos os termos são conhecidos, exceto β , que será ajustado iterativamente até ser cumprida a condição 1, de que a cobrança média por volume seja igual ao custo médio de oferta da água.

Aplicação à bacia do Rio Curú da estrutura referenciada à custos médios de oferta da água e função S_1 linear

Para esta aplicação supôs-se que o custo médio da água na bacia do Curú ($\$a$) é de US\$ 30,00⁹. O valor de t_a , a taxa de água a ser aplicada por hectares irrigados é de 0,5 l/s.

⁹ É suficientemente documentado que a agricultura irrigada tradicional da região Nordeste do Brasil não gera renda suficiente para que este valor possa ser absorvido pelo agricultor. Apesar disto, e apenas para efeitos de análise, este valor de referência para a cobrança será adotado neste e nos demais exemplos.

Finalmente, a área desenvolvida que sendo totalmente irrigada deverá ter cobrança nula (A*) foi adotada como 2 ha. A Tabela 25 apresenta os resultados obtidos.

Nota-se que por força da função que estima S_1 ser linear e a situação fundiária dos irrigantes da bacia do Curú mostrar grande concentração de terras em poucas propriedades, que apenas 2 proprietários são fortemente onerados e os demais, incluindo proprietários médios, são subsidiados, pagando valores inferiores a US\$ 30 por 1000 m³. A existência de sobre-cobrança e subsídios pode ser identificada pela ocorrência de S_1 positivo e negativo, respectivamente, ou cobranças médias para um usuário maior ou menor que US\$ 30 por 1000 m³ na última coluna da Tabela 25.

O valor de α para que a área de 2 ha tenha cobrança nula é de 0,08. O valor de β para forçar uma cobrança média de US\$ 30 por 1000 m³ é 39,685. A arrecadação mensal obtida por este esquema é de US\$ 74.017,00. Verifica-se que este sistema onera fortemente os maiores usuários, estabelecendo valores muito baixos para os demais.

Tabela 23 - Estrutura de cobrança referenciada a custos médios com função S_1 linear

Erro! Indicador não definido. $S = (\alpha \cdot A - \beta) \cdot A + \$a \cdot (ta \cdot A)$

DADOS DA SIMULAÇÃO

Consumo de água por hectare (ta): 0,5 (l/s) = 1,3176 (1000m³/s)

Custo médio da água (\$a): 30 (US\$/1000m³)

Área com cobrança nula (A): 2,00 (ha)

PARÂMETROS DE AJUSTE DA COBRANÇA FIXA

Parâmetro α : 0,08

Parâmetro β : 39,685 <----- alterar este valor

RESULTADOS GLOBAIS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Média cobrada por 1000 m³ (US\$): 30,02 <----- ajustar ao custo médio da água

Arrecadação mensal (US\$): 74.017

Cód.	Área (ha)		Vazão Utilizada 1000m ³	Cobrança (US\$/mês)			Real	Média
	Irrigável	Irrigada		Fixa	Variável	Total		
129	960,00	160,00	210,82	34.248,00	6.324,48	40.572,48	40.572,48	192,45
138	897,00	28,00	36,89	27.564,36	1.106,78	28.671,15	28.671,15	777,15
144	200,00	80,00	105,41	(4.797,00)	3.162,24	(1.634,76)	0,00	0,00
023	190,00	190,00	250,34	(4.706,30)	7.510,32	2.804,02	2.804,02	11,20
125	160,00	20,00	26,35	(4.340,00)	790,56	(3.549,44)	0,00	0,00
137	120,00	0,00	0,00	(3.631,80)	0,00	(3.631,80)	0,00	0,00
128	102,00	42,00	55,34	(3.231,16)	1.660,18	(1.570,98)	0,00	0,00
126	100,00	100,00	131,76	(3.183,50)	3.952,80	769,30	769,30	5,84
Dados omitidos								
159	10,00	10,00	13,18	(389,00)	395,28	6,28	6,28	0,48
089	10,00	10,00	13,18	(389,00)	395,28	6,28	6,28	0,48
171	10,00	1,00	1,32	(389,00)	39,53	(349,47)	0,00	0,00
071	5,00	2,00	2,64	(196,46)	79,06	(117,41)	0,00	0,00
004	5,00	2,00	2,64	(196,46)	79,06	(117,41)	0,00	0,00
Dados omitidos								
058	1,00	1,00	1,32	(39,61)	39,53	(0,08)	0,00	0,00
170	1,00	1,00	1,32	(39,61)	39,53	(0,08)	0,00	0,00
Dados imitados								
053	0,20	0,10	0,13	(7,93)	3,95	(3,98)	0,00	0,00
054	0,06	0,03	0,04	(2,38)	1,19	(1,19)	0,00	0,00

Totais	4725,37	1871,39	2465,743	(37.107,68)	73.972	36.865	74.017	
Médias					30,000	14,951	30,018	5,30

Função S_1 não-linear

O objetivo ao adotar-se uma função não-linear para S_1 foi o de atenuar a sobre-cobrança verificada na simulação anterior. Para isto buscou-se uma função que relacionasse S_1 com a área desenvolvida que apresentasse uma velocidade de incremento gradualmente diminuída. Isto foi encontrado na curva logística, que tem a seguinte equação:

$$y = 1 - \text{EXP}(-a \cdot x^2)$$

Para efeitos da computação de S_1 a seguinte função foi adotada:

$$S_1 = \{ [1 - \text{EXP}(-\beta \cdot A^2)] \cdot \beta \cdot A - \alpha \}$$

A cobrança será dada por:

$$\$ = \{ [1 - \text{EXP}(-\beta \cdot A^2)] \cdot \beta \cdot A - \alpha \} + \$a \cdot (t_a \cdot A)$$

Supondo, como antes, que A^* é a área desenvolvida que sendo totalmente irrigada teria cobrança nula vem:

$$\{ [1 - \text{EXP}(-\beta \cdot A^{*2})] \cdot \beta \cdot A^* - \alpha \} + \$a \cdot (t_a \cdot A^*)$$

Explicitando α nesta equação, vem:

$$\alpha = \{ [1 - \text{EXP}(-\beta \cdot A^{*2})] \cdot \beta \cdot A^* \} + \$a \cdot (t_a \cdot A^*)$$

Substituindo-se o valor de α da equação 25 na cobrança dada na equação 23 obtém-se uma fórmula cuja única incógnita é o valor do parâmetro β que será ajustado por tentativas de forma a que o valor médio da cobrança por volume de água seja igual ao seu custo médio de oferta.

Aplicação à bacia do Rio Curú da estrutura referenciada à custos médios de oferta da água e função S_1 não-linear

As mesmas suposições anteriores à respeito do sistema foram realizadas na simulação cujos resultados são apresentados na Tabela 26.

O valor de α para estabelecer cobrança nula para irrigação de área de 2ha é 85,36. O valor correspondente de β para forçar uma cobrança média de US\$ 30 por 1000 m³ é de 3,154. A arrecadação mensal é idêntica à da estrutura anterior (a não ser por questões de aproximação numérica) já que a cobrança média é idêntica. Os usuários com áreas desenvolvidas inferiores a 20 hectares são subsidiados. Os demais são onerados a não ser quando irrigam menos que a área desenvolvida. Esta estrutura de cobrança mostra vantagens sobre as demais objeto de simulação.

Em resumo, a estrutura de cobrança baseada no custo médio de suprimento da água apresentou vantagens sobre a da Política Nacional de Irrigação por estimular a economia da uso da água. Sendo este atributo objetivo básico de qualquer política de gerenciamento do

uso da água, cabe a recomendação de que a estrutura de cobrança estabelecida pela Política Nacional de Irrigação seja reavaliada.

Das duas alternativas analisadas para a estrutura baseada no custo médio de suprimento da água, aquela que estabelece um esquema não linear de aplicação de subsídios cruzados gerou resultados mais consistentes do que o esquema linear. Existe porém necessidade de aprofundamento das análises incluindo a avaliação dos impactos financeiros que as cobranças obtidas exercerão sobre os usuários e suas reações. Note-se que a simulação foi realizada adotando-se a suposição de que os usuários tem uma procura totalmente inelástica e, portanto, não diminuem seus consumos com a cobrança. Obviamente este não é o caso. A cobrança poderá inclusive induzir um comportamento de demanda infinitamente elástica, determinando o cessamento das atividades de um usuário por falta de capacidade de pagamento.

A questão da aceitação social dos subsídios cruzados também não está clara. Obviamente, aqueles usuários que pagassem valores médios por m³ superiores à média ou ao valor de referência (US\$ 30/1000 m³, no estudo) poderiam manifestar dificuldades de aceitação desta prática para aliviar a cobrança dos demais. Eventualmente, em vez de subsídios diretos, deveria haver a cogitação de serem introduzidos subsídios diretos. Neste caso, o poder público, estadual ou federal, assumiria o ônus o que, em termos efetivos, significa que a população estadual ou nacional estaria sendo onerada de forma indireta. No caso da estrutura de cobrança referenciada a custos médios com função S₁ não-linear o total mensal de subsídios (diretos ou cruzados) alcançaria a US\$ 8.889 ao mês para uma arrecadação mensal de US\$ 73.966.

Não foi igualmente avaliada a oportunidade de medição das vazões de consumo dos irrigantes. Adotou-se como regra geral uma taxa de aplicação de água igual a 0,5 l/s/ha que poderá ser com frequência ultrapassada. Sendo um dos objetivos da cobrança a indução de economia da água este aspecto de medição deverá ser considerado. Um aspecto operacional importante relaciona-se à maior facilidade de medição do consumo de usuários agrupados em associações ou cooperativas do que individualmente.

Tabela 24 - Estrutura de cobrança referenciada a custos médios com função S₁ não-linear

$$S = \{ [1 - \exp(-\beta \cdot A^2)] \cdot \beta \cdot A - \alpha \} + \$a \cdot (ta \cdot A)$$

DADOS DA SIMULAÇÃO

Consumo de água por hectare (ta): 0,5 (l/s) = 1,3176 (1000m³/s)

Custo médio da água (\$a): 30 (US\$/1000m³)

Área com cobrança nula (A): 2,00 (ha)

PARÂMETROS DE AJUSTE DA COBRANÇA FIXA

Parâmetro α : 85,36

Parâmetro β : 3,1540 <----- alterar este valor

RESULTADOS GLOBAIS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Média cobrada por 1000 m³ (US\$): 30,00 <----- ajustar ao custo médio da água

Arrecadação mensal (US\$): 73.966

Cód.	Área (ha)		Vazão utilizada 1000m ³	Cobrança (US\$/mês)				
	Irrigável	Irrigada		Fixa	Variável	Total	Real	Média
129	960,00	160,00	210,82	2.942,48	6.324,48	9.266,96	9.266,96	43,96
138	897,00	28,00	36,89	2.743,77	1.106,78	3.850,56	3.850,56	104,37
144	200,00	80,00	105,41	545,44	3.162,24	3.707,68	3.707,68	35,17
023	190,00	190,00	250,34	513,90	7.510,32	8.024,22	8.024,22	32,05

Cód.	Área (ha)		Vazão utilizada 1000m ³	Cobrança (US\$/mês)				
	Irrigável	Irrigada		Fixa	Variável	Total	Real	Média
125	160,00	20,00	26,35	419,28	790,56	1.209,84	1.209,84	45,91
137	120,00	0,00	0,00	293,12	0,00	293,12	293,12	0,00
128	102,00	42,00	55,34	236,34	1.660,18	1.896,52	1.896,52	34,27
126	100,00	100,00	131,76	230,04	3.952,80	4.182,84	4.182,84	31,75
Dados omitidos								
159	10,00	10,00	13,18	(53,82)	395,28	341,46	341,46	25,91
089	10,00	10,00	13,18	(53,82)	395,28	341,46	341,46	25,91
171	10,00	1,00	1,32	(53,82)	39,53	(14,30)	0,00	0,00
071	5,00	2,00	2,64	(69,59)	79,06	9,46	9,46	3,59
004	5,00	2,00	2,64	(69,59)	79,06	9,46	9,46	3,59
Dados omitidos								
058	1,00	1,00	1,32	(82,34)	39,53	(42,82)	0,00	0,00
170	1,00	1,00	1,32	(82,34)	39,53	(42,82)	0,00	0,00
Dados omitidos								
053	0,20	0,10	0,13	(85,29)	3,95	(81,34)	0,00	0,00
054	0,06	0,03	0,04	(85,36)	1,19	(84,18)	0,00	0,00
Totais	4725,37	1871,39	2465,743	(1.404,34)	73.972	72.568	73.966	
Médias					30,000	29,430	29,997	15,50

Outra questão importante relaciona-se ao efeito da estrutura de cobrança proposta no sistema fundiário da bacia. Devido aos subsídios que os proprietários de pequenas área desenvolvidas obtém poderá ser prevista uma tendência à desconcentração fundiária, na medida em que o efeito de cobrança supere em relevância as economias de escala obtidas pelas grandes propriedades.

A cobrança durante períodos de seca intensa, quando as demandas de água somente poderão ser supridas de forma parcial, também não foram consideradas. Esta questão deve ser criteriosamente analisada devido, entre outros fatores, aos problemas sociais, políticos e econômicos que um sistema de cobrança acarretará quando haja necessidade de se cessar o suprimento ao usuário no meio de uma estação de cultivo.

BACIA DO RIO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

De acordo com CONEJO (1993) e MAKIBARA (1995) esta bacia tem 11.020 km² no estado de São Paulo, representando 91% da área total. Apresenta 75 núcleos urbanos com uma população em 1993 de cerca de 3.500.000 habitantes. A projeção populacional para o ano 2010 é de 5.200.000 habitantes. É a região hidrográfica com os mais altos índices de desenvolvimento e crescimento demográfico-econômico do Brasil. A indústria e o comércio são os principais responsáveis pela dinâmica econômica. Existe também atividade agrícola, com irrigação, em alguns casos. Atividades destacadas quanto ao potencial poluidor são as indústrias químicas e petroquímicas, de celulose e papel, e usinas de açúcar e álcool. A bacia apresenta sérios problemas de qualidade de água e também de quantidade.

O estudo realizado por CONEJO (1993) nesta bacia estimou a receita gerada e o impacto global nos pagantes de um sistema de cobrança pelo uso da água concebido para gerar receitas suficientes para promover a expansão da oferta de água e o tratamento de efluentes. A Tabela 27 condensa os resultados do estudo. Adotou-se um sistema que cobra-

ria US\$ 20 por mil m³ de consumo de água doméstico e para irrigação e US\$ 30 por mil m³ por consumo industrial, e US\$ 20 ou US\$ 40 por tonelada de DBO₅ respectivamente para lançamentos domésticos e industriais. As receitas geradas e o impacto global nos usuários de água são apresentados. Os impactos são dados em termos de percentuais da produção global de cada tipo de usuário. Embora não seja medida a disposição a pagar os pequenos percentuais mostram que o sistema de cobrança não teria grande impacto nos usuários, tomados como um todo.

Em outro estudo (MAKIBARA, 1995) um programa de investimentos foi apresentado para a bacia tendo por horizonte o ano 2010, com previsão de implantação de sistemas de esgotos, tratamento de efluentes industriais, de resíduos sólidos, a regularização de vazões e outras atividades afins. Ele atinge um valor de investimento de US\$ 1.255.140.000, com custos anuais de operação e manutenção de US\$ 59.037.000.

Os usuários a serem onerados com a cobrança seriam: captações urbanas de água, que representam 80% da demanda doméstica; captações industriais de água, que representam 90% da demanda industrial; captações dos irrigantes, representando 50% da demanda deste segmento; 80% das cargas poluidoras urbanas; 95% das cargas poluidoras industriais; 100% do volume faturado de esgoto urbano, onerando a respectiva tarifa.

Outros fatos significativos é que a cidade de Jundiaí é abastecida pelo rio Atibaia, fora da bacia e que o sistema Cantareira da SABESP promove uma captação nesta bacia para a cidade de São Paulo, com uma vazão de 31 m³/s.

A base de referência para o sistema de cobrança foram os Custos Incrementais Médios da água considerando os investimentos estimados para adequá-la às demandas. Adotou-se um período de análise de 20 anos e taxa de 12% ao ano.

A Tabela 28 apresenta algumas das simulações apresentadas. Supõe-se que a captação da SABESP pelo sistema Cantareira poderia não participar do sistema de cobrança ou participar com 100% do volume, nos dois extremos. Dois programas de investimento são considerados: apenas o de recuperação ambiental e todos, incluindo o aumento de disponibilidade de água. Na coluna das captações são apresentados os valores de cobrança aos usuários urbanos, industriais e irrigantes, em US\$/1000 m³. Na coluna da poluição, apresenta-se o valor de cobrança para efluentes urbanos e industriais, em US\$ por 1000 m³ de água fornecida e faturada. A coluna do esgoto público mostra o valor incremental a ser cobrado dos usuários dos sistemas públicos de esgotos. A última coluna apresenta a participação do estado de São Paulo, na forma de subsídios diretos.

Tabela 25 - Impacto global de um sistema de cobrança pelo uso da água na bacia do rio Piracicaba, SP

Setor usuário	COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA			Cobrança pela assimilação de esgotos			Totais		
	Consumo em 1989 (m ³ /s)	Cobrança (US\$/mil m ³)	Receitas (10 ⁶ US\$/ano)	Lançamentos (ton DBO ₅ /dia)	Cobrança (US\$/ton)	Receita (10 ⁶ US\$/ano)	Receita total (10 ⁶ US\$ / ano)	Indicador (10 ⁶ US\$/ano)	Impacto ⁽¹⁾ (%)
Doméstico	9,1	20	5,7	76	20	5,5	11,2	10.828 ⁽²⁾	0,10
Industrial	20,4	30	19,3	77	40	11,2	30,5	15.098 ⁽³⁾	0,20
Irrigação	6,1	20	5,8	--	--	--	5,8	600 ⁽⁴⁾	0,97
Exportação ⁽⁵⁾	31,0	20	19,5	--	--	--	19,5		
Total	66,6		50,3	153		16,7	67,0	--	--

¹ Impacto econômico = receita total como porcentagem do indicador econômico; ² Ingressos comerciais anuais; ³ Valor da produção industrial anual; ⁴ Valor da produção agropecuária anual; ⁵ Para região metropolitana de São Paulo.

Tabela 26 - Simulação da cobrança pelo uso de água na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

Caso	% cobrada da SABESP	Programa de investimentos	Captação de água			Poluição		Esgoto público US\$/1000 m ³	Subsídios do Estado 10 ⁶ US\$
			US\$/mil m ³			US\$/ton DBO			
			Urbana	Industrial	Irrigação	Urbana	Industrial		
1	--	só esgotos	--	--	--	--	287	--	
2	50	só esgotos	55	--	--	327	72	--	
3	50	só esgotos	44	57	--	196	57	--	
4	50	só esgotos	44	57	--	196	139	43	
5	50	só esgotos	44	57	38	196	139	29	
6	50	só esgotos	39	47	38	196	139	31	
7	50	todos	44	63	44	223	150	34	
8	0	todos	88	63	44	223	150	34	
9	100	todos	29	63	44	223	150	34	
10	100	todos	29	63	44	223	150	47	

Os dez casos analisados correspondem a diferentes alternativas, com menor ou maior número de pagantes. No caso 1 haveria cobrança apenas dos usuários dos sistemas públicos de esgotos, o que acarretaria um ônus excessivo, com acréscimo de cerca de 60% na tarifa atual de água (US\$ 287 sobre US\$ 500 /1000 m³). Os casos vão gradualmente acrescentando outros participantes ao sistema de cobrança até a situação que todos pagam (6 a 10).

No caso 10 o sistema da SABESP paga 100% da água captada e o Estado participa com 30 milhões de dólares de subsídios. O impacto desta alternativa nos usuários de água é: uso urbano: aumento de cerca de 6% da tarifa atual; uso industrial: cerca de 13% da tarifa de água do consumidor residencial; irrigação: cerca de 2,5% do valor da produção; poluição urbana: aumento de 15% da tarifa atual de esgotos; poluição industrial: cerca de 10% da tarifa de esgotos urbanos residenciais; parcela atribuída à tarifa normal de esgotos: acréscimo de cerca de 9%.

BACIA DO RIO DOS SINOS

A simulação do uso de instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos nesta bacia, promovida pelo Conselho de Recursos Hídricos/RS (1996), foi referenciada em capítulo anterior. Além do estudo do enquadramento e da outorga foi promovido o estudo da cobrança pelo uso da água (PEREIRA, 1996). Dois tipos de cobrança foram considerados: o preço 3 (uso da água bruta) e o 4 (lançamento de efluentes). Em qualquer dos casos a motivação da cobrança foi o de arrecadar recursos para os investimentos em medidas mitigadoras da poluição da bacia. Não foi considerada a possibilidade de através da cobrança estimular-se a racionalização do uso da água na bacia, até por que um dos critérios adotados foi o estabelecimento de ônus não substanciais sobre os usuários-poluidores da água e, com isto, atenuando o efeito da cobrança na retração de uso.

Critério para cobrança pelo uso da água bruta (preço 3)

No que diz respeito ao preço 3 verificou-se não haver problemas de atendimento das demandas quantitativas de água na bacia. O estudo de outorga analisado em capítulo anterior, mostrou a abundância de disponibilidade de água a não ser nas seções próximas à foz do rio dos Sinos. Porém, este problema é anulado pelas águas do estuário do rio Jacuí, desaguadouro do Sinos, que nas situações de estiagem alimentam este último. Diante disto, a motivação de eficiência econômica, que levaria ao uso da cobrança para induzir a racionalização do uso da água, não cabe nesta situação de abundância relativa. No entanto, tendo em vista outros interesses de gerenciamento esta cobrança poderia ser efetuada subsidiar alguns poluidores que tenham baixa capacidade de pagamento ou mesmo para melhorar a rede de monitoramento da bacia. Uma das justificativas para esta cobrança é que este grupo de usuários se beneficiará da melhor qualidade da água alcançada com a implantação dos tratamentos pagos pelos poluidores (princípio *beneficiário-pagador*).

Critério para cobrança pelo lançamento de efluentes (preço 4)

No que se refere ao uso 4 o principal objetivo da cobrança será gerar recursos para implantar sistemas de tratamento e recuperação da qualidade das águas (princípio *poluidor-pagador*). Foi estabelecido um critério de cobrança que atende-se aos seguintes pré-requisitos: 1 - proporcionalidade com a carga de lançamento; 2 - de acordo com os objetivos de despoluição, em sua espacialização na bacia; 3 - de forma a que seja atingida a arrecadação prevista; 4 - proporcionalidade com o custo de tratamento de cada fonte.

A estrutura de cobrança adotada utiliza da seguinte equação:

$$F(i,j) = \sum_k \{ C_{in}(i,k) \cdot C_{sb}(i,k) \cdot [F(j) \cdot P(k) \cdot Carga(i,j,k)] \}$$

onde $F(i,j)$ é valor da cobrança anual a ser realizado da fonte de poluição j localizada na sub-bacia i ; $C_{in}(i,k)$ é o coeficiente de inefetividade (adiante explicado) do parâmetro k na sub-bacia i ; $C_{sb}(i,k)$ é o coeficiente relacionado à sub-bacia i onde são realizados os lançamentos; $F(j)$ é o componente do preço unitário básico relacionado à fonte de emissão j ; $P(k)$ é o componente do preço unitário básico relacionado ao parâmetro k ; $Carga(i,j,k)$ é a carga do parâmetro k , produzida pela fonte de poluição j , localizada na sub-bacia i ;

A racionalidade da estrutura tarifária é estabelecer dois preços unitários básicos: um relacionado ao parâmetro de poluição, notado por $P(k)$ e o outro relacionado à fonte de emissão, notado como $F(j)$. O produto destes preços unitários básicos determinará o preço unitário final por carga de cada parâmetro quando emitida por qualquer fonte. O valor inicial da cobrança pelo parâmetro k é obtido pela multiplicação do preço unitário final deste parâmetro pela respectiva carga emitida deste mesmo parâmetro. Esta parcela atende ao critério 1 da cobrança (proporcionalidade com carga emitida). Este valor é modificado por dois coeficientes resultando no valor final a ser cobrado à fonte j na sub-bacia i , e que fazem com que a estrutura atenda ao critério 2 da cobrança referente à espacialização dos objetivos de despoluição.

O coeficiente de inefetividade, denominado $C_{in}(i,k)$, pode ser proporcional, por exemplo, à quanto a concentração do parâmetro k viola os limites tolerados no trecho fluvial controlado da sub-bacia i . Este coeficiente trata de uma medida de inefetividade, que é dado por:

$$C_{in}(i,k) = [Carga(i,k) - Carga^*(i,k)] / Carga^*(i,k)$$

onde $C_{in}(i,k)$ é o coeficiente de inefetividade; $Carga(i,k)$ é a carga observada do parâmetro k na sub-bacia i ; $Carga^*(i,k)$ é a carga do parâmetro k a ser atingida na sub-bacia i ;

Quando introduzido na fórmula da tarifa três situações podem ocorrer: $C_{in}(i,k)$ é nulo, e a fonte localizada na sub-bacia i não pagará nada pelo lançamento do parâmetro k ; $C_{in}(i,k)$ é positivo e a fonte emissora terá seu pagamento aumentado, caracterizando a situação de inefetividade; $C_{in}(i,k)$ é negativo é a fonte emissora obterá um crédito de “bom comportamento”. Nesta situação a fonte emissora terá seu pagamento diminuído deste crédito.

Esta última situação poderia ser considerada incoerente se analisada sob o ponto de vista de que quanto maior for a carga do parâmetro maior será o crédito. Porém, isto pode ser considerado como um estímulo a, por exemplo, atividades que façam maior uso da capacidade de assimilação do parâmetro k , que ainda não é crítico.

Em locais nos quais a totalidade ou quase totalidade dos parâmetros estão dentro da faixa desejável, pode acontecer da fonte ter uma tarifa total negativa, o que não faz sentido. Esta situação pode ser considerada como um estímulo para que as fontes se localizem nesta região.

O coeficiente relacionado à sub-bacia onde são realizados os lançamentos ($C_{sb}(i,k)$), poderá introduzir prioridades regionais no que diz respeito a um programa de despoluição. Quanto maior for seu valor mais caro será o lançamento na sub-bacia. Outra possibilidade de utilização é fazê-lo proporcional à atenuação natural da carga de lançamento do parâmetro k na sub-bacia i até à seção de controle. Neste caso ele seria calculado pelo quociente da concentração encontrada deste mesmo parâmetro no curso de água principal da sub-

bacia i , registrada pela rede de monitoramento e a carga total de lançamento do parâmetro k na sub-bacia estimada indiretamente usando dados da literatura, por exemplo:

$$C_{sb}(i,j) = \text{Carga}'(i,k) / \text{Carga}(i,k)$$

onde $C_{sb}(i,k)$ é o coeficiente relacionado à sub-bacia i onde são realizados os lançamentos; $\text{Carga}'(i,k)$ é a carga média do parâmetro k observada na seção de monitoramento da sub-bacia i ; $\text{Carga}(i,k)$ é a carga total de lançamento do parâmetro k na sub-bacia i estimada indiretamente usando dados da literatura. A diferença entre os dois valores é originada na composição de dois efeitos: as incorreções derivadas da adoção de estimativas indiretas dos lançamentos e a atenuação natural do poluente que ocorre entre o seu lançamento e a sua detecção na seção de monitoramento

Para aplicação da estrutura de cobrança apresentada bastará o estabelecimento dos preços unitários $\$P(k)$ e $\$F(j)$ para cada parâmetro indicador de poluição e fonte de emissão e aplicação da equação 26. Diversas alternativas poderão ser estabelecidas em função dos valores atribuídos aos parâmetros. Pelo critério 3, o sistema de cobrança deve arrecadar um montante anual igual ao previsto pelo sistema de gerenciamento. Este valor é dado pela equação:

$$\sum_i \sum_j [\$F(i,j)] = C_T$$

onde $\$F(i,j)$ é o valor da cobrança anual a ser realizado da fonte de poluição j localizada na sub-bacia i ; C_T é o custo total anual a ser arrecadado. Substituindo $\$F(i,j)$ por seu valor dado na equação 26 vem:

$$\sum_j \{ \sum_i \{ \sum_k \{ C_{in}(i,k) \cdot C_{sb}(i,k) \cdot [\$F(j) \cdot \$P(k) \cdot \text{Carga}(i,j,k)] \} \} \} = C_T \quad (30)$$

onde $C_{in}(i,k)$ é o coeficiente de inefetividade do parâmetro k na sub-bacia i ; $C_{sb}(i,k)$ é coeficiente relacionado à sub-bacia i onde são realizados os lançamentos; $\$F(j)$ é o preço unitário básico relacionado à fonte de emissão j ; $\$P(k)$ é o preço unitário básico relacionado ao parâmetro k ; $\text{Carga}(i,j,k)$ é a carga do parâmetro k , produzida pela fonte de poluição j , localizada na sub-bacia i .

O critério 4 estabelece que cada fonte deverá pagar de acordo com seus custos de tratamento. Para introduzir esta diretriz é definido como “economia global” à diferença entre o que a bacia pagaria para adotar a solução técnica preconizada, cujos custos são apresentados no Capítulo sobre enquadramento e o custo de uma outra qualquer, menos ambiciosa em termos de remoção de poluentes. A distribuição desta “economia global” entre as fontes de lançamentos será proporcional ao custo total por fonte, na mesma solução técnica preconizada. Isto pode ser representado pela equação:

$$E = [C_T - C_R] / C_T$$

onde E é a fração que a “economia global” representa do custo total; C_T é o custo total anual a ser arrecadado para adoção da solução técnica preconizada; C_R é o custo total anual a ser arrecadado para adoção de outra solução qualquer. Desta forma, uma fonte poluidora j pagará anualmente o valor relativo ao seu custo na solução técnica preconizada descontado da fração E . O valor a ser pago pela fonte j será dado por:

$$C_s(j) = (1 - E) \cdot C(j)$$

sendo $C_s(j)$ o valor pago pela fonte j e $C(j)$ o custo do tratamento da fonte j na solução técnica preconizada, descontada a parcela de subsídio direto ou cruzado, se houver.

Por fim, buscou-se, sempre que possível, manter idênticas as proporções entre os preços unitários básicos relacionados aos parâmetros de qualidade de água, dados por $\$P(k)$, e o quão distantes estes parâmetros se encontram da situação desejada. Para representar esta distância pode se utilizar, por exemplo, um valor médio do coeficiente de inefetividade na bacia: Méd[$C_{in}(k)$]. A proporção para o parâmetro k é representada por:

$$P_k = \$P(k) / \text{Méd}[C_{in}(k)]$$

onde P_k é a proporção entre o preço unitário básico do parâmetro k e o quão distante este se encontra da situação desejada.

