

OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA DAS POSSÍVEIS ABORDAGENS

Luciano Meneses Cardoso da Silva¹ e Roberto Alves Monteiro²

1. INTRODUÇÃO

Os diversos usos da água (abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, aquicultura, preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc.) podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários e impactos ambientais. Nesse sentido, gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e que tem o objetivo de ajustar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água em níveis sustentáveis, de modo a permitir, sem conflitos, a convivência dos usos atuais e futuros da água.

Está estabelecido na Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, (Art. 20, III e 26, I) que as águas de lagos, rios e as águas subterrâneas constituem bens ou da União ou dos Estados.

Por esse motivo, cabe ao Poder Público, estadual ou federal, a responsabilidade pela sua administração. Em outras palavras, qualquer intervenção que se deseje fazer em um corpo de água é passível de autorização por parte do Poder Público competente. À luz da legislação vigente, essa autorização é denominada de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.

A Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu como um de seus instrumentos a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Trata-se de um ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (usuário da água) o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nas condições expressas no respectivo ato.

Segundo a referida Lei, esse instrumento tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica.

A Lei n.º 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas – ANA, conferiu a esta Agência a competência para emitir outorgas de direito de uso dos recursos hídricos de domínio da União. A maioria dos Estados e o Distrito Federal possuem órgãos próprios com competência legal para emitir as outorgas de direito de uso das águas de seus domínios.

¹ Agência Nacional de Águas – ANA; Superintendência de Outorga e Cobrança; Setor Policial Sul, Área 05, Quadra 03, Bloco L; Cep.: 70.610-200; Brasília; DF; Brasil; tel.: (61) 445-5251/5270; E-mail: lmeneses@ana.gov.br

² Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA; Assessoria de Programas Estratégicos; Setor de Autarquias Sul, Quadra 05, Lote 05, Bloco H, 8º andar; Cep.: 70.090-914; Brasília; DF; Brasil; tel.: (61) 223-3252; Fax: (61) 224-2010; E-mail: roberto.monteiro@mma.gov.br

É nesse ponto que o instrumento da Outorga se mostra necessário, pois é possível, com ele, assegurar, legalmente, um esquema de alocação quali-quantitativa da água entre os diferentes usuários, contribuindo para um uso sustentável dos mananciais.

O objetivo desse texto é discutir os principais pontos de interesse ao entendimento e aplicação do tema, o embasamento legal, os problemas de compatibilidade de critérios de outorga, bem como apresentar alguns avanços conceituais para a sistematização desse instrumento.

2. HISTÓRICO DO PROCESSO DE OUTORGA

2.1 Doutrinas

A água (rios, lagos etc.) pode ser entendida como um bem livre onde seu uso não está atrelado a nenhuma norma ou precise de permissão para tal. Assim como a chuva não precisa de autorização de pessoa física ou jurídica para a sua captação e utilização.

Por outro lado, a água pode ser tida como um bem dominical, seja do Governo, seja da iniciativa privada.

Nos Estados Unidos, por exemplo, segundo Wurbs (1995), o enfoque de gerenciamento das águas é orientado a direitos de águas. Segundo esse autor, os direitos de uso da água se dividem em, basicamente, duas doutrinas. A primeira delas, adotada em 29 Estados, da Região Leste americana, é a doutrina das apropriações ribeirinhas (*riparian*) onde os direitos de uso das águas são inerentes à propriedade da terra ribeirinha.

A segunda doutrina refere-se ao sistema de propriedade prévia da água (*First in time is first in right*) onde os primeiros usuários da água possuem prioridade de atendimento quando comparado com os demais que chegaram depois. As prioridades são estabelecidas pela época em que os primeiros usuários se beneficiaram do uso da água. Essa doutrina é adotada em 9 Estados da Região Oeste americana. Os demais Estados adotam um sistema híbrido de gerenciamento.

De certa forma, este último tipo de doutrina ainda perdura, informalmente, no Brasil uma vez que em diversas transações comerciais de venda de propriedades rurais que possuam cursos de água está implícita a transferência do uso da água existente, não tendo, muitas vezes, qualquer compromisso com outros usuários localizados a jusante.

Pires (1996) reforça conceituando a Outorga Vinculada à Terra como a outorga que é informal e livremente concedida aos proprietários de terras cujos recursos hídricos se encontrem. O mesmo autor lembra que este tipo de instrumento não combate a escassez, contribuindo para uma desordenada concorrência sem estabelecimento de prioridades de uso nem visão integrada no âmbito da bacia hidrográfica.

Trata-se de um sistema cujo bom funcionamento se dará em bacias onde não há problemas de escassez quantitativa ou qualitativa.

A Outorga Comercializável é um outro instrumento de gestão de recursos hídricos onde a água torna-se um bem valorável, podendo ser leiloada, alugada, vendida, ou trocada de acordo com as leis de mercado de procura e oferta.

Wurbs e Walls (1989) e Pires (1996) relatam que esse instrumento é eficiente para tratar a escassez quantitativa, principalmente, uma vez que há uma valoração econômica sobre um bem finito.

Apesar de sua eficácia econômica, induzindo a redução de desperdícios e promovendo o uso racional desses mananciais, esse sistema não trata o recurso de forma integrada, com obediência de prioridades de uso. Isto é, há uma tendência ao surgimento de um monopólio natural por parte daqueles economicamente mais fortes. Neste instante, cabe a estes o estabelecimento de suas prioridades de consumo as quais, não necessariamente, coincidem com as da bacia hidrográfica.

Segundo Wurbs e Walls (1989), no Estado do Texas, cujo código da água é baseado na doutrina da *prior appropriation*, a apropriação das águas só é aprovada pela TWC - Texas Water Commission - se o uso benéfico for contemplado, se a conservação da água for praticada, não prejudicando as outorgas existentes e se o seu uso não põe em risco o bem-estar social. A outorga, por exemplo, garante ao proprietário de um reservatório (cidade, Estado, pessoa física, etc.) vender ou usar a água. Existe, também, a autoridade do governo sobre o rio, o qual vende as águas para cidades, indústrias e propriedades rurais.

Um outro tipo de instrumento de gestão é a Outorga sob Controle. Nesta modalidade o órgão gestor concede, com base em aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, a determinado usuário, o direito de captar uma quota hídrica. São realizadas análises prévias do tipo de uso que será dado à água, sua prioridade no contexto geral da bacia e sua integração com os demais usos com o fim de minimizar conflitos e desperdícios.

A não obediência das especificações das derivações de água estabelecidas ou o seu mau uso implicará cancelamento ou não renovação da outorga.

Trata-se de um esquema de outorga mais amplo que os demais na medida em que traz a possibilidade de contemplar questões ambientais e sociais, combatendo a escassez e possibilitando o acesso de usuários de baixa renda.

A outorga do uso da água é, portanto, um instrumento essencial ao gerenciamento dos recursos hídricos, pois ela pode possuir aspectos técnicos, legais e econômicos que, se bem articulados, colaboram para o sucesso da implementação de um sistema racionalizado de uso dos mananciais. Para o planejamento de recursos hídricos, os meios de prover as decisões gerenciais devem estar apoiados em instrumentos legais e normativos que tratam desse tema.

2.2 Histórico legal

No Brasil, o Regime Jurídico das águas interiores (rios, lagos, mares internos, portos, canais, baías, estuários, ancoradouros e golfos), nos termos da 1ª Conferência de Direito Internacional de Haia, 1930, é estabelecido pelo Código de Águas (Decreto Federal n.º 24.643, de 10.07.34) e posteriores alterações, com especial importância para o Decreto-lei n.º 852, de 11/11/38.

A Constituição Federal de 1988, em seus artigos 20, III e 26, I, estabelece que a água, seja na forma de lagos e quaisquer correntes em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um estado, ou constituam limite com outros países ou ainda se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais, constituem um bem público (bem da União). As águas subterrâneas são sempre de domínio do Estado, exceto nos territórios ou áreas de domínio da União.

No que tange à exploração dos recursos hídricos, segundo o artigo 22, IV da Constituição de 1988, é de competência da União legislar sobre águas e energia, viabilizando a exploração dos “serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d’água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos”, de forma direta ou por meio de concessão, permissão ou autorização (art. 21, XII,b). O artigo 176, §1º, veda autorizações ou concessões a estrangeiros ou sociedades organizadas fora do país.

Compete também à União o planejamento e a promoção da defesa contra calamidades públicas como secas e inundações, bem como a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a definição de critérios de outorga.

Mais recentemente, as Leis n.º 9.433/97 e 9.984/00 deram uma nova conformação à gestão de recursos hídricos no Brasil, tornando-a mais descentralizada, participativa e criando uma estrutura institucional dedicada ao tratamento dessa questão, onde se destacam a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e da Agência Nacional de Águas – ANA, além da instalação de diversos Comitês de Bacia Hidrográfica.

2.3 Histórico institucional

Abaixo, segue um histórico da administração das águas no Brasil, adaptado de Setti (2000), focando, apenas, os pontos de interesse à outorga.

1933 – Criação no Ministério da Agricultura, da Diretoria de Águas, logo após transformada em Serviço de Águas;

1934 – O Serviço de Águas passou a fazer parte do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) – Foi sancionado o Código de Águas;

1940 – O Serviço de Águas tornou-se Divisão de Águas (Decreto n.º 6.402/40);

1965 – A Divisão de Águas foi transformada no Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE (Lei n.º 4.904/65);

1968 – Denominação alterada para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (Decreto n.º 63.951/68).

O Código de Águas criou o instrumento da outorga em três níveis: federal, estadual e municipal. As instituições criadas desde 1934 tinham competência para emissão de outorgas das águas de domínio da União e para todas as finalidades. Porém, a partir de 1984, com a regulamentação da Lei de Irrigação (Lei n.º 6.662/79) o DNAEE perdeu a competência para emitir outorga para fins de irrigação. Essa competência passou a ser do então Ministério da Irrigação.

Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, incorreu-se em um erro: dar a competência para emitir outorgas sobre as mesmas águas, para finalidades diferentes, a dois órgãos distintos. Agravou-se o problema com o fato de ambos os órgãos serem, ainda, setores usuários da água (setor elétrico e setor agrícola), o que pressupõe tendenciosidade natural na análise dos pedidos de outorga.

1995 – Criada a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA (Medida Provisória n.º 813, de 01/01/95);

1996 – Criada a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (Lei n.º 9.427, de 26/12/96);

No final de 1997, agora com a existência da SRH/MMA e da ANEEL, quase 14 anos depois foi possível reparar o erro mencionado anteriormente. A emissão das outorgas para todas as finalidades, exceto para o aproveitamento do potencial hidráulico para a geração de energia elétrica, passou a ser, na prática, de competência da SRH/MMA. Dessa forma, voltou-se a ter um único órgão para gerenciar as águas de domínio da União e sem o risco de tendenciosidade, dada a neutralidade que representa o Ministério do Meio Ambiente.

1997 – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, previsto na Lei n.º 9.433/97 e instituído pelo Decreto n.º 2.612, de 03/06/98;

2000 – Criação da Agência Nacional de Águas – ANA (Lei n.º 9.984, de 18/07/2000).

Com a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, diversas atribuições da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente passaram para essa Agência, dentre elas a competência para emitir outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.

3. DISCUSSÃO SOBRE A LEGISLAÇÃO EXISTENTE

3.1 Lei n.º 9.433/97 (“Lei das Águas”)

A Lei n.º 9.433/97 estabeleceu como um de seus instrumentos (Art. 5º, III) a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, a qual constitui o elemento central de controle dos recursos hídricos e indutor do ordenamento dos usos.

A seguir, estão apresentadas algumas observações sobre diversos artigos que detalham o instrumento outorga da mencionada Lei.

O Art. 11 estabelece que o regime de outorga tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Para que isso seja possível, é fundamental o conhecimento dos impactos quali-quantitativos de cada usuário e, principalmente, a sistematização da avaliação cumulativa desses impactos sobre o corpo de água. Além disso, o “efetivo exercício dos direitos de acesso à água” reporta ao Art. 1º, IV, dos fundamentos, o qual determina que “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas” e ao parágrafo único do Art. 13 que estabelece, praticamente, a mesma coisa. Ou seja, implantar um regime de outorgas que favoreça uma única finalidade é descumprir triplamente a lei.

O Art. 12 dispõe sobre os usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, dentre eles: captação de água, lançamento de efluentes e outros usos que alterem o regime, a qualidade ou a quantidade do corpo hídrico; o uso para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos e a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo. Nesse instante, pergunta-se: uma travessia (ponte ou duto), uma canalização de rio (retificação) ou um dique de contenção devem ser objetos de outorga, dado que não constituem, propriamente, uso dos recursos hídricos? Mesmo que sejam outorgados, ainda assim estarão sujeitos à cobrança pelo uso dos recursos hídricos? E quanto à realização de serviços de desassoreamento, derrocamento e limpeza de margens, também devem estar sujeitos à outorga?

Os serviços e as travessias têm na água um obstáculo, um empecilho a ser superado. Por não se constituírem usos da água, propriamente, estes devem ser objeto de análises que avaliem as possíveis interferências no regime, qualidade ou quantidade das águas, bem como interferências em outros usos da água, como, por exemplo: as travessias e os serviços podem interferir na navegação.

O Art. 12, §1º, estabelece que algumas formas de uso da água podem ser consideradas insignificantes, tirando, com isso, a obrigatoriedade da outorga, mas não a responsabilidade de computá-las e quantificá-las nos balanços quali-quantitativos, pois um conjunto de usos insignificantes pode tornar-se significativo.

Como estabelecer o limite entre vazão insignificante e vazão outorgável? O Comitê da bacia do rio Paraíba do Sul, por exemplo, deliberou, em 2002, o limite mínimo de 1,0 L/s como vazão outorgável, ou seja, vazões inferiores a esse valor seriam consideradas insignificantes, portanto, dispensadas de outorga.

Uma vez que os usos considerados insignificantes são dispensados da outorga, isso também os dispensa da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A leitura do Art 20 da Lei 9.433/97 permite essa conclusão: “Art. 20. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga...”. Aliás,

essa leitura permite, ainda, a seguinte interpretação: o uso não precisa estar outorgado para que esteja habilitado a pagar pela água. Basta que esse uso seja sujeito à outorga.

O Art. 13 estabelece que “Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e respeitar a Classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso”.

Este artigo dispõe, claramente, que as condições preexistentes que possibilitam o transporte aquaviário devem ser preservadas, mesmo após a implantação de interferências no corpo de água, tais como barragens e travessias.

A navegação é um uso da água que exige manutenção de níveis mínimos de água para o calado das embarcações, o que implica restrição aos usos consuntivos localizados a montante dos trechos navegáveis. Portanto, trata-se de um uso da água como outro qualquer e que também poderá ser objeto de outorga.

O Art. 14, §1º, estabelece que “O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União”.

Porém, a delegação é apenas da competência para emitir a outorga e não da responsabilidade sobre esta, a qual permanece com a União. Dessa forma, se houver algum descumprimento de regras que resulte em ações na justiça, por exemplo, a responsabilidade é da União. Portanto, a delegação pressupõe confiança, por parte da União, representada atualmente pela ANA, nos procedimentos técnicos e administrativos adotados pelos estados ou Distrito Federal.

3.2 Resolução de Outorga (CNRH)

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou em maio de 2001 a Resolução n.º 16, de caráter nacional, regulamentando a Lei n.º 9.433/97 no que diz respeito à outorga.

Há avanços importantes nessa Resolução, os quais procuram tornar o processo mais transparente e ágil. Nesse sentido, seguem observações sobre os artigos considerados mais relevantes para o presente texto.

O Art. 10 estabelece que “A autoridade outorgante deverá assegurar ao público o acesso aos critérios que orientaram as tomadas de decisão referentes a outorga”. De certa forma, essa norma traz mais credibilidade ao processo, uma vez que os usuários poderão ter conhecimento das regras de alocação de água na bacia e, eventualmente, poder questioná-las e apontar sugestões. Talvez a dificuldade esteja em utilizar uma linguagem acessível ao público para expor esses critérios, principalmente aqueles ligados à qualidade de água e ao lançamento de efluentes.

O Art 12, § 1º, que estabelece que “As vazões e os volumes outorgados poderão ficar indisponíveis, total ou parcialmente, para outros usos no corpo de água, considerando o balanço

hídrico e a capacidade de autodepuração para o caso de diluição de efluentes” dá abertura para formulações mais elaboradas sobre a outorga por lançamento de efluentes, as quais estão desenvolvidos adiante e que tiveram como origem os estudos de Kelman (1997).

O Art. 13 estabelece que “A emissão da outorga obedecerá, no mínimo, às seguintes prioridades: I - o interesse público e II - a data da protocolização do requerimento, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteados e a necessidade de complementação de informações”.

Minimamente, esse artigo procura resolver o problema das pressões políticas que os órgãos de recursos hídricos sofrem para aprovar determinados pleitos de outorga. Trata-se de uma regra simples e básica, mas que estabelece uma ordem mínima no processo de análise e liberação das outorgas.

O Art. 23, § 1º, estabelece que “Fica facultada às autoridades outorgantes a adoção de sistema eletrônico para requerimento das outorgas, podendo dispensar a apresentação dos originais da documentação exigível, desde que seja assegurada sua disponibilidade a qualquer tempo, para fins de verificação e fiscalização”.

Quando se tem uma fiscalização eficiente, penalidades que, de fato, inibam o infrator e regras claras desde a solicitação até a emissão da outorga, esse processo poderá ser semelhante ao da Receita Federal. Ou seja, o usuário não precisa enviar, fisicamente, documentos, apenas declara a sua necessidade hídrica e descreve o seu empreendimento, ficando sujeito às penas da lei sobre omissão e distorção dos fatos.

O Art. 29 estabelece que “A autoridade outorgante poderá delegar às Agências de Água o exercício das seguintes atividades relacionadas à outorga de uso dos recursos hídricos situados em suas respectivas áreas de atuação: I - recepção dos requerimentos de outorga; II - análise técnica dos pedidos de outorga; III - emissão de parecer sobre os pedidos de outorga”.

Esse procedimento poderá facilitar sobremaneira o trabalho do órgão gestor de recursos hídricos em algumas bacias. Em tese, as Agências de Água serão detentoras de um grande conhecimento sobre os recursos hídricos. Esse conhecimento é fundamental na análise e definição técnica dos pleitos de outorga, cabendo ao Poder Público, contudo, a definição política e a emissão da outorga em diário oficial.

3.3 Lei n.º 9.984/2000 (Lei da ANA)

A Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta alguns pontos em relação à outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União. Seguem alguns destaques dessa Lei.

O art. 6º estabelece que “A ANA poderá emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, observado o disposto no art. 13 da Lei n.º 9.433, de 1997”. O §1º desse artigo complementa: “A outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando, aos investidores, o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos”.