Para que isto possa ser assegurado utiliza-se um artifício da otimização matemática: cria-se uma variável P_{\min} , limite inferior para estas proporções, ou seja, $P_{\min} \leq P_t$. O valor de P_{\min} deverá ser maximizado. Por este artifício, sempre que possível, será obtida a igualdade de todos os P_k . Isto transforma a determinação dos preços unitários básicos $\$F(j)$ e $\$P(k)$ em um problema de otimização não-linear com a seguinte formulação:

$$\begin{aligned} & \text{Maximize} \{ P_{\min} \} \\ & \text{sujeito a} \\ & \sum_j \sum_i \sum_k \{ C_{in}(i, k) \cdot C_{sb}(i, k) \cdot [\$F(j) \cdot \$P(k) \cdot C \arg a(i, j, k)] \} = C_T \\ & \sum_i \sum_k \{ C_{in}(i, k) \cdot C_{sb}(i, k) \cdot [\$F(j) \cdot \$P(k) \cdot C \arg a(i, j, k)] \} = (1 - E) \cdot C(j) \\ & P_k = \frac{\$P(k)}{\text{Méd}[C_{in}(k)]} \\ & P_{\min} \leq P_k \end{aligned}$$

Esta formulação será válida mesmo quando não houver “economia global”, ou seja, a solução adotada for igual a solução técnica preconizada e portanto, $E = 0$.

Aplicação dos critérios de cobrança à bacia do rio dos Sinos

Para efeito do estudo, considerou-se os dados referentes ao ano 2007. Supôs-se também que o montante arrecadado anualmente seria constante o que, a rigor, pode não corresponder à realidade. A Figura 5 mostra a divisão territorial adotada para efeito de cobrança pelo lançamento de efluentes. Ela considerou os diferentes tipos de ocupação e qualidade das águas da bacia.

Resultados da cobrança pelo uso da água bruta (preço 1)

Os valores unitários para cobrança pelo uso da água bruta são apresentados na Tabela 29. Trata-se de uma estrutura tarifária simplificada, justificada por não haver problemas quantitativos na bacia, fazendo com que os recursos arrecadados sirvam para aliviar a carga que incidirá sobre alguns usuários-poluidores. Como foi comentado previamente, como os usuários de água bruta serão beneficiados por uma melhor qualidade de água esta cobrança pode ser identificada como a aplicação do princípio beneficiário-pagador.

Os valores unitários apresentados, com exceção do referente à irrigação e à atividade de criação de animais, estão de acordo com os utilizados por CONEJO (1993) e são próximos daqueles por GARRIDO (1996). Para a irrigação e criação de animais decidiu-se aliviar substancialmente a carga cobrada devido à pequena capacidade de pagamento dos agentes.

A bacia do rio dos Sinos tem sua disponibilidade hídrica ampliada pela transposição que recebe do rio Caí. Supôs-se que o volume recebido será pago com valor unitário idêntico ao que incide sobre a população urbana e rural: US\$ 20/1000 m³. Todos estes valores, que foram arbitrados, deverão ser submetidos numa situação real, à análise e consideração do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

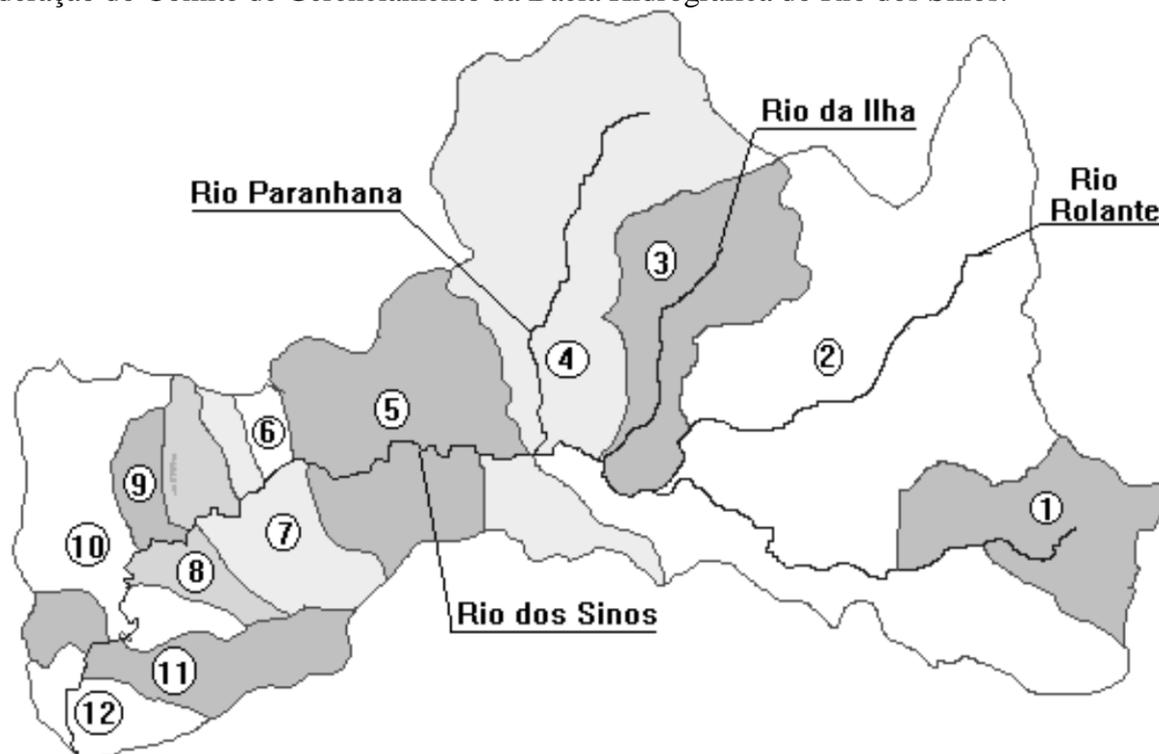


Figura 5 - Divisão territorial da bacia do rio dos Sinos para efeito de cobrança pelo lançamento de efluentes

Para estimar os valores arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta valeu-se das estimativas de uso de água apresentadas em Conselho de Recursos Hídricos/RS (1996) por tipo de usuário e em cada sub-região definida na Figura 5. Os consumos unitários são apresentados na Tabela 30. As estimativas globais por usuário e sub-bacia acham-se na Tabela 31. Supôs-se que os usos são constantes ao longo do ano. No caso da irrigação, os consumos foram considerados constantes ao longo dos três meses em que esta atividade ocorre (janeiro a março); o volume anual se refere ao total usado nestes meses. Os valores correspondentes arrecadados são colocados na Tabela 32. A população urbana, o uso industrial e a irrigação são os usuários mais onerados. As sub-regiões mais habitadas e industrializadas são as que apresentam maior arrecadação.

Tabela 27 - Valor unitário da cobrança pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos

Usuário	Valor unitário da cobrança (US\$/1000 m ³)
População Urbana	20
População Rural	20

Irrigação	5
Atividade de criação de animais	5
uso industrial	30

Tabela 28 - Consumo unitário de água e respectivo ônus com cobrança na bacia do rio dos Sinos

Usuário		Uso per capita	Uso anual per capita (m ³ /ano)
População Urbana		200 l/hab/dia	73,00
População Rural		100 l/hab/dia	36,50
Criação de Animais	Grande porte	Bovinos/Suínos	34,5 l/cab/dia
	Pequeno porte	Aves	0,35 l/cab/dia
		Ovinos	4,5 l/cab/dia
Irrigação (Jan-Mar)		1,5 l/ha/s	11 664

Tabela 29 - Estimativas de consumo de água bruta na bacia do rio dos Sinos por sub-região em m³

Sub-região	População Urbana	População Rural	Irrigação	Criação animal	Uso industrial
1	612 425	128 422	2 803 428	484 125	26 045
2	1 739 478	255 566	20 718 815	950 489	78 205
3	1 062 554	67 755	14 059 798	217 356	130 606
4	7 114 504	211 152	13 842 010	701 143	481 397
5	15 148 291	230 595	10 660 737	700 177	2 104 963
6	1 908 583	12 584	1 445 553	88 736	605 357
7	15 449 518	87 534	783 474	128 721	3 118 694
8	15 398 858	110 772	163 424	60 840	5 044 014
9	7 280 481	73 078	0	21 473	2 274 746
10	12 939 412	139 412	23 292 644	239 581	16 486 293
11	18 289 310	55 116	38 543 606	157 318	11 276 500
12	12 980 143	13 739	40 902 617	137 770	4 413 486
Total	109 923 557	1 385 725	167 216 107	3 887 727	46 040 305

Considerando a vazão da transposição do rio Caí para o rio dos Sinos constante e igual a 2,55 m³/s, resulta em um volume anual de 80 416 800 m³ que, cobrado na base de US \$ 20 /1000 m³ resulta em um montante anual de US\$ 1 608 336 transferido para a bacia do rio Caí. Deduzindo este valor do total anual arrecadado (US\$ 4 462 914) sobra US\$ 2 854 578 ao ano como resultado da cobrança pelo uso da água bruta.

Resultados da cobrança pelo lançamento de efluentes (uso 4)

As cargas de efluentes por parâmetro e por fonte, já apresentadas em capítulo prévio são apresentadas em valores totais por parâmetro e desagregados em percentagens por fonte na Tabela 33. O custo anual de tratamento das fontes em um período de amortização de 20 anos e taxa de juros de 12% ao ano, de acordo com a solução técnica preconizada previamente comentada, e apresentado na última coluna com o valor total e valores percentuais desagregados por fonte.

Para aplicar a sistemática de cobrança descrita previamente há necessidade de arbitrar-se os coeficientes de inefetividade C_{in} e de sub-bacia C_{sb} . O primeiro foi considerado proporcional a quanto a concentração do parâmetro k viola os limites tolerados no trecho fluvial controlado da sub-bacia i , limites estes, relacionados com os objetivos de qualidade que se deseja atingir. Para efeito deste trabalho, admitiu-se como objetivo a ser alcançado o enquadramento 1 apresentado na Tabela 6 do Capítulo 3. A Tabela 34 apresenta estes objetivos de qualidade e os valores obtidos para o coeficiente de inefetividade.

Tabela 30 - Arrecadação promovida pela cobrança pelo uso da água bruta por sub-região na bacia do rio dos Sinos em US \$

Sub-região	População urbana	População rural	Irrigação	Criação de animais	Uso industrial	Total/sub-região
1	12 249	2 568	14 017	2 421	781	32 036
2	34 790	5 111	103 594	4 752	2 346	150 593
3	21 251	1 355	70 299	1 087	3 918	97 910
4	142 290	4 223	69 210	3 506	14 442	233 671
5	302 966	4 612	53 304	3 501	63 149	427 532
6	38 172	252	7 228	444	18 161	64 257
7	308 990	1 751	3 917	644	93 561	408 863
8	307 977	2 215	817	304	151 320	462 633
9	145 610	1 462	0	107	68 242	215 421
10	258 788	2 788	116 463	1 198	494 589	873 826
11	365 786	1 102	192 718	787	338 295	898 688
12	259 603	275	204 513	689	132 405	597 485
Total/usuário	2 198 472	27 714	836 080	19 440	1 381 209	4 462 915
% do total	49,26	0,62	18,73	0,44	30,95	100,00

Tabela 31 - Cargas potenciais de lançamentos de efluentes e custo anual de tratamento da solução técnica preconizada na bacia do rio dos Sinos no ano 2.007 em % do total

Fonte poluidora	Coli-Fecais	DBO ₅	Nitrogênio total	Fósforo total	Sólidos totais	Custo tratamento
Total/Unidade	1,55 10 ¹⁹ NMP/ano	112.356 t/ano	10.878 t/ano	2.823 t/ano	119.834 t/ano	83.544.183 US\$ /ano
Efluentes Industriais ¹	9,68	5,02	4,83	2,21	33,45	66,32
Drenagem Pluvial Urbana	0,00	4,34	4,29	2,04	2,08	22,82
População Urbana	82,51	21,17	21,43	20,69	----	7,84
Fontes Difusas Rurais	0,07	2,17	10,65	13,30	64,47	2,36
População Rural	2,08	0,53	0,54	0,52	----	0,38
Resíduos Sólidos Domésticos	0,01	24,95	15,16	19,46	----	0,17
Criação de Animais	5,64	41,81	42,37	41,17	----	0,10
Irrigação	---	----	0,73	0,61	----	---
Total	100	100	100	100	100	100

¹Refere à carga remanescente dos efluentes industriais

Está previsto para o primeiro trecho do rio dos Sinos a Classe Especial. Isto cria a impossibilidade de se expressar o coeficiente de inefetividade já que nesta classe não é tolerado o lançamento de qualquer tipo de efluente, o que está em desacordo com a realidade presente. Para contornar esta dificuldade, estabeleceu-se o trecho 1 como na classe 2, como nos trechos contíguos, para efeitos de estimativa do C_{in} .

O coeficiente de sub-bacia foi considerado igual ao quociente entre a concentração encontrada deste mesmo parâmetro no curso de água principal da sub-bacia i , registrada pela rede de monitoramento, e a carga total de lançamento estimada. Dois efeitos justificam a diferença entre os dois valores: as incorreções derivadas da adoção de estimativas indiretas dos lançamentos, e a atenuação natural do poluente que ocorre entre o seu lançamento e a sua detecção na seção de monitoramento. A Tabela 35 apresenta as estimativas para este coeficiente.

Tabela 32 - Coeficientes de inefetividade arbitrados para a bacia do rio dos Sinos

Identificação			Coeficientes de inefetividade $C_{in(i,k)}$				
Sub-bacias	Trechos fluvial	Objetivos ¹	Coli Fecal	DBO5	Nitrogênio total	Fósforo total	Sólidos totais
1	Nascente - SI 11	E	304.9	9.0	2.4	227.4	7.7
2	SI 11- SI 10	2	121.0	4.5	0.9	157.4	4.2
3	SI 10 - SI 9	2	138.0	4.5	0.8	252.3	4.1
4	SI 9 - SI 8	2	262.9	5.5	1.0	247.7	4.2
5	SI 8 - SI 7	2	309.6	6.2	1.2	253.0	3.9
6	SI 7 - SI 6	2	322.3	6.4	1.3	256.1	3.9
7	SI 6 - SI 5	2	459.6	7.6	1.5	283.4	4.3
8	SI 5 - SI 4	2	935.2	8.9	1.8	312.0	4.7
9	SI 4 - SI 3	3	262.8	4.1	1.6	318.0	4.7
10	SI 3 - SI 2	3	283.1	4.8	1.9	539.3	5.7
11	SI 2 - SI 1	3	275.5	5.2	2.2	542.0	5.8
12	SI 1 - Foz	3	276.3	5.6	2.5	555.8	5.8
		Média	329.3	6.0	1.6	328.7	4.9

¹Classes de uso preponderante segundo a resolução 20/86 do CONAMA.

Tabela 33 - Coeficientes de sub-bacia adotados na bacia do rio dos Sinos

Sub-bacia	Coli Fecal	DBO ₅	Nitrogênio total	Fósforo total	Sólidos total
1	0,1155	0,0613	0,4087	0,2391	4,7024
2	0,1115	0,1021	0,6406	0,4826	5,3811
3	0,1694	0,1264	0,7005	2,3403	5,9528
4	0,1778	0,1136	0,6567	0,5288	5,2156
5	0,0711	0,0928	0,6489	0,5142	6,2693
6	0,0931	0,0981	0,6521	0,5393	5,6256
7	0,1063	0,1026	0,6468	0,5590	5,7708
8	0,3831	0,1265	0,8111	0,7438	6,1460
9	0,2635	0,1499	0,9336	0,8453	6,3845
10	0,1381	0,1711	1,1212	4,2377	5,9074
11	0,0430	0,1282	1,0197	0,7233	5,4887
12	0,0381	0,1174	0,9398	0,6696	5,3427
Média	0,1425	0,1158	0,7650	1,0353	5,6822

As negociações promovidas pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do rio dos Sinos deveriam estabelecer adicionalmente com relação à sistemática de cobrança a ser adotada:

1. qual o montante total de recursos que deveria ser arrecadado anualmente na bacia para investimento em medidas mitigadoras?;
2. como este montante deveria ser rateado entre as fontes?
3. quais fontes receberiam subsídios (diretos ou cruzados)?;
4. quais fonte pagariam os subsídios cruzados ?

Estas perguntas poderão ser respondidas com a utilização de um sistema de apoio apresentado em PEREIRA (1996) especificamente para este estudo da bacia do rio dos Sinos. Para efeito de apresentação de resultados da cobrança as alternativas da Tabela 36 serão analisadas.

Inicialmente, observe que qualquer montante anual de arrecadação poderia ser estipulado na negociação. Nas alternativas analisadas dois montantes serão considerados: aquele suficiente para implantação da solução técnica preconizada e um montante menor que nesta solução, seria suficiente para tratar todas as fontes, exceto os Efluentes Industriais e a Drenagem Pluvial Urbana.

Tabela 34 - Alternativas de cobrança a serem analisadas na bacia do rio dos Sinos

Alter-nativa	Valor anual arrecadado (US\$)	Subsídios Cru-zados entre:	Subsídios Diretos a:	Contribui-ção da Irri-gação (US\$)	Observação
1	83 544 183	---	---	---	
2	83 544 183	---	Fontes Difusas Ru-rais e População Rural	10 000	Todas as fontes são tratadas
3	9 064 917	---	---	---	
4	9 064 917	---	Fontes Difusas Ru-rais e População Rural	10 000	Todas fontes tra-tadas exceto os Efluentes Indus-triais e a Drena-gem Pluvial Urbana
5	9 064 917	Efluentes Indus-triais subsidiam as Fontes Difusas Rurais e a População Rural	---	10 000	

Os montantes anuais de arrecadação não precisam, necessariamente, estar atrelados ao custo de tratamento de determinadas fontes. Poderá ser mais efetivo, em termos de mitigação da poluição, tratar determinadas fontes e dada sub-região e outras em sub-região distinta. No entanto, pode ser observado na Tabela 33 que o tratamento dos Efluentes Industriais e da Drenagem Pluvial Urbana representa quase 90% dos custos anuais da solução técnica preconizada, enquanto a carga de poluentes por que são responsáveis estas mesmas fontes são relativamente pequenas, a não ser no que se refere aos Sólidos Totais. A razão para isto, no que se refere aos Efluentes Industriais, é que a carga apresentada é a remanescente do tratamento secundário que já é adotado pelas indústrias da bacia. Por isto é caro

tratar-se ainda mais pois os custos marginais de tratamento são crescentes com o abatimento de poluição. Por esta razão, decidiu-se eliminar o tratamento adicional dos Efluentes Industriais e, adicionalmente, da Drenagem Pluvial Urbana, em todas as sub-regiões o que representou uma redução substancial das necessidades de arrecadação. Entretanto, os responsáveis por estas fontes continuam participando do rateio - seria equivalente a dizer-se que o setor industrial não trata seus efluentes adicionalmente pois sai mais barato pagar para que outro setor o faça.

Nas alternativas 1 e 2 a arrecadação promovida será a suficiente para tratamento de todas as fontes. Na primeira não há qualquer tipo de subsídio e a irrigação não é cobrada pelos seus efluentes. Na alternativa 2 o meio rural, que paga pelas Fontes Difusas Rurais e pelo esgotos da População Rural, recebe subsídios diretos de forma a reduzir sua contribuição a cerca de 10% do valor com que seria onerado na alternativa 1; a irrigação pagaria arbitrariamente US\$ 10.000 ao ano por seus efluentes, sendo que este montante seria abatido do valor rateado. Nas alternativas 3 a 5 reduz a arrecadação ao um valor suficiente para tratar todas as fontes, exceto os Efluentes Industriais e a Drenagem Pluvial Urbana. A alternativa 3 repete a alternativa 1 no que se refere à ausência de subsídios e ônus à irrigação. A alternativa 4 retornam os subsídios diretos ao meio rural e a cobrança de US \$ 10.000 à irrigação, estabelecidos na alternativa 2. Na última alternativa analisada os subsídios diretos ao meio rural são trocados por subsídios cruzados originados na arrecadação promovida no setor industrial.

A Tabela 37 apresenta os preços básicos $\$P(k)$ e $\$F(j)$ obtidos na solução do problema de otimização não-linear que realiza o rateio de custo. Os valores são diferentes em cada alternativa de arrecadação analisada.

Para cálculo o ônus per capita/ano que tal sistema de cobrança promoveria observou-se que o meio urbano assumirá a cobrança pela Drenagem Pluvial Urbana e dos Resíduos Sólidos Domésticos, além da poluição promovida pela População Urbana. O meio rural, como já foi previamente comentado, assumirá a cobrança pelas Fontes Difusas Rurais juntamente com os seus esgotos da População Rural. Como os valores relativos à Drenagem Pluvial Urbana estão em US\$ por hectare há necessidade e adotar-se uma taxa de ocupação de habitante por hectare para transformar a cobrança em US\$ por habitante. Os valores obtidos são o ônus que a cobrança trará a cada setor em cada alternativa analisada. Eles são apresentados na Tabela 38. Para cada alternativa é apresentado o valor máximo e o valor mínimo devido às diferenças de cobrança de acordo com a sub-região da bacia.

Tabela 35 - Preços básicos das alternativas de cobrança de lançamentos de efluentes na bacia do rio dos Sinos

Alternativas	1	2	3	4	5
$\$P[\text{Coli Fecais}]$	4 225	47 379	458	23 722	23 689
$\$P[\text{DBO}]$	77	866	8	433	433
$\$P[\text{Nitrogênio total}]$	20	230	2	115	115
$\$P[\text{Fósforo total}]$	4 218	47 365	457	23 658	23 682
$\$P[\text{Sólidos totais}]$	63	707	6	353	353
$\$F[\text{Efluentes Industriais}]$	$1.11 \cdot 10^{-4}$	$9.87 \cdot 10^{-6}$	$1.11 \cdot 10^{-4}$	$2.14 \cdot 10^{-6}$	$2.22 \cdot 10^{-6}$
$\$F[\text{Drenagem Pluvial Urbana}]$	$1.64 \cdot 10^{-1}$	$1.46 \cdot 10^{-2}$	$1.64 \cdot 10^{-1}$	$3.18 \cdot 10^{-3}$	$3.17 \cdot 10^{-3}$
$\$F[\text{População Urbana}]$	$1.59 \cdot 10^{-6}$	$1.41 \cdot 10^{-7}$	$1.59 \cdot 10^{-6}$	$3.06 \cdot 10^{-8}$	$3.06 \cdot 10^{-8}$
$\$F[\text{Fontes Difusas Rurais}]$	$8.41 \cdot 10^{-4}$	$9.82 \cdot 10^{-6}$	$8.42 \cdot 10^{-4}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	$9.76 \cdot 10^{-7}$
$\$F[\text{População Rural}]$	$4.04 \cdot 10^{-6}$	$3.65 \cdot 10^{-8}$	$4.04 \cdot 10^{-6}$	$1.33 \cdot 10^{-8}$	$1.33 \cdot 10^{-8}$
$\$F[\text{Resíduos Sólidos Domésticos}]$	$9.07 \cdot 10^{-5}$	$8.08 \cdot 10^{-6}$	$9.08 \cdot 10^{-5}$	$1.75 \cdot 10^{-6}$	$1.75 \cdot 10^{-6}$
$\$F[\text{Criação de animais}]$	$6.70 \cdot 10^{-7}$	$5.97 \cdot 10^{-8}$	$6.70 \cdot 10^{-7}$	$1.29 \cdot 10^{-8}$	$1.30 \cdot 10^{-8}$

\$F[Irrigação]	0.00	$2.12 \cdot 10^{-5}$	0.00	$4.24 \cdot 10^{-5}$	$4.24 \cdot 10^{-5}$
----------------	------	----------------------	------	----------------------	----------------------

Avaliação dos impactos econômicos da cobrança na bacia do rio dos Sinos

O ônus total do sistema de cobrança analisado é dado pela soma dos ônus originados na cobrança pelo uso da água bruta (uso 1) e na cobrança pelo lançamento de efluentes (uso 4). Como forma de apresentar o ambos os ônus em unidades idênticas dividiu-se o ônus total por volume de água bruta utilizada. A soma das parcelas mencionadas estabelece o valor global da cobrança per capita nos montantes apresentados na Tabela 39.

Para avaliação do impacto da cobrança na população urbana e rural pode-se fazer uma conta simplificada: supondo um valor tarifário da ordem de US\$ 1,00 m³ de água fornecida pelas concessionárias de serviços de água e esgotos relativos, portanto, os preços 1 e 2 da água, e um consumo diário de 200 l/hab e 100 l/hab respectivamente no meio urbano e rural, a conta anual por estes serviços seria de US\$ 36,5/hab no meio rural e US\$ 73/hab no meio urbano. Este referencial pode ser comparado com os valores do ônus per capita apresentado na Tabela 39. Para as alternativas de cobrança 1 e 2 ocorrem situações extremas em que o ônus representa algo substancial do valor referencial adotado. Nas outras alternativas de cobrança, que arrecadam valor inferior, o ônus corresponde, na pior hipótese, cerca de 20% da tarifa de água e esgotos.

Para a irrigação, levantamentos realizados no estudo do Conselho de Recursos Hídricos/RS (1996) indicaram que o custo operacional por volume de água consumido, e sem a cobrança pelo uso da água, obviamente, seria de US \$ 0,07/m³. Supondo que 1 hectare de arroz consuma a cada safra anual cerca de 13.000 m³ (resultado da aplicação de 1,5 l/s/ha em 100 dias) o custo operacional anual por hectare seria de US\$ 910. Os resultados mostram que na pior das hipóteses o ônus da cobrança corresponderia a 7,5% deste custo.

Para o setor industrial o estudo do Conselho de Recursos Hídricos/RS (1996) apresenta os custos operacionais médios por volume captado de água por segmento industrial. A Tabela 40 apresenta estes custos operacionais e os percentuais que os ônus da cobrança representam deles. Nota-se que a não ser pelo segmento têxtil, que na alternativa 1 e 2 de cobrança sofrem impacto significativo, os demais não são relevantemente afetados.

Tabela 36 - Ônus unitário da cobrança pelo lançamento de efluentes por fonte poluidora e sub-região da bacia do rio dos Sinos

Fontes poluidoras	Alternativas:	1		2		3		4		5	
	Unidades	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
População urbana	US\$/hab.ano	20.33	0.60	20.33	0.60	2.21	0.06		0.06	2.20	0.06
Drenagem pluvial Urbana	US\$/ha.ano	4 841.93	200.49	4 842.34	200.41	525.56	21.76	524.72	21.73	524.90	21.72
Resíduos Sólidos Domésticos.	US\$/hab.ano	0.33	0.02	0.33	0.02	0.04	0.00	0.04	0.002	0.04	0.002
Total População urbana	US\$/hab.ano	43.92	2.84	43.90	2.84	4.77	0.31	4.76	0.31	4.76	0.31
Fontes Difusas Rurais	US\$/ha.ano	32.92	1.64	4.31	0.21	3.57	0.18	0.21	0.01	0.21	0.01
Criação de animais											
Grande porte	US\$/cab.ano	2.670	0.082	2.67	0.08	0.29	0.009	0.29	0.01	0.29	0.01
Pequeno porte	US\$/cab.ano	0.089	0.003	0.09	0.00	0.01	0.000	0.01	0.0003	0.01	0.0003
Irrigação	US\$/ha.ano			10.29	0.24			10.29	0.24	10.29	0.24
Total População rural	US\$/hab.ano	51.82	1.53	5.25	0.15	5.62	0.17	0.96	0.03	0.96	0.03
Efluentes Industriais											
CPS	US\$/1000m ³	1.680	50	1.680	50	180	10	180	10	190	10
B&A	US\$/1000m ³	170	10	170	10	20	0	20	0	20	0
TXT	US\$/1000m ³	13.410	390	13.410	390	1.460	40	1.450	40	1.510	40
ALIM	US\$/1000m ³	11.730	350	11.730	350	1.270	40	1.270	40	1.320	40
Q/PET	US\$/1000m ³	2	0,2	20	0,2	0,2	0	0,2	0,02	0,2	0,02
MET	US\$/1000m ³	2	0,2	20	0,2	0,2	0	0,2	0,02	0,2	0,02
PAPEL	US\$/1000m ³	002	0,3	20	0,3	0,2	0	0,2	0,04	0,2	0,04
UTIL	US\$/1000m ³	11.730	350	11.730	350	1.270	40	1.270	40	1.320	40

CPS = Couros, Peles e Similares; B&A = Bebidas e Álcool; TXT = Têxtil; ALIM = Produtos Alimentares; Q/PET = Química e Petroquímica; MET = Metalúrgicas/Siderúrgicas; PAPEL = Celulose, Papel e Papelão; UTIL = Utilidade Pública.

¹População urbana assume a cobrança por seus esgotos custos mais a referente aos resíduos sólidos domésticos e drenagem pluvial urbana

Tabela 37 - Ônus total per capita da cobrança pelo uso da água e lançamento de efluentes na bacia do rio dos Sinos

Setor	Alternativa:	1		2		3		4		5	
	Unidades	Max	Min								
Criação animal											
Pequeno porte											
Aves	US\$/cab.ano	0,090	0,003	0,090	0,003	0,010	0,001	0,010	0,001	0,010	0,001
Ovinos	US\$/cab.ano	0,097	0,011	0,097	0,011	0,018	0,009	0,018	0,009	0,018	0,009
Grande porte											
Bovinos/Suínos	US\$/cab.ano	2,733	0,145	2,733	0,145	0,353	0,072	0,352	0,072	0,352	0,072
Irrigação	US\$/ha.ano	58,320	58,320	68,613	58,565	58,320	58,320	68,613	58,565	68,613	58,565
Meio urbano ¹	US\$/hab.ano	45,38	4,30	45,36	4,30	6,23	1,77	6,22	1,77	6,22	1,77
Meio rural	US\$/hab.ano	52,55	2,26	5,98	0,88	6,35	0,90	1,69	0,76	1,69	0,76
Setor Industrial											
CPS	US\$/1000m ³	1.707	80	1.707	80	212	35	212	35	219	36
B&A	US\$/1000m ³	198	35	198	35	48	31	48	31	49	31
TXT	US\$/1000m ³	13.441	425	13.440	425	1.486	73	1.484	73	1.539	74
ALIM	US\$/1000m ³	11.765	376	11.764	376	1.304	68	1.302	68	1.351	69
Q/PET	US\$/1000m ³	32	30	32	30	30	30	30	30	30	30
MET	US\$/1000m ³	32	30	32	30	30	30	30	30	30	30
PAPEL	US\$/1000m ³	32	30	32	30	30	30	30	30	30	30
UTIL	US\$/1000m ³	11.765	375	11.764	375	1.304	67	1.302	67	1.350	69

CPS = Couros, Peles e Similares; B&A = Bebidas e Alcool; TXT = Têxtil; ALIM = Produtos Alimentares; Q/PET = Química e Petroquímica; MET = Metalúrgicas/Siderúrgicas; PAPEL = Celulose, Papel e Papelão; UTIL = Utilidade Pública.