Trata-se de um desdobramento da Outorga estabelecida na Lei n.º 9.433/97 que, associado ao art. 7º da Resolução CNRH nº 16/01, que regulamenta nacionalmente a outorga, permite estender esse novo conceito a todos os corpos de água do país. A intenção desse artigo é proporcionar aos empreendedores garantias de que seu empreendimento poderá ter água à época em que estiver implantado. Os projetos da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF, por exemplo, levam anos e até décadas para serem implantados. A inexistência de um instrumento como esse pode implicar prejuízos e conflitos pelo uso da água.

O Art. 7º estabelece que “Para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica”. O §2º complementa, estabelecendo que essa declaração será transformada automaticamente em outorga de direito de uso de recursos hídricos à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica.

Esse procedimento, de certa forma, resolve e acomoda os problemas de competência sobre a autorização de implantação desse tipo de empreendimento. Esses problemas surgiram na ocasião da criação da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, em 1995.

Em 12/03/2003 foi publicada a Resolução ANA n.º 131 que dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW, em corpo de água de domínio da União e dá outras providências.

O art. 8º estabelece que “A ANA dará publicidade aos pedidos de outorga de direito de uso de recursos hídricos, por meio de publicação na imprensa oficial e em, pelo menos, um jornal de grande circulação na respectiva região”. Trata-se de uma praxe do licenciamento ambiental incorporada pela ANA e que tem como objetivo levar ao conhecimento da população local as intenções de utilização da água pelos diversos setores econômicos.

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DA OUTORGA

A seguir é apresentada uma rotina de procedimentos administrativos que, de uma forma bastante genérica, é adotada pelas entidades gestoras de recursos hídricos.

O início do processo administrativo da outorga acontece, normalmente, quando o usuário de recursos hídricos encaminha ao órgão gestor de recursos hídricos os Formulários de Outorga³ preenchidos e acompanhados da documentação técnica e legal solicitada.

Posteriormente, é realizada uma avaliação preliminar do material enviado. Havendo insuficiência de dados ou inconsistência nas informações, o usuário é informado que seu pedido não se transformou em processo administrativo, a menos que ele complemente ou corrija as informações.

Uma vez atendidas todas as exigências, a documentação é encaminhada a um Setor de Protocolo para abertura do Processo Administrativo.

Estando o processo com as informações completas, o mesmo é submetido a uma série de avaliações, dentre elas: avaliação técnica, jurídica e de empreendimento, com a emissão dos respectivos pareceres.

Havendo manifestação favorável dessas avaliações, o pleito de outorga é, então, entendido como tecnicamente deferido, restando, apenas, uma definição política da direção do órgão sobre o pleito. Para o caso de deferimento também político, o documento de outorga (Portaria, Resolução, etc.) é assinado e posteriormente publicado no Diário Oficial do Estado, do Distrito Federal ou da União, dependendo do domínio das águas e do órgão competente.

Porém, se pelo menos uma das avaliações for contrária ao pleito de outorga, o usuário é contatado para refazer a sua solicitação sob novas condições legais ou de utilização da água, as quais serão objeto ou não de aprovação. A desistência do usuário ou o indeferimento do pleito implica arquivamento do processo.

4.1 Solicitação de Outorga

Para sistematizar a solicitação da outorga, é necessário detalhar o que está sendo solicitado pelo usuário em, basicamente, três grupos de informações. Cada grupo contém um conjunto de alternativas que contemplam diversas situações apresentadas a seguir.

Categoria de Outorga:

- Outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de novas outorgas;
- Alteração de outorga de direito de uso de recursos hídricos – altera as condições de uma outorga emitida;
- Renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de vencimento da outorga;

³ Os formulários de outorga são fichas cadastrais onde o requerente da outorga identifica, caracteriza e especifica a utilização que pretende fazer de determinado corpo de água.

- Transferência/cessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de transferência do empreendimento a terceiros, nas mesmas condições de utilização da água da outorga original.

Modalidade de Outorga:

- Derivação ou captação de água;
- Lançamento de efluentes;
- Obras hidráulicas – para os casos de construção de barragens, canalizações, diques, etc;
- Execução de serviços – para os casos de serviços de desassoreamento, derrocamento, limpeza de margens, etc;
- Travessia – para os casos de construção de pontes, dutos, túneis, etc. que cruzem o manancial;
- Outros.

Finalidade do Uso:

- Irrigação, Indústria, Aquicultura, Criação de animais para fins comerciais, Saneamento, etc.

Nos formulários de solicitação de outorga esses itens são apresentados como opções a serem selecionadas pelo usuário.

4.2 Avaliação do pedido de outorga

O pedido de outorga deve passar, no mínimo, por três avaliações: técnica, do empreendimento e jurídica.

A avaliação técnica consiste na verificação da disponibilidade hídrica do manancial, isto é, se a vazão que está sendo solicitada pode ser atendida pelo manancial, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

Avalia-se, portanto, se a interferência pleiteada está coerente com os critérios de alocação de água previamente determinados e se os impactos quali-quantitativos são aceitáveis dentro de determinada margem de segurança.

As informações mínimas necessárias para realização da avaliação técnica do pleito de outorga estão apresentadas a seguir:

- Identificação e caracterização do uso (irrigação, saneamento, lazer, geração de energia, etc.);
- Localização do pleito (bacia, coordenadas, manancial, município, UF);
- Demanda sazonal do pleito para captação de água e/ou lançamento de efluentes;
- Características físico-químicas e biológicas dos efluentes (obtidas em articulação com o órgão de Controle Ambiental);

- Dados hidrometeorológicos e estudos hidrológicos;
- Demandas existentes em toda a bacia hidrográfica (a montante e a jusante do aproveitamento);
- Reservatórios existentes.

Obs.: Existindo Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, as análises técnicas deverão levar em consideração as suas diretrizes.

A avaliação do empreendimento verifica se o que está sendo solicitado em termos de vazão de captação e de lançamento de efluentes, bem como as características físico-químicas e biológicas dos efluentes gerados, estão compatíveis com o tipo e com o porte do empreendimento. Nesse sentido, deve ser solicitada a apresentação do projeto de utilização dos recursos hídricos, onde deverão constar informações referentes à concepção do empreendimento como, por exemplo: descrição geral da atividade, fluxograma do processo, índices de utilização da água, eficiência do tratamento de efluentes, etc.

O fato é que há inúmeros usuários que solicitam muito mais água do que têm capacidade de usar, provavelmente com o objetivo de auferir ganhos com algum tipo de especulação. Há outros, contudo, que solicitam muito menos água que a capacidade instalada de seu empreendimento, provavelmente por receio da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A análise do empreendimento procura detectar esses tipos de situação.

A avaliação jurídica analisa a documentação enviada e a adequação do pedido às leis de recursos hídricos. Para essa análise é necessária a identificação do usuário (cópia do CNPJ ou CPF) e dados relativos ao empreendimento como cópia do documento de posse da terra, entre outros.

Há situações em que é necessária a realização de vistorias técnicas ao local do pleito para verificação das informações prestadas e, principalmente, para avaliação da demanda potencial da região.

5. ASPECTOS TÉCNICOS DA OUTORGA

A outorga deve ser vista como um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia. Essa alocação (distribuição) de água deve buscar os seguintes objetivos mínimos: atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água e possibilidade de que as demandas futuras também possam ser atendidas. A alocação mencionada refere-se aos aspectos quantitativos, qualitativos e de distribuição temporal e espacial da água.

O equacionamento desse tema requer entendimento e aplicação de questões técnicas (hidrologia, hidráulica, ecologia, qualidade de água, etc.), questões legais (competências, direitos e

responsabilidades dos usuários, etc.) e políticas (mobilização social, acordos entre setores e governos para o desenvolvimento integrado e sustentável da bacia, articulação institucional, etc.).

Posteriormente, estão apresentadas algumas discussões sobre algumas possíveis formas de se administrar as águas no Brasil.

5.1 Critérios de outorga para captação

As formas de se alocar quantitativamente a água entre os usuários podem ser separadas em, pelo menos, dois grupos: critério aplicado a depósitos de água (geleiras, lagos e reservatórios) e critério aplicado a mananciais de água corrente (rios).

No primeiro grupo, busca-se repartir os volumes estocados entre os usuários, levando-se em conta o deplecionamento (redução) e a elevação dos níveis de água do manancial. Esse procedimento é largamente utilizado no estado do Ceará, onde a maior parte da água está armazenada em açudes e a alocação se dá por negociação social aliada às técnicas de previsão de perdas e ganhos hídricos (evaporação, chuvas e afluências) dentro de um horizonte de negociação.

No segundo grupo, há duas abordagens, pelo menos: adoção de vazão de referência ou simulação de séries históricas de vazão.

A vazão de referência mais utilizada é uma vazão mínima que caracteriza uma condição de escassez hídrica no manancial. A partir dessa condição crítica é que são realizados os cálculos de alocação da água, de modo que, quando da ocorrência da situação de escassez, todos os usuários, ou os mais prioritários, mantenham, de certa forma, em operação os usos outorgados.

Esse é o procedimento mais utilizado no Brasil. Porém, como as vazões de referência utilizadas são, de fato, muito reduzidas, e o que é outorgado é uma fração delas, o que ocorre, na prática, são vazões bem maiores ao longo do ano.

Será que essas vazões excedentes poderiam ser também outorgadas? Sim. Para isso, é necessário conhecer as suas garantias de ocorrência e estabelecer um esquema de racionamento de uso da água. No racionamento deverá estar definido, por exemplo, que as atividades que fazem uso dessas vazões excedentes devem reduzir ou interromper as suas captações sempre que o manancial estiver abaixo de um determinado patamar, até que sejam restabelecidos as vazões ou níveis de água normais.

Nesse instante, surgem grupos de usuários com garantias diferenciadas de abastecimento, o que determina a abordagem do conceito de convivência com o risco de desabastecimento, importante para a implantação da gestão de recursos hídricos.

As simulações de séries históricas de vazões vêm ao encontro do que foi exposto anteriormente, na medida em que se lida com “toda” a gama (série) de vazões que o manancial apresenta, alocando-as, em uma rede de fluxos, aos diversos usuários de uma bacia.

Com esse procedimento é possível obter diferentes combinações de usos e usuários, cada qual com suas garantias de atendimento, sem estar restrito à utilização de vazões mínimas, o que aumenta as possibilidades de utilização da água, de forma controlada e distribuída no tempo e no espaço.

Porém, essa metodologia necessita de um número maior de informações, requer alta complexidade de processamento e o conseqüente um alto custo operacional.

Outro critério que recentemente vem sendo estudado pelos órgãos gestores baseia-se na vazão natural⁴ média do manancial. Trata-se de uma preocupação, pertinente, com a geração hidrelétrica - um uso não consuntivo que em algumas bacias é bastante expressivo e, ainda, pode impor restrições aos outros usos consuntivos.

O setor elétrico estabelece uma Energia Assegurada para cada usina hidrelétrica. O cálculo desse valor baseia-se na série de vazões naturais médias mensais afluentes ao reservatório, bem como na simulação de geração de energia, no âmbito do sistema elétrico nacional interligado.

Para as bacias que apresentam essa característica (bacia do rio São Francisco, por exemplo), a adoção de uma percentagem da vazão natural média afluente aos reservatórios do setor elétrico como quota destinada aos outros usos consuntivos tem sido estudada técnica e politicamente.

Portanto, a idéia é estabelecer um limite superior baseada em uma percentagem da vazão média natural afluente a um reservatório do setor elétrico, para todos os usos consuntivos localizados a montante.

Para o caso do rio São Francisco, isso pressupõe uma forte articulação entre a ANA e os outros seis órgãos estaduais e o do Distrito Federal para controlarem a emissão das suas outorgas e não ultrapassem os limites que serão estabelecidos para a calha do rio São Francisco.

5.2 Alternativas de Administração das Águas

O estabelecimento de critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos em bacias com cursos d'água de múltiplos domínios ainda é um assunto não resolvido por diversas razões:

- Cada órgão gestor de recursos hídricos adota um determinado critério de outorga. Não há um critério único ou, pelo menos, harmonizado, o que pode causar problemas de incompatibilidade quali-quantitativa ao longo dos rios da bacia;
- A articulação entre os órgãos gestores quanto aos montantes outorgados é muito incipiente, fato que cria problemas de comprometimento quantitativo e qualitativo entre mananciais de diferentes domínios;

⁴ A vazão natural média é a vazão que passaria no rio se não houvesse interferência antrópica, ou seja, presença de usuários, de derivações, de reservatórios, etc.

- A União tem o seu papel dificultado em estabelecer critérios de outorga devido, principalmente, ao fato de os rios de domínio da União receberem contribuições de tributários estaduais sujeitos a diferentes critérios de outorga.

Esse tema deve ser abordado no âmbito de, pelo menos, três alternativas de administração das águas dessas bacias, listadas a seguir:

1. Uma única entidade responsável pelo recebimento dos pedidos de outorga, análise e definição técnica, exceto a publicação do ato de outorga, a qual caberia ao órgão gestor competente. Essa entidade poderia ser uma Agência de Bacia.

Vantagens: Visão única e harmonizada da bacia com critérios de outorga, procedimentos técnicos e administrativos compatíveis e centralização da entrada e análise dos pedidos de outorga.

Desvantagens: Dificuldades em relação a recursos humanos, recursos financeiros, além de obstáculos políticos para a instalação da Agência e influência política sobre suas atividades. Todos os estados envolvidos devem concordar, ainda, em abrir mão das suas análises e delegar esse trabalho para a Agência.

2. Estabelecimento de condições de fronteira na foz dos mananciais estaduais que são tributários de cursos de água de domínio da União. Essas condições devem ser de caráter quantitativo e qualitativo. O Art 17 do Decreto n.º 3.692/2000 (que dispõe sobre a instalação da ANA) estabelece que "... a ANA exercerá ação reguladora em corpos de água de domínio da União, inclusive mediante a definição de requisitos de vazão mínima e de concentração máxima de poluentes na transição de corpos de água de domínio Estadual para os de domínio Federal".

Vantagens: Os estados e a ANA poderão manter as suas rotinas de trabalho, utilizando seus sistemas de apoio à decisão, bem como os critérios de outorga originalmente adotados. O estabelecimento de condições de fronteira reduz os problemas de incompatibilidade de critérios de outorga.

Desvantagens: Dificuldade em estabelecer os limites (valores) das condições de fronteira, no âmbito de um comitê. Esses limites impõem restrições ao desenvolvimento dos estados. Trata-se de um processo de negociação complicado, não apenas pela dificuldade política, mas também porque serão numerosos os pontos de monitoramento para realizar esse tipo de controle.

3. Delegação da ANA aos estados da competência para emissão das outorgas em mananciais de domínio da União. Isso pressupõe condições de fronteira entre os estados.

Vantagens: Cada estado poderá manter as suas rotinas de trabalho, seus sistemas de apoio à decisão, bem como os critérios de outorga adotados. Os pontos de controle ficam bastante reduzidos, restringindo-se, apenas aos mananciais federais na seção onde cruzam de um estado para outro. Exceção se faz aos mananciais que fazem divisa entre estados, onde o controle seria pela margem de rio, complicando o processo.

Desvantagens: A mesma dificuldade da Alternativa 2 (estabelecimento das condições de fronteira). A diferença é que a ANA funcionaria apenas como árbitro do processo, deixando para o Comitê de Bacia e Consórcio de Estados ajustarem os diversos interesses. Porém, a delegação é apenas da competência para emitir a outorga e não da responsabilidade sobre a mesma, a qual permanece com a União, ou seja, com a ANA. Isso significa que qualquer problema que ocorra com uma outorga ou descumprimento de regras, a responsabilidade é da União. Portanto, a delegação pressupõe confiança, por parte da ANA, nos procedimentos técnicos e administrativos adotados pelos estados.

A Figura 1 apresenta um desenho esquemático das Alternativas 2 e 3, relativamente às seções de controle para estabelecimento de condições de fronteira.

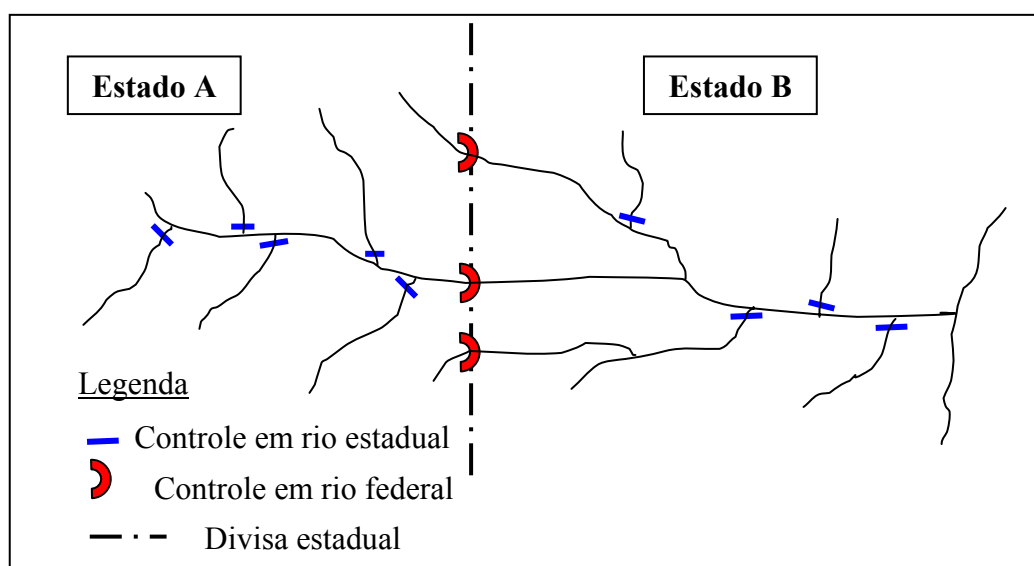


Figura 1. Alternativas 2 e 3 de administração das águas.

Atualmente, não existe nenhuma das três alternativas em prática. O que está prevalecendo é que cada estado emite suas outorgas segundo seus critérios internos, estabelecidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos.

Sabendo que nem todas as bacias têm condições de montar suas agências (Alternativa 1) e nem todos os estados têm maturidade técnica, administrativa e institucional suficiente para

formarem consórcios (Alternativa 3), talvez a Alternativa 2 seja o caminho mais simples, ou menos complicado, para a grande maioria dos casos.

Nota-se uma grande disparidade entre os estados no que se refere à experiência acumulada na gestão de recursos hídricos. Alguns órgãos já estão estruturados, dispondo de procedimentos técnicos e administrativos consistentes (União, SP, CE, BA, MG, PR), outros, porém, possuem uma experiência intermediária (PE, RN, PB e GO), enquanto os demais possuem pouco ou nenhum grau de estruturação.

Nesse sentido, não é possível, em curto prazo, imaginar as Alternativas 1 e 3 sendo aplicadas às seguintes bacias, cabendo, apenas, a Alternativa 2:

- Vaza Barris (BA e SE), Doce (MG e ES), Tocantins (DF, GO, TO e PA), Uruguai (RS e SC), São Francisco (MG, BA, GO, DF, AL, PE e SE), Parnaíba (PI e MA), etc.