¹População urbana assume a cobrança por seus esgotos custos mais a referente aos resíduos sólidos domésticos e drenagem pluvial urbana

Tabela 38 - Relação percentual entre o ônus da cobrança e os custos operacionais dos diferentes segmentos industriais na bacia do rio dos Sinos

Segmento industrial	Alternativas:	1		2		3		4		5	
	Custo operacional (US\$/m ³)	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
CPS											
Beneficiamento de couros	46,66	3,6	0,17	3,66	0,17	0,45	0,07	0,45	0,07	0,47	0,08
Curtumes	59,97	2,8	0,13	2,85	0,13	0,35	0,06	0,35	0,06	0,36	0,06
Fábrica de calçados	2 800,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
B&A	262,29	0,07	0,01	0,07	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
TXT	63,21	21,26	0,67	21,26	0,67	2,35	0,11	2,35	0,11	2,43	0,12
ALIM	235,75	5,00	0,16	5,00	0,16	0,55	0,03	0,55	0,03	0,57	0,03
Q/PET											
Química fina	1 284,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tintas	213,77	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Outros	36,62	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
MET											
Metalurgia	344,78	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Equipamentos de refrigeração	1 200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPEL	5,47	0,59	0,55	0,59	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Em resumo, o estudo de cobrança na bacia do rio dos Sinos mostrou a viabilidade do uso deste instrumento na Gestão das Águas, já que é possível a arrecadação de valores significativos sem impactos econômicos substanciais nos usuários-poluidores. Esquemas de subsídios diretos e cruzados deverão ser adotados sempre que necessário para aliviar o ônus da cobrança sobre grupos que apresentem baixa capacidade de pagamento. O uso de subsídios, se por um lado atenua os desejáveis efeitos da cobrança sobre a racionalização do uso da água, é uma componente importante para o atendimento de objetivos relacionados à equidade social e à estabilidade institucional.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL

Como foi proposto previamente, a cobrança pelo uso da água deverá se aplicar aos quatro preços da água: o 1º, serviço de captação, tratamento e distribuição e água potável, o 2º, serviço de coleta, tratamento e destinação final de águas servidas, o 3º, uso da água bruta e o 4º, disposição final das águas servidas no ambiente. O primeiro e segundo preços são cobrados pelas concessionárias dos serviços de saneamento que atuam na bacia. Cabe tratar da cobrança do terceiro e quarto preço da água. No que diz respeito às possibilidades de introdução da cobrança deste dois preços no Brasil, os estudos apresentados permitem concluir:

1. No Nordeste semi-árido não parece ser possível a cobrança a custos incrementais médios, a não ser para fins de abastecimento, ou quando existirem mananciais de água que permitam sua oferta sem grandes investimentos incrementais (por exemplo, rio São Francisco) ou, ainda, quando os custos já estiverem investidos (açude de Orós e outros). Esquemas de subsídios diretos ou cruzados deverão ser adotados nos sistemas de cobrança para viabilizá-los financeiramente e evitar comprometimentos a metas sociais.
2. Na irrigação por inundação do arroz, em qualquer região, existe possibilidade de cobrança a custos incrementais médios apenas quando a oferta for suficiente para atendimento à demanda sem necessidade de grandes obras e não houver custos de oportunidade atrelados ao uso da água, ou eles forem baixos (água sem ou com pequeno valor econômico).
3. A cobrança na irrigação de culturas mesofíticas tradicionais (milho, soja, etc) pode ser possível quando o custo incremental médio de oferta não for excessivo.
4. A situação mais clara de possibilidade da cobrança é quando a água se destinar ao abastecimento doméstico de populações urbanas, que apresenta alta disposição a pagar.
5. No caso industrial, em geral a cobrança é assimilável, devendo porém ser analisado caso a caso, já que algumas indústrias poderão ser mais vulneráveis que outras.

Quanto à estrutura de cobrança diversas alternativas deverão ser adotadas simultaneamente. A base de incidência constante poderá ser adotada para as situações em que a medição da vazão consumida ou despejada pelo usuário for impraticável por questões técnicas ou econômicas. Poderá ser adotada igualmente enquanto não sejam instalados os medidores. Deverá ser buscada, para tanto, bases de incidência que possuam uma relação conhecida e constante com o volume de água captado ou residual. Em projetos de irrigação, por exemplo, a área e a cultura irrigada poderão fornecer estimativas razoavelmente precisas do consumo. Outra possibilidade é a energia utilizada para recalque, nas situações em que seja adotada a energia elétrica e que exista medidor. No caso de indústrias a capacidade instalada de produção poderá oferecer um parâmetro para mensuração indireta da água consumida e dos lançamentos de esgoto. Descontos deverão ser atribuídos quando houver tratamento prévio dos efluentes, de acordo com a capacidade de depuração nominal ou presumida.

Sempre que viável, porém, essa estrutura de cobrança deverá ser evitada, já que estimula o desperdício, e não incentiva a adoção de tecnologias de uso mais eficientes. Por exemplo, ela não estimula ao usuário a adoção de um programa de detecção de fugas de água nos canais e condutos, de métodos de irrigação mais econômicos quanto ao uso de água (gotejamento, aspersão, etc), ou operações mais eficientes de estações de tratamento de esgotos.

Na medida que seja viável deverá ser adotada uma estrutura com base de incidência variável, com índice de cobrança variável e múltiplo. Nesse caso os usuários deverão ser distribuídos preliminarmente no maior número possível de categorias identificáveis: urbanos, industriais e rurais, esses últimos usando água para consumo ou irrigação e, ainda, usuários públicos e privados. Outras categorias poderão ser pescadores, recreacionistas, navegadores. Enfim, deverá ser promovido no projeto uma desagregação detalhada por categoria de usuário para avaliação do impacto da cobrança em cada segmento, antes de sua adoção, e permitindo a avaliação da necessidade de subsídios cruzados.

Outra forma de categorização de usuários que poderá ser adotada considera o volume consumido ou despejado. A questão do uso potencial, que determina os custos de investimentos, e efetivo, que determina os custos de operação, manutenção e reposição, poderá ser resolvida através de duas alternativas: a da cobrança com limite mínimo ou a da cobrança com base de incidência múltipla. Esta segunda alternativa aparece como mais adequada em situações em que se busca também contribuir para a equidade social. Particularmente no caso de usuários de irrigação, uma estrutura similar àquela preconizada pela Lei da Política Nacional de Irrigação e seu regulamento poderá ser considerada. Uma questão que se coloca é se essa lei tem efeitos para fins da cobrança no Estado, e deverá ser respondida por análises jurídicas. Uma terceira alternativa será a adoção de um custo incremental médio de oferta da água ou da capacidade de assimilação

Finalmente existe a questão, que não pode ser ignorada, da ocorrência de anos extremamente secos, quando políticas mais rigorosas de racionamento e controle da poluição deverão ser adotadas. Os esquemas de racionamento por cotas e por preços deverão ser analisados criteriosamente quanto às vantagens e viabilidades de introdução. Particularmente no que diz respeito à irrigação, o racionamento por preços, através de mercado induzido e controlado pelo poder público, aparece como alternativa para permitir a racionalização da produção agrícola quando não existe água suficiente para exploração de toda área irrigável. No que diz respeito ainda a racionamento de água, não se poderia deixar de comentar a possibilidade de racionalização do consumo. Racionalização pode ser definida como um tipo de racionamento preventivo em que o usuário se prepara antecipadamente para enfrentar a carência de água com mínimo prejuízo. Em certas situações ele pode inclusive controlar desperdícios de água sem praticamente nenhum prejuízo ao usuário. A alternativas de racionalização que serão fatalmente estimulada pela adoção da cobrança deverão ser sinalizadas aos usuários pelo projeto. Nesse sentido, deverão ser divulgadas práticas adequadas para a região, envolvendo métodos de irrigação, dimensionamento de estruturas, calendários agrícolas e decisões sobre o uso de água atreladas a previsões hidrológicas de médio ou longo prazo.

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. A cobrança pode ser implementada como instrumento de estímulo à eficiência econômica do uso da água ou como fator de viabilização financeira dos investimentos pretendidos na bacia. Quais as vantagens e desvantagens de cada motivação e quais as dificuldades que suas implementações podem apresentar?

2. As seguintes objeções podem ser levantadas em relação à cobrança pela emissão de poluição, como forma de estabelecer seu controle:

a) por parte dos poluidores: trata-se de um duplo encargo, uma vez que devem pagar pela poluição, além de arcarem com os custos de instalação e operação de equipamentos de tratamento;

b) por parte dos consumidores: o setor produtivo deverá repassar as tarifas aos preços dos produtos e no final quem deverá pagar pelo controle da poluição será, como sempre, única e exclusivamente, o consumidor;

c) por parte dos ambientalistas: a cobrança significa uma "licença para poluir"; os poluidores, exibindo dinheiro, se reservarão o direito de degradar o ambiente, como se fosse suas propriedades.

Apresente argumentos para refutar cada objeção.

3. Subsídios são sempre um estímulo à ineficiência econômica; no entanto, às vezes são inevitáveis para atender a outros objetivos não econômicos. Quais os limites que deveriam ser colocados às suas concessões? Quais as vantagens e desvantagens dos subsídios diretos sobre os cruzados?

4. Como resolver a situação de aumento de consumo de água em uma bacia devido ao seu desenvolvimento em conjunto com o esgotamento do recurso hídrico aplicando-se os instrumentos de outorga e cobrança? Quais as vantagens do uso exclusivo de um ou outro? E de ambos?

5. Aos Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica são asseguradas diversas atribuições deliberativas relacionadas ao instrumento de cobrança pelo uso da água. Quais dificuldades existem para que os Comitês as exerçam? Quais as alternativas para facilitar as suas execuções?

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. (1997) Informação ao autor via INTERNET.

BAUMOL, W. J. & OATES, W.E. (1971). The use of standards and prices for protection of environment. *Swedish J. Econ. mar/71*, pp 42-54.

BAUMOL, W. J. & OATES, W. (1979). *Economics, Environmental Policy and the Quality of Life*. Englewoods Cliffs, Prentice-Hall, 1979.

BANCO MUNDIAL (1994). *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 1994*. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ. Setembro.

BECK, A. (1995). Comunicação pessoal.

BUCKLAND, J. E ZABEL, T. (1998) *Economic Instruments of Water Management and Financing of Infrastructure* in F. Nunes Correia (ed.) 1998, *Selected Issues in Water Resources Management in Europe*, Balkema, Rotterdam

CÁNEPA, E. PEREIRA, J. S.È LANNA, A.E. (1999). A política de recursos hídricos e o princípio usuário-pagador (PUP). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, vol. 4, no. 1, p 103-117, Jan/Mar. 1999

CONEJO, J. G. L. (1993). A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. *Revista de Administração Pública*, vol. 27, abril/junho de 1993. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

CORDEIRO NETTO, O. M (1995). Estimativa do valor econômico da água: uma discussão. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, ABRH, vol. 1: 45-50. Recife.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS/RS (1996). *Simulação de uma proposta de gerenciamento de recursos hídricos na bacia do rio dos Sinos*. Relatório final de consultoria prestada pela MAGNA Engenharia Ltda. E pelo Instituto de pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

- DUBOURG, W.R. (1995) Pricing for sustainable water abstraction in England and Wales: a comparison of theory and practice. Norwich, CSERGE Working Paper WM 95-03.
- GIASANTE, A.E. (1995). Cobrança pelo uso do recursos hídricos: uma contribuição. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, vol. 1: 69-72. Recife.
- HERRINGTON, P. (1997) Pricing water properly. In: T. O’Riordan (ed.) Ecotaxation. London, Earthscan Publications, p.263-268.
- KELMAN, J. (1995). Comunicação pessoal.
- LANNA (1994a). Estudos para o estabelecimento do sistema de cobrança pelo uso da água bruta no Estado do Ceará. Relatório técnico apresentado à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH.
- LANNA, A. E. (1994b). Considerações sobre a instituição da cobrança e a criação de mercados de água do semi-árido do Nordeste do Brasil. Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Fortaleza.
- LANNA, A.E. (1994c). Considerações sobre a instituição da cobrança pelo uso e a criação de mercados de água no semi-árido do Nordeste do Brasil. Anais do X Seminário-Curso do Centro Interamericano de Estudos Avançados da Água: 83-92, Salvador.
- LANNA, A.E. (1995). Viabilidade da cobrança pela água no Brasil. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, vol. 1: 79-84. Recife.
- LANNA, BELTRAME e GIASSON (1990). Análise econômica preliminar da viabilidade da irrigação na região de Barra do Garças, Estado do Mato Grosso. Comunicação ao Symposium on Hydrology and Water Managment of the Amazon Basin, Manaus.
- MAKIBARA, H. (1993). Cobrança pelo uso da água nas bacias dos rios Capivari e Piracicaba. Folheto.
- MARTINEZ Jr, F e BRAGA Jr, B.P.F. (1995). O princípio usuário-pagador e o desenvolvimento sustentável. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, vol. 1: 85-90. Recife.
- MAKIBARA, H. (1995). Contribuição aos estudos para a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado de São Paulo. Folheto sem autoria distribuído no Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos da associação Brasileira de Recursos Hídricos, Recife, PE.
- OIA (Office International de l’Eau) (1995)
- PEARCE, D.W. (1976). Environmental Economics. London, Longman, 1976.
- PEREIRA, J. S. (1996). Análise de critérios de outorga e de cobrança pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos, RS. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação de Recursos Hídricos e Saneamento da UFRGS. 108 p.
- REES, J. (1997) Towards implementation realities. In: T. O’Riordan (ed.) Ecotaxation. London, Earthscan Publications, p.287-303.
- SACHS, I. (org.) (1972). Political Economy of Environment - Problems of Method. Paris, Mouton, 1972.
- SAEMG (1987). Secretaria de Agricultura do Estado do Mato Grosso (1987). Programa Estadual de Irrigação. Convênio PRONI 221/87. Cuiabá, MT.
- UITERKAMP, J.F.J., LEEK, F.P.M. e LOHMAN, A.F. (1995) Waste Water Charge Schemes in the European Union, RIZA, Lelystad, The Netherlands.
- SERÔA DA MOTA, A. C. (1967). Alguns aspectos dos problemas de administração, financiamento e tarifas dos sistemas públicos de água e de esgotos sanitários. Universidade Federal de Santa Maria.
- SMITH, S. (1995) “Green” taxes and charges: policy and practice in Britain and Germany. London, The Institute for Fiscal Studies.
- SOUZA, M.P. (1995). A cobrança e a água como bem comum. RBE - Caderno de Recursos Hídricos, vol. 13, n. 1, junho.

Antonio Eduardo Lanna (1999) Gestão das Águas no Brasil

TARQUÍNIO, T.T. (1994). Taxa de poluição ambiental: simulação do emprego de instrumentos econômicos à gestão dos recursos hídricos no Paraná. Instituto Ambiental do Paraná, Coletânea de Texto Traduzidos. Curitiba.

WINPENNY, J. (1994) Managing water as an economic resource. London, Routledge.

**CAPÍTULO 7 - INSTRUMENTOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS:
RATEIO DE CUSTO**

Índice analítico	
INTRODUÇÃO	1
FORMULAÇÃO MATEMÁTICA	2
CRITÉRIOS TRADICIONAIS DE RATEIO DE CUSTO.	6
IGUALMENTE ENTRE OS CENTROS DE CUSTO.	7
PROPORCIONALMENTE À INTENSIDADE DE USO QUE CADA CENTRO DE CUSTO FAZ DO ELEMENTO DE PROJETO OU DO PROJETO.	7
TOTALMENTE AOS CENTROS DE CUSTO PRIORITÁRIOS, LIMITADO AOS BENEFÍCIOS ORIGINADOS PELO CENTRO DE CUSTO.	7
PROPORCIONALMENTE AOS BENEFÍCIOS EM EXCESSO AOS CUSTOS ESPECÍFICOS (DIRETOS OU SEPARÁVEIS) ASSOCIADOS AO CENTRO DE CUSTO.	7
PROPORCIONAL AO CUSTO EXCEDENTE NECESSÁRIO PARA PROVER O PRODUTO OU SERVIÇO PELA ALTERNATIVA MAIS PROVÁVEL.	8
PROPORCIONALMENTE AO MENOR VALOR ENTRE BENEFÍCIOS OU CUSTOS ALTERNATIVOS DE CADA CENTRO DE CUSTO, SUBTRAÍDOS PELOS CUSTOS ESPECÍFICOS (DIRETOS OU SEPARÁVEIS) JÁ ALOCADOS.	9
COMENTÁRIOS.	9
CRITÉRIOS ALTERNATIVOS TENDO POR BASE FORMULAÇÃO COMO PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR	9
CERNE VAZIO	10
CERNE MÍNIMO	11
CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE AO NÚMERO DE CENTROS DE CUSTO	12
CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE À ECONOMIA DA ALIANÇA	13
CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE ÀS DESPESAS JUSTIFICÁVEIS	13
CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE AOS BENEFÍCIOS LÍQUIDOS	13
RESUMO	13
SOLUÇÕES MÚLTIPLAS	14
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR AO RATEIO DE CUSTO.	14
CRITÉRIO 1 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR VALOR DE DESCONTO.	16
CRITÉRIO 2 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR DESCONTO MÉDIO.	16
CRITÉRIO 3 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR DESCONTO PONDERADO PELA ECONOMIA DA ALIANÇA.	17
EXTENSÕES	18
<i>Minimização do maior valor da alocação adicional</i>	18
<i>Minimização do maior valor ponderado da alocação adicional.</i>	19
APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ESTENDIDOS.	19
<i>Minimização da menor alocação adicional.</i>	19
<i>Minimização da maior alocação incremental ponderada pelo custo individual.</i>	20
RESUMO	21
RATEIO DE CUSTO NO CENÁRIO POLÍTICO-INSTITUCIONAL BRASILEIRO.	21
DESAGREGAÇÃO DE CENTROS DE CUSTO: APLICAÇÃO À BACIA DO RIO DOCE	22
FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	25

CRITÉRIOS DE RATEIO EM FORMULAÇÃO DESAGREGADA.	26
CRITÉRIOS ORIENTADOS PELA DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS ENTRE BARRAGENS	27
<i>Maximização do menor valor do desconto.</i>	27
<i>Desconto uniforme</i>	28
<i>Desconto proporcional</i>	29
CRITÉRIOS ORIENTADOS PELA DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS ENTRE OS CENTROS DE CUSTOS	30
<i>Maximização do menor valor da soma dos descontos.</i>	30
<i>Maximização do menor valor ponderado da soma dos descontos.</i>	31
CRITÉRIO HIERÁRQUICO DE RATEIO	32
<i>Critério hierárquico de rateio baseado no custo adicional alocado</i>	34
CONCLUSÃO: DESAGREGAÇÃO DE RATEIO DE CUSTO	36
RATEIO DE CUSTO NO CENÁRIO POLÍTICO-INSTITUCIONAL BRASILEIRO.	37
REFERÊNCIAS	37
EXERCÍCIOS	37

Lista de Figuras

Figura 1 - Inserção do rateio de custo no processo de planejamento	1
Figura 2 - Esquema proposto para abastecimento da região de Skone, Suécia.	15
Figura 3 - Esquema do sistema de barragens do Rio Doce (FCTH, 1990)	24

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados sobre o projeto hipotético	6
Tabela 2 - Rateios iguais entre centros de custo	7
Tabela 3 - Rateio por prioridade de atendimento	7
Tabela 4 - Rateio proporcional aos benefícios excedentes aos custos diretos.	8
Tabela 5 - Rateio proporcional aos benefícios excedentes aos custos separáveis.	8
Tabela 6 - Rateio proporcional aos custos alternativos em excesso aos custos separáveis.	8
Tabela 7 - Rateio proporcional ao menor valor entre benefícios ou custos alternativos excedentes aos custos separáveis.	9
Tabela 8 - População e demandas incrementais.	15
Tabela 9 - Custos Alternativos	15
Tabela 10 - Custos Separáveis	16
Tabela 11 - Rateio pelo critério da maximização do maior valor do desconto	16
Tabela 12 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto médio	17
Tabela 13 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto ponderado	18
Tabela 14 - Rateio pelo critério da minimização da maior alocação adicional	20
Tabela 15 - Rateio pelo critério da minimização da maior alocação adicional ponderada.	21
Tabela 16 - Rateios de custo alternativos	22
Tabela 17 - Custo individuais alternativos desagregados por centros custo (em milhões de US \$)	25
Tabela 18 - Custo de alianças (em milhões de US \$)	25
Tabela 19 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto.	28
Tabela 20 - Rateio pelo critério do desconto uniforme	30
Tabela 21 - Rateio pelo critério dos descontos proporcionais por barragem.	30

Tabela 22 - Rateio pelo critério da maximização do menor valor da soma dos descontos.	31
Tabela 23 - Rateio pelo critério da maximização do menor valor da soma ponderada dos descontos.	33
Tabela 24 - Rateio pelo critério hierárquico: proporcionalidade por centro de custo e barragem.	33
Tabela 25 - Rateio pelo critério hierárquico baseado nas alocações adicionais - problema dominante.	36
Tabela 26 - Rateio pelo critério hierárquico baseado nas alocações adicionais - problema subalterno	36

INTRODUÇÃO

O rateio de custo é uma forma de cobrança na qual os custos de uma intervenção são rateados entre os interessados diretos. Trata-se, portanto, da aplicação do princípio “*beneficiário-pagador*”. A Figura 1 ilustra a sua inserção no processo de planejamento.

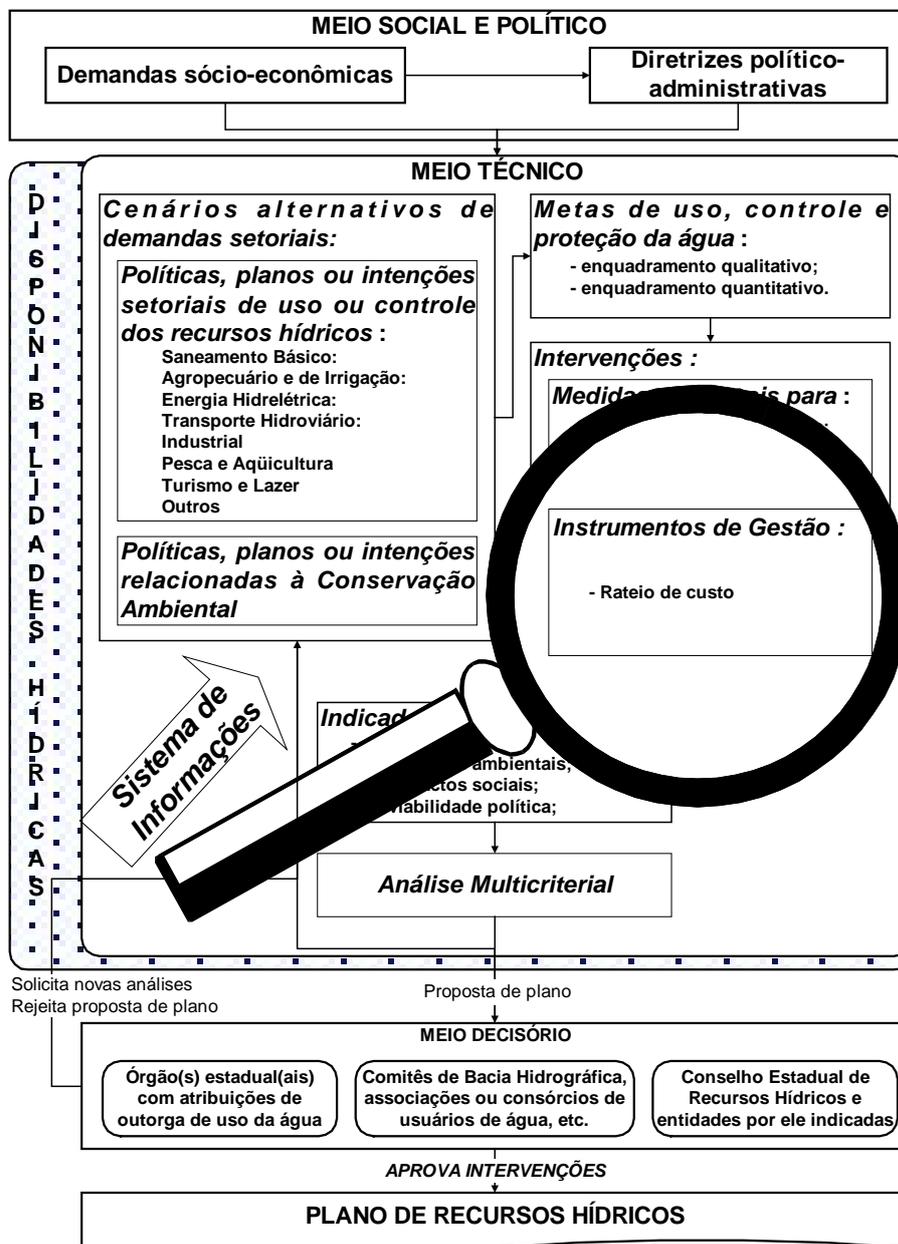


Figura 1 - Inserção do rateio de custo no processo de planejamento

Na lei federal 9.433/97 os dispositivos relacionados ao rateio de custo foram vetados. Algumas leis estaduais, porém, explicitaram algumas diretrizes. Por exemplo, a lei 10.350 do Rio Grande do Sul determina que “as obras de uso múltiplo, ou de interesse comum ou coletivo, terão seus custos rateados, direta ou indiretamente, segundo critérios e normas a serem estabelecidos pelo regulamento desta Lei, atendidos os seguintes procedimentos: I - prévia negociação, realizada no âmbito do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica pertinente, para fins de avaliação do seu potencial de aproveitamento múltiplo e consequente rateio de custo entre os possíveis beneficiários; II - previsão de formas de

retorno dos investimentos públicos ou justificada circunstanciadamente a destinação de recursos a fundo perdido; III - concessão de subsídios somente no caso de interesse público relevante e na impossibilidade prática de identificação dos beneficiados, para o consequente rateio de custos” (art. 34).

Trata-se portanto de um instrumento que permite ao Estado estimular o uso múltiplo dos recursos hídricos e racionalizar a concessão de empréstimos a fundo perdido ou de subsídios. Embora não haja referência na Lei, é suficientemente claro que a negociação a ser promovida pelos comitês (inciso I do Art. 34) somente poderá ser realizada com racionalidade na medida que se reporte aos Planos de Recursos Hídricos. Há também necessidade de regulamentação deste instrumento, de forma a estabelecer os critérios de rateio a serem adotados.

Rateio de custo é a distribuição dos custos de um projeto entre seus participantes. Ela se aplica quando houver possibilidade de divisão da responsabilidade financeira de um projeto entre as entidades executoras, entre as entidades usuárias ou pagantes ou entre as entidades financiadoras.

O rateio de custo tem dupla função. Por um lado é através dele que poderá ser assegurada uma necessária equidade na distribuição dos custos de um projeto. Por outro lado é através da consequente alocação de custos que poderá ser estimulada a eficiência econômica no uso que cada participante faz dos fatores de produção utilizados no projeto. Finalmente, esta alocação permitirá o estabelecimento de políticas de tarifação que igualmente estimulem a eficiência econômica no uso dos produtos e serviços gerados pelo projeto.

Chama-se por centro de custo um participante de um projeto ao qual deverá ser alocado parte de seu custo, através de um rateio. Os centros de custo poderão ser definidos de várias formas. Em um projeto com múltiplos propósitos, por exemplo, irrigação, geração de energia e navegação, cada propósito poderá ser definido como um centro de custo. Também poderão ser definidos como centros de custo classes distintas de usuários servindo-se de um mesmo produto ou serviço gerado pelo projeto. Os usuários de um serviço de abastecimento urbano de água poderão ser divididos em diversas classes com base, por exemplo, em seus níveis de renda, cada classe representando um centro de custo. Poderão haver centros de custo que englobam vários propósitos quando o mesmo tipo de financiamento os apóia.

Em resumo, a divisão dos centros de custo tem caráter instrumental dependendo do esquema de financiamento utilizado ou de tarifação pretendido ou de outras necessidades da Análise Financeira.

FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

Seja $N = \{1, 2, \dots, n\}$ um conjunto de centros de custo de um projeto de recursos hídricos de uso múltiplo e integrado. O custo total do projeto, $C[N]$ deverá ser rateado. Os centros de custo são livres para aceitar suas participações nesse projeto ou de adotar um projeto alternativo individual ou, mesmo, que atenda a um subconjunto de centros de custo. Suponha que possam ser formados subconjuntos S dos centros de custo do projeto tal que S esteja incluído em N , e que o custo do melhor projeto alternativo que atenda apenas aos centros de custo do subconjunto S seja $C[S]$. Haveria também o custo do melhor projeto alternativo que atendesse apenas a um subconjunto formado por um único centro de custo i , notado por $C[i]$.

Existirão economias de escala que justifiquem a implantação do projeto único que atenda ao conjunto N de centros de custo caso:

$$\sum_{i \in S} C[i] > C[S], \forall S \subset N \quad (1)$$

onde \sum denota somatório, \forall significa “para todo” e \subset “contido em”, $i \subset S$ denota os elementos i contidos no subconjunto S , e

$$C[S] + C[R] > C[S \cup R] \quad (2)$$

para qualquer par de subconjuntos com elementos não comuns S e R , onde $S \cup R$ denota a união dos subconjuntos S e R .

A economia de escala é constatada por ser o custo do projeto conjunto sempre menor que a soma dos custos dos projetos que atendam subconjuntos mais restritos desses mesmos centros de custo.

Justificado o mérito econômico do projeto conjunto de custo $C[N]$, a questão é sobre como rateá-lo entre os centros de custo. Caso $x(i)$ seja o custo alocado a i as relações que devem ocorrer são:

$$\sum_{i=1}^n x(i) = C[N] \quad (3)$$

$$x(i) \leq C[i], \forall i \subset N \quad (4)$$

$$\sum_{i \subset S} x(i) \leq C[S], \forall S \subset N \quad (5)$$

A equação 3 estabelece que a soma dos custos alocados deve ser igual ao custo do projeto conjunto. Trata-se portanto de uma **condição de efetividade**, que assegura cobertura dos custos e garante a viabilidade financeira do projeto.

A inequação 4 limita o custo alocado a i ao custo do melhor projeto alternativo que o atenderia. A inequação 5 é similar à anterior embora mais exigente: a soma dos custos alocados a um subconjunto de centros de custo S é limitada pelo custo da melhor alternativa de atendimento exclusivo a esse subconjunto. Essas restrições asseguram que um centro de custo ou subconjunto de centros de custo não terá custos alocados que superem os custos que terão em atuação isolada, estabelecendo uma **condição de racionalidade** individual ou de grupo, respectivamente. Esta condição garante que os centros de custo do projeto terão atrativos para participarem do mesmo. Deve ser notado portanto que o custo individual $C(i)$ deve ser o custo da melhor alternativa que determinado centro de custo tem para obter o mesmo nível de produção do projeto conjunto. Esta alternativa poderá ser obtida em certos caso em outro projeto. Por exemplo, a melhor alternativa de uma hidroelétrica poderá ser uma termoelétrica. A melhor alternativa ao transporte hidroviário pode ser o transporte ferroviário.

Se até agora foi limitado superiormente o valor do custo alocado existe possibilidade igualmente de limitá-lo inferiormente. Um centro de custo deve participar do rateio com um valor não inferior ao custo incremental da sua inserção no projeto conjunto. Esta é uma condição que favorece a eficiência econômica já que obriga a cada centro de custo pagar os seus custos marginais. Seja $C[N-i]$ o custo do projeto conjunto sem o centro de custo i . O custo incremental do centro de custo i será calculado por:

$$C_s[i] = C[N] - C[N - i] \quad (6)$$

Logo:

$$x(i) \geq C_s[i], \forall i \in N \quad (7)$$

Da mesma forma, a soma dos custos alocados a um subconjunto de centros de custo deve ser não inferior ao custo incremental da inclusão desse subconjunto no projeto. Matematicamente:

$$\sum_{i \in S} x(i) \geq C[N] - C[N - S] \quad (8)$$

Esses custos incrementais são também denominados na literatura por custos separáveis ou custos marginais. A introdução das restrições assegura o cumprimento da condição de que um centro de custo ou subconjunto de centros de custo não terá um custo alocado inferior ao custo com que oneram o projeto, estabelecendo uma **condição de marginalidade** individual ou de grupo, respectivamente. Estas condições introduzem a eficiência econômica no rateio independentemente de se a condição de efetividade for ou não cumprida. Sobre um ponto de vista da eficiência econômica cada centro de custo ou aliança de centros de custo deverá pagar apenas o seu custo separável. Os custos não separáveis são custos não marginais e portanto não dependem de quais ou quantos sejam os centros de custo do projeto conjunto, podendo ser pagos tanto por eles ou, mesmo, pelo poder público, sem comprometer a eficiência econômica do uso dos fatores de produção.

Os subconjuntos de valores de $x(i)$ que atendem as restrições 3, 4, 5, 7 e 8 estabelecem rateios possíveis. A seleção final deverá ser realizada por negociação, com a possível inserção de outros critérios de equidade.

Em resumo, as condições estendidas a serem obedecidas em um rateio são:

$$\text{Efetividade: } \sum_{i=1}^n x(i) = C[N] \quad (9)$$

$$\text{Racionalidade individual: } x(i) \leq C[i], \forall i \in N \quad (10)$$

$$\text{Racionalidade de aliança: } \sum_{i \in S} x(i) \leq C[S], \forall S \subset N \quad (11)$$

$$\text{Marginalidade individual: } x(i) \geq C_s[i], \forall i \in N \quad (12)$$

$$\text{Marginalidade de aliança: } \sum_{i \in S} x(i) \geq C[N] - C[N - S] \quad (13)$$

Algumas considerações serão realizadas para demonstrar que as condições acima são redundantes.

Consideração 1: Havendo economia de escala a marginalidade individual assegura a marginalidade de aliança.

Isto significa que a condição da equação 12 é mais estrita que a da equação 13 no caso de ocorrerem economias de escala. A demonstração disto é simples: havendo economias de escala, o custo separável de qualquer aliança deve ser menor que a soma dos custos separáveis dos centros de custo que a compõem, já que a aliança, neste caso, reduzirá os seus custos.

Logo, se o rateio por centro de custo for maior que os custos separáveis de cada um o rateio para qualquer aliança será maior, e com folga, que o custo separável da aliança considerada.

Consideração 2: Ocorrendo a condição de efetividade, as condições de marginalidade, individual e de aliança, asseguram as condições de racionalidade, individual e de aliança, e vice e versa

Sejam duas alianças R e S compostas por uma divisão arbitrária dos centros de custo em dois conjuntos com uma única condição de que os centros de custo de R não estejam em S. A condição de efetividade diz que:

$$\sum_{i=1}^n x(i) = \sum_{i \in R} x(i) + \sum_{i \in S} x(i) = C[N] \quad (14)$$

Logo:

$$\sum_{i \in S} x(i) = C[N] - \sum_{i \in R} x(i) \quad (15)$$

A condição de racionalidade estabelece que:

$$\sum_{i \in S} x(i) \leq C[S] \quad (16)$$

Substituindo o valor do termo à esquerda da equação 16 pelo seu valor dado na equação 15 vem:

$$\begin{aligned} C[N] - \sum_{i \in R} x(i) &\leq C[S] \text{ ou} \\ \sum_{i \in R} x(i) &\geq C[N] - C[S] \end{aligned} \quad (17)$$

S é a aliança complementar de R. Ou seja, em S acham-se todos os centros de custo de N que não se acham em R. Logo $S \equiv N - R$ e:

$$\sum_{i \in R} x(i) \geq C[N] - C[N - R] \quad (18)$$

que é a condição de marginalidade.

Portanto, partiu-se da condição de racionalidade de S e se chegou à condição de marginalidade da aliança complementar R. Como foi arbitrária a partição de N em duas alianças a consideração é válida para qualquer caso. A mesma demonstração pode ser realizada partindo-se de uma condição de marginalidade. Em resumo, existem duas formulações simplificadas equivalentes de um problema de rateio em que ocorram economias de escala e se imponha a condição de efetividade:

1. Condições de racionalidade individual e de aliança ou
2. Condição de marginalidade individual

As condições de racionalidade poderão ser adotadas de uma forma mais expandida na qual se busque assegurar que o custo alocado a qualquer centro de custo não seja maior que os benefícios que recebe no projeto. Isto assegura a viabilidade financeira do centro de custo. A equação 10 ficará:

$$x(i) \leq \text{Inf}\{C[i], B(I)\}, \forall i \in N \quad (19)$$

Sendo esta condição mais estrita que a anterior a consideração 2 permanecerá válida com maior folga.

CRITÉRIOS TRADICIONAIS DE RATEIO DE CUSTO.

Os critérios mais tradicionais de rateio de custo foram classificados matricialmente por James e Lee (1970) em função das seguintes características:

1. O custo que é inicialmente alocado e aquele que será dividido entre os centros de custo;
2. A forma de divisão desse custo inicial a ser distribuído.

Três formas de alocação inicial de custo podem ser consideradas:

Tipo 1: nenhum custo é inicialmente alocado;

Tipo 2: é inicialmente alocado a cada centro de custo o seu custo direto, ou seja, o custo relativo aos elementos do projeto que servem exclusivamente ao centro de custo;

Tipo 3: é inicialmente alocado a cada centro de custo o seu custo separável.

Exemplo 1 - Existem diversas formas de rateio do custo residual que serão apresentadas através de exemplo numérico simplificado. Seja um projeto com múltiplos propósitos no qual cada propósito acha-se associado a um centro de custo. Os dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados sobre o projeto hipotético

Custos	Propósitos ou centros de custo			Totais
	Irrigação	Navegação	Energia	
Diretos	15	10	12	37
Com o propósito excluído	70	80	85	--
Total	---	---	---	100
Separáveis	100-70=30	100-80=20	100-85=15	65

Os custos residuais a serem distribuídos de acordo com cada tipo de rateio serão:

Tipo 1: nenhum custo é inicialmente distribuído; logo o custo residual é o custo total.

Tipo 2: os custos diretos são inicialmente distribuídos; logo o custo residual é o custo total menos a soma dos custos diretos: $100 - (15 + 10 + 12) = 63$

Tipo 3: os custos separáveis são inicialmente distribuídos; logo o custo residual é o custo total menos a soma dos custos separáveis (ou o custo residual é o não separável): $100 - (30 + 20 + 15) = 35$

Algumas formas de alocação do custo residual que poderão ser aplicadas serão discutidas a seguir.

IGUALMENTE ENTRE OS CENTROS DE CUSTO.

A Tabela 2 apresenta os resultados que são obtidos com cada tipo de alocação inicial ou custo residual.

Tabela 2 - Rateios iguais entre centros de custo

		Propósitos ou centros de custo			Totais
		Irrigação	Navegação	Energia	
Tipo de rateio	1	33,33	33,33	33,33	100
	2	15+21=36	10+21=31	12+21=33	100
	3	30+11,6=41,6	20+11,6=31,6	15+11,6=26,6	100

No tipo 1 o custo total é distribuído entre os centros de custo resultando em idêntica alocação. No tipo 2 aloca-se inicialmente os custos diretos e distribui-se o custo residual igualmente entre os centros de custo. No tipo 3 os custos separáveis são inicialmente alocados. O custo não separável é distribuído igualmente. A vantagem desse critério vem unicamente de sua extrema simplicidade

PROPORCIONALMENTE À INTENSIDADE DE USO QUE CADA CENTRO DE CUSTO FAZ DO ELEMENTO DE PROJETO OU DO PROJETO.

Existe dificuldade de se definir intensidade de uso ao se aplicar tal critério a não ser casos onde os centros de custo sejam usuários do mesmo tipo ou façam uso mensurável de uma mesma estrutura. Por exemplo, quando se trata com usuários de um sistema de abastecimento de água ou que repartam entre si, de acordo com dada proporção, o volume de água armazenada em um reservatório.

TOTALMENTE AOS CENTROS DE CUSTO PRIORITÁRIOS, LIMITADO AOS BENEFÍCIOS ORIGINADOS PELO CENTRO DE CUSTO.

Por prioridade pode ser entendido a ordem com que as demandas de cada centro de consumo são atendidas. Na Tabela 3 são apresentadas as prioridades, os benefícios originados em cada centro de custo e a alocação obtida. Todos os tipos conduziram no exemplo aos mesmos valores alocados.

PROPORCIONALMENTE AOS BENEFÍCIOS EM EXCESSO AOS CUSTOS ESPECÍFICOS (DIRETOS OU SEPARÁVEIS) ASSOCIADOS AO CENTRO DE CUSTO.

Com os benefícios dados no exemplo acima pode-se computar os valores em excesso ao custo específico, que é alocado inicialmente segundo se adote o tipo 1 ou 2 de alocação. As Tabela 4 e Tabela 6 mostram os resultados.

Tabela 3 - Rateio por prioridade de atendimento

Item	Propósitos ou centros de custo			Totais	
	Irrigação	Navegação	Energia		
Benefícios	50	35	25	110	
Prioridade	1º	3º	2º	---	
Tipo de rateio	1	50	25	25	100
	2	15+35=50	10+15=25	12+15=25	100
	3	30+20=50	20+ 5=25	15+10=25	100

Tabela 4 - Rateio proporcional aos benefícios excedentes aos custos diretos.

Itens	Propósitos ou centros de custo			Totais
	Irrigação	Navegação	Energia	
Benefícios	50	35	25	110
Custos diretos	15	10	12	37
Benefícios excedentes	50-15=35	35-10=25	25-12=13	73
Fator de rateio	35/73=0,48	25/73=0,34	13/73=0,18	1,0
Rateio	15+63.0,48=45	10+63.0,34=31	12+63.0,18=24	100

Tabela 5 - Rateio proporcional aos benefícios excedentes aos custos separáveis.

Itens	Propósitos ou centros de custo			Total
	Irrigação	Navegação	Energia	
Benefícios	50	35	25	110
Custos separáveis	30	20	15	65
Benefícios excedentes	20	15	10	45
Fator de rateio	0,45	0,33	0,22	1,0
Rateio	46	32	23	100

PROPORCIONAL AO CUSTO EXCEDENTE NECESSÁRIO PARA PROVER O PRODUTO OU SERVIÇO PELA ALTERNATIVA MAIS PROVÁVEL.

Nesse caso há necessidade de se conhecer o custo da alternativa que seria implementada na ausência do projeto para prover a irrigação, a navegação e a geração de energia. Na tabela 6 estes valores são apresentados. O rateio é realizado considerando como custo específico o separável.

Tabela 6 - Rateio proporcional aos custos alternativos em excesso aos custos separáveis.

Itens	Propósitos ou centros de custo			Totais
	Irrigação	Navegação	Energia	
Custos alternativos	40	45	35	120
Custos separáveis	30	20	15	65
Custos alternativos excedentes	10	25	15	50
Fator de rateio	0,20	0,50	0,30	1,0
Rateio	37	38	25	100

PROPORCIONALMENTE AO MENOR VALOR ENTRE BENEFÍCIOS OU CUSTOS ALTERNATIVOS DE CADA CENTRO DE CUSTO, SUBTRAÍDOS PELOS CUSTOS ESPECÍFICOS (DIRETOS OU SEPARÁVEIS) JÁ ALOCADOS.

Este critério utiliza os mesmos dados dos critérios anteriores. O menor valor entre o benefício e o custo da alternativa mais provável é denominado despesa justificável. A Tabela 7 apresenta um exemplo em que o custo específico é o separável.

Tabela 7 - Rateio proporcional ao menor valor entre benefícios ou custos alternativos excedentes aos custos separáveis.

Itens	Propósitos ou centros de custo			Totais
	Irrigação	Navegação	Energia	
Benefícios	50	35	25	110
Custos alternativos	40	45	35	120
Despesa justificável	$\inf\{50,40\}=40$	$\inf\{35,45\}=35$	$\inf\{25,35\}=25$	
Custos separáveis	30	20	15	65
Benefícios excedentes	10	15	10	35
Fator de rateio	0,29	0,43	0,29	1,0
Rateio	40	35	25	100

COMENTÁRIOS.

Estes métodos tradicionais, com exceção daqueles baseados nos custos separáveis, não asseguram a obediência à totalidade das condições de rateio previamente formuladas, com exceção da condição de efetividade. Os métodos cujos custos inicialmente alocados são os custos separáveis asseguram a ocorrência das condições de racionalidade individual. Em função disto, conforme foi provado previamente, é assegurada a racionalidade individual e de aliança e, também, a de marginalidade de aliança caso existam economias de escala. O método mais completo é o rateio proporcional ao menor valor entre os benefícios e custos alternativos em excesso aos custos separáveis. Ele assegura a obediência às condições de racionalidade e marginalidade individuais, além da de efetividade. Ele é chamado na literatura de Método do Custo Separável - Benefício Remanescente.

CRITÉRIOS ALTERNATIVOS TENDO POR BASE FORMULAÇÃO COMO PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

O fato das condições de rateio serem lineares sugere a utilização de Programação Linear na solução do problema. As condições definiriam a região das soluções viáveis e seria introduzida um critério de equidade que pudesse ser formulado como uma função-objetivo linear. Este tipo de abordagem foi sugerido por autores que verificaram que a Teoria dos Jogos Cooperativos formam uma base metodológica adequada ao tratamento do problema (Suzuki e Nakayama, 1976, Heaney e Dickinson, 1982, Young, Okada e Hashimoto, 1982, Ramos, 1987). Os problemas assim formulados são lineares permitindo sua solução pela técnica da Programação Linear. Existe uma pequena diferença de formulação, já que a Teoria dos Jogos trabalha não com as alocações de custo $x(i)$ mas com as economias do projeto conjunto $v(i) = C(i) - x(i)$. No entanto, ressaltando-se este aspecto, a essência da formulação é idêntica àquela aqui apresentada, introduzindo um complicador sem qualquer vantagem aparente. Diante disto, e ao contrário dos autores anteriormente citados, a formulação será mantida em função dos custos alocados a cada usuário $x(i)$.

Entende-se por **CERNE** o conjunto de alocações \underline{x} que atende às condições de rateio previamente apresentadas. O cerne poderá ser vazio, ou seja, não existe vetor \underline{x} que atenda às condições. No caso em que ele não seja vazio existirão infinitos vetores \underline{x} que nele se inserem configurando uma situação de infinitos rateios possíveis. A questão que se coloca na primeira situação é a obtenção de uma solução relaxada, no sentido em que algumas das condições sejam violadas. No segundo caso a questão é a introdução de um índice de equidade, na forma de uma função-objetivo, que definirá o melhor rateio nos termos do índice proposto. Em qualquer caso, seja de relaxação seja de adoção de um índice de equidade, não existe uma seleção óbvia. Ela deverá ser feita de comum acordo entre os centros de custo através de negociações.

Nesta seção a situação de cerne vazio será inicialmente considerada para depois ser introduzida a situação de infinitos rateios. Será verificado que ambas situações poderão ser consideradas em uma formulação matemática única.

CERNE VAZIO

A ocorrência de cerne vazio poderá indicar:

1. Alguns centros de custo oneram tanto o projeto conjunto que melhor fariam se fossem sozinhos. Neste caso existe uma tendência a repulsa de certos centros de custo do projeto conjunto.

Este caso se configura em uma situação de ineficiência econômica, sob o ponto de vista da sociedade como um todo. O projeto conjunto deverá ser desagregado.

2. Algumas alianças são tão boas em relação ao projeto conjunto (aliança global) que existe uma tendência a que se recusem a participar do mesmo. Trata-se portanto de uma tendência à recusa a participação de certas alianças no projeto conjunto.

Isto poderá acontecer mesmo quando economias de escala indicam que o projeto conjunto é o melhor sobre o ponto de vista econômico da sociedade como um todo. Neste caso, o poder público poderá estabelecer medidas para evitar que a aliança global se desagregue.

Exemplo 2 - Sejam três centros de custo (A, B e C) de um projeto que tenham os seguintes valores de custos:

Custos alternativos individuais: $C(A) = C(B) = C(C) = 10$

Custos alternativos de alianças: $C(A+B) = C(A+C) = C(B+C) = 19$

Custo total do projeto conjunto: $C(A+B+C) = 28,8$

Estes valores permitem o cálculo dos custos separáveis dados por:

$$C_s(A) = C(A+B+C) - C(B+C) = 28,8 - 19 = 9,8 = C_s(B) = C_s(C)$$

$$C_s(A+B) = C(A+B+C) - C(C) = 28,8 - 10 = 18,8 = C_s(B+C) = C_s(A+C)$$

Fazendo $x(A)$, $x(B)$ e $x(C)$ os rateios, as condições de racionalidade e marginalidade que definem o Cerne serão:

$$9,8 \leq x(A) \leq 10 \quad 18,8 \leq x(A) + x(B) \leq 19$$

$$9,8 \leq x(B) \leq 10 \quad 18,8 \leq x(B) + x(C) \leq 19$$

$$9,8 \leq x(C) \leq 10 \quad 18,8 \leq x(A) + x(C) \leq 19$$

Finalmente, a condição de efetividade será:

$$x(A) + x(B) + x(C) = 28,8$$

Como as condições que definem o cerne são idênticas a opção óbvia seria realizar-se um rateio idêntico do custo do projeto conjunto entre os centros de custo. Isto faria com que $x(A) = x(B) = x(C) = 28,8 / 3 = 9,6$. Isto violaria porém as condições de racionalidade de aliança e (em consequência, de acordo com a consideração 2 anterior) as de marginalidade individual. Qualquer outro esquema de rateio violaria as condições estabelecidas surgindo a situação de cerne vazio.

Neste exemplo qualquer aliança de dois centros de custo acarretará um custo conjunto de 19 que, sendo rateado igualmente estabelecerá uma alocação de custo individual de 9,5, superior ao projeto conjunto, sob o ponto de vista destes centros de custo. No entanto, sob o ponto de vista da sociedade como um todo esta opção é ineficiente economicamente já que o terceiro centro de custo que é alijado do projeto terá que pagar 10 no projeto individual resultando em um custo final igual a 29, superior aos 28,8 do projeto conjunto.

Esta ineficiência poderá ser tratada de duas maneiras. No primeiro caso o poder público subsidiaria o projeto conjunto em 0,3 e permitiria que cada centro de custo paga-se 9,5. Este seria um caso em que um quarto centro de custo seria introduzido no problema de rateio. No outro caso os centros de custo A e B, por exemplo, formariam uma aliança pagando 9,5 cada e proporiam ao centro de custo C que se juntasse a eles pagando seu custo incremental de 9,8. Como este custo é menor que o custo alternativo de C, igual a 10, ele aceitaria.

A interferência exemplificada do poder público poderá ser introduzida na formulação de várias formas, conduzindo a diversas opções de relaxação a seguir apresentadas.

CERNE MÍNIMO

Nesta abordagem a participação do poder público seria minimizada o suficiente para tornar a aliança global atrativa. Chamando de z esta participação o problema seria formulado adotando-se unicamente as condições de racionalidade como é apresentado abaixo:

$\sum_{i=1}^n x(i) + z = C(N)$	<p>Min { z } sujeito a:</p> $x(i) \leq C(i)$ $\sum_{i \in S} x(i) \leq C(S)$
<p>com $x(i)$ e z não negativos.</p>	

A abordagem do Cerne Mínimo pode ser entendida também sob uma ótica tributária. Suponha que o poder público em vez de subsidiar o projeto resolva taxar os centros de custo de alianças que resolvam se separar do projeto conjunto. Sendo esta taxa igual a z a formulação ficará como:

$\sum_{i=1}^n x(i) + z = C(N)$	Min { z } sujeito a:	$x(i) \leq C(i) + z$
	$\sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) + z$	
com x(i) e z não negativos.		

A lógica do procedimento é a seguinte. Algumas alianças ou centros de custo tem custos tão baixos que inviabilizam a existência do cerne. A taxa z "relaxa" a restrição correspondente permitindo exatamente no limite a viabilização do rateio em uma aliança global. Note-se que a taxa somente será aplicada às alianças ou centros de custo desagregantes já que ela aumenta o valor limite superior da alocação e não a alocação propriamente dita. Com isto, a taxação irá afetar apenas as alocações presentes em restrições que bloqueiam a existência do cerne.

Outro enfoque: $x(i) - C(i)$, $i=1, \dots, N$ e $\frac{C(S)}{S}$, $i=1, \dots, S$ se forem positivos serão as "deseconomias" impostas a i e S pela tributação, respectivamente. Ao se estipular que as deseconomias serão menores que z pois outra forma de expressar as inequações é:

$$\begin{aligned}
 x(i) - C(i) &\leq z \\
 x(s) - C(S) &\leq z
 \end{aligned}$$

e, ao mesmo tempo, minimizar z, obtém-se o menor valor de deseconomia (tributo) para obter o cerne mínimo.

Ambas formulações conduzirão aos mesmos resultados notando-se que no segundo caso os valores de rateio de alguns centros de custo estarão acrescentados de parcela do valor z.

No exemplo anteriormente apresentado a formulação de subsídios dará como resultado $x(A) = x(B) = x(C) = 9,5$ e $z = 0,3$. Na formulação de tributação o resultado será $x(A) = x(B) = x(C) = 9,6$ e $z = 0,2$, denotando que a restrição relaxada é a de racionalidade de aliança. A taxa será aplicada a todos centros de custo já que todos tem tendência a desagregação através de uma aliança de dois centros de custo. Ela será igual a 0,1 sendo sua soma igual ao subsídio calculado pela formulação alternativa.

CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE AO NÚMERO DE CENTROS DE CUSTO

Na situação anterior a taxa era aplicada a centros de custo ou alianças com tendências desagregantes, independente do número de centros de custo ou de qualquer outro aspecto. Na abordagem em pauta a taxa será estabelecida proporcionalmente ao número de centros de custo de cada aliança. O valor de z será portanto a tributação que incidirá sobre cada centro de custo das alianças desagregadoras. Logo, a formulação fica como:

$\sum_{i=1}^n x(i) = C[N]$	Min { z } sujeito a:	$x(i) \leq C(i) + z$
		$\sum_{i \in S} x(i) \leq C[S] + [S].z$
com x(i) e z não negativos, sendo [S] o número de centros de custo da aliança S.		

Nesse e nos demais casos a seguir apresentados não há equivalente na formulação de subsídios.

CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE À ECONOMIA DA ALIANÇA

Neste caso, a taxa será proporcional à economia proporcionada pela aliança. Quanto mais atraente ela for, maior será a taxa. A formulação será:

$$\begin{array}{l} \sum_{i=1}^n x(i) = C[N] \\ \text{Min } \{ z \} \text{ sujeito a:} \\ \left. \begin{array}{l} x(i) \leq C(i) + z \\ \sum_{i \in S} x(i) \leq C[S] + \left\{ \sum_{i \in S} C(i) - C[S] \right\} \cdot z \end{array} \right\} \\ \text{com } x(i) \text{ e } z \text{ não negativos.} \end{array}$$

O fator de ponderação neste caso, economia da aliança parcial, é dado pela diferença entre a soma dos custos de cada centro de custo e o custo da aliança destes mesmos centros de custo. No caso de centro de custo individual (ou seja, em que não há qualquer tipo de aliança) não existe economia e por isto não é aplicada qualquer taxa. Supõem-se, portanto, que o bloqueio do cerne não ocorra nestes casos.

CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE ÀS DESPESAS JUSTIFICÁVEIS

As abordagens anteriores buscam anular os atrativos de diversas alianças não globais. A idéia do cerne mínimo proporcional à economia da aliança, por exemplo, é penalizar mais o que for mais atraente economicamente. A abordagem agora proposta faz que pague mais o centro de custo da aliança que melhor condições tenha de fazê-lo. Esta condição de pagamento é dada pela despesa justificável, dada pelo menor valor entre o custo alternativo ou o benefício de cada centro de custo. A formulação fica:

$$\begin{array}{l} \sum_{i=1}^n x(i) = C[N] \\ \text{Min } \{ z \} \text{ sujeito a:} \\ \left. \begin{array}{l} x(i) \leq C(i) \cdot (1 + z) \\ \sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) \cdot (1 + z) \end{array} \right\} \\ \text{com } x(i) \text{ e } z \text{ não negativos.} \end{array}$$

CERNE MÍNIMO COM PROPORCIONALIDADE AOS BENEFÍCIOS LÍQUIDOS

Nesta outra opção possível, a taxa seria proporcional aos benefícios líquidos de cada centro de custo ou aliança. A formulação seria:

$$\begin{array}{l} \sum_{i=1}^n x(i) = C[N] \\ \text{Min } \{ z \} \text{ sujeito a:} \\ \left. \begin{array}{l} x(i) \leq C(i) + [C(i) - x(i)] \cdot z \\ \sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) + [C(S) - x(i)] \cdot z \end{array} \right\} \\ \text{com } x(i) \text{ e } z \text{ não negativos.} \end{array}$$

RESUMO

Existirão diversas opções para estabelecimento da taxa que retire os atrativos das alianças parciais desagregantes. Normalmente, a solução obtida com a taxa mínima é única.

SOLUÇÕES MÚLTIPLAS

O cerne vazio ocorre como exceção. A regra é a existência de múltiplas soluções para o rateio. O problema pode ser resolvido pela inserção de um critério de equidade ao problema, dentro da ótica apresentada por Lanna (1989).

Se nas formulações anteriores z pode ser negativo, os problemas de cerne vazio ou de soluções múltiplas serão resolvidos de uma só vez. No caso de soluções múltiplas z será negativo tendo a forma de um decréscimo do limite superior do rateio. Minimizar o valor negativo de z é o mesmo que maximizar o menor decréscimo. Em outras palavras, supõem-se que exista um acordo entre os centros de custo sobre o máximo valor da alocação de custo que poderá ser imputada a cada um, dado pelo custo individual ou de uma aliança. Sobre este limite superior aplica-se um desconto dimensionado de forma que o mínimo desconto seja o máximo possível.

A formulação para o Cerne Mínimo conduz à maximização do menor desconto. Neste caso o valor mínimo de desconto será maximizado não importando se é aplicado a um centro de custo ou a uma aliança. Nas demais formulações serão introduzidas ponderações para tornar os descontos proporcionais a um fator relacionado com aspectos econômicos do rateio. Em qualquer caso será buscada a maximização do menor desconto ponderado.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR AO RATEIO DE CUSTO.

Young, Okada e Hashimoto (1982) apresentaram um problema de rateio de custos relacionado ao sistema de abastecimento de água de 18 comunidades na região de Skone, sul da Suécia. Na época do trabalho a maioria do suprimento municipal de água era retirado de três fontes: aquífero subterrâneo e dois sistemas de condução separados que distribuam água de dois lagos, Vombsjön e Ringsjön. No trabalho foi cogitada a ampliação do sistema existente baseado nos lagos, conforme é esquematizado na Figura 2. As 18 comunidades foram distribuídas em 6 grupos independentes, com base em associações realizadas no passado, localização, sistemas de condução existentes e condições hidrológicas e geográficas que determinam rotas naturais para a rede hidráulica. A tabela 8 apresenta os dados pertinentes aos grupos.

O projeto conjunto tem um custo de 83,82. Os custos alternativos para abastecimento a cada grupo em uma base individual ou de aliança parcial são apresentados na tabela 9. Os dados anteriores permitem o cálculo dos custos separáveis para cada comunidade como é apresentado na

Tabela 10. O problema apresentado será resolvido por programação linear utilizando cada um dos critérios previamente apresentados.

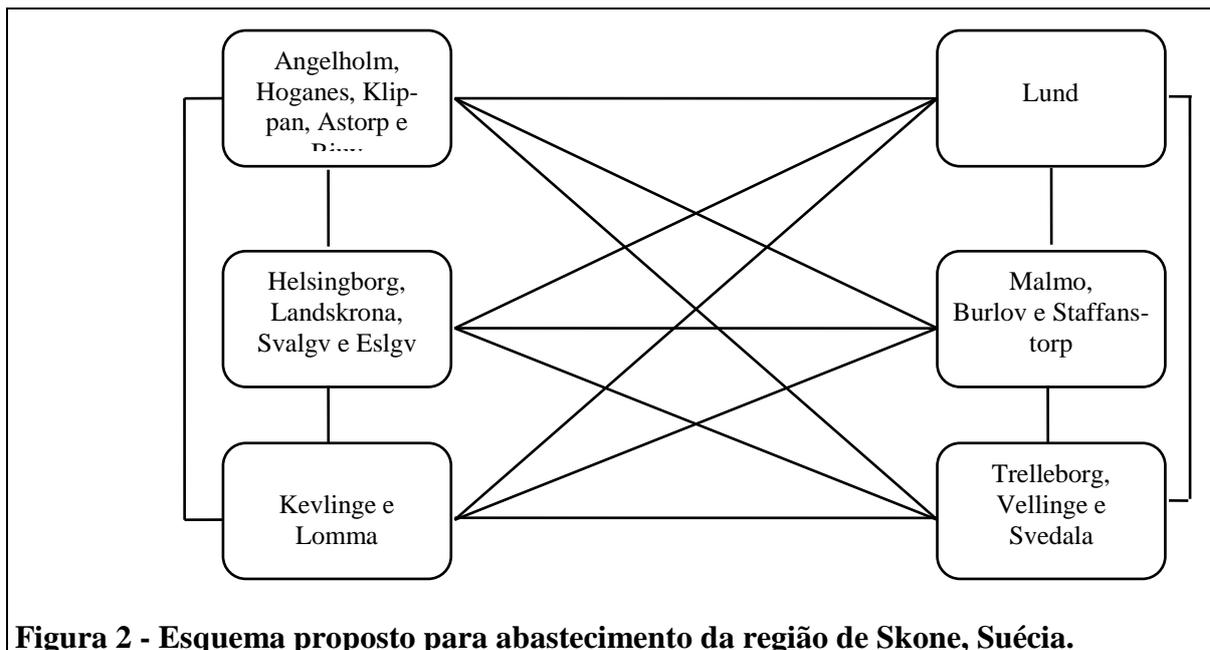


Figura 2 - Esquema proposto para abastecimento da região de Skone, Suécia.

Tabela 8 - População e demandas incrementais.

Grupo	População (mil hab)	Demandas hídricas incrementais (Hm ³ /ano)
A	85,0	6,72
H	176,3	8,23
K	26,8	3,75
L	69,0	3,53
M	287,3	14,64
T	59,5	6,21
Total	703,9	43,08

Tabela 9 - Custos Alternativos

Grupo ou aliança	Custo alternativo	Grupo ou aliança	Custo alternativo
A	21,95	H + K + L	27,26
H	17,08	H + K + M	42,55
K	10,91	L + M + T	51,46
L	15,88	A + H + K + L	48,95
M	20,81	A + H + K + M	60,25
T	21,98	H + K + M + T	59,35
A + H	34,69	H + L + M + T	64,41
H + K	22,96	K + L + M + T	56,61
H + L	25,00	A + H + K + L + M	69,76
K + M	31,45	A + H + K + M + T	77,42
L + M	31,10	A + H + L + M + T	83,00
M + T	39,41	A + K + L + M + T	73,97
A + H + K	40,74	H + K + L + M + T	66,46
A + H + L	43,22		

Tabela 10 - Custos Separáveis

Comunidade	Custo Separável
A	17,36
H	9,85
K	0,82
L	6,40
M	12,89
T	14,06

CRITÉRIO 1 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR VALOR DE DESCONTO.

Formulação : Como z é livre ele será substituído pela soma das variáveis não negativas E e F. As variáveis A, H, K, L, M e T contêm os valores alocados a cada centro de custo do rateio.