Porém, é possível imaginar a Alternativa 3 sendo aplicada nas seguintes bacias:

- Paranapanema (SP e PR), Piracicaba (SP e MG), Pardo, Jequitinhonha e Mucuri (MG e BA) e outras poucas bacias.

A Alternativa 1, por sua vez, está mais próxima de ser aplicada na bacia do rio Paraíba do Sul (SP, MG e RJ)

É importante que a União conduza essa discussão junto aos estados e procure gerar diretrizes para esses assuntos, antes que surjam problemas de conflito interinstitucional quanto à emissão de outorgas.

No ano de 2002, a ANA promoveu, em articulação com os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro e o CEIVAP (Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul), uma campanha de cadastramento dos usuários dessa bacia, com o objetivo de regularizar os usos da água na bacia, uniformizar e informatizar os dados cadastrais dos usuários em uma base de dados única e acessível aos órgãos gestores, estabelecer critérios comuns de outorga, iniciar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e colocar em funcionamento a Agência de Bacia do Paraíba do Sul. Essa iniciativa vai ao encontro da Alternativa 1 mencionada.

Há que se discutir se o Brasil deve buscar um único modelo de administração de suas águas ou incentivar que se instalem diferentes alternativas, como, por exemplo, aquelas vistas anteriormente.

5.3 Outorga por lançamento de efluentes

Um usuário, ao colocar o seu empreendimento em funcionamento, poderá estar causando interferências quantitativas e qualitativas no corpo hídrico. Quando esse usuário lança um efluente em um manancial, é possível que o mesmo esteja agregando uma série de substâncias com características físico-químicas e biológicas diferentes da originalmente presentes no corpo hídrico.

Porém, dependendo da quantidade de efluente lançado, bem como da concentração dos diversos constituintes, o lançamento poderá ser ou não considerado nocivo ao meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade.

É necessário, portanto, que se conheçam os impactos qualitativos e quantitativos que cada usuário causará ao manancial ao longo do tempo, dos trechos, em função de cada parâmetro de qualidade. Após o conhecimento dos impactos individuais, é fundamental estimar e entender o impacto cumulativo desses usos nos corpos de água.

O que está apresentado adiante, no que concerne à quantificação dos impactos qualitativos do lançamento de efluentes, está apoiado em conceitos propostos por Kelman (1997) e desenvolvidos por Cardoso da Silva *et al.* (2001), onde as interferências qualitativas no corpo hídrico são “transformadas” em equivalentes quantitativos. Esse procedimento facilita, significativamente, as análises dos pleitos de outorga que realizam lançamento de efluentes, unificando, dessa forma, as análises quantitativas e qualitativas pertinentes.

5.3.1 Formulação matemática

O balanço qualitativo é baseado na equação derivada da equação de balanço de massa:

$$C_{mistura} = \frac{C_a.Q_a + C_b.Q_b}{Q_a + Q_b} \quad (1)$$

onde,

- C_a = concentração de um determinado parâmetro de qualidade no efluente **a**;
- Q_a = vazão do efluente **a**;
- C_b = concentração de um determinado parâmetro de qualidade no efluente **b**;
- Q_b = vazão do efluente **b**;
- $C_{mistura}$ = concentração de um determinado parâmetro na mistura resultante dos efluentes **a** e **b**.

A equação em que se baseia o balanço qualitativo é chamada de **Equação de Diluição**, proposta por Kelman (1997):

$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})} \quad (2)$$

onde,

- Q_{dil} = vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade;
- Q_{ef} = vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado;
- C_{ef} = concentração do parâmetro de qualidade no efluente;
- C_{perm} = concentração permitida do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento;
- C_{man} = concentração natural do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento.

As operações efetuadas na equação de balanço de massa (equação 1) consideraram as seguintes identidades: $Q_{dil} = Q_b$; $C_{perm} = C_{mistura}$; $Q_{ef} = Q_a$; $C_{ef} = C_a$; $C_{man} = C_b$.

A interpretação da equação de diluição (2) é dada a seguir:

A vazão de diluição (Q_{dil}) é a vazão necessária para diluir determinada concentração (C_{ef}) de dado parâmetro de qualidade, de modo que a concentração resultante ($C_{mistura}$) seja igual à concentração permitida (C_{perm}).

Admite-se sempre que o manancial receptor do efluente está na condição natural de concentração do parâmetro de qualidade (C_{man}) em estudo. Por exemplo, segundo Klein (1962) *apud* von Sperling (1998), um rio bastante limpo possui uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) natural de, aproximadamente, 1,0 mg/L, decorrente da matéria orgânica oriunda de folhas e galhos de árvore, peixes mortos, fezes de animais, etc. Para os parâmetros fenol, mercúrio e arsênio, por exemplo, a concentração natural no manancial é nula.

A adoção da concentração natural de determinado parâmetro de qualidade no manancial, em lugar da concentração atual, deve-se a três razões:

- a) Avaliar o quanto cada usuário comprometerá qualitativamente o manancial em termos absolutos, de forma independente e sem a interferência de outros usuários;
- b) Caso fosse adotada a concentração atual do manancial, o resultado poderia ser negativo, significando falta de água para a diluição dos efluentes lançados. Essa condição faz com que todas as análises retratem situações que são influenciadas pelos usos existentes, mascarando o real efeito que determinado usuário causa ao manancial;
- c) Dois usuários que fazem lançamento de efluentes com as mesmas características qualitativas e quantitativas seriam tratados de forma distinta caso iniciassem seus lançamentos em épocas diferentes. Ou seja, se um dos usuários começasse seus lançamentos cinco anos depois do outro, as vazões de diluição desse último seriam maiores, admitindo-se que nesse ínterim outros usuários também comprometessem qualitativamente o manancial.

O resultado da equação de diluição é uma vazão do manancial, denominada Vazão de Diluição (Q_{dil}), da qual o usuário se “apropria” virtualmente para diluir determinado parâmetro presente em seu efluente. Essa vazão se propaga para jusante, podendo o seu valor aumentar, diminuir, ou mesmo se manter constante, dependendo das seguintes condições:

- a) Se o parâmetro de qualidade que está sendo diluído é conservativo ou não-conservativo;
- b) Se as concentrações permitidas (C_{perm}) do parâmetro nos trechos de jusante ao do lançamento sofrerão mudanças.

Quando do lançamento de efluentes, a Vazão de Diluição somada à vazão do próprio efluente resulta em uma Vazão de Mistura cuja concentração final não deverá ultrapassar determinado limite (concentração permitida – C_{perm}).

Na Vazão de Mistura de um determinado parâmetro de qualidade não poderá ser diluído mais nenhum lançamento desse mesmo parâmetro, sendo possível, porém, a sua utilização para diluição de outros parâmetros, bem como para captação.

No caso de lançamento de efluentes que possuam poluentes não-conservativos, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, por exemplo, a concentração resultante na vazão de mistura (C_{perm}) sofrerá um decaimento natural ao longo do tempo e dos trechos do manancial, decorrente da possibilidade de autodepuração do corpo hídrico.

Porém, a vazão da mistura que este usuário torna indisponível no manancial para outras diluições do mesmo parâmetro é aqui chamada de **Vazão Indisponível** (Q_{indisp}). É importante lembrar que a indisponibilidade hídrica mencionada é virtual.

A vazão indisponível no ponto de lançamento (Q_{indisp_1}) é dada pela equação abaixo:

$$Q_{indisp_1} = Q_{dil} + Q_{ef} \quad (3)$$

Cabe lembrar que a Q_{indisp_1} sofrerá um decaimento natural, se o parâmetro for não-conservativo.

O balanço qualitativo deve ser realizado quantificando-se, mensalmente, em todos os trechos, a vazão indisponível total de cada parâmetro de qualidade, com ou sem decaimento, proveniente dos diversos lançamentos efetuados pelos usuários.

A verificação de atendimento ao balanço qualitativo deve ser realizada comparando-se a vazão indisponível total de determinado parâmetro de qualidade (soma de todas as vazões indisponíveis que ocorrem no trecho, mês a mês), com a vazão remanescente (Q_{reman}), ou seja, a vazão que resta no manancial após todas as interferências quantitativas. Se a vazão indisponível total em qualquer mês, ou qualquer trecho, for maior que a vazão remanescente ($Q_{indisp} > Q_{reman}$), significa que não há vazão suficiente para diluir os efluentes e manter o manancial na qualidade desejada, ou na qualidade permitida.

Existem, naturalmente, outros tipos de poluentes que não podem ser diluídos, como aqueles que se acumulam nos sedimentos, na flora ou na fauna do corpo hídrico, por exemplo, o chumbo e o mercúrio. Segundo Kelman (2000), não se pode outorgar nem cobrar por esse tipo de lançamento. Pelo contrário, deve-se reprimi-los por intermédio de mecanismos de “comando e controle” disponíveis na legislação ambiental.

Abaixo seguem as formulações adotadas para o cálculo das vazões de diluição e indisponíveis para parâmetros de qualidade não-conservativos e conservativos, bem como os correspondentes decaimentos (reduções).

Parâmetro DBO

Os parâmetros de qualidade não-conservativos são parâmetros que sofrem autodepuração nos corpos d'água por intermédio de processos puramente naturais.

O consumo de oxigênio por matéria orgânica é também conhecido como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Segundo von Sperling (1998), a taxa de autodepuração é proporcional à primeira potência da concentração remanescente, ou seja, a taxa de oxigenação da matéria orgânica ($\frac{dL}{dT}$) é proporcional à matéria orgânica ainda remanescente (L).

$$\frac{dL}{dT} = -K_1 \cdot L \quad (4)$$

onde,

L = concentração de DBO remanescente (mg/L);

T = tempo (dia);

K_1 = coeficiente de desoxigenação (dia^{-1}).

Integrando,

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \int_{T_0}^T -K_1 \cdot dT \Rightarrow \ln(L) - \ln(L_0) = -K_1 \cdot (T - T_0) \Rightarrow \text{para } T_0 = 0,$$

$$\ln\left(\frac{L}{L_0}\right) = -K_1 \cdot T \Rightarrow \frac{L}{L_0} = e^{-K_1 \cdot T} \Rightarrow$$

$$L = L_0 \cdot e^{-K_1 \cdot T} \quad (5)$$

A equação 5 pode ser escrita na forma decimal (base 10), atentando-se para o fato de que:

$$K_{1(\text{basee})} = 2,3 \cdot K_{1(\text{base10})} \quad (6)$$

Para o caso da DBO, o K_1 varia com a temperatura. O valor de K_1 aumenta 4,7% a cada acréscimo de 1°C na temperatura da água. Portanto, a formulação para obtenção de K_1 , em função da temperatura e dada por:

$$K_{1(\text{Temp})} = K_{1(20^\circ\text{C})} \cdot 1,047^{(\text{Temp}-20)} \quad (7)$$

onde,

Temp. = temperatura da água (em °C).

A vazão necessária para a diluição de um efluente contendo o parâmetro DBO é baseada na equação 2.

A seguir é apresentado um exemplo de aplicação da equação 2:

$Q_{ef} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (vazão do efluente);

$C_{ef} = 50,0 \text{ mg/L}$ (concentração de DBO no efluente);

$C_{perm} = 5,0 \text{ mg/L}$ (concentração permitida de DBO no manancial – Classe de enquadramento II);

$C_{man} = 1,0 \text{ mg/L}$ (concentração natural de DBO no manancial).

Aplicando a equação 2, tem-se:

$$Q_{dil_1} = 5 \cdot \frac{(50 - 5)}{(5 - 1)} = 11,25 \text{ m}^3/\text{s}.$$

onde,

Q_{dil_1} = é a vazão de diluição no ponto de lançamento, identificada com o índice 1.

Cabe ressaltar que a vazão de diluição ($Q_{dil_1} = 11,25 \text{ m}^3/\text{s}$, com $1,0 \text{ mg/L}$ de DBO) somada com a vazão de lançamento ($Q_{ef} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, com 50 mg/L), resulta numa vazão de $12,25 \text{ m}^3/\text{s}$ com $5,0 \text{ mg/L}$ de DBO (vazão indisponível no ponto de lançamento).

O cálculo da vazão indisponível (Q_{indisp_n}) para DBO em qualquer trecho a jusante do lançamento (Q_{indisp_n}) é dado pela equação 8:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot C_{perm_1} \cdot e^{-K_1 \cdot T}}{C_{perm_n}} \quad (8)$$

onde,

Q_{dil_1} = vazão de diluição no trecho onde ocorre o lançamento (em m^3/s);

Q_{ef} = vazão do efluente (em m^3/s);

K_1 = coeficiente de desoxigenação (dia^{-1});

T = tempo de percurso (em dias) do trecho onde ocorre o lançamento até o trecho aonde se quer calcular a vazão indisponível;

C_{perm_1} = concentração permitida de DBO para o manancial no trecho onde ocorre o lançamento;

C_{perm_n} = concentração permitida de DBO para o manancial no trecho aonde se quer calcular a vazão indisponível.

Por exemplo, para $K_1 = 0,17 \text{ dia}^{-1}$, $T = 2$ dias, $C_{perm_1} = 5 \text{ mg/L}$ e $C_{perm_n} = 5 \text{ mg/L}$, tem-se:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(1 + 11,25) \cdot 5 \cdot e^{-0,17 \cdot 2}}{5} = 8,72 \text{ m}^3 / \text{s}$$

A diferença entre as duas vazões indisponíveis ($\Delta = 12,25 - 8,72 = 3,53 \text{ m}^3/\text{s}$) representa a vazão do manancial que se tornou novamente disponível para novas diluições de DBO entre as duas seções (trechos) analisadas.

A equação 8 foi deduzida da seguinte forma:

- 1) A mistura formada pela vazão do efluente e pela vazão de diluição ($Q_{ef} + Q_{dil_1} = Q_{indisp_1}$) possui concentração igual à permitida para o trecho de lançamento (C_{perm_1});
- 2) A carga de DBO presente na Q_{indisp_1} sofrerá autodepuração. Com isso, a concentração adotada para o trecho de lançamento (C_{perm_1}) sofrerá redução, segundo a equação de decaimento

deduzida anteriormente, resultando em uma concentração final (C_{final_1}) num dado trecho de jusante: $C_{final_n} = C_{perm_1} \cdot e^{-K_1 \cdot T}$

3) A C_{final_n} continua correspondendo à vazão indisponível inicial (Q_{indisp_1});

Nesse instante, duas situações se mostram possíveis:

- Ou se conserva a mesma vazão (Q_{indisp_1}) com uma concentração menor (C_{final_n});
- Ou se calcula uma outra vazão (Q_{indisp_n}) com a concentração permitida para o trecho em análise (C_{perm_n});

Em ambas as situações, a carga do poluente (vazão vezes concentração) deverá ser a mesma.

4) Nesse sentido, a segunda alternativa se mostra mais útil, pois apenas as vazões sofrerão variação, mantendo-se as concentrações sempre iguais aos limites (C_{perm}) estabelecidos para os trechos;

5) O cálculo deve ser efetuado a partir de uma regra de três simples, onde se busca a vazão indisponível (Q_{indisp_n}), proporcional ao valor da concentração limite (C_{perm_n}) do trecho que está sendo analisado. Trata-se de uma comparação entre cargas de poluente:

Num ponto **n** a jusante:

$$Q_{indisp_1} \cdot C_{final_n} = Q_{indisp_n} \cdot C_{perm_n} \quad (9)$$

6) Desenvolvendo a equação 9 e substituindo os termos Q_{indisp_1} e C_{final_n} , tem-se:

$$(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot C_{perm_1} \cdot e^{-K_1 \cdot T} = Q_{indisp_n} \cdot C_{perm_n}$$

7) Extraíndo-se o valor de Q_{indisp_n} , chega-se à equação geral:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot C_{perm_1} \cdot e^{-K_1 \cdot T}}{C_{perm_n}} \quad (10)$$

O valor de Q_{dil_1} será negativo sempre que a concentração do efluente for menor que a concentração permitida no trecho de lançamento ($C_{ef} < C_{perm_1}$). Isso significa que o efluente está incorporando água ao manancial com condição de qualidade melhor, fazendo com que torne indisponível um valor menor de vazão.

Parâmetro Microrganismos Patogênicos

A mortalidade bacteriana é tanto mais elevada quanto maior for a concentração de bactérias (von Sperling, 1998). Tomando o exemplo para coliformes fecais, tem-se:

$$\frac{dN}{dT} = -K_b \cdot N \quad (11)$$

onde,

N = número de coliformes fecais (coli/100 ml);

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano (dia^{-1});

T = tempo (dia).

Integrando a equação 11, tem-se:

$$N = N_0 \cdot e^{-K_b \cdot T} \quad (12)$$

O valor de K_b varia entre 0,5 e 1,5 dia^{-1} (base e a 20°C), mas o valor típico é $K_b = 1,0 \text{ dia}^{-1}$.

O valor de K_b sofre influência da temperatura (Temp). A equação seguinte permite o cálculo de K_b para temperaturas diferentes de 20°C .

$$K_b^{\text{Temp}} = K_b^{20^\circ \text{C}} \cdot 1,07^{(\text{Temp}-20)} \quad (13)$$

A vazão de diluição (Q_{dil_1}) no ponto de lançamento é dada pela equação seguinte.

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(N_{ef} - N_{perm})}{(N_{perm} - N_{man})} \quad (14)$$

onde,

Q_{ef} = vazão do efluente;

N_{ef} = concentração de coliformes fecais no efluente (coli/100 ml);

N_{perm} = concentração permitida de coliformes fecais no manancial (coli/100 ml);

N_{man} = concentração natural de coliformes fecais no manancial (coli/100 ml).

Da mesma forma que a DBO, o cálculo da vazão indisponível em qualquer trecho a jusante do lançamento é dada pela equação 10, devidamente modificada.

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot N_{perm_1} \cdot e^{-K_b \cdot T}}{N_{perm_n}} \quad (15)$$

onde,

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(N_{ef} - N_{perm})}{(N_{perm} - N_{man})}$$

O valor de Q_{dil_1} será negativo sempre que a concentração de coliformes fecais no efluente for menor que a permitida no trecho de lançamento ($N_{ef} < N_{perm_n}$). Isso significa que o efluente está incorporando água ao manancial com condição de qualidade melhor, fazendo com que torne indisponível um valor menor de vazão.

Parâmetro Oxigênio Dissolvido

Este parâmetro é abordado de forma diferente, pois não são calculadas vazões de diluição ou vazões indisponíveis. Deve ser realizado um cálculo aproximado do valor do OD no manancial em função da existência de lançamentos de efluentes que contenham DBO e das características físicas

do manancial (potencial de reaeração, temperatura e altitude). Posteriormente, deve-se verificar se o valor calculado é inferior ao valor mínimo estabelecido pela classe de enquadramento ou por um pacto de Comitê de Bacia para redução de poluição. Caso isto aconteça, o cenário que foi simulado sugere incompatibilidade com os requisitos de qualidade estabelecidos.