1) MIN E - F sujeito a	
2) - E+F+A ≤ 21,95	16) - E+F+H+K+L ≤ 27,26
3) - E+F+H ≤ 17,08	17) - E+F+H+K+M ≤ 42,55
4) - E+F+K ≤ 10,91	18) - E+F+L+M+T ≤ 51,46
5) - E+F+L ≤ 15,88	19) - E+F+A+H+K+L ≤ 48,95
6) - E+F+M ≤ 20,81	20) - E+F+A+H+K+M ≤ 60,25
7) - E+F+T ≤ 21,98	21) - E+F+H+K+M+T ≤ 59,35
8) - E+F+A+H ≤ 34,69	22) - E+F+H+L+M+T ≤ 64,41
9) - E+F+H+K ≤ 22,96	23) - E+F+K+L+M+T ≤ 56,61
10) - E+F+H+L ≤ 25,00	24) - E+F+A+H+K+L+M ≤ 69,76
11) - E+F+K+M ≤ 31,45	25) - E+F+A+H+K+M+T ≤ 77,42
12) - E+F+L+M ≤ 31,1	26) - E+F+A+H+L+M+T ≤ 83
13) - E+F+M+T ≤ 39,41	27) - E+F+A+K+L+M+T ≤ 73,97
14) - E+F+A+H+K ≤ 40,74	28) - E+F+H+K+L+M+T ≤ 66,46
15) - E+F+A+H+L ≤ 43,22	29) A+H+K+L+M+T = 83,82

O ótimo foi encontrado na iteração 13 e tem como valor da função objetivo -1,6. Os valores do rateio são apresentados na tabela 11.

Tabela 11 - Rateio pelo critério da maximização do maior valor do desconto

Comunidade	Custo Alocado
A	20,35
H	11,45
K	4,39
L	9,82
M	17,43
T	20,38

Como a função-objetivo é negativa existe o cerne. O maior valor do desconto mínimo é 1,6 sendo aplicado sobre o centro de custo A e as alianças MT e HKL.

CRITÉRIO 2 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR DESCONTO MÉDIO.

A ponderação neste caso será o número de centros de custo na aliança. Com isto será maximizado o menor desconto médio entre centros de custo de uma aliança. A formulação será:

1) MIN E-F sujeito a	
2) -E+F+A ≤ 21,95	16) -3.E+3.F+H+K+L ≤ 27,26
3) - E+F+H ≤ 17,08	17) - 3.E+3.F+H+K+M ≤ 42,55
4) -E+F+K ≤ 10,91	18) -3.E+3.F+L+M+T ≤ 51,46
5) - E+F+L ≤ 15,88	19) - 4.E+4.F+A+H+K+L ≤ 48,95
6) -E+F+M ≤ 20,81	20) -4.E+4.F+A+H+K+M ≤ 60,25
7) - E+F+T ≤ 21,98	21) - 4.E+4.F+H+K+M+T ≤ 59,35
8) -2.E+2.F+A+H ≤ 34,69	22) -4.E+4.F+H+L+M+T ≤ 64,41
9) - 2.E+2.F+H+K ≤ 22,96	23) - 4.E+4.F+K+L+M+T ≤ 56,61
10) -2.E+2.F+H+L ≤ 25	24) -5.E+5.F+A+H+K+L+M ≤ 69,76
11) - 2.E+2.F+K+M ≤ 31,45	25) - 5.E+5.F+A+H+K+M+T ≤ 77,42
12) -2.E+2.F+L+M ≤ 31,1	26) -5.E+5.F+A+H+L+M+T ≤ 83
13) - 2.E+2.F+M+T ≤ 39,41	27) - 5.E+5.F+A+K+L+M+T ≤ 73,97
14) -3.E+3.F+A+H+K ≤ 40,74	28) -5.E+5.F+H+K+L+M+T ≤ 66,46
15) - 3.E+3.F+A+H+L ≤ 43,22	35) A+H+K+L+M+T = 83,82

O ótimo foi encontrado na iteração 14 tendo a função-objetivo o valor -,533889. Os valores ótimos dos custos alocados são apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto médio

Comunidade	Custo Alocado
A	20,03
H	12,52
K	3,86
L	9,07
M	16,90
T	21,45

Os centros de custo e alianças com menores descontos foram: T, AHL, AHKMT, AKLMT e HKLMT.

CRITÉRIO 3 - MAXIMIZAÇÃO DO MENOR DESCONTO PONDERADO PELA ECONOMIA DA ALIANÇA.

As economias das alianças foram computadas por $\sum_{i \in S} C(i) - C(S)$. A formulação fica:

1) MIN E - F sujeito a	
2) A ≤ 21.95	16) - 16,61.E+16,61.F+H+K+L ≤ 27.26
3) H ≤ 17,08	17) - 6,25.E+ 6,25.F+H+K+M ≤ 42,55
4) K ≤ 10.91	18) - 7,21.E+ 7,21.F+L+M+T ≤ 51.46
5) L ≤ 15,88	19) - 16,87.E+16,87.F+A+H+K+L ≤ 48,95
6) M ≤ 20.81	20) - 10,50.E+10,50.F+A+H+K+M ≤ 60.25
7) T ≤ 21,98	21) - 11,43.E+11,43.F+H+K+M+T ≤ 59,35
8) - 4,34.E+ 4,34.F+A+H ≤ 34.69	22) - 11,34.E+11,34.F+H+L+M+T ≤ 64.41
9) - 5,03.E+ 5,03.F+H+K ≤ 22,96	23) - 12,97.E+12,97.F+K+L+M+T ≤ 56,61

10) - 7,96.E+ 7,96.F+H+L ≤ 25	24) - 16,87.E+16,87.F+A+H+K+L+M ≤ 69,76
11) - 0,27.E+ 0,27.F+K+M ≤ 31,45	25) - 15,31.E+15,31.F+A+H+K+M+T ≤ 77,42
12) - 5,59.E+ 5,59.F+L+M ≤ 31,1	26) - 14,70.E+14,70.F+A+H+L+M+T ≤ 83,00
13) - 3,38.E+ 3,38.F+M+T ≤ 39,41	27) - 17,56.E+17,56.F+A+K+L+M+T ≤ 73,97
14) - 9,20.E+ 9,20.F+A+H+K ≤ 40,74	28) - 20,20.E+20,20.F+H+K+L+M+T ≤ 66,46
15) - 11,69.E+11,69.F+A+H+L ≤ 43,22	35) A+H+K+L+M+T = 83,82

O ótimo foi encontrado na iteração 14 tendo a função objetivo valor -0,1483941. Os custos alocados são apresentados na tabela 13. Os centros de custo e alianças com o desconto mínimo são os mesmos encontrados com o critério anterior: T, AHL, AHKMT, AKLMT e HKLMT. Pequenas diferenças de alocação foram obtidas. Pode ser verificado também que em qualquer caso as condições de marginalidade individual são garantidas pelas de racionalidade.

Tabela 13 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto ponderado

Comunidade	Custo Alocado
A	20,36
H	12,45
K	3,43
L	8,67
M	16,93
T	21,98

EXTENSÕES

Até o momento a alocação de custo foi estabelecida tendo por referências os valores máximos de alocação que permitam a formação da aliança global, dado pela pelas condições de racionalidade. Podem ser imaginadas igualmente alternativas onde as referências sejam os valores mínimos a serem alocados, dados pelas condições de marginalidade individual. Esta alternativa parece mais coerente. É mais lógico se supor que os centros de custo de um rateio estejam mais propensos a aceitar uma negociação que tenha como base a menor alocação de custo justificável, dada pelo custo separável de cada centro de custo. A negociação seria estabelecida sobre a alocação adicional sobre o valor de partida.

Minimização do maior valor da alocação adicional

Lanna (1988) citou algumas alternativas para negociação. Uma delas seria minimizar o maior valor da alocação adicional acima do custo separável. É possível conjugar-se à esse critério a formulação do Cerne Mínimo, conforme abaixo:

Min { z+y } sujeito a:	
$\sum_{i=1}^n x(i) = C(N)$ $x(i) \leq C(i) + z$	$\sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) + z$ $y \leq x(i) - C_s(i)$
com x(i), y e z não negativos.	

Se o cerne não for vazio, z = 0 e a maior discrepância entre x(i) e Cs(i), dada por y, será minimizada. Caso o cerne seja vazio, z aumentará o suficiente para que haja uma solução viável. Neste caso, será obtida uma solução com dado valor de y. Para que o valor de y obtido

seja diminuído, z não pode aumentar, nem diminuir. Não pode diminuir pois inviabilizaria a solução. Não pode aumentar pois com isso aumentaria a Função Objetivo, já que y não irá diminuir para compensar este aumento. Assim, no caso de cerne vazio, a solução será equivalente à formulação dada anteriormente, sob o título de Cerne Mínimo.

As demais alternativas de negociação, onde serão minimizados os maiores valores das alocações adicionais ponderadas por fatores relacionados à economia do rateio podem ser agregados à formulação anterior com uma pequena modificação:

Minimização do maior valor ponderado da alocação adicional.

Nesta formulação a ponderação é o próprio custo separável. $\text{Inf}[C_s(i)]$ significa o menor valor dos custos separáveis. Este quociente impede que z seja maior que zero quando houver cerne e y for maior que zero. Obtém-se:

$$\begin{array}{c} \text{Min} \left\{ \frac{z + y}{\text{Inf}[C_s(i)]} \right\} \text{ sujeito a:} \\ \sum_{i=1}^n x(i) = C(N) \qquad \qquad \qquad \sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) + z \\ x(i) \leq C(i) + z \qquad \qquad \qquad \frac{y}{C_s(i)} \leq x(i) - C_s(i) \\ \text{com } x(i), y \text{ e } z \text{ não negativos.} \end{array}$$

Outra extensão será obtida estabelecendo-se o limite superior das alocações como o menor valor entre $B(i)$ e $C(i)$, como nas condições de racionalidade. Nos casos de Cerne Vazio a relaxação desta condição poderá acarretar a inviabilização econômica do centro de custo isolado, eventualmente penalizado, quando o custo alocado for maior que o benefício. Para evitar isto a relaxação não deverá ir além do benefício do centro de custo e a formulação é apresentada abaixo:

$$\begin{array}{c} \text{Min} \left\{ \frac{z + y}{\text{Inf}[C_s(i)]} \right\} \text{ sujeito a:} \\ \sum_{i=1}^n x(i) = C(N) \qquad \qquad \qquad x(i) \leq B(i) \\ x(i) \leq C(i) + z \qquad \qquad \qquad \sum_{i \in S} x(i) \leq C(S) + z \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \frac{y}{C_s(i)} \leq x(i) - C_s(i) \\ \text{com } x(i), y \text{ e } z \text{ não negativos.} \end{array}$$

APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ESTENDIDOS.

O mesmo problema apresentado por Young, Okada e Hashimoto (1982) será utilizado para testar os novos critérios apresentados.

Minimização da menor alocação adicional.

A formulação será:

1) MIN Z+Y sujeito a	
2) - Z+A ≤ 21,95	19) - Z+A+H+K+L ≤ 48,95
3) - Z+H ≤ 17,08	20) - Z+A+H+K+M ≤ 60,25
4) - Z+K ≤ 10,91	21) - Z+H+K+M+T ≤ 59,35
5) - Z+L ≤ 15,88	22) - Z+H+L+M+T ≤ 64,41
6) - Z+M ≤ 20,81	23) - Z+K+L+M+T ≤ 56,61
7) - Z+T ≤ 21,98	24) - Z+A+H+K+L+M ≤ 69,76
8) - Z+A+H ≤ 34,69	25) - Z+A+H+K+M+T ≤ 77,42
9) - Z+H+K ≤ 22,96	26) - Z+A+H+L+M+T ≤ 83,00
10) - Z+H+L ≤ 25	27) - Z+A+K+L+M+T ≤ 73,97
11) - Z+K+M ≤ 31,45	28) - Z+H+K+L+M+T ≤ 66,46
12) - Z+L+M ≤ 31,1	29) - Y+A ≤ 17,36
13) - Z+M+T ≤ 39,41	30) - Y+H ≤ 9,85
14) - Z+A+H+K ≤ 40,74	31) - Y+K ≤ 0,82
15) - Z+A+H+L ≤ 43,22	32) - Y+L ≤ 6,4
16) - Z+H+K+L ≤ 27,26	33) - Y+M ≤ 12,89
17) - Z+H+K+M ≤ 42,55	34) - Y+T ≤ 14,06
18) - Z+L+M+T ≤ 51,46	41) A+H+K+L+M+T = 83,82

A solução foi encontrada na iteração 16 com função-objetivo igual a 4,276666. Os custos alocados são apresentados na tabela 14. O menor valor do incremento máximo é 4,277 e é aplicado sobre o centro de custo A e alianças parciais MT e HKL.

Minimização da maior alocação incremental ponderada pelo custo individual.

A formulação será:

1) MIN E+0,09166 Y sujeito a	
2) - E+A ≤ 21,95	19) - E+A+H+K+L ≤ 48,95
3) - E+H ≤ 17,08	20) - E+A+H+K+M ≤ 60,25
4) - E+K ≤ 10,91	21) - E+H+K+M+T ≤ 59,35
5) - E+L ≤ 15,88	22) - E+H+L+M+T ≤ 64,41
6) - E+M ≤ 20,81	23) - E+K+L+M+T ≤ 56,61
7) - E+T ≤ 21,98	24) - E+A+H+K+L+M ≤ 69,76
8) - E+A+H ≤ 34,69	25) - E+A+H+K+M+T ≤ 77,42
9) - E+H+K ≤ 22,96	26) - E+A+H+L+M+T ≤ 83
10) - E+H+L ≤ 25	27) - E+A+K+L+M+T ≤ 73,97
11) - E+K+M ≤ 31,45	28) - E+H+K+L+M+T ≤ 66,46
13) - E+M+T ≤ 39,41	29) - 0,04556.Y+A ≤ 17,36
14) - E+A+H+K ≤ 40,74	30) - 0,05855.Y+H ≤ 9,85
15) - E+A+H+L ≤ 43,22	31) - 0,09166.Y+K ≤ 0,82
16) - E+H+K+L ≤ 27,26	32) - 0,06297.Y+L ≤ 6,4
17) - E+H+K+M ≤ 42,55	33) - 0,04805.Y+M ≤ 12,89
18) - E+L+M+T ≤ 51,46	34) - 0,0455.Y+T ≤ 14,06
	41) A+H+K+L+M+T = 83,82

Tabela 14 - Rateio pelo critério da minimização da maior alocação adicional

Comunidade	Custo Alocado
A	21,06
H	13,63

K	5,10
L	8,53
M	17,17
T	18,34

O ótimo foi encontrado na iteração 15 tendo a função objetivo o valor 8,071606. Os custos alocados são apresentados na tabela 15. Os centros de custo ou alianças com alocações com máximo incremento ponderado são: A, K, M, T. As alianças KL e KLMT atingiram a alocação máxima permissível, estabelecida pelo custo da aliança parcial (inequações 16 e 27). O centro de custo H foi alocado com o valor mínimo justificável, ou seja, seu custo separável.

Tabela 15 - Rateio pelo critério da minimização da maior alocação adicional ponderada.

Comunidade	Custo Alocado
A	21,37
H	9,85
K	8,89
L	8,51
M	17,12
T	18,07

RESUMO

Os valores de rateio obtidos pelos diversos critérios são apresentados na tabela 16, junto com os custos separáveis e alternativos. Verifica-se que os rateios guardam pequenas diferenças entre si neste caso. A maior variação relativa ocorreu nos custos alocados à comunidade K que por sinal tem a maior amplitude relativa de possibilidades de rateio, considerando apenas uma análise de seus limites e não de suas alianças. É provável que se obtenha maior sucesso na atividade alocação de custo caso o critério de rateio seja acertado a priori da obtenção dos resultados.

RATEIO DE CUSTO NO CENÁRIO POLÍTICO-INSTITUCIONAL BRASILEIRO.

A metodologia de rateio de custos baseada em programação linear apresenta suficiente flexibilidade para tratar uma grande diversidade de critérios. Esta vantagem quanto a adaptabilidade pode também ser uma restrição já que em uma negociação cada centro de custo estará pleiteando a adoção do critério que mais o favoreça.

Existem outros aspectos relacionados ao cenário político-institucional que poderão introduzir dificuldades de negociação. Como notado por Ramos (1987): "A postura política e cultural da maioria das instituições brasileiras não favorece a utilização múltipla dos recursos hídricos e, menos ainda, a alocação de custos." A existência de uma negociação pressupõem a independência das instituições envolvidas. Isto contrasta com a natureza das entidades públicas brasileiras e, mesmo, das privadas que apresentam alto grau de dependência do poder central. Este, por sua vez, age de forma circunstancial, sem diretrizes ou regras claramente estabelecidas.

Tabela 16 - Rateios de custo alternativos

Comunidade	Custo separável	Custos Alocados					Custos Alternativos
		Rateio 1	Rateio 2	Rateio 3	Rateio 4	Rateio 5	
A	17,36	20,35	10,03	20,36	21,06	21,06	21,95
H	9,85	11,45	12,52	12,46	13,63	9,85	17,08
K	0,82	4,39	3,86	3,43	5,10	8,89	10,91
L	6,40	9,82	9,07	8,67	8,53	8,52	15,88
M	12,89	17,43	16,90	16,93	17,17	17,12	20,81
T	14,06	20,38	21,45	21,98	18,34	18,07	21,98

CRITÉRIOS DE RATEIO:
1 - maximização do menor valor de desconto
2 - maximização do menor valor do desconto médio
3 - maximização do menor valor do desconto ponderado pela economia da aliança
4 - minimização da maior alocação adicional
5 - minimização da maior alocação adicional ponderada pelo custo alternativo

DESAGREGAÇÃO DE CENTROS DE CUSTO: APLICAÇÃO À BACIA DO RIO DOCE

Em algumas situações de rateio de custo surge a necessidade de sua desagregação. Isto ocorre por exemplo quando diversas barragens são construídas em uma bacia atendendo a vários centros de custo. Estes desejariam saber além do rateio do custo total que lhes cabe quanto estarão pagando em cada reservatório. Desta forma, o rateio deverá ser desagregado por barragem. Isto cria um problema por impossibilitar a aplicação dos métodos tradicionais de rateio de custo, tal como o CSBR (Custo Separável-Benefício Remanescente). Tal impossibilidade não ocorre com as metodologias aqui apresentadas, baseadas em Programação Linear mas introduzem uma dificuldade: um rateio consistente, ou seja, que seja aceito por todos os centros de custo, deve apresentar esta consistência tanto no que diz respeito à alocação dos custos de cada barragem quanto no que se refere à alocação dos custos totais do sistema. Ou seja, a negociação entre os centros de custo deve ser realizada em dois níveis: o global, envolvendo todos os custos do sistema, e o individual, que se refere a cada barragem.

Tal situação se apresenta no Rio Doce onde existem planos de construção de 9 barragens de uso múltiplo sendo que três atendem aos centros de custo energia e controle de cheias e 6 atendem aos centros de custo transporte e energia. Este exemplo será usado para ilustrar as extensões da metodologia de rateio baseada em Programação Linear à desagregação de centros de custo.

A bacia do Rio Doce abrange os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Existem interesses voltados à utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica, transporte e controle das cheias fluviais. Com base em uma análise preliminar de inventário, onde foram considerados aspectos econômicos de geração de energia e o impacto ambiental das obras hidráulicas, diversas alternativas foram destacadas como soluções não-inferiores. Uma delas, a alternativa designada como "E", prevê a construção de 9 barragens que terão interesse para o estabelecimento da transporte fluvial e para o controle de cheias, além da geração de

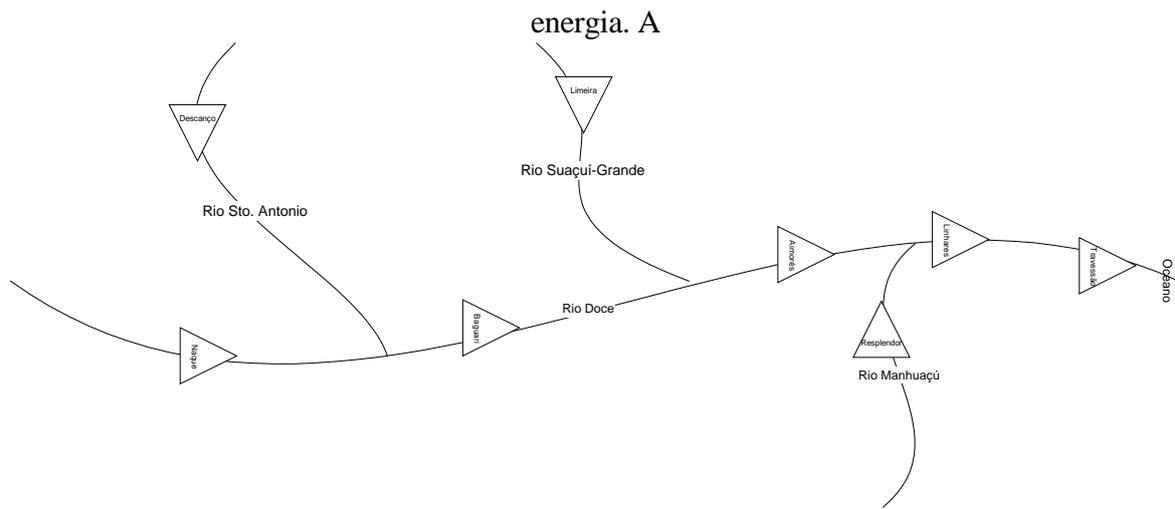


Figura 3 apresenta um esquema do sistema, incluindo unicamente as barragens de uso múltiplo.

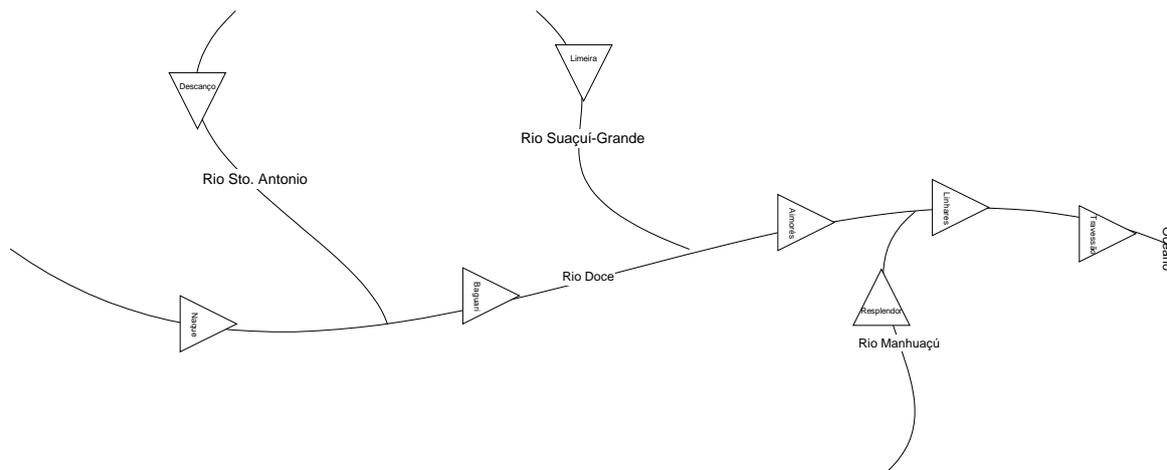


Figura 3 - Esquema do sistema de barragens do Rio Doce (FCTH, 1990)

O centro de custo transporte foi considerado de uma forma ampla, associada ao atendimento da demanda de transporte de minério de ferro e de produtos siderúrgicos do Quadrilátero Ferrífero até o porto marítimo de Tubarão. Como alternativa ao transporte fluvial existe o transporte ferroviário que já se acha implantado através da Estrada de Ferro Vitória - Minas da Companhia Vale do Rio Doce. A questão que surge a este respeito é se deverá ser duplicada a ferrovia ou implantada uma hidrovia para atender ao déficit previsto de transporte.

O centro de custo controle de cheias é atendido por barragens que atenuarão enchentes em algumas cidades da bacia, conforme proposta de um Grupo Interministerial (1982). Com base em relatórios de diversos estudos realizados na bacia foram obtidos alguns custos preliminares para delimitação do cerne do problema de rateio. As tabelas 17 e 18 apresentam estas informações, retiradas de FCTH (1990).

Algumas alterações foram realizadas para compatibilizar as barragens dos centros de custo em uma abordagem de múltiplos propósitos e são descritas em FCTH(1990). Entre elas se encontra a construção de eclusas de navegação em barragens que servirão exclusivamente à energia como forma de superar o obstáculo criado. Este é o caso da barragem de Capim. Diante disto será suposto que não há problema econômico de rateio nesta barragem - ou que o problema é de ordem político-institucional. O centro de custo Energia que cria o problema impedindo a livre navegação deverá pagar pela eclusa ou isto deverá ser realizado pelo Transporte que necessita dela para vencer o obstáculo?

Tabela 17 - Custo individuais alternativos desagregados por centros custo (em milhões de US \$)

Centro de custo Energia		Centro de custo Transporte		Centro de custo Controle de cheias	
Barragem	Custo	Barragem	Custo	Barragem	Custo
Naque	144,9	Naque	104,2	Descanço	97,7
Descanço	90,0	Baguari	137,3	Limeira	67,8
Baguari I	200,2	Resplendor	179,7	Travessão 6.2	103,7
Limeira	100,0	Aimorés II	199,1		
Resplendor II	373,3	Linhares	164,4		
Travessão 6.2	153,0				
Aimorés II	465,2				
Linhares	323,8				

Custo alternativo global do centro de custo transporte: custo da ferrovia menos custos diretos adicionais da hidrovia (portos, relocações da ferrovia, etc.): 1.114,0

Tabela 18 - Custo de alianças (em milhões de US \$)

Aliança Energia e Transporte		Aliança Energia e Controle de Cheias	
Barragem	Custo	Barragem	Custo
Naque	215,4	Descanço	124,2
Baguari I	282,4	Limeira	124,8
Resplendor II	450,9	Travessão	215,4
Aimorés II	506,6		
Linhares	361,6		

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

1. Abordagem: por questões de funcionalidade optou-se pela adoção de uma formulação totalmente desagregada; a alocação do custo de cada barragem aos centros de custo Energia, Controle de Cheias e Transporte foi considerada de forma explícita.
2. Notação: o custo de cada barragem alocado a cada centro de custo é representado por 8 caracteres. O primeiro caracter identifica o centro de custo sendo respectivamente E para Energia, C para Controle de Cheias e T para o transporte. Os demais 2 caracteres identificam o nome da barragem, de acordo com a seguinte notação:

BARRAGEM	NOTAÇÃO
Naque	NA
Descanço	DE
Baguari I	BA
Limeira	LI
Resplendor II	RE
Travessão 6.2	TR
Aimorés II	AI
Linhares	LN

3. Definição matemática do cerne: o cerne foi definido pelas seguintes (in)equações:

- Condições de efetividade: a soma dos custos alocados a cada barragem deve ser igual ao seu custo total na alternativa conjunta. Isto é expresso pelas inequações abaixo:

- 1) ENA+TNA= 215,4
- 2) EDE+CDE= 124,2
- 3) EBA+TBA= 282,4
- 4) ELI+CLI= 124,8
- 5) ERE+TRE= 450,9
- 6) ETR+CTR= 215,4
- 7) EAI+TAI= 506,6
- 8) ELN+TLN= 361,6

- Condições de racionalidade: os custos alocados devem ser inferiores aos custos alternativos de cada centro de custo. Estes custos foram tomados como aqueles da barragem de uso singular. Isto é expresso pelas restrições:

10) ENA \leq 144,9	18) ERE \leq 373,3
11) TNA \leq 104,2	19) TRE \leq 179,7
12) EDE \leq 80,0	20) ETR \leq 153,0
13) CDE \leq 97,7	21) CTR \leq 103,7
14) EBA \leq 200,2	22) EAI \leq 465,2
15) TBA \leq 137,3	23) TAI \leq 199,1
16) ELI \leq 100,1	24) ELN \leq 323,8
17) CLI \leq 67,8	25) TLN \leq 164,4

- Condição de racionalidade de aliança: os custos alocados a cada centro de custo por conta de cada barragem deveriam ser menores que seu custo total no projeto conjunto.

Verifica-se porém que estas condições são idênticas às de efetividade, apenas com a igualdade mudada para inequidade do tipo menor ou igual. Isto é devido a existirem no máximo dois centros de custo por barragem. Nesta situação a restrição é redundante diante da condição de efetividade e pode ser omitida.

- Condição de racionalidade alternativa: trata-se de uma restrição própria do problema considerado.

O centro de custo transporte tem como alternativa a construção de uma ferrovia. Logo, a soma dos custos das barragens alocados ao transporte deve ser inferior ao custo desta ferrovia subtraído de outros custos necessários à operação da hidrovía e não diretamente atribuíveis às barragens. Existem ainda algumas dúvidas a respeito deste limite. Sendo assim, ele foi adotado preliminarmente como 1.114 milhões de dólares para efeitos de teste da metodologia, resultando na inequação:

$$8) TNA+TBA+TRE+TAI+TLN \leq 1140,0$$

CRITÉRIOS DE RATEIO EM FORMULAÇÃO DESAGREGADA.

Na situação em que é necessária a desagregação do rateio haverá possibilidade e, mesmo, necessidade de adaptação dos critérios previamente apresentados. Não havendo qualquer adaptação os critérios seriam aplicados sobre os custos totais alocados a um centro de custo, ou seja, sobre a soma das alocações dos custos de cada componente de um mesmo centro de custo. A desvantagem é que não ficaria explícito quanto cada centro de

custo participaria nos investimentos de uma barragem específica, a não ser que fosse estabelecido percentual constante para esta participação, igual ao obtido globalmente.

Neste caso não seria assegurado que as condições de racionalidade e de marginalidade seriam obedecidas em cada barragem. Os rateios deverão ser portanto desagregados tanto para fornecerem a informação sobre a participação em cada barragem quanto para assegurarem as condições especificadas. Como antes, existem diversos critérios de rateio que poderão ser implementados, alguns dos quais serão aqui apresentados e comentados. Eles serão divididos em 2 grupos. O primeiro agrega critérios que se orientam pelos resultados obtidos em cada barragem. O segundo grupo apresenta os critérios voltados a distribuição dos custos totais alocados aos centros de custo. A integração de ambos critérios será finalmente realizada, permitindo um controle hierárquico do rateio nos dois níveis.

CRITÉRIOS ORIENTADOS PELA DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS ENTRE BARRAGENS

Nesse caso a preocupação se dirige aos custos alocados por barragem, sem consideração aos valores globais assumidos por centro de custo.

Maximização do menor valor do desconto.

Por este critério busca-se maximizar o menor valor obtido pela diferença entre o custo individual e o custo alocado considerando todas as barragens e seus centros de custo. A racionalidade do critério está na suposição que os centros de custo buscarão analisar os descontos obtidos em cada barragem isoladamente sendo negativamente afetados pelos pequenos descontos. Ele tende a igualar os descontos obtidos em qualquer barragem na medida em que não haja violação de qualquer restrição.

Para o problema considerado a formulação é:

1) MAX Z sujeito a	
2) ENA+TNA= 215,4	22) EAI+Z13= 465,2
3) EDE+CDE= 124,2	23) TAI+Z14= 199,1
4) EBA+TBA= 282,4	24) ELN+Z15= 323,8
5) ELI+CLI= 124,8	25) TLN+Z16= 164,4
6) ERE+TRE= 450,9	26) TNA+TBA+TRE+TAI+TLN \leq 1140
7) ETR+CTR= 215,4	27) - Z+Z1 \geq 0
8) EAI+TAI= 506,6	28) - Z+Z2 \geq 0
9) ELN+TLN= 361,6	29) - Z+Z3 \geq 0
10) ENA+Z1= 144,9	30) - Z+Z4 \geq 0
11) TNA+Z2= 104,2	31) - Z+Z5 \geq 0
12) EDE+Z3= 80,0	32) - Z+Z6 \geq 0
13) CDE+Z4= 97,7	33) - Z+Z7 \geq 0
14) EBA+Z5= 200,2	34) - Z+Z8 \geq 0
15) TBA+Z6= 137,3	35) - Z+Z9 \geq 0
16) ELI+Z7= 100,1	36) - Z+Z10 \geq 0
17) CLI+Z8= 67,8	37) - Z+Z11 \geq 0
18) ERE+Z9= 373,3	38) - Z+Z12 \geq 0
19) TRE+Z10= 179,7	39) - Z+Z13 \geq 0
20) ETR+Z11= 153,0	40) - Z+Z14 \geq 0
21) CTR+Z12= 103,7	41) - Z+Z15 \geq 0
	42) - Z+Z16 \geq 0

Nesta formulação eliminou-se por simplicidade a alternativa de tratamento de Cerne Vazio. As variáveis Z^* , com * variando entre 1 e 16, definem os descontos obtidos por cada centro de custo em cada barragem. As restrições 27 a 42 definem a variável Z como o limite inferior dos descontos. Como Z é maximizado na Função-Objetivo a solução determinará o máximo valor para o menor desconto Z . Esta solução é obtida na iteração 33 e os resultados indicam que o máximo valor de Z é 16,85 ou seja, este é o desconto mínimo obtido. Os custos alocados são apresentados na tabela 19. O desconto mínimo é obtido nas alocações identificadas na tabela 20. Ele atinge todas as alocações ao centro de custo Energia com exceção de Limeira. O desconto mínimo atinge o centro de custo Controle de Cheias em Limeira e o Transporte em Naque (Cachoeira Escura).

Tabela 19 - Rateio pelo critério da maximização do menor desconto.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	128,05 ¹	87,35 ¹	--
Descanço	63,15 ¹	--	61,05
Baguari	183,35 ¹	99,05	--
Limeira	73,85	--	50,95 ¹
Resplendor	353,45 ¹	94,45	--
Travessão	136,15 ¹	--	79,25
Aimorés	448,35 ¹	58,25	--
Linhares	306,95 ¹	58,25	--
TOTAL	1.696,30	393,75	191,25
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20
Desconto	144,20	390,95	77,95

¹ locais onde ocorrem os menores descontos

Ao pé da tabela 19 são apresentados os custos totais alocados a cada centro de custo, a soma dos custos caso implantassem as barragens em uma base individual e o desconto total obtido. Nota-se que o centro de custo Transporte foi privilegiado neste rateio em função de seu maior desconto total.

A falha deste critério é que a solução fica presa aos limites inferiores. O centro de custo Transporte é grandemente privilegiado neste caso obtendo descontos em Aimorés e Linhares de respectivamente 140,85 e 109,75. Rateios mais consistentes poderiam ser obtidos nestas barragens mas o critério simplesmente ignora esta possibilidade. Isto poderá causar dificuldades na negociação com a Energia. Caso houvesse alguma barragem com pequenas economias de escala com seu uso múltiplo, e portanto gerando pequenos descontos, os rateios nas barragens restantes ficariam totalmente livres. Diante disto, é recomendável a derivação de rateios baseados em outros critérios em que isto não ocorra.

Desconto uniforme

Este critério trabalha com o menor desconto obtido em uma barragem, independente do centro de custo que o receba. Ele busca maximizar a soma destes menores descontos. A tendência deste critério é fazer com que os descontos sejam idênticos em cada barragem, sempre que possível. Isto somente será inviável quando restrições relacionadas a alianças de mais de um centro de custo o impeçam. Quando as alianças puderem ser formadas por

apenas dois centros de custo, como é o caso analisado, sempre será possível obter-se a igualdade dos descontos.

A formulação do problema tem sua função-objetivo modificada para:

$$1) \text{ MAX } ZNA+ZDE+ZBA+ZLI+ZRE+ZTR+ZAI+ZLN$$

As restrições são modificadas a partir da linha 27 para:

27) - $ZNA+Z1 \geq 0$	35) - $ZRE+Z9 \geq 0$
28) - $ZNA+Z2 \geq 0$	36) - $ZRE+Z10 \geq 0$
29) - $ZDE+Z3 \geq 0$	37) - $ZTR+Z11 \geq 0$
30) - $ZDE+Z4 \geq 0$	38) - $ZTR+Z12 \geq 0$
31) - $ZBA+Z5 \geq 0$	39) - $ZAI+Z13 \geq 0$
32) - $ZBA+Z6 \geq 0$	40) - $ZAI+Z14 \geq 0$
33) - $ZLI+Z7 \geq 0$	41) - $ZLN+Z15 \geq 0$
34) - $ZLI+Z8 \geq 0$	42) - $ZLN+Z16 \geq 0$

Como previamente, as variáveis Z^* , onde * são os números de 1 a 16, representam os descontos que cada centro de custo recebe em cada barragem. As novas variáveis introduzidas ZNA a ZLN são o limite inferior destes descontos, por barragem. Como se maximizará a soma destas variáveis elas serão iguais ao menor desconto obtido por qualquer centro de custo em cada barragem. A solução é obtida na iteração 40 com o valor da soma dos menores descontos igual a 306,55. O rateio obtido é apresentada na tabela 20.

O critério conduz à obtenção de descontos idênticos para qualquer centro de custo em cada barragem desde que isto não venha violar alguma condição. Isto poderá levar a obtenção de situações não aceitáveis quando se deseja que este desconto seja proporcional a determinado valor. O critério seguinte permite a manipulação de descontos proporcionais.

Desconto proporcional

Neste caso as restrições 10 a 25 devem ser modificadas para

10) $ENA+144,9.Z1= 144,9$	18) $ERE+373,3.Z9= 373,3$
11) $TNA+104,2.Z2= 104,2$	19) $TRE+179,7.Z10= 179,7$
12) $EDE+ 80,0.Z3= 80,0$	20) $ETR+153,0.Z11= 153,0$
13) $CDE+97,7.Z4= 97,7$	21) $CTR+103,7.Z12= 103,7$
14) $EBA+200,2.Z5= 200,2$	22) $EAI+465,2.Z13= 465,2$
15) $TBA+137,3.Z6= 137,3$	23) $TAI+199,1.Z14= 199,1$
16) $ELI+100,1.Z7= 100,1$	24) $ELN+323,8.Z15= 323,8$
17) $CLI+67,8.Z8= 67,8$	25) $TLN+164,4.Z16= 164,4$

sendo que os coeficientes das variáveis Z^* são as ponderações desejadas. No caso apresentado adotou-se como ponderação os valores dos custos alternativos individuais de cada barragem que são apresentados nos lados direitos das equações anteriores. Este fator de ponderação estabelecerá que o maior desconto irá em cada barragem para o centro de custo cujo custo alternativo seja maior. A coerência vem de que os centros de custo com maiores custos individuais recebem as maiores alocações com este tipo de critério. Ao aumentar o desconto nestes casos são evitados desbalanceamentos de difícil aceitação. A solução é obtida após 39 iterações sendo apresentada na tabela 21.

Tabela 20 - Rateio pelo critério do desconto uniforme

BARRAGEM	Centros de custo			Desconto
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS	
Naque	128,05	87,35	--	16,85
Descanço	53,25	--	70,95	26,75
Baguari	172,65	109,75	--	27,55
Limeira	78,55	--	46,25	21,55
Resplendor	322,25	128,65	--	51,05
Travessão	132,35	--	83,05	20,65
Aimorés	386,35	120,25	--	78,85
Linhares	260,50	101,10	--	63,30
TOTAL	1.533,95	547,10	200,25	
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20	
Desconto	306,55	237,60	68,95	

Nesta situação foi possível a obtenção de descontos proporcionais aos custos alternativos em cada barragem, já que isto não viola qualquer condição de rateio. O rateio apresentado parece apresentar consistência no nível das barragens. Ele também mostra consistência no nível dos centros de custo embora isto não possa ser garantido a priori. Para obter-se esta garantia há necessidade de resolver um novo problema, conforme é descrito a seguir.

Tabela 21 - Rateio pelo critério dos descontos proporcionais por barragem.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	125,30	90,10	--
Descanço	55,91	--	68,29
Baguari	167,52	114,88	--
Limeira	74,40	--	50,40
Resplendor	304,38	146,52	--
Travessão	128,38	--	87,02
Aimorés	354,77	151,83	--
Linhares	239,83	121,77	--
TOTAL	1.450,49	625,10	205,71
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20
Desconto	390,01	159,60	63,49

CRITÉRIOS ORIENTADOS PELA DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS ENTRE OS CENTROS DE CUSTOS

Nesses critérios a preocupação se dirige às alocações totais por centro de custo.

Maximização do menor valor da soma dos descontos.

O desconto total recebido por dado centro de custo é a soma dos descontos que recebe em cada barragem. O desconto por barragem é a diferença entre seu custo individual e o custo alocado. Neste caso supõem-se que um centro de custo não esteja preocupado com as alocações em barragens individuais mas com o total que lhe é alocado proveniente de

sua participação em todas as barragens. A racionalidade do critério é tentar uniformizar ao máximo a soma dos descontos obtidos pelos centros de custo.

A formulação será idêntica às anteriores até a inequação 26. A partir daí são introduzidas as seguintes inequações:

$$\begin{aligned} 27) - Z+Z1+Z3+Z5+Z7+Z9+Z11+Z13+Z15 &\geq 0 \\ 28) - Z+Z2+Z6+Z10+Z14+Z16 &\geq 0 \\ 29) - Z+Z4+Z8+Z12 &\geq 0 \end{aligned}$$

Os valores de Z^* , com * variando de 1 a 16, serão os descontos obtidos em qualquer barragem. Z será o limite inferior da soma dos descontos obtidos por qualquer centro de custo. Sua maximização conduzirá ao critério adotado.

O ótimo ocorre na iteração 27. O máximo desconto total viável para um centro de custo será 137,9 e é obtido pelos centros de custo Energia e Controle de Cheias. A solução é apresentada na tabela 22.

Maximização do menor valor ponderado da soma dos descontos.

No rateio apresentado no critério anterior pode ser alegado que existe uma desproporção entre os descontos idênticos obtidos por um centro de custo que faz grandes investimentos, a Energia, e outro que faz pequenos investimentos, o Controle de Cheias. Isto leva à idéia de se ponderar os descontos. Uma pequena alteração poderá ser realizada na formulação do critério anterior, na qual as restrições 27 a 29 são alteradas para:

$$\begin{aligned} 27) - p1.Z+Z1+Z3+Z5+Z7+Z9+Z11+Z13+Z15 &\geq 0 \\ 28) - p2.Z+Z2+Z6+Z10+Z14+Z16 &\geq 0 \\ 29) - p3.Z+Z4+Z8+Z12 &\geq 0 \end{aligned}$$

onde $p1$, $p2$ e $p3$ são os fatores de ponderação aplicáveis ao desconto obtido pelos centros de custo Energia, Transporte e Controle de Cheias. Por exemplo, estes valores poderiam ser iguais aos custos alternativos totais de cada centro de custo, ou $p1= 1840,5$, $p2= 784,7$ e $p3= 269,2$. Os resultados obtidos são obtidos na iteração 29 e são apresentados na tabela 23.

Tabela 22 - Rateio pelo critério da maximização do menor valor da soma dos descontos.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	144,90 ¹	70,50 ²	--
Descanço	80,00 ¹	--	44,20 ²
Baguari	200,20 ¹	82,20 ²	--
Limeira	100,10 ¹	--	24,70 ²
Resplendor	373,30 ¹	77,60 ²	--
Travessão	153,00 ¹	--	62,40 ²
Aimorés	327,30	179,30	--
Linhares	323,80 ¹	37,80 ²	--
TOTAL	1,702,60	447,40	269,20
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20
Desconto	137,90	337,30	137,90

Observações:

¹alocação máxima igual ao custo alternativo individual (condição de racionalidade);

²alocação mínima, igual ao custo separável (condição de marginalidade).

Os resultados determinam descontos que representam uniformemente 21,18% dos custos alternativos individuais, que é o valor obtido para Z. Esta uniformidade será atingida desde que não seja bloqueada por alguma condição de rateio. A crítica a este critério é que se por um lado ele pode apresentar resultados compatíveis em termos dos totais alocados a cada centro de custo ele continua a apresentar problemas quando se refere ao rateio dos custos das barragens. Neste caso, por exemplo, diversas barragens tiveram seus custos alocados no máximo ou mínimo.

CRITÉRIO HIERÁRQUICO DE RATEIO

Neste caso busca-se conciliar alocações adequadas de custos totais e de custos de barragens aos centros de custo. Isto é obtido de forma hierárquica onde a alocação dos custos totais, obtidos pela adoção de um dos critérios empregados para distribuição de custos entre os centros de custo (item 6.3.2) é introduzido como imposição na formulação do rateio de acordo com um dos critérios orientados pela distribuição dos custos entre as barragens (item 6.3.1). Adotando-se em ambos os casos os critérios de rateio proporcionais, a formulação do Desconto Proporcional (item 6.3.1.3) tem nela introduzidas imposições retiradas dos resultados do rateio obtido com a Maximização do Menor Valor Ponderado da Soma dos Descontos. Estas imposições podem ser:

43) $49,9 Z1 + 80,0 Z3 + 200,2 Z5 + 100,1 Z7 + 373,3 Z9 + 153,0 Z11 + 465,2 Z13 + 323,8 Z15 = 389,86$
44) $104,2 Z2 + 137,3 Z6 + 179,7 Z10 + 199,1 Z14 + 164,4 Z16 = 166,22$
45) $97,7 Z4 + 67,8 Z8 + 103,7 Z12 = 57,02$

Embora as restrições 43 a 45 possam ser estabelecidas sobre os valores das alocações totais, e não sobre os descontos, a segunda alternativa é mais adequada por razões computacionais. Observou-se que as aproximações numéricas dos coeficientes do problema, limitada pelo número de bits por palavra do computador usado, fazem com que possam ser obtidas soluções inviáveis quando as restrições são as alocações totais.

Os resultados são obtidos na iteração 43 e são apresentados na tabela 24.

Tabela 23 - Rateio pelo critério da maximização do menor valor da soma ponderada dos descontos.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	144,90 ¹	70,50 ²	--
Descanço	42,22	--	81,98
Baguari	200,20 ¹	82,20 ²	--
Limeira	57,00 ²	--	67,80 ¹
Resplendor	271,20 ²	179,70 ¹	--
Travessão	153,00 ¹	--	62,40 ²
Aimorés	384,92	121,68	--
Linhares	197,20 ²	164,40 ¹	--
TOTAL	1,450,64	618,48	212,19
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20
Desconto	389,86	166,22	57,02

Observações:

¹alocação máxima igual ao custo alternativo individual (condição de racionalidade);

²alocação mínima, igual ao custo separável (condição de marginalidade).

Tabela 24 - Rateio pelo critério hierárquico: proporcionalidade por centro de custo e barragem.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	144,90 ¹	70,50 ²	--
Descanço	55,91	--	68,29
Baguari	167,52	114,88	--
Limeira	74,40	--	50,40
Resplendor	304,38	146,52	--
Travessão	121,90	--	93,50
Aimorés	341,79	164,81	--
Linhares	239,83	121,77	--
TOTAL	1,450,63	618,48	212,19
INDIVIDUAL	1,840,50	784,70	269,20
Desconto	389,87	166,22	57,01

Observações:

¹alocação máxima igual ao custo alternativo individual (condição de racionalidade);

²alocação mínima, igual ao custo separável (condição de marginalidade).

As pequenas diferenças nos valores estabelecidos para os descontos totais nas equações 43 a 45 e os valores obtidos se devem aos arredondamentos. Não foram obtidos descontos proporcionais aos custos alternativos nas barragens de Naque, Travessão e Aimorés, exatamente aquelas que tiveram seus rateios modificados em relação aos obtidos na tabela 23.

Em resumo, o critério hierárquico de rateio é resolvido através de dois problemas de otimização linear. No primeiro problema, de hierarquia dominante, são estabelecidas as alocações totais aos centros de custo, de acordo com um critério dirigido ao rateio global, sem no entanto violar-se as condições por barragem. No segundo problema, subalterno, faz-se o rateio de acordo com um critério apropriado dirigido às alocações por barragem, com a imposição de que sejam obtidos os descontos ou alocações totais estabelecidos no primeiro rateio.

Esta abordagem hierárquica, ao permitir a consideração de critérios relativos às alocações totais e parciais (barragens) de custo, apresenta vantagens sobre os critérios simples apresentados, sendo por isto recomendada para tratamento do problema de rateio com desagregação dos centros de custo.

Critério hierárquico de rateio baseado no custo adicional alocado

Os critérios apresentados até agora tiveram como referência os custos alternativos individuais. Em essência, eles buscaram critérios para ratear os descontos sobre estes valores, os quais são possíveis devido às economias de escala dos projetos em uma base de usos múltiplos. Uma outra possibilidade, já comentada anteriormente, utiliza como referência inicial para a alocação o custo separável ou incremental, que seria o mínimo valor da alocação a um centro de custo para estabelecimento da eficiência econômica. Os custos não-separáveis seriam rateados por um critério qualquer e representariam custos adicionais a serem alocados sobre os custos separáveis.

A formulação do problema de rateio com base nos custos separáveis utiliza as condições de marginalidade em lugar das equivalentes condições de racionalidade. No problema considerado existem apenas condições de marginalidade individual que substituirão na formulação as de racionalidade, conforme é apresentado abaixo:

10) ENA \geq 111,2	18) ERE \geq 271,2
11) TNA \geq 70,5	19) TRE \geq 77,6
12) EDE \geq 26,5	20) ETR \geq 111,7
13) CDE \geq 44,2	21) CTR \geq 62,4
14) EBA \geq 145,1	22) EAI \geq 307,5
15) TBA \geq 82,2	23) TAI \geq 41,4
16) ELI \geq 57,0	24) ELN \geq 197,2
17) CLI \geq 24,7	25) TLN \geq 37,8

Na abordagem hierárquica de rateio a ser aplicada os seguintes critérios serão utilizados:

Critério dominante : minimização do maior valor da soma das alocações adicionais que oneram cada centro de custo, o que equivale idealmente a fazer com que a soma das alocações adicionais aos centros de custo sejam proporcionais à soma dos custos separáveis de suas barragens.

Critério subalterno: minimização da soma das maiores alocações adicionais aos centros de custo em cada barragem, equivalente a estabelecer como meta ideal que as alocações aos centros de custo por barragem sejam proporcionais aos seus custos separáveis.

Os critérios são análogos aos utilizados previamente quando o custo de referência era o alternativo e não o separável. A formulação do problema dominante é:

1) MIN Z sujeito a	
2) ENA+TNA= 215,4	16) ELI-Z7= 57,0
3) EDE+CDE= 124,2	17) CLI-Z8= 24,7
4) EBA+TBA= 282,4	18) ERE-Z9= 271,2
5) ELI+CLI= 124,8	19) TRE-Z10= 77,6
6) ERE+TRE= 450,9	20) ETR-Z11= 111,7

7) ETR+CTR= 215,4	21) CTR-Z12= 62,4
8) EAI+TAI= 506,6	22) EAI-Z13= 307,5
9) ELN+TLN= 361,6	23) TAI-Z14= 41,4
10) ENA-Z1= 111,2	24) ELN-Z15= 197,2
11) TNA-Z2= 70,5	25) TLN-Z16= 37,8
12) EDE-Z3= 26,5	26) TNA+TBA+TRE+TAI+TLN \leq 1140
13) CDE-Z4= 44,2	27) -1227,4 Z + Z1 + Z3 + Z5 + Z7 + Z9 + Z11 + Z13 + Z15 \leq 0
14) EBA-Z5= 145,1	28) - 309,5.Z+Z2+Z6+Z10+Z14+Z16 \leq 0
15) TBA-Z6= 82,2	29) - 131,3.Z+Z4+Z8+Z12 \leq 0

A solução é obtida na iteração 12 sendo apresentada na tabela 25. A proporcionalidade da alocação adicional em face aos custos separável de cada centro de custo pode ser uniformizada, sendo igual a 36,75%. Observa-se que o centro de custo Energia foi mais penalizado que no rateio hierárquico prévio já que seu custo separável total é proporcionalmente maior que seu custo alternativo total, tomados os demais centros de custo como referência. O problema subalterno tem a seguinte formulação:

1) MIN ZNA+ZDE+ZBA +ZLI+ZRE+ZTR+ZAI+ZLN+L1+L2+L3+L4 +L5+L6 sujeito a	
2) ENA+TNA= 215,4	25) TLN-37,8 Z16= 37,8
3) EDE+CDE= 124,2	26) TNA+TBA+TRE+TAI+TLN \leq 1140
4) EBA+TBA= 282,4	27) - ZNA+Z1 \leq 0
5) ELI+CLI= 124,8	28) - ZNA+Z2 \leq 0
6) ERE+TRE= 450,9	29) - ZDE+Z3 \leq 0
7) ETR+CTR= 215,4	30) - ZDE+Z4 \leq 0
8) EAI+TAI= 506,6	31) - ZBA+Z5 \leq 0
9) ELN+TLN= 361,6	32) - ZBA+Z6 \leq 0
10) ENA-111,2 Z1= 111,2	33) - ZLI+Z7 \leq 0
11) TNA-70,5 Z2= 70,5	34) - ZLI+Z8 \leq 0
12) EDE-26,5 Z3= 26,5	35) - ZRE+Z9 \leq 0
13) CDE-44,2 Z4= 44,2	36) - ZRE+Z10 \leq 0
14) EBA-145,1 Z5= 145,1	37) - ZTR+Z11 \leq 0
15) TBA-82,2 Z6= 82,2	38) - ZTR+Z12 \leq 0
16) ELI-57,0 Z7= 57,0	39) - ZAI+Z13 \leq 0
17) CLI-24,7 Z8= 24,7	40) - ZAI+Z14 \leq 0
18) ERE-271,2 Z9= 271,2	41) - ZLN+Z15 \leq 0
19) TRE-77,6 Z10= 77,6	42) - ZLN+Z16 \leq 0
20) ETR-111,7 Z11= 111,7	43) L1 - L2+111,2 Z1+26,5 Z3+145,1 Z5+57,0 Z7 +271,2 Z9+111,7 Z11+307,5 Z13+197,2 Z15 = 451,09
21) CTR-62,4 Z12= 62,4	44) L3 - L4+70,5 Z2+82,2 Z6 +77,6 Z10 + 41,4 Z14 + 37,8 Z16= 113,75
22) EAI-307,5 Z13= 307,5	45) L5 - L6+44,2 Z4+24,7 Z8+62,4 Z12= 48,26
23) TAI-41,4 Z14= 41,4	
24) ELN-197,2 Z15= 197,2	

Tabela 25 - Rateio pelo critério hierárquico baseado nas alocações adicionais - problema dominante.

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	144,90 ¹	70,50 ²	--
Descanço	74,84	--	49,36
Baguari	200,20 ¹	82,20 ²	--
Limeira	57,00 ²	--	67,80 ¹
Resplendor	373,30 ¹	77,60 ²	--
Travessão	153,00 ¹	--	62,40 ²
Aimorés	465,20 ¹	41,40 ²	--
Linhares	210,05	151,55	--
TOTAL	1,678,49	423,25	179,56
SEPARÁVEL	1,227,40	309,50	131,30
ADICIONAL	451,09	113,75	48,26

Observações:

¹alocação máxima igual ao custo alternativo individual (condição de racionalidade);

²alocação mínima, igual ao custo separável (condição de marginalidade)

Nesta formulação foram introduzidas as variáveis artificiais L1 a L6. A solução é obtida na iteração 30 e apresentada na tabela 26. A variável artificial L3 apresentou um valor não nulo, igual a 0,000015. A proporcionalidade com o custo separável no rateio das barragens foi obtida a não ser em Baguari e Travessão. Os resultados obtidos são mais consistentes no que se refere à alocação dos custos de cada barragem.

Tabela 26 - Rateio pelo critério hierárquico baseado nas alocações adicionais - problema subalterno

BARRAGEM	Centros de custo		
	ENERGIA	TRANSPORTE	CONTROLE DE CHEIAS
Naque	131,82	83,58	--
Descanço	46,55	--	77,65
Baguari	161,32	121,08	--
Limeira	87,07	--	37,73
Resplendor	350,58	100,32	--
Travessão	151,22	--	64,18
Aimorés	446,49	60,11	--
Linhares	303,44	58,16	--
TOTAL	1.678,49	423,25	179,56
SEPARÁVEL	1.227,40	309,50	131,30
ADICIONAL	451,09	113,75	48,26

CONCLUSÃO: DESAGREGAÇÃO DE RATEIO DE CUSTO

O critério hierárquico de rateio de custo aparece como a alternativa mais consistente quando ocorre a situação de desagregação. Ele permite a introdução de dois critérios de rateio - o dominante, relativo ao rateio global a cada centro de custo, e o subalterno, relativo ao ra-

teio em cada barragem. Apesar da necessidade de solução de dois problemas de Programação Linear este critério não apresenta maiores dificuldades práticas já que pode ser utilizado um micro-computador no processamento.

Isto permite a consideração de diferentes critérios de equidade para estabelecer os rateios. No caso foram utilizadas aqueles que tiveram como referência os custos alternativos individuais e os custos separáveis. Os resultados finais, apresentados nas Tabelas 37 e 40, conduziram a rateios distintos, seja por barragem, seja nos totais por centros de custo.

RATEIO DE CUSTO NO CENÁRIO POLÍTICO-INSTITUCIONAL BRASILEIRO.

A metodologia de rateio de custos baseada em programação linear apresenta suficiente flexibilidade para tratar uma grande diversidade de critérios. Esta vantagem quanto a adaptabilidade pode também ser uma restrição já que em uma negociação cada centro de custo estará pleiteando a adoção do critério que mais o favoreça.

Como não é possível, através de uma ótica econômica ou financeira, definir-se qual critério apresenta maior consistência, restam duas alternativas de seleção de critérios para o rateio: 1) que os critérios sejam acertados a priori pelos centros de custo envolvidos, com a implicação tácita de que aceitem os resultados do rateio; 2) que haja uma normatização dos critérios a serem usados no rateio de custo de obras públicas na área dos recursos hídricos. A segunda alternativa deveria ser estabelecida no âmbito da entidade pública cabeça do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS

- FCTH (1990). Projetos de usos múltiplos de recursos hídricos - Metodologias para rateio de custos. Relatório Técnico n. 3. DAEE/EPUSP.
- HEANEY, J.P. e R.E. DICKINSON (1982). Methods for apportioning the cost of a water resource project. *Water Resources Research*, 18(3): 476-482.
- LANNA, A.E. (1989). Metodologia de rateio de custo baseada em programação linear. Anais do Simpósio de Hidrologia e Recursos Hídricos da ABRH, Foz do Iguaçu.
- RAMOS, F. (1987). Apropriação de custos entre participantes de sistemas de usos múltiplos de recursos hídricos. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, vol. 5: 19-29.
- SUSUKI, M. e M. NAKAYAMA (1976). The cost assignment of the cooperative water resource development: a game theoretical approach. *Management Science*, 22: 1081-1086.
- YOUNG, H.P.; N. OKADA e T. HASHIMOTO (1982). Cost allocation in water resources development. *Water Resources Research* 18(3): 463-475.

EXERCÍCIOS

1 - Um projeto de recursos hídricos com múltiplos propósitos custa \$12.000.000, incluindo os valores capitalizados da operação, manutenção e reposições. Ele supre o projeto de irrigação A com 100 Hm³/ano e o projeto de irrigação B com 150 Hm³/ano. Existe também o propósito de controle de inundações com um valor esperado dos benefícios de \$250.000 ao ano. Os benefícios da irrigação são de \$2 por 1000 m³ no projeto A e \$4 por 1000 m³ no projeto B. Os projetos captam água em uma mesma tomada. Dos custos do projeto, 30% é aar o canal do reservatório à tomada de água. O custo do canal é separável para a irrigação mas apenas 30%

é separável para o projeto A e 40% para o projeto B. Dos 70% dos custos totais que são gastos com o reservatório, 25% é separável para o controle de cheias e 50% para a irrigação. Dos custos separáveis para a irrigação devido ao reservatório, 30% é separável para o projeto A e 40% para o projeto B, e 30% separável para ambos projetos de forma conjunta. O projeto deverá ser analisado em um período de 50 anos com taxa social de desconto de 3%. Os benefícios da irrigação e do controle de cheias são projetados constantes durante todo esse período.

- a) Qual a razão benefício/custo do projeto global?
- b) Qual o custo separável que pode ser atribuído a cada centro de custo?
- c) Faça o rateio dos custos conjuntos pelo método dos custos separáveis-benefícios ramanescentes.
- d) Compare este rateio com outro qualquer baseado na formulação com Programação Linear.
- e) Se o custo não separável do canal fosse rateado pelo método do "uso do equipamento", qual seria o rateio correspondente?

2 - As Tabelas abaixo apresentam novas estimativas do problema de rateio de custo do Rio Doce.

- a) Realize-o adotando um dos métodos hierárquicos apresentados.
- b) Suponha que a barragem de Naque será utilizada para abastecimento de água. A aliança Energia+Transporte+Abastecimento terá um custo de \$300. O custo individual para abastecimento é de \$100, para Abastecimento+Energia é \$230 e Transporte+Abastecimento é de \$180. Refaça o rateio anterior.