De acordo com von Sperling (1998), o cálculo do oxigênio dissolvido tem a seguinte abordagem:

A taxa de variação do déficit de oxigênio com o tempo é igual ao consumo de OD menos a produção de OD. Dessa forma, tem-se:

$$\frac{dD}{dT} = K_1 \cdot L - K_2 \cdot D \quad (16)$$

onde,

D = déficit de oxigênio dissolvido (diferença entre a concentração de saturação - C_s e a concentração existente).

Integrando a equação anterior, tem-se a equação que expressa a variação do déficit de oxigênio dissolvido no manancial (Dt) em função do tempo:

$$Dt = \frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} [e^{-K_1 \cdot T} - e^{-K_2 \cdot T}] + (C_s - C_o) \cdot e^{-K_2 \cdot T} \quad (17)$$

O cálculo do oxigênio dissolvido (OD) é dado por:

$$OD = C_s - Dt \quad (18)$$

Substituindo a equação 17 na equação 18, tem-se:

$$OD = C_s - \left[\frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 \cdot T} - e^{-K_2 \cdot T}) + (C_s - C_o) \cdot e^{-K_2 \cdot T} \right] \quad (19)$$

onde,

OD = oxigênio dissolvido (mg/L);

C_s = concentração de saturação de oxigênio dissolvido (mg/L) – função da temperatura e da altitude;

L_0 = demanda última de oxigênio após mistura (mg/L);

C_o = concentração inicial de oxigênio (mg/L), logo após a mistura;

K_1 = coeficiente de desoxigenação (dia^{-1});

K_2 = coeficiente de reaeração (dia^{-1}) – depende das condições hidráulicas do trecho;

T = tempo de percurso (dia).

A variável L_0 é calculada pela equação abaixo:

$$L_o = C_{sim}^{DBO} \cdot \frac{1}{1 - e^{-5 \cdot K_1}} \quad (20)$$

onde,

C_{sim}^{DBO} = concentração simulada de DBO no trecho em análise (mg/L).

A concentração simulada de DBO (C_{sim}^{DBO}) é calculada a partir da média ponderada das vazões indisponíveis e suas respectivas concentrações. A expressão abaixo apresenta o cálculo da C_{sim}^{DBO} :

$$C_{sim}^{DBO} = \frac{Q_{indisp} \cdot C_{perm} + (Q_{reman} - Q_{indisp}) \cdot C_{man}}{Q_{reman}}$$

onde,

Q_{indisp} = vazão indisponível para DBO (em m³/s) no trecho;

C_{perm} = concentração permitida (em mg/L) de DBO no trecho;

Q_{reman} = vazão remanescente no trecho, após balanço hídrico quantitativo (em m³/s);

C_{man} = concentração natural de DBO (em mg/L) no trecho.

O valor de K_1 utilizado nas equações anteriores deve ser calculado como a média ponderada dos valores de K_1 de cada usuário, em função da vazão e concentração dos lançamentos existentes em cada trecho.

$$K_1^{médio} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{1i} \cdot Q_{ef_i} \cdot C_{ef_i})}{\sum_{i=1}^n (Q_{ef_i} \cdot C_{ef_i})} \quad (21)$$

onde,

i = usuários do trecho que fazem lançamentos de DBO.

O valor de OD estimado para o final de um determinado trecho será o OD original (C_o) do início do trecho seguinte.

Parâmetro Temperatura

Segundo a Resolução CONAMA n.º 20, de 1986, os lançamentos de efluente não poderão ter temperatura superior a 40° C e **não** poderão causar elevação de mais de 3° C na temperatura do corpo hídrico receptor.

Nesse sentido, o cálculo da vazão de diluição e da vazão indisponível para o parâmetro temperatura deve ser realizado da seguinte forma:

- 1) Deve-se conhecer a temperatura média do manancial receptor de efluentes (T_{man});
- 2) Deve-se utilizar a equação de diluição (equação 2), substituindo os termos referentes a concentração pelos de temperatura:

$$Q_{dil_1} = Q_{ref} \cdot \frac{(T_{ef} - T_{perm_1})}{(T_{perm_1} - T_{man_1})} \quad (22)$$

onde,

T_{ef} = temperatura do efluente (° C);

T_{man_1} = temperatura do corpo d'água (° C) no ponto de lançamento (natural);

T_{perm_1} = temperatura máxima permitida para o corpo d'água (° C) no ponto de lançamento;

Observação:

A interpretação da Resolução CONAMA n.º 20/86, resulta em:

$$T_{perm_1} = T_{man_1} + 3 \quad (23)$$

3) Substituindo a equação 23 na equação 22, tem-se:

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(T_{ef} - T_{man_1} - 3)}{3} \quad (24)$$

4) A vazão indisponível no ponto de lançamento é dada por:

$$Q_{indisp_1} = Q_{ef} + Q_{dil_1} \quad (25)$$

Em relação ao cálculo da redução da vazão indisponível, função das trocas naturais de calor com o ambiente, segue abaixo uma formulação baseada em Thomann e Mueller (1987).

A variação de temperatura da água ao longo de um rio é descrita pela seguinte equação diferencial:

$$V \cdot \frac{dT}{dx} = - \frac{K}{(\rho \cdot Cp \cdot H)} \cdot (T - Tb) \quad (26)$$

onde,

T = temperatura do corpo d'água (°C);

Tb = temperatura média natural do corpo d'água (°C)

V = velocidade média do curso d'água (m/dia);

x = comprimento do curso d'água (m);

K = coeficiente de troca de calor (cal/cm².dia.°C);

ρ = densidade da água (g/cm³);

Cp = calor específico (cal/g.°C);

H = profundidade média do curso d'água (cm).

A expressão $\frac{K}{(\rho \cdot Cp \cdot H)}$ será chamada de Kr. A solução da equação 26 é dada por:

$$T = (T_o - T_b).e^{-K_r \frac{x}{V}} + T_b \quad (27)$$

onde,

T_o = temperatura da água após o lançamento de efluente (°C);

$\frac{x}{V}$ = tempo de deslocamento da água na calha do rio (dia).

A elevação de temperatura no corpo d'água, ocasionada por um lançamento de efluente acima da temperatura ambiente da água, decai exponencialmente em função do coeficiente de troca de calor (K).

A Figura 2 apresenta graficamente como ocorre este processo, onde a temperatura ambiente da água é dada por T_b . No ponto de lançamento (ponto 0) a temperatura da água atinge o patamar T_o , a partir do qual começa a ocorrer o decaimento ao longo da calha do rio (distâncias x).

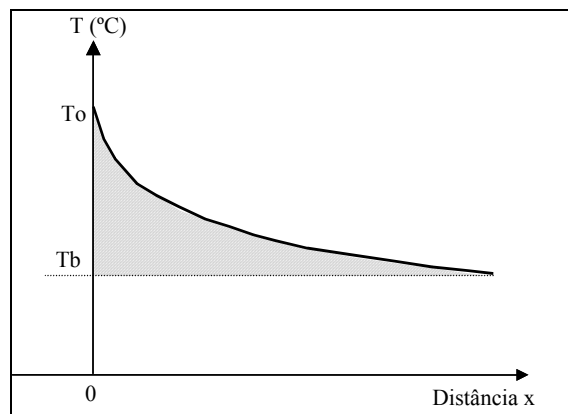


Figura 2. Variação do incremento de temperatura num rio (Fonte: Thomann e Mueller, 1987)

O valor de K é função da velocidade do vento e da temperatura média da água. A Figura 3 fornece os valores de K em $W/m^2 \cdot ^\circ C$. É necessário converter essa unidade para $cal/cm^2 \cdot dia \cdot ^\circ C$, a fim de compatibilizar as unidades nos cálculos subseqüentes. Para isso, os valores de K retirados da Figura 3 devem ser multiplicados por **2,066**.

No eixo horizontal está a velocidade do vento (em m/s) e no vertical a temperatura média da água (em °C). Os valores de K estão representados nas curvas internas do gráfico da Figura 3.

Admitindo as seguintes condições:

- A temperatura inicial (T_o), após o lançamento, seja igual à temperatura permitida (T_{perm_1}) no trecho de lançamento; e
- A temperatura média natural do corpo d'água (T_b) seja igual à temperatura do manancial (T_{man_1})

onde,

T_{perm_1} = temperatura máxima permitida para o corpo d'água (° C) no ponto de lançamento;

T_{man_1} = temperatura natural do corpo d'água (° C) no ponto de lançamento;

A equação 27 pode ser escrita da seguinte forma:

$$T_n = (T_{perm_1} - T_{man_1}) \cdot e^{-K_r \cdot Tempo} + T_{man_1} \quad (28)$$

A expressão $\frac{x}{V}$ (x = espaço e V = velocidade) representa o tempo de deslocamento da água no leito do rio. Essa expressão foi substituída pela variável *Tempo* que aparece na equação 28.

A mistura formada pela vazão do efluente e pela vazão de diluição ($Q_{ef} + Q_{dil_1}$) possui temperatura igual à permitida para o trecho de lançamento (T_{perm_1}). A variação entre a temperatura permitida para o trecho de lançamento e a temperatura natural da água nesse trecho sofrerá redução segundo a equação de decaimento (28), resultando numa temperatura final (T_n) num dado trecho **n** de jusante. A T_n continua correspondendo à vazão indisponível inicial ($Q_{ef} + Q_{dil_1}$).

Nesse instante, duas situações se mostram possíveis:

- Manter a mesma vazão com uma temperatura menor;
- Calcular uma vazão menor com a mesma temperatura (T_{perm_1});

Nesse sentido, verifica-se que a segunda alternativa se mostra mais útil, pois apenas as vazões sofrerão variação, mantendo-se as temperaturas sempre iguais aos limites (T_{perm}) estabelecidos para os trechos.