Tabela A - Custo individuais alternativos desagregados por centros custo (em milhões de US \$)

Centro de custo Energia		Centro de custo Transporte		Centro de custo Controle de cheias	
Barragem	Custo	Barragem	Custo	Barragem	Custo
Naque	150,0	Naque	100,0	Descanço	100,0
Descanço	80,0	Baguari	140,0	Limeira	70,0
Baguari I	200,2	Resplendor	180,0	Travessão 6.2	100,0
Limeira	100,0	Aimorés II	200,0		
Resplendor II	370,0	Linhares	160,0		
Travessão 6.2	150,0				
Aimorés II	470,0				
Linhares	320,0				
		Custo alternativo global do centro de custo transporte: custo da ferrovia menos custos diretos adicionais da hidrovia (portos, re-locações da ferrovia, etc.)	1.000,		

Tabela B - Custo de alianças (em milhões de US \$)

Aliança Energia e Transporte		Aliança Energia e Controle de Cheias	
Barragem	Custo	Barragem	Custo

Naque	220,0	Descanço	125,0
Baguari I	280,0	Limeira	125,0
Resplendor II	450,0	Travesão	215,0
Aimorés II	500,0		
Linhares	360,0		

**CAPÍTULO 8 - EXEMPLO DE TERMOS DE REFERÊNCIA
PARA PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS**

ÍNDICE ANALÍTICO

INTRODUÇÃO	216
ESCOPO GERAL DOS TRABALHOS	217
DETALHAMENTO DAS PARTES E ATIVIDADES	220
Parte A - Diagnóstico das disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas da Bacia Hidrográfica	220
ATIVIDADE A1 - Levantamento, análise de consistência e adequação das informações existentes	221
ATIVIDADE A2 - Extensão temporal das informações	221
ATIVIDADE A4 - Análise de risco	222
ATIVIDADE A3 - Espacialização das informações	222
ATIVIDADE A5 - Levantamento e análise preliminar de alternativas para incremento das disponibilidades quantitativas de água	222
ATIVIDADE A6 - Síntese do diagnóstico das disponibilidades hídricas	223
ATIVIDADE A7 - Proposta de rede de coleta de informações hidrológicas	223
PARTE B - Diagnóstico e prognóstico das demandas hídricas na Bacia Hidrográfica	224
ATIVIDADE B1 - Cadastro de usuários de água	224
ATIVIDADE B2 - Levantamento, análise de consistência, quantificação e adequação das informações existentes	224
ATIVIDADE B3 - Identificação e análise de planos, programas e ações setoriais de uso dos recursos hídricos	225
ATIVIDADE B4 - Cenarização e projeção temporal das demandas em cada cenário	226
ATIVIDADE B5 - Estimativa da produção de resíduos em cada cenário	226
ATIVIDADE B6 - Espacialização das informações	227
ATIVIDADE B7 - Levantamento e análise preliminar de medidas mitigadoras alternativas para redução da carga de resíduos e de controle quantitativo das demandas hídricas	227
ATIVIDADE B8 - Síntese do diagnóstico e prognóstico	227
PARTE C – Diagnóstico de possíveis impactos ambientais em compartimentos naturais associados aos recursos hídricos	228
Atividade C2 - Avaliação dos compartimentos ambientais associados às águas que possam afetar aos usos pretendidos da água	228
Atividade C3 - Análise de possíveis medidas mitigadoras	229
Seminário I - Águas da Bacia Hidrográfica: diagnóstico, prognóstico, análise preliminar dos problemas e de suas soluções	229
PARTE D - Alternativas de compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas nos aspectos quantitativos e qualitativos	230
ATIVIDADE D1 - Confronto das disponibilidades e demandas hídricas no tempo e no espaço, nos aspectos quantitativos e qualitativos	230
ATIVIDADE D2 - Análise de alternativas para compatibilização quali-quantitativa de acordo com cenários de desenvolvimento	231
ATIVIDADE D3 - Análise de alternativas para enquadramentos dos corpos de água em classes de usos preponderantes	231
Atividade D4 - Análise de condições alternativas de suprimento aos usuários de água (enquadramento quantitativo)	232

PARTE E - Articulação do <i>Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica</i> com os demais interesses locais, de Estados vizinhos e da União	232
ATIVIDADE E1 - Análise dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e de Estados vizinhos, e o Nacional, avaliando suas conseqüências nas águas da Bacia Hidrográfica	233
ATIVIDADE E2 - Articulação dos interesses relacionados às águas das bacias compartilhadas: propostas técnicas	233
ATIVIDADE E3 - Articulação dos interesses relacionados às águas das bacias compartilhadas: propostas institucionais (organizacionais e legais)	233
Seminário II - Análise de alternativas de compatibilização quali-quantitativa entre os interesses da Bacia Hidrográfica, do ESTADO, dos Estados vizinhos e da União	234
PARTE F - Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica	234
ATIVIDADE F1 - Proposta de um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica	234
Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica	235
Enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica em classes de uso preponderante	235
Outorga dos direitos de uso da água	235
Cobrança pelo uso da água	235
Compensação a municípios	236
Criação de unidades de proteção na Bacia Hidrográfica	236
Organização para implementação do Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica	236
ATIVIDADE F2 - Proposta do Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica	236
SEMINÁRIO FINAL - Avaliação do Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica	237
PARTE G - CAPACITAÇÃO MATERIAL E TÉCNICA DO OERH	237
ATIVIDADE G1 - Aquisição e implantação dos aplicativos utilizados no desenvolvimento do Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica no OERH	237
ATIVIDADE G2 - Desenvolvimento de programa de treinamento do pessoal técnico do OERH, ou de técnicos por ele indicados, abrangendo o conhecimento da base teórica que sustenta as metodologias e técnicas que são aplicadas, e a operação dos aplicativos utilizados.	237
Relatórios	237

INTRODUÇÃO

Levando em consideração as propostas apresentadas, fundamentadas nas normas legais que estabelecem diretrizes para o Planejamento de Recursos Hídricos, será aqui apresentada uma concepção para Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica que poderá orientar o preparo de documentos de referência para os processos de licitação relacionados. Três tipos de planos são previstos na lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil:

1. Plano (de Recursos Hídricos) de Bacia Hidrográfica - PBH, resultado das compatibilizações de demandas setoriais na bacia hidrográfica sendo desenvolvido sob a responsabilidade de um Comitê de Bacia Hidrográfica, e
2. Plano Estadual (ou Distrital) de Recursos Hídricos – PERH resultado da compatibilização dos diversos Planos de Bacia Hidrográfica no âmbito da respectiva unidade federativa sendo desenvolvido sob a responsabilidade do órgão responsável pelo Gerenciamento da Oferta dos Recursos Hídricos.
3. Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, resultado da compatibilização dos diversos Planos Estaduais no âmbito do território nacional, e dos interesses setoriais nacionais, sendo desenvolvido pela Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, que é o órgão nacional responsável pelo Gerenciamento da Oferta dos Recursos Hídricos.

A concepção teórica aqui apresentada reflete uma situação idealizada e, portanto, se aplica à uma realidade também ideal. As realidades que são enfrentadas diferem desta última de diversas maneiras e, por isto, a concepção teórica deve sofrer diversos tipos adaptações. Atualmente tem sido observado no país o desenvolvimento de vários Planos de Bacia Hidrográfica - PBH, muitas vezes denominados “Planos Diretores”, nos quais se observa que, em conjunto com a compatibilização dos interesses setoriais relacionados à água, são também propostas Ações de Desenvolvimento Setorial, transformando o PBH em um verdadeiro Plano de Desenvolvimento Regional. Isto tem ocorrido, principalmente, em regiões onde o principal estrangulamento ao desenvolvimento é resultado de carências na infra-estrutura hídrica e, por isto, os investimentos na área de recursos hídricos tornam-se o principal vetor de desenvolvimento regional. Nesta situação existe o risco do órgão público envolvido, às vezes uma Secretaria de Recursos Hídricos, se tornar uma “super-secretaria” e estabelecer conflitos de competência com a secretaria de planejamento, e com as demais secretarias setoriais, exigindo, assim, complexas operações de engenharia institucional.

Em outras regiões mais desenvolvidas do país, as ações de desenvolvimento são muitas vezes assumidas ou por entidades setoriais específicas, ou pela iniciativa privada, de forma autônoma ou complementar. É a estes casos que a concepção teórica apontada melhor se adapta. Esta é, preponderantemente, a situação que ocorre nos Estados do Sul/Sudeste onde entidades com peso institucional considerável atuam nos diversos setores econômicos.

Nota-se também que existem algumas propostas que tendem a transformar o Plano (de Recursos Hídricos) de Bacia Hidrográfica em um verdadeiro Plano de Uso, Controle e Proteção dos Recursos Ambientais da Bacia Hidrográfica. Concorde-se com a necessidade de que futuramente todos os recursos ambientais, e não apenas os recursos hídricos, sejam objeto de planejamento. Sugere-se porém que neste momento, no qual sequer existem experiências consolidadas sobre Planos de Recursos Hídricos, aguarde-se que os conceitos e metodologias relacionadas aos recursos hídricos, e mais geralmente, às águas, sejam estabelecidos para adiante buscar estendê-los aos demais recursos ambientais.

Isto não significa desenvolver um Plano exclusivamente sobre recursos hídricos. Entende-se haver necessidade de que os compartimentos ambientais afetados pelas intervenções, ou que as orientam, limitam, e modificam, sejam consideradas. Por exemplo, um estudo de vegetação será relevante nos casos em que a cobertura vegetal tenha impacto relevante sobre os recursos hídricos, ou deles dependam de forma relevante. Devem ser evitados estudos e análise de compartimentos que, embora de relevante interesse sobre qualquer outro aspecto, não afetem ou sejam afetados de forma relevante, comparada com outros fatores, pelo uso, controle e proteção das águas ordenados pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. O PBH não é um Plano Ambiental (ou dos Recursos Ambientais) da Bacia Hidrográfica, mas dos seus recursos hídricos, apenas.

Tendo em vista o exposto, uma proposta conceitual para o PBH deve prever:

1. diagnóstico da disponibilidade hídrica da bacia envolvida, em termos quantitativos e qualitativos;
2. diagnóstico das demandas atuais dos recursos hídricos e suas projeções, diretamente, ou através da análise dos planos, programas, ou ações setoriais relacionadas aos recursos hídricos, nas entidades setoriais pertinentes, no âmbito da bacia ou Estado pertinente e no de outros Estados com interesses nos mesmos mananciais; onde forem notadas oportunidades de desenvolvimento não utilizadas deverá haver uma abordagem pró-ativa, antecipando-se aos interesses setoriais específicos;
3. diagnóstico de possíveis impactos ambientais em compartimentos naturais associados aos recursos hídricos;
4. articulação/compatibilização das demandas hídricas no âmbito da bacia hidrográfica, considerando as disponibilidades hídricas, com interveniência do Comitê de Bacia Hidrográfica, caso estejam instalado;
5. articulação/compatibilização do ordenamento acima realizado com planos de ordenamento territorial e de desenvolvimento regional, no âmbito estadual ou nacional, resultando no PBH.

Estas atividades deverão ser realizadas de acordo com as diretrizes a serem a seguir apresentadas, que serão parte essencial do Termo de Referência. No caso em apreço as diretrizes são orientadas para um *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica*. Supõe-se que o ESTADO seja o interessado na sua contratação. Ele deverá ter um órgão contratante, na forma de uma secretaria ou departamento com atribuições no Gerenciamento da Oferta dos Recursos Hídricos, que será denominado ÓRGÃO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, aqui denominado como OERH. Haverá, eventualmente, uma lei estadual que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, com seus princípios e suas diretrizes, que deverão orientar o preparo do *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica*, em conjunto com a lei federal 9.433/97 e a legislação pertinente.

ESCOPO GERAL DOS TRABALHOS

Os trabalhos a serem contratados visam ao preparo do *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica* e compreendem as partes abaixo relacionadas a serem executadas pela CONTRATADA conforme o que dispõe este TERMO DE REFERÊNCIA e o que disporá o CONTRATO.

PARTE A - DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

PARTE B - DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA**PARTE C – DIAGNÓSTICO DE POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS EM COMPARTIMENTOS NATURAIS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS****PARTE D - ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA NOS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS****PARTE E- PLANO DIRETOR DE ARTICULAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA****PARTE F - PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA****PARTE G - CAPACITAÇÃO MATERIAL E PESSOAL DO OERH**

Estas partes, embora devendo ser elaboradas de forma articulada e harmônica, serão apresentadas em documentos separados, que abordarão os itens abaixo resumidos:

PARTE A – DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

1. Levantamento, análise de consistência e adequação das informações existentes
2. Extensão temporal das informações
3. Análise de risco
4. Espacialização das informações
5. Levantamento e análise preliminar de alternativas para incremento das disponibilidades quantitativas de água
6. Síntese do diagnóstico das disponibilidades hídricas
7. Proposta de rede de coleta de informações hidrológicas

PARTE B – DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

1. Cadastro de usuários de água
2. Levantamento, análise de consistência, quantificação e adequação das informações existentes
3. Identificação e análise de planos, programas e ações setoriais de uso dos recursos hídricos
4. Cenarização e projeção temporal das demandas em cada cenário
5. Estimativa da produção de resíduos em cada cenário
6. Espacialização das informações
7. Levantamento e análise preliminar de medidas mitigadoras alternativas para redução da carga de resíduos e de controle quantitativo das demandas hídricas
8. Síntese do prognóstico

PARTE C – DIAGNÓSTICO DE POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS EM COMPARTIMENTOS NATURAIS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

1. Avaliação dos compartimentos ambientais associados às águas que possam ser afetados pelos usos pretendidos da água

2. Avaliação dos compartimentos ambientais associados às águas que possam afetar aos usos pretendidos da água.
3. Atividade C3 - Análise de possíveis medidas mitigadoras

⇒ **SEMINÁRIO I - Diagnóstico, prognóstico, análise preliminar dos problemas de recursos hídricos da bacia hidrográfica e de suas soluções**

PARTE D – ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA NOS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

1. Confronto das disponibilidades e demandas hídricas no tempo e no espaço nos aspectos quantitativos e qualitativos
2. Análise de alternativas para compatibilização quali-quantitativa de acordo com cenários de desenvolvimento
3. Análise de alternativas para enquadramentos dos corpos de água em classes de usos preponderantes
4. Análise de condições alternativas de suprimento aos usuários de água (enquadramento quantitativo)
5. Avaliação estratégica de impactos ambientais

PARTE E - ARTICULAÇÃO DO PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA COM OS DEMAIS INTERESSES LOCAIS, DE ESTADOS VIZINHOS E DA UNIÃO

1. Análise dos Planos de Recursos Hídricos, Nacional, Estadual e de bacias de rios compartilhados com outros Estados e suas conseqüências nas águas da bacia hidrográfica
2. Análise dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e de Estados vizinhos, e o Nacional, avaliando suas conseqüências nas águas da Bacia Hidrográfica
3. Articulação dos interesses: propostas técnicas
4. Articulação dos interesses: propostas institucionais (organizacionais e legais)

⇒ **SEMINÁRIO II - Análise de alternativas de compatibilização quali-quantitativa entre os interesses da bacia hidrográfica, dos Estados vizinhos e da União**

PARTE F - PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

1. Proposta de um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica
2. Proposta do Plano de da Bacia Hidrográfica
3. Proposta de medidas emergenciais e de programas, projetos e ações

⇒ **SEMINÁRIO FINAL - Avaliação do Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica**

PARTE G – CAPACITAÇÃO MATERIAL E PESSOAL DO OERH DA BACIA HIDROGRÁFICA

1. Aquisição e implantação dos aplicativos utilizados no desenvolvimento do Plano no OERH.
2. Desenvolvimento de programa de treinamento do pessoal técnico do OERH, ou de técnicos por ela indicados, abrangendo o conhecimento da base teórica que sustenta as metodologias e técnicas que são aplicadas, e a operação dos aplicativos utilizados.

A elaboração do TRABALHO será realizada através da aplicação das melhores técnicas disponíveis, adequadas aos problemas abordados. Deverá também prever uma ampla participação de entidades públicas, usuários da água e de organizações da sociedade civil que tenham interesses nas águas da Bacia Hidrográfica através da realização dos seminários supracitados, aos quais será dada ampla publicidade. Estes seminários terão por objetivo:

1. informar a sociedade a respeito dos problemas das águas da Bacia Hidrográfica e das alternativas de solução;
2. discutir com os diferentes segmentos da sociedade as alternativas de intervenção, de forma a serem obtidos subsídios para a atuação e para as decisões a serem tomadas pelas entidades competentes;
3. estimular a organização da sociedade e a formação, e consolidação, de entidades participativas, na forma do Comitê de Bacia Hidrográfica, de acordo com o que é previsto na lei federal 9.433 e na lei estadual pertinente, se houver .

A organização dos seminários estará a cargo da CONTRATADA, incluindo todas as despesas necessárias à sua realização. A coordenação será assumida pelo OERH, que estabelecerá as regras para a sua execução.

DETALHAMENTO DAS PARTES E ATIVIDADES

Neste detalhamento são enfatizados aos resultados e produtos requeridos - as questões metodológicas são deixadas ao discernimento das LICITANTES e servirão como base para a pontuação que estabelecerá a nota técnica a ser atribuída à PROPOSTA. Nesta pontuação será valorizada a adequação das técnicas e métodos propostos às informações disponíveis e aos resultados requeridos.

Embora não seja exigida a apresentação de um capítulo específico sobre “conhecimento do problema” na PROPOSTA, as LICITANTES deverão angariar previamente ao seu preparo os conhecimentos pertinentes sobre os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica, incluindo a base de dados disponível, de forma a estarem plenamente habilitadas a propor as metodologias mais adequadas para a execução do TRABALHO com um nível de qualificação que esteja, no mínimo, à altura e, preferentemente, ultrapasse o “estado-da-arte”.

Parte A - Diagnóstico das disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas da Bacia Hidrográfica

Objetivo Geral: avaliação quantitativa e qualitativa das disponibilidades hídricas da Bacia Hidrográfica, envolvendo as fases meteórica (chuva), superficial (vazões fluviais e acumulações de água em lagos) e subterrânea (águas subterrâneas).

Indicações metodológicas: deverão ser usadas informações já levantadas por entidades que operam redes meteorológicas, hidrométricas e de qualidade de água, e que cadastram poços, associadas a estudos já realizados ou em andamento, complementados por estudos e análises específicos a serem desenvolvidos pela CONTRATADA.

Produto desejado: cartas em escala adequada que, em conjunto com funções matemáticas, gráficos e/ou tabelas, permitam a estimativa espacial, geo-referenciada, das disponibilidades de água, em termos quantitativos e qualitativos, associados a riscos de ocorrência, incluindo alternativas para incremento de disponibilidades quantitativas.

Atividades a serem realizadas:

ATIVIDADE A1 - Levantamento, análise de consistência e adequação das informações existentes

Descrição: Identificação, obtenção, consolidação e digitação das informações existentes em formato adequado aos Sistemas Nacional e Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, análise de consistência voltada a identificação e, se possível, correção de erros grosseiros e sistemáticos, e sua adequação às necessidades específicas de avaliação de disponibilidades hídricas nos aspectos quantitativos e qualitativos.

Resultados requeridos: obtenção de uma base de dados completa e exaustiva que permita atingir aos propósitos desta PARTE A.

Indicações metodológicas e operacionais: deverão ser buscadas informações junto às entidades públicas que colem informações hidrometeorológicas na área da Bacia Hidrográfica e no seu entorno; a aquisição desta informação deverá ser realizada às custas da CONTRATADA; deverá ser utilizada uma formatação adequada para digitação dos dados, aprovada pelo OERH; a análise de consistência deverá ser realizada adotando-se as técnicas mais adequadas, que deverão ser explicitamente mencionadas na PROPOSTA para fins de avaliação e de pontuação; levantamentos, análises e estudos já realizados sobre o mesmo tema deverão ser consultados, avaliados e mencionados explicitamente, servindo como ponto de partida para o desenvolvimento metodológico a ser realizado pela CONTRATADA em seus TRABALHOS.

ATIVIDADE A2 - Extensão temporal das informações

Descrição: as informações, representadas por variáveis temporais, coletadas e consistidas previamente, deverão ser estendidas para abranger a maior extensão temporal factível, em face à base de dados obtida.

Resultados requeridos: disponibilização de séries temporais hidrometeorológicas de interesse com a maior extensão temporal factível, sendo claramente identificáveis os valores observados, e os valores derivados por interpolação, correlação ou simulação matemática; deverão ser igualmente apresentadas informações que facultem ao OERH a atribuição de juízos de valor sobre a qualidade das informações geradas pelas técnicas aplicadas, como coeficientes de correlação, testes de hipótese, gráficos de ajuste entre valores observados e calculados, etc.

Indicações metodológicas: deverão ser aplicadas técnicas adequadas, baseadas em estudos de interpolação, correlação estatística e de modelagem matemática dos processos naturais hidrológicos, o que for mais adequado; a PROPOSTA deverá mencionar especificamente as técni-

cas ou modelos a serem adotados de forma a permitir a avaliação de suas adequações e consequente pontuação.

ATIVIDADE A4 - Análise de risco

Descrição: tendo a maior parte das variáveis que quantificam ou qualificam a disponibilidade de água um comportamento aleatório, a análise de risco busca descrever este comportamento, através de modelos probabilísticos, com objetivo de estimar probabilidades de ocorrência de eventos de interesse, relacionados à ocorrência de valores das variáveis aleatórias em intervalos pré-definidos.

Resultados requeridos: atrelar às variáveis que descrevam as disponibilidades quantitativa ou qualitativa das águas, probabilidades que permitam o conhecimento do risco de ocorrência de eventos que apresentem interesse às deliberações do **Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica**.

Indicações metodológicas: deverão ser utilizados os modelos (ou distribuições) probabilísticas mais adequados, avaliados tendo por base resultados de testes de hipótese ou de ajustes a papéis das distribuições probabilísticas utilizadas; nos casos em que existam dependências (ou correlações) espaciais relevantes, que determinem, ou sejam fator importante, na ocorrência de disponibilidades críticas, deverão ser empregadas análises ou modelos multivariados.

ATIVIDADE A3 - Espacialização das informações

Descrição: sendo as informações hidrometeorológicas geralmente coletadas pontualmente, e devendo ser conhecidas no espaço para fins de análise e de decisão, este procedimento de espacialização deverá permitir o conhecimento das disponibilidades hídricas no espaço territorial da Bacia Hidrográfica, nos aspectos quantitativos e qualitativos, em uma base geo-referenciada.

Resultados requeridos: apresentação de planos de informação geo-referenciados, em escala adequada, que permitam, em conjunto com cores, isolinhas, funções matemáticas, gráficos e/ou tabelas, a estimativa de parâmetros estatísticos relacionados às variáveis que quantificam e qualificam a disponibilidade de água na bacia hidrográfica e no seu entorno.

Indicações metodológicas: deverá ser proposto e aprovado pelo OERH um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que será a base operacional do Sistema de Informações sobre Recursos da Bacia Hidrográfica, a ser detalhado na PARTE E abaixo; este SIG será adotado para realizar as necessárias interpolações espaciais tendo em vista a regionalização da informação; técnicas de regionalização hidrológica deverão ser adaptadas à utilização no ambiente operacional do SIG e à produção dos resultados requeridos; a escala espacial de apresentação deverá ser proposta pela CONTRATADA, de forma circunstanciada, e aprovada pelo OERH.

ATIVIDADE A5 - Levantamento e análise preliminar de alternativas para incremento das disponibilidades quantitativas de água

Descrição: as disponibilidades naturais de água podem ser incrementadas do ponto de vista quantitativo através de alterações no regime espacial ou temporal; o regime espacial de disponibilidade pode ser alterado através da construção de canais que transfiram águas disponíveis de um local para outros; o regime temporal pode ser alterado pela construção de reservatórios

de regularização; as alternativas com viabilidades técnicas e econômicas para promoção destas alterações deverão ser identificadas e analisadas, em caráter preliminar.

Resultados requeridos: identificação das alternativas para incremento das disponibilidades quantitativas de água com análise de suas características técnicas, de seus efeitos na disponibilidade de água e, em caráter preliminar, de seus custos, de tal maneira que possa ser realizada uma hierarquização expedita com base em critério custo-benefício.

Indicações metodológicas: deverão ser inventariadas alternativas de intervenção tendo por base informações obtidas em cartas, imagens de satélite, outros estudos e avaliações em campo.

ATIVIDADE A6 - Síntese do diagnóstico das disponibilidades hídricas

Descrição: esta síntese será obtida pela reunião e interconexão de todas as análises de disponibilidade de água, nos aspectos qualitativos e quantitativos, de forma a permitir uma visão espaço-temporal integrada, necessária para o subsídio da tomada de decisões nos âmbitos deliberativos pertinentes.

Resultados requeridos: as decisões relacionadas ao preparo e operacionalização do **Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica** devem ser tomadas em diferentes âmbitos deliberativos: Assembléia Legislativa Estadual, executivo, OERH, Comitê de Bacia, Conselho de Recursos Hídricos, usuários, etc; para que estas decisões possam ser adequadamente subsidiadas há necessidade de que as informações técnicas sejam apresentadas de forma pertinente ao processo decisório e inteligível ao conjunto dos integrantes do corpos deliberativos.

Indicações metodológicas: deverão ser utilizados instrumentos e técnicas de comunicação que permitam colocar informações sobre disponibilidades quali-quantitativas de água de forma inteligível e adaptada às necessidades, interesses e capacidade de compreensão de colegiados deliberativos, do tipo daqueles que são previstos na lei federal 9.433 e na lei estadual pertinente.

ATIVIDADE A7 - Proposta de rede de coleta de informações hidrológicas

Descrição: tendo como referência a rede hidrométrica existente, e as necessidades de gerenciamento dos recursos hídricos, deverão ser propostas redes hidrométricas aprimoradas, que coletem dados de disponibilidade de água meteórica, superficial e subterrânea, nos aspectos quantitativo e qualitativo.

Produtos requeridos: projetos de redes hidrométricas que atendam às necessidades do gerenciamento de recursos hídricos, de forma mínima e ideal, constando da localização das estações, tipo de dado, forma e frequência de coleta, tipo de processamento e de armazenamento do dado bruto.

Indicações metodológicas: duas redes hidrométricas deverão ser propostas: a que supre as necessidades mínimas de gerenciamento de recursos hídricos e que as supre de forma ideal; os dados de interesse são os meteorológicos, de chuva, de níveis de água, de vazões fluviais, de capacidade de aquíferos, de descarga sólida, de qualidade de água, entre outros; caso seja necessário o conhecimento mais detalhado do processo hidrológico em determinados compartimentos, deverá ser proposta a implantação de bacias representativas ou experimentais, ou

áreas com coleta intensiva de informações - nestes casos deverão ser detalhados os tipos de estudo e o período em que deverão ser desenvolvidos; em qualquer caso deverão ser orçados os custos de investimento e de operação das redes hidrométricas propostas.

PARTE B - Diagnóstico e prognóstico das demandas hídricas na Bacia Hidrográfica

Objetivo Geral: avaliar e projetar os diferentes tipos de demandas hídricas da Bacia Hidrográfica.

Indicações metodológicas: deverão ser considerados todos os tipos de demanda hídrica existentes efetiva ou potencialmente na Bacia Hidrográfica, incluindo usos consuntivos e não consuntivos e, ainda, opções não-utilitárias, relacionadas à demandas de proteção e conservação; deverão ser estimadas as demandas atuais e realizadas projeções para horizontes de longo prazo, a serem propostos de forma circunstanciada pela CONTRATADA e aprovados pelo OERH.

Produto desejado: estimativas das diferentes demandas hídricas, atual e projetadas, no âmbito da Bacia Hidrográfica.

Atividades a serem realizadas

ATIVIDADE B1 - Cadastro de usuários de água

Descrição: trata-se de um banco de dados geo-referenciado que possa ser sistematicamente atualizado, servindo de base para as decisões gerenciais a serem tomadas no âmbito da implementação do *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica*, e de seus programas, projetos e ações.

Produto requerido: deverá ser preparado um cadastro de usuários de água, geo-referenciado, com informações sobre o tipo de uso, dados sobre quantidade, sazonalidade, qualidade requerida e captada, e expressão econômica; sobre o tipo de usuário, com sua caracterização sócio-econômica; sobre os impactos ambientais e sociais derivados, etc;

Indicações metodológicas: o cadastro deverá ser formatado como parte integrante e indissociável do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, sendo formado por informações coletadas a campo, nas entidades que operam sistemas de suprimento hídrico e em entrevistas com usuários auto-abastecidos, sua formatação deverá seguir as orientações do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, quando houver.

ATIVIDADE B2 - Levantamento, análise de consistência, quantificação e adequação das informações existentes

Descrição: levantar, em uma base geo-referenciada, analisar a consistência das informações, promover correções quando possíveis, quantificar e adequar às necessidades do TRABALHO as demandas de proteção, de conservação e de uso da água, consuntivas ou não, incluindo aquelas demandas de utilização da capacidade de assimilação e afastamento de resíduos, e aquelas que consomem compartimentos associados às águas naturais: areia, vegetação ciliar, fauna, etc.

Resultados requeridos: produção de tabelas, gráficos e cartas demonstrativas das demandas referidas, com caráter quantitativo e qualitativo, incluindo observações descritivas, quando se fizerem necessárias, ou documentação fotográfica, em casos peculiares ou insólitos.

Indicações metodológicas: levar em consideração as demandas consuntivas do tipo irrigação, abastecimento público domiciliar, industrial, criação de animais; não-consuntivas do tipo geração de energia elétrica, lançamentos de esgotos domésticos e de efluentes industriais, de resíduos sólidos, navegação, recreação de contatos primário e secundário, pesca, proteção e conservação ambiental; demandas que consomem compartimentos associados às águas, como mineração de areia, extração de lenha, caça, etc; as estimativas de uso deverão ser orientadas por medições diretas, quando houver, ou indiretas, baseadas em índices de consumo obtidos por amostragens ou, quando não aplicável, por dados secundários ou de literatura; deverão ser também consideradas as oportunidades regionais de desenvolvimento, baseadas nas vocações naturais da região que, potencialmente, deverão orientar o desenvolvimento e a as demandas hídricas; exigências mínimas de natureza qualitativa deverão ser obtidas na legislação, por consulta direta ou a partir de dados secundários ou de literatura.

ATIVIDADE B3 - Identificação e análise de planos, programas e ações setoriais de uso dos recursos hídricos

Descrição: as demandas hídricas são organizadas por setores econômicos os quais, formal ou informalmente, promovem suas ordenações através de planos, programas ou propostas de ações que orientam e projetam as iniciativas de apropriação ou de proteção das águas; o levantamento e a análise destas informações têm por objetivo estabelecer uma base informacional que permita a projeção das demandas hídricas, incluindo o seu uso para assimilação de resíduos, na Bacia Hidrográfica, tendo por referência cenários de crescimento econômico e de proteção ambiental, a ser realizado na atividade B4.

Resultados requeridos: produção de informações discriminadas por setor, e referenciadas geográfica e temporalmente.

Indicações metodológicas: deverão ser levantados e analisados planos, programas, projetos e outros documentos, bem como avaliados interesses políticos e econômicos, e reivindicações da sociedade, relacionados ao uso e proteção das águas na Bacia Hidrográfica, através de pesquisas de opinião ou discussões públicas como, por exemplo, durante o Seminário I a ser realizado como suporte a esta parte; alguns documentos de interesse são:

- Plano Diretor de Abastecimento e Esgotamento Sanitário;
- Planos Agropecuários, relativos ao uso da água na agricultura, incluindo a irrigada, e na pecuária, desenvolvidos pela EMATER, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, etc;
- Planos Energéticos, relativos ao uso da água para geração de energia;
- Planos de Turismo, relacionados ao lazer e turismo;
- Planos de Conservação de Água e Solo, como por exemplo, os que subsidiam Programas de Micro bacia Hidrográficas
- outros planos.

ATIVIDADE B4 - Cenarização e projeção temporal das demandas em cada cenário

Descrição: o processo de planejamento, em face à grande incerteza do futuro, deve ser orientado por cenários estratégicos alternativos de desenvolvimento, que estabeleçam soluções de compromisso entre o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental e a equidade social; a cenarização visa a orientação do processo de planejamento, no sentido de estabelecer uma amplitude de situações que representem aspirações sociais factíveis de serem atendidas no futuro de longo prazo; os cenários devem ser identificados pela projeção das demandas sociais, e são atingidos como decorrência da aplicação de sequências de intervenções estruturais e não-estruturais, previstas no curto, médio e longo prazos; a identificação, equacionamento e análise destas intervenções, no que tange às suas contribuições ao alcance de um ou mais cenários, deve fazer parte do processo de planejamento, buscando destacar as intervenções que podem ou devem ser deslanchadas, a curto prazo, principalmente, mas também a médio e longo prazos - já que deve haver a articulação temporal das intervenções - consolidando desta forma estratégias para atingir um ou mais cenários; em resumo, os cenários são orientações adotadas no planejamento estratégico tendo por objetivo elencar, dimensionar, analisar e prever a implementação de alternativas de intervenção, considerando a incerteza do futuro, e visando ao atendimento das demandas da sociedade.

Resultados requeridos: deverá ser proposto, de forma circunstanciada, um horizonte de planejamento, a ser aprovado pelo OERH, que servirá de marco temporal para a cenarização; pelo menos três cenários deverão ser estabelecidos para a orientação do processo de planejamento, vinculados a modelos de desenvolvimento (ou a combinações de aspirações sociais) que sejam resultado da integração entre crescimento econômico acelerado e moderado, e de exigências ambientais e sociais mais ou menos intensas; para cada cenário deverão ser projetados os diferentes tipos de demanda por água e por compartimentos a elas associados.

Indicações metodológicas: as PROPOSTAS das LICITANTES deverão dar destaque especial à forma como propõem desenvolver a cenarização, já que esta fase é considerada crucial para o processo de planejamento; indicações claras sobre hipóteses adotadas, modelos alternativos a serem selecionados e métodos de identificação e de projeção de aspirações sociais, a serem incorporados à análise, deverão ser apresentados e terem suas pertinências discutidas.

ATIVIDADE B5 - Estimativa da produção de resíduos em cada cenário

Descrição: a produção de resíduos é consequência inevitável das atividades humanas e seus lançamentos no ambiente constituem a causa original dos problemas ambientais; os corpos de água são os principais receptores dos resíduos lançados sem maiores precauções, fazendo com que a qualidade de água seja um dos principais e mais importantes indicadores da sanidade do ambiente; as propriedades dos corpos de água de diluir, de afastar e de depurar resíduos fazem da assimilação destes resíduos uma das demandas hídricas a serem objeto de interesse no planejamento, visando o seu controle de forma a não serem ultrapassados determinados limites de concentração de substâncias nos corpos hídricos receptores.

Resultados requeridos: estimativa da produção de resíduos, caracterizados por indicadores (teores de substâncias potencialmente poluentes) adequados, resultantes dos diferentes tipos de atividades antrópicas na Bacia Hidrográfica, de acordo com os cenários pré-estabelecidos e em uma base geo-referenciada.

Indicações metodológicas: as estimativas deverão ser realizadas tendo por base dados cadastrais, amostragens e, quando não restar outra alternativa, a partir de índices obtidos em literatura apropriada; deverá ser também estimada a auto-depuração que ocorre no processo de transporte entre a fonte e a disposição do resíduo no corpo de água; as fontes de resíduos deverão ser objeto de classificação, aprovada pelo OERH, devendo ser incluído, pelo menos, os efluentes domésticos (urbanos e rurais), industriais, de criação de animais, da agricultura (irrigada ou não), da mineração, da drenagem pluvial urbana, e os efluentes resultantes dos depósitos de lixo.

ATIVIDADE B6 - Espacialização das informações

Descrição: trata-se da contrapartida da atividade A3 no que se refere ao diagnóstico e prognóstico de demandas hídricas, para cada cenário estabelecido.

Resultados requeridos: os mesmos apontados na atividade A3, adaptados ao diagnóstico e prognóstico de demandas hídricas.

Indicações metodológicas: ver atividade A3, adaptando as indicações à informação em tela.

ATIVIDADE B7 - Levantamento e análise preliminar de medidas mitigadoras alternativas para redução da carga de resíduos e de controle quantitativo das demandas hídricas

Descrição: medidas mitigadoras, que são aplicadas para redução da carga de resíduos ou de quantidade de uso de água, podem ter caráter estrutural (obras) ou não-estrutural (regulamentos); esta análise preliminar visa elencar e analisar e, se possível, hierarquizar, em caráter prévio, as medidas mitigadoras disponíveis quanto aos seus custos de aplicação e aos resultados que podem ser obtidos em termos da diminuição da carga dos resíduos ou de uso de água na Bacia Hidrográfica; esta atividade é contrapartida da atividade A5 no que diz respeito ao lançamento de resíduos e a demanda hídrica.

Resultados requeridos: elenco de possíveis medidas mitigadoras aplicáveis a cada tipo de demanda hídrica e a cada tipo de resíduo, classificado por fonte de emissão e características qualitativas (substâncias presentes), com estimativas preliminares de custos de implantação, operação e manutenção, quando aplicáveis, e índices de eficiência no controle do uso ou na remoção das substâncias.

Indicações metodológicas: as medidas de controle das demandas hídricas deverão ser analisadas por tipo de demanda; para as demandas hídricas, deverão ser identificados os principais tipos de substâncias, de natureza orgânica e inorgânica, física, química ou biológica, que acham-se presentes nos resíduos produzidos na Bacia Hidrográfica, e que sejam causas de contaminação das águas; medidas mitigadoras deverão ser identificadas, analisadas e discutidas e, quando possível, hierarquizadas, em função de suas eficiências e efetividades, nos aspectos técnicos, econômicos, sociais, políticos e ambientais, entre outros.

ATIVIDADE B8 - Síntese do diagnóstico e prognóstico

Descrição: esta síntese será obtida pela reunião e interconexão do diagnóstico e prognósticos de demandas hídricas, de acordo com os cenários estabelecidos, nos aspectos qualitativos e quantitativos, de forma a permitir uma visão espaço-temporal integrada, necessária para o subsídio à tomada de decisões nos âmbitos deliberativos pertinentes.

Resultados requeridos: os mesmos da atividade A6, adaptado às informações da PARTE B.

Indicações metodológicas: adaptar as indicações da atividade A6 às informações analisadas da PARTE B.

PARTE C – Diagnóstico de possíveis impactos ambientais em compartimentos naturais associados aos recursos hídricos

Um Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, como diz seu próprio nome, é faz parte de um processo de planejamento do uso, controle e proteção da água e dos recursos hídricos. Ele não é um Plano Ambiental da bacia, que considere todos os compartimento ambientais e recursos naturais. Porém, não pode ser desconsiderado que a água é um elemento primordial no equilíbrio ecológico, sendo que qualquer intervenção sobre as águas tem consequências em diversos compartimentos ambientais a ela associados. Da mesma forma, os diversos compartimentos ambientais afetam o ciclo hidrológico, tanto em termos quantitativos como qualitativos. Devido a estas interrelações, um plano de recursos hídricos não pode se restringir unicamente à considerações o elemento água; porém, não se pode também inflar demasiadamente um plano de recursos hídricos, pela inserção de compartimentos ambientais que não sejam relevantes, seja pelo impacto que sofrem, seja pelas limitações que estabelecem, em relação aos usos pretendidos da água.

A LICITANTE, com base no conhecimento que tenha sobre o problema, deverá propor uma estratégia para abordagem desta Parte C, de forma adequada aos objetivos perseguidos pelo *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica*, conforme acima enunciados.

Atividades a serem realizadas:

Atividade C1 - Avaliação dos compartimentos ambientais associados às águas que possam ser afetados pelos usos pretendidos da água

Descrição: deverá ser realizada uma identificação dos compartimentos mencionados, justificando-se a sua inserção, com base nos possíveis impactos que serão estabelecidos pelos usos pretendidos da água, de acordo com os diversos cenários de desenvolvimento; entre os possíveis compartimentos, deverão ser especialmente considerados a flora, a fauna, o solo e a população humana.

Resultados requeridos: avaliação prévia dos compartimentos afetados, sendo as suas eleições justificadas pela intensidade e relevância esperada dos impactos.

Indicações metodológicas: deverão ser buscados índices que confirmem a sensibilidade e vulnerabilidade dos compartimentos que possam ser afetados pelos usos pretendidos da água, nos levantamentos realizados na bacia. Estas informações deverão ser cruzadas com informações disponíveis na literatura, seja sobre estudos realizados na bacia, ou em bacias que apresentem similaridades com ela.

Atividade C2 - Avaliação dos compartimentos ambientais associados às águas que possam afetar aos usos pretendidos da água

Descrição: deverá ser realizada uma identificação dos compartimentos mencionados, justificando-se a sua inserção, com base nos possíveis impactos que serão gerados nos usos pretendidos da água, de acordo com os diversos cenários de desenvolvimento; entre os possíveis compartimentos, deverão ser especialmente considerados a flora, a fauna, o solo, os recursos minerais e a população humana.

Resultados requeridos: avaliação prévia sobre a forma com que os compartimentos afetam os usos pretendidos da água, justificada pela intensidade e relevância esperada dos impactos.

Indicações metodológicas: deverão ser buscados índices que confirmem a sensibilidade e vulnerabilidade dos usos pretendidos da água aos compartimentos que podem afetá-los, nos levantamentos realizados na bacia. Estas informações deverão ser cruzadas com informações disponíveis na literatura, seja sobre estudos realizados na bacia, ou em bacias que apresentem similaridades com ela.

Atividade C3 - Análise de possíveis medidas mitigadoras

Descrição: as medidas mitigadoras poderão ter caráter estrutural (obras) ou não-estrutural (regulamentos); esta análise preliminar visa elencar e analisar e, se possível, hierarquizar, em caráter prévio, as medidas mitigadoras disponíveis quanto aos seus custos de aplicação e aos resultados que podem ser obtidos em termos do controle dos impactos ambientais identificados.

Resultados requeridos: elenco de possíveis medidas mitigadoras aplicáveis a cada tipo de compartimento, com estimativas preliminares de custos de implantação, operação e manutenção, quando aplicáveis, e índices de eficiência de controle de impactos.

Indicações metodológicas: as medidas de controle deverão ser analisadas por tipo de compartimento; deverão ser identificados as principais alterações bióticas e abióticas; medidas mitigadoras deverão ser identificadas, analisadas e discutidas e, quando possível, hierarquizadas, em função de suas eficiências e efetividades, nos aspectos técnicos, econômicos, sociais, políticos e ambientais, entre outros.

Seminário I - Águas da Bacia Hidrográfica: diagnóstico, prognóstico, análise preliminar dos problemas e de suas soluções

Descrição: trata-se de seminário de caráter informativo e didático voltado, principalmente, ao estabelecimento de uma base comum de informações e de entendimento sobre os problemas dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica; deverão também serem obtidas informações sobre as aspirações sociais, de forma a confirmar ou retificar as premissas adotadas na caracterização, e a avaliar as reações da sociedade às medidas de intervenção propostas nas ATIVIDADES A5, B7 e C3; finalmente, o seminário deverá permitir que a sociedade avalie o trabalho da CONTRATADA, referentes às PARTES A, B e C mencionadas neste TERMO DE REFERÊNCIA.

Indicações organizacionais: a CONTRATADA deverá propor à aprovação do OERH um programa e uma sistemática de desenvolvimento do seminário, devendo serem buscadas formações que facilitem o atendimento dos objetivos, através de dinâmicas que estimulem a participação da sociedade, de forma organizada; deverá também ser prevista a aplicação nos participantes de um questionário, previamente submetido e aprovado pelo OERH, que solicite

uma avaliação sobre o andamento do TRABALHO e sobre a efetividade da sistemática adotada no seminário.

Produto desejado: relatório de avaliação do seminário, devendo conter uma síntese da análise dos participantes, e as avaliações da CONTRATADA sobre o seu andamento, e as iniciativas que deverão ser tomadas em função das discussões e análises realizadas.

PARTE D - Alternativas de compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas nos aspectos quantitativos e qualitativos

Objetivo Geral: nesta parte deverá ser realizada a integração das alternativas de incremento das disponibilidades hídricas, elencadas na atividade A5, e das medidas mitigadoras e de controle de demanda, elencadas nas atividades B7 e C3, de forma a serem alcançados os cenários de desenvolvimento estabelecidos na atividade B4.

Indicações metodológicas: as alternativas de intervenção deverão ser dimensionadas de forma integrada e articulada, visando obter a efetividade no atingimento dos cenários alternativos de desenvolvimento, por um lado, a eficiência econômica, por outro, e resultando em impactos ambientais e sociais aceitáveis.

Produtos requeridos: plano de alternativas de intervenção descrevendo as medidas estruturais e não-estruturais a serem adotadas para atingir os cenários de desenvolvimento selecionados, detalhando aquelas a serem implementadas a curto e médio prazos, com apresentação de análises dos seus efeitos econômicos, ambientais e sociais, em detalhes compatíveis para permitir a discussão pela sociedade e a tomada de decisão por parte dos órgãos públicos com tais atribuições.

Atividades a serem realizadas:

ATIVIDADE D1 - Confronto das disponibilidades e demandas hídricas no tempo e no espaço, nos aspectos quantitativos e qualitativos

Descrição: este confronto tem por objetivo avaliar a situação “sem intervenção” ou seja os cenários que seriam atingidos, no espaço e ao longo do tempo, caso nada fosse realizado no que se refere à compatibilização entre disponibilidades e demandas hídricas, tanto nos aspectos quantitativos como nos de natureza qualitativa; trata-se da situação de referência que permitirá a análise e justificativa de qualquer intervenção projetada.

Resultados requeridos: para horizontes de curto, médio e longo prazos, e numa base georeferenciada, apresentar uma análise da evolução dos problemas hídricos de natureza quantitativa ou qualitativa da Bacia Hidrográfica, caso as intervenções objeto deste Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica não sejam implementadas; deverão ser usados elementos de comunicação, na forma de cartas, cores, tabelas, gráficos, etc, que permitam o entendimento das consequências por parte de meio técnico e da sociedade.

Indicações metodológicas: tendo em vista a natureza aleatória das disponibilidades e a interconexão dos mananciais há necessidade de que o confronto com as demandas seja apresentado em termos de riscos de ocorrência de eventos extremos, especialmente os de estiagem; para que isto seja obtido uma alternativa é a utilização de modelos matemáticos de simulação que “superponham” as demandas hídricas, nos horizontes de curto, médio e longo prazos, sobre as disponibilidades hídricas variáveis no tempo e no espaço; a aleatoriedade deste processo natural pode ser representada pelos registros das variáveis que o descrevem, observados ou sintetizados por modelos estocásticos; as alternativas adotadas, incluindo os modelos que serão empregados, deverão ser descritos de forma que possa ser avaliada a adequação entre o que é proposto e o que é requerido; esta fundamentação metodológica é considerada de grande relevância na pontuação das PROPOSTAS já que ela será adotada na análise das situações “sem intervenção” bem como nas em que intervenções são previstas.

ATIVIDADE D2 - Análise de alternativas para compatibilização quali-quantitativa de acordo com cenários de desenvolvimento

Descrição: esta análise visa a seleção de alternativas de intervenção que facultem que os cenários de desenvolvimento previamente definidos sejam atingidos, promovendo portanto a compatibilização quali-quantitativa entre demandas e disponibilidades hídricas de acordo com as condicionantes estabelecidas por cada cenário.

Resultados requeridos: elenco de alternativas de intervenção que sejam efetivas no atingimento de cada cenário e que apresentem eficiência econômica em conjunto com factibilidades técnica, ambiental, social e política, entre outras.

Indicações metodológicas: os conjuntos alternativos de intervenção deverão ser analisados quanto à efetividade em alcançar os cenários de desenvolvimento pré-estabelecidos, com uso do mesmo ferramental metodológico desenvolvido na atividade D1; no entanto, além da efetividade requerida deverão ser buscadas alternativas eficientes sob o ponto de vista econômico; mais ainda, as alternativas deverão ser implementáveis sob o ponto de vista técnico, e sob outros pontos de vista como o ambiental, social e político; para avaliar as factibilidades previamente mencionadas deverão ser realizadas análises preliminares de impacto ambiental e social, que permitam estabelecer um juízo prévio a respeito dos efeitos colaterais favoráveis e desfavoráveis das intervenções, no meio ambiente e no meio social, além daquelas já previstas no processo de cenarização.

ATIVIDADE D3 - Análise de alternativas para enquadramentos dos corpos de água em classes de usos preponderantes

Descrição: tendo por base os resultados da atividade D2 deverão ser propostas alternativas para o enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica em classes de uso preponderante, de acordo com as bases estabelecidas na Resolução 20 do CONAMA de 1986; esta atividade será a tradução das alternativas de intervenção analisadas previamente em termos de padrões de qualidade de água a serem atingidos e mantidos nos corpos de água da Bacia Hidrográfica X.

Resultados requeridos: propostas de enquadramento, sintonizadas com os cenários de desenvolvimento e com as suas respectivas alternativas de compatibilização previamente analisadas, de acordo com as classes de uso preponderante da Resolução CONAMA 20/86.

Indicações metodológicas: a Resolução CONAMA 20/86 oferece a base de referência para este processo de enquadramento; o ferramental metodológico desenvolvido e aplicado nas atividades D1 e D2 deverá ser utilizado para avaliar como as medidas de intervenção contribuem para que a classe de enquadramento seja atingida e mantida ao longo do tempo.

Atividade D4 - Análise de condições alternativas de suprimento aos usuários de água (enquadramento quantitativo)

Descrição: tendo por base os resultados da atividade D2 deverão ser propostas alternativas para o “enquadramento quantitativo” dos corpos de água da Bacia Hidrográfica; este enquadramento deverá propor prioridades de suprimento hídrico às diversas demandas e os níveis de garantia que serão requeridos, sendo uma tradução das alternativas de intervenção analisadas previamente em termos de padrões suprimento hídrico quantitativo a serem atingidos e mantidos nos corpos de água da Bacia Hidrográfica.

Resultados requeridos: propostas de enquadramento quantitativos, sintonizadas com os cenários de desenvolvimento e com as suas respectivas alternativas de compatibilização previamente analisadas.

Indicações metodológicas: para esta fase existem as disposições legais da Política Nacional de Recursos Hídricos que estabelecem como prioritário, em situações de escassez, o uso dos recursos hídricos para o consumo humano e a dessedentação de animais; os demais usos deverão ter suas prioridades relativas estabelecidas nos planos de recursos hídricos. Portanto cabe ao **Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica** a proposta circunstanciada destas prioridades.

PARTE E - Articulação do Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica com os demais interesses locais, de Estados vizinhos e da União

Objetivo Geral: o **Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica** deve prever as necessárias articulações com os interesses locais, os dos Estados vizinhos e da União, quando for o caso, ou seja, quando houver possibilidade de conflitos destes interesses.

Indicações metodológicas: Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, Estaduais ou Nacional já realizados ou em desenvolvimento, que afetem direta ou indiretamente a Bacia Hidrográfica deverão ser analisados de forma a serem avaliadas as intenções de uso da água e as consequentes demandas sob os aspectos qualitativo e quantitativo; as alterações previstas nestes aspectos, por força das intervenções do interesse da Bacia Hidrográfica, deverão ser avaliadas quanto à compatibilização com os interesses dos usuários de montante e jusante, com a identificação de pontos de conflitos, seu houver, e de possíveis soluções, estruturais ou não-estruturais.

Produtos requeridos: medidas requeridas para articular os interesses da Bacia Hidrográfica com os interesses dos usuários de montante e jusante, no que se refere às demandas hídricas.

Atividades a serem realizadas:

ATIVIDADE E1 - Análise dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e de Estados vizinhos, e o Nacional, avaliando suas conseqüências nas águas da Bacia Hidrográfica

Descrição: os planos mencionados deverão ser analisados buscando avaliar a existência de compatibilidade entre as diferentes demandas hídricas, internas e externas à Bacia Hidrográfica.

Resultados requeridos: avaliação das demandas hídricas nas bacias que recebem águas de rios que fluem pela Bacia Hidrográfica, e das conseqüências da satisfação das demandas da Bacia Hidrográfica sobre os mesmos, no curto, médio e longo prazos, de acordo com os cenários de desenvolvimento pré-estabelecidos.

Indicações metodológicas: as análises deverão iniciar com abordagens preliminares, com nível de detalhamento suficiente para permitir a identificação de conflitos potenciais; nos casos em que houver evidências destes conflitos, deverão ser utilizados os mesmos instrumentos metodológicos previamente desenvolvidos, com as adaptações pertinentes, para qualificá-los e quantificá-los.

ATIVIDADE E2 - Articulação dos interesses relacionados às águas das bacias compartilhadas: propostas técnicas

Descrição: como conseqüência das análises anteriores deverão ser propostas alternativas técnicas para a articulação dos interesses em tela.

Resultados requeridos: apresentação e análise de propostas técnicas para a articulação dos interesses mencionados, com suas conseqüências econômicas, ambientais e sociais.

Indicações metodológicas: a articulação de interesses poderá levar a dois tipos de situação: a menos sensível conduzirá à seleção de um ou mais conjuntos de intervenções, entre aqueles pré-selecionados na PARTE D, que atendam simultaneamente aos interesses da Bacia Hidrográfica, e aos das bacias vizinhas, das demais unidades da federação e da União, se pertinente; outra situação, mais sensível, determinará alterações no conjunto nas intervenções pré-selecionadas; estas alterações, se houver, deverão ser avaliadas no que tange às possibilidades de serem obstaculizados os cenários de desenvolvimento previamente estabelecidos, e os efeitos econômicos, ambientais e sociais consequentes.

ATIVIDADE E3 - Articulação dos interesses relacionados às águas das bacias compartilhadas: propostas institucionais (organizacionais e legais)

Descrição: como conseqüência das análises anteriores deverão ser propostas alternativas institucionais para a articulação dos interesses em tela, no âmbito organizacional e de normas legais a serem previstas, dentro das diretrizes das leis federal 9.433/97 e das leis estaduais pertinentes.

Resultados requeridos: proposta de organização das interfaces entre o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica e os sistemas similares no âmbito do ESTADO, dos Estados próximos e da União, incluindo projetos de normas legais pertinentes.

Indicações metodológicas: deverão ser analisadas as normas legais no âmbito nacional, do ESTADO e dos Estados próximos para a busca de alternativas institucionais de articulação.

Seminário II - Análise de alternativas de compatibilização quali-quantitativa entre os interesses da Bacia Hidrográfica, do ESTADO, dos Estados vizinhos e da União

Descrição: trata-se de seminário de caráter informativo, didático e também analítico voltado ao estabelecimento de uma base comum de informações e de entendimento sobre as vinculações entre os problemas dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica, com os mais gerais do ESTADO e dos Estados vizinhos; deverão também serem obtidas informações sobre as aspirações sociais, de forma a confirmar ou retificar as premissas adotadas para promover a articulação entre as partes mencionadas, e a avaliar as reações da sociedade às propostas desenvolvidas nas atividades E2 e E3; finalmente, o seminário deverá permitir que a sociedade avalie o trabalho da CONTRATADA, referentes à PARTE 3 mencionada neste TERMO DE REFERÊNCIA.

Indicações organizacionais: as mesmas do Seminário I.

Produtos desejados: os mesmos do Seminário I.

PARTE F - Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica

Objetivo Geral: nesta parte deverão ser reunidas as alternativas de intervenção e articulação apresentadas e analisadas nas PARTES D e E, em um documento propositivo do Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, de uma maneira lógica e harmônica.

Indicações metodológicas: As alternativas de intervenção e articulação analisadas, selecionadas preliminarmente pelo OERH, tendo por base as indicações da CONTRATADA e as preferências da sociedade, manifestadas durante os 3 Seminários previstos, deverão ser incorporadas ao Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica; deverão também ser consideradas as diretrizes e condições de contorno estabelecidas pelo contexto institucional vigente, considerando inclusive as propostas para o seu aprimoramento.

Produtos requeridos: proposta do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, que inclui o elenco de propostas a ser a seguir apresentado.

Atividades a serem realizadas:

ATIVIDADE F1 - Proposta de um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica

incluindo:

1. Proposta de um Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica
2. Proposta de enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica em classes de uso preponderante (enquadramento qualitativo)

3. Análise de condições alternativas de suprimento aos usuários de água (enquadramento quantitativo)
4. Proposta de critérios para outorga dos direitos de uso da água
5. Proposta de critérios para a cobrança pelo uso da água
6. Proposta de critérios de compensação a municípios da região do entorno
7. Proposta de criação de unidades de proteção na Bacia Hidrográfica
8. Proposta organizacional para implementação do Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica

Descrição: as propostas acima listadas referem-se a instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos que deverão compor o ***Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica***.

Resultados requeridos: critérios e diretrizes para aplicação dos instrumentos, incluindo propostas de suas regulamentações legais por parte do Governo do ESTADO, previamente aprovados pelo OERH.

Indicações metodológicas:

Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica

Este sistema, mencionado em diversas atividades anteriores, deverá armazenar as informações necessárias para o gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica, e permitir as atualizações, manipulações, ordenações e análises requeridas; ele deverá ser georeferenciado e, de acordo com a lei federal 9.433/97, ser integrado ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica em classes de uso preponderante

Propostas de enquadramento deverão ser analisadas na atividade D3; nesta fase será proposta a alternativa de enquadramento a ser adotada, através dos procedimentos e orientações da legislação pertinente, instruída e ouvida a sociedade, através de seminário específico (ou Audiência Pública), sempre em consonância com as orientações e deliberações do OERH.

Outorga dos direitos de uso da água

Os critérios de outorga deverão ser especificados nos detalhes compatíveis para promover a orientação do OERH na sua aplicação na Bacia Hidrográfica, incluindo a previsão dos trâmites necessários e dos documentos que a formalizem; deverão ser também analisados e propostos os tipos de uso que serão dispensados de outorga, e os procedimentos de acompanhamento, atrelados à operação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

Cobrança pelo uso da água

As mesmas orientações requeridas para aplicação do instrumento de outorga são aplicáveis para a cobrança; de forma adicional, deverá ser esclarecido o que cobrar, como cobrar, de quem cobrar e para que cobrar o uso da água.

Compensação a municípios

As compensações poderão ser previstas para o caso de haver áreas inundadas por reservatórios, ou sujeitas a restrições de uso com finalidade de proteção dos recursos hídricos; elas visam a ressarcir as comunidades por privação das rendas futuras que os terrenos inundados, ou sujeitos a restrição de uso do solo, poderiam gerar; deverão ser propostos critérios para compensação, incluídos os atos legais que os regulamentem.

Criação de unidades de proteção na Bacia Hidrográfica

Deverá ser proposta a criação de reservas ou estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e de relevante interesse ecológico fundamentadas em análises e justificativas circunstanciadas, acompanhadas dos instrumentos legais pertinentes.

Organização para implementação do Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica

Esta proposta organizacional deve prever as entidades que participarão do Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, e que deverão compor o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do **ESTADO**, de acordo com a legislação aplicável, e as deliberações do OERH e do Governo do **ESTADO**; para tanto, deverão ser previstos os instrumentos legais de criação e propostas diretrizes para confecção de seus Estatutos e Regimentos.

ATIVIDADE F2 - Proposta do Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica

Descrição: o *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica* deverá apresentar de forma ordenada as intervenções previstas nas suas águas, tendo por objetivo concretizar as compatibilizações realizadas nas PARTES D e E do TRABALHO, incluindo orientações para as suas implementações.

Resultados requeridos: o *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica* deverá apresentar as intervenções organizadas em medidas emergenciais, programas e ações a serem implementados a curto, médio e longo prazos, com as respectivas análises econômicas e cronogramas físico-financeiro que permitam uma análise de pré-viabilidade; deverá ser evidenciado como os instrumentos de gerenciamento propostos na ATIVIDADE F1 serão integrados de forma a tornar factível a implementação do Plano e a efetivação de suas metas.

Indicações metodológicas: estas indicações já foram apresentadas, isoladamente, para cada ATIVIDADE prevista para compor as PARTES previamente descritas deste TRABALHO; o propósito do *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica* é a organização lógica das alternativas de intervenção e de articulação no contexto do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, atribuindo responsabilidades pela execução de medidas emergenciais, de programas e de ações, pela aplicação dos instrumentos de gerenciamento, e pelas deliberações e tomada de decisão; deverão ser projetadas as consequências (econômicas, financeiras, ambientais, sociais, políticas, etc) da atuação do Sistema de Gerenciamento proposto, em face às incertezas futuras e, em função disto, serem avaliadas as sensibilidades e vulnerabilidades, com as consequentes propostas de alternativas de adaptação.

SEMINÁRIO FINAL - Avaliação do Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica

Descrição: trata-se de um seminário final e conclusivo, que deverá aportar os subsídios finais às deliberações vinculadas à aprovação do Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

Indicações organizacionais: as mesmas dos seminários anteriores.

Produto desejado: relatório de avaliação do seminário, devendo conter uma síntese da análise dos participantes sobre o Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, e as avaliações CONTRATADA sobre o seu andamento; deverão ser também comentadas as iniciativas a serem tomadas em função das discussões e análises realizadas, com relação a modificações da proposta de Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

PARTE G - CAPACITAÇÃO MATERIAL E TÉCNICA DO OERH

Objetivo Geral: capacitar material e tecnicamente ao OERH e entidades por ele indicadas no cumprimento de suas atribuições do Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica X e na implementação do Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

Indicações metodológicas: deverão ser implantados nos equipamentos computacionais do OERH, ou de entidade por ele indicada, os aplicativos desenvolvidos e/ou aplicados na execução deste TRABALHO, com as respectivas licenças de uso em favor do OERH; deverá também ser desenvolvido um programa de treinamento do pessoal técnico do OERH ou de entidades por ele indicadas, visando a capacitá-los teórica e operacionalmente na suas utilizações.

Produtos requeridos:

ATIVIDADE G1 - Aquisição e implantação dos aplicativos utilizados no desenvolvimento do Plano de Gerenciamento Integrado Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica no OERH

ATIVIDADE G2 - Desenvolvimento de programa de treinamento do pessoal técnico do OERH, ou de técnicos por ele indicados, abrangendo o conhecimento da base teórica que sustenta as metodologias e técnicas que são aplicadas, e a operação dos aplicativos utilizados.

Relatórios

Os resultados do TRABALHO deverão ser apresentados em Relatórios Técnicos Parciais (RTP), em Relatórios de Seminário (RS) e no Relatório Técnico Final (RTF). Os RTP serão em número de 5 e serão relacionados às partes A até E que este TERMO DE REFERÊNCIA abordou:

- ⇒ **RTP-1: PARTE A - DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA**
- ⇒ **RTP-2: PARTE B - DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA**
- ⇒ **RTP-3: PARTE C – DIAGNÓSTICO DE POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS EM COMPARTIMENTOS NATURAIS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS**
- ⇒ **RTP-4: PARTE D - ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS NOS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS**
- ⇒ **RTP-5: PARTE E - ARTICULAÇÃO DO PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA COM OS DE MAIS INTERESSES LOCAIS, DE ESTADOS VIZINHOS E DA UNIÃO**

Os Relatórios de Seminário serão em número mínimo de 3, e apresentarão as avaliações e conclusões dos Seminários previstos:

- ⇒ **RS-I: DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO, ANÁLISE PRELIMINAR DOS PROBLEMAS E DE SUAS SOLUÇÕES**
- ⇒ **RS-II: ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO QUALITATIVA ENTRE OS INTERESSES DA BACIA HIDROGRÁFICA, DOS ESTADOS VIZINHOS E DA UNIÃO**
- ⇒ **RS-III: AVALIAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA**

O Relatório Técnico Final tratará da finalidade deste TRABALHO, ou seja:

- ⇒ **RTF: PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA**

A itemização dos relatórios técnicos parciais e final, em princípio, deverá ser idêntica àquela adotada neste TERMO DE REFERÊNCIA. Por deliberação do OERH, em comum acordo com a CONTRATADA, ela poderá sofrer alterações para de melhor forma se adequar aos resultados alcançados.