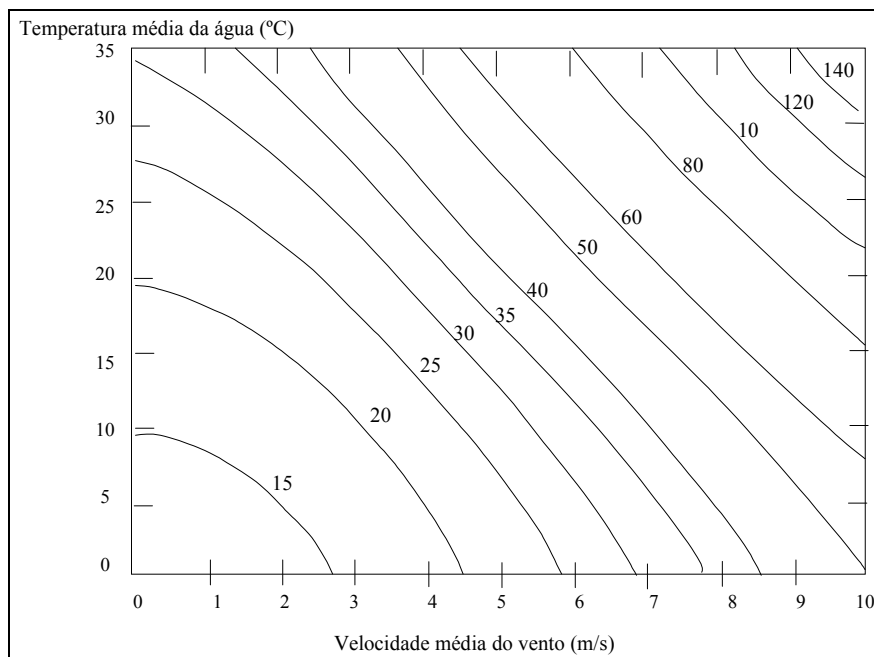


Figura 3. Valores de coeficiente de troca de calor (K) – (Fonte: Thomann e Mueller, 1987).

O cálculo sugerido é efetuado a partir de uma regra de três simples, onde se busca a vazão indisponível (Q_{indisp_n}) proporcional ao valor da temperatura limite (T_{perm_n}) do trecho que está sendo analisado. Trata-se de uma comparação entre “cargas térmicas” (Figura 4).

No ponto de lançamento:

- A diferença entre a T_{perm_1} e a T_{man_1} está para a Q_{indisp_1} ;

Num ponto **n** a jusante:

- A diferença entre a T_n e a T_{man_n} está para a Q_{indisp_n} .

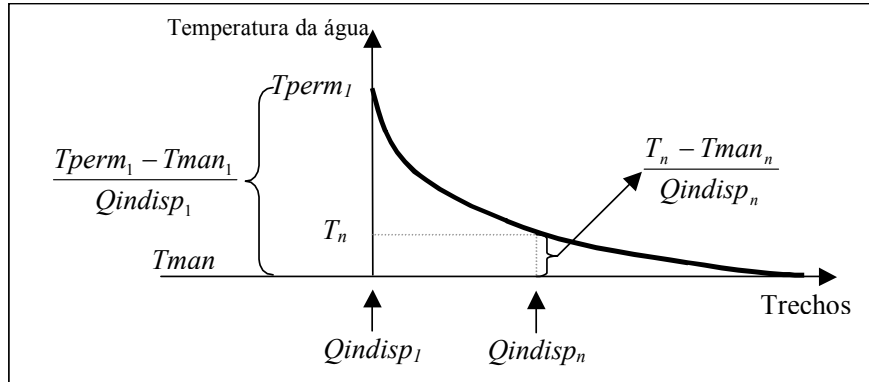


Figura 4. Representação gráfica do cálculo da vazão indisponível para temperatura.

Equacionando o que foi dito anteriormente, tem-se:

$$\frac{T_{perm_1} - T_{man_1}}{Q_{indisp_1}} = \frac{T_n - T_{man_n}}{Q_{indisp_n}} \quad (29)$$

Extraindo o valor de Q_{indisp_n} e substituindo os valores de T_n e Q_{indisp_1} , tem-se:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{indisp_1}) \cdot (T_n - T_{man_n})}{(T_{perm_1} - T_{man_1})} \Rightarrow$$

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot [(T_{perm_1} - T_{man_1}) \cdot e^{-K_r \cdot Tempo} + T_{man_1}] - T_{man_n}}{T_{perm_1} - T_{man_1}} \quad (30)$$

A equação 30 é a equação geral que fornece a vazão indisponível do parâmetro temperatura em qualquer trecho a jusante ao lançamento.

A seguir tem-se um exemplo de aplicação da equação 30:

$Q_{ef} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$ (vazão do efluente);

$T_{ef} = 40^\circ \text{ C}$ (temperatura do efluente);

$T_{man_1} = 20^\circ \text{ C}$ (temperatura natural do manancial – trecho de lançamento).

$T_{perm_1} = 23^\circ \text{ C}$ (temperatura máxima permitida no manancial – trecho de lançamento);

$T_{man_n} = 20^\circ \text{ C}$ (temperatura natural do manancial – trecho **n** de jusante).

$T_{perm_n} = 23^\circ \text{ C}$ (temperatura máxima permitida no manancial - trecho **n** de jusante);

$H = 100$ cm (profundidade média do curso d'água);

$\rho = 1$ g/cm³ (densidade da água);

$C_p = 1$ cal/g.°C (calor específico);

Velocidade do vento = 5 m/s;

- Estimativa do valor de K (coeficiente de troca de calor):

A partir da velocidade do vento (5 m/s) e da temperatura média da água (20 °C), no gráfico da Figura 3, o valor de K é, aproximadamente, 39 W/m².°C. Transformando a unidade do K para cal/cm².dia.°C, tem-se:

$$K = 39 * 2,066 = 80,57 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{dia} \cdot \text{°C}.$$

- Cálculo do Kr:

$$Kr = \frac{80,57}{1.1.100} = 0,8057 \text{ dia}^{-1}$$

- Cálculo da vazão de diluição e da vazão indisponível no ponto de lançamento:

$$Q_{dil_1} = 1 \cdot \frac{(40 - 20 - 3)}{3} = 5,67 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{indisp_1} = 5,67 + 1,00 = 6,67 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- Para Tempo = 0 (ponto de lançamento), tem-se:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(1 + 5,67) \cdot [(23 - 20) \cdot e^{0,8057 \cdot 0} + 20] - 20}{23 - 20} = 6,67 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Observa-se que para o Tempo = 0 (local de lançamento) a equação 30 é reduzida à equação 25, resultando no mesmo valor do Q_{indisp_1} .

- Para Tempo = 0,5 dias:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(1 + 5,67) \cdot [(23 - 20) \cdot e^{0,8057 \cdot 0,5} + 20] - 20}{23 - 20} = 4,45 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- Para Tempo = 2 dias:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(1 + 5,67) \cdot [(23 - 20) \cdot e^{0,8057 \cdot 2} + 20] - 20}{23 - 20} = 1,33 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- Para Tempo = 10 dias:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(1 + 5,67) \cdot [(23 - 20) \cdot e^{0,8057 \cdot 10} + 20] - 20}{23 - 20} = 0,002 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Parâmetros Conservativos

Os parâmetros conservativos são parâmetros que não sofrem autodepuração nem precipitação, isto é, uma vez lançados no corpo hídrico, não há o restabelecimento do equilíbrio do meio aquático por mecanismos naturais.

Para o cálculo de vazão indisponível (Q_{indisp}) desse tipo de parâmetro é utilizada a equação 10, que calcula a vazão indisponível em qualquer trecho para parâmetros não-conservativos. A única diferença na utilização dessa equação é que não há coeficiente de decaimento ($K = 0$). Isto é, não há cálculo de decaimento de concentração do parâmetro no manancial.

Dessa forma, simplificando os termos, a equação pode ser da seguinte forma:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} + Q_{dil_1}) \cdot C_{perm_1}}{C_{perm_n}} \quad (31)$$

onde,

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm_1})}{(C_{perm_1} - C_{man_1})}$$

Cabe lembrar que essa formulação deve ser utilizada para poluentes iônicos que não sofrem precipitação, como: cloretos, nitratos, entre outros.

5.4 Pacto para redução de poluição

Em diversos mananciais, a qualidade em alguns trechos já se encontra comprometida, por exemplo, rio Tietê, rio Paraíba do Sul, rio Piracicaba, rio das Velhas, etc.

Se for iniciado um processo de regularização dos usos existentes, chega-se à conclusão, óbvia, de que não há água suficiente para diluição de todos os efluentes lançados. O que fazer? Outorgar os usuários possíveis e excluir os demais? Quais os critérios de exclusão? Ordem de chegada na bacia? Número de empregos gerados? Impacto social? Potencial de poluição?

Em verdade, esse não parece ser o caminho mais equilibrado. O que vem sendo estudado por vários órgãos e entidades de pesquisa é que sejam aceitas as condições atuais de poluição, sejam regularizados os usos existentes e que seja estabelecida uma agenda de compromissos onde cada usuário, ao longo de determinado período, adotará, progressivamente, medidas de controle que possibilitem a redução do seu impacto sobre o manancial, de forma a permitir o alcance das metas estabelecidas, em termos de redução de poluição e melhoria de qualidade da água, definidas pelo enquadramento.

A Figura 5 representa esquematicamente um pacto para redução da poluição, decorrente da DBO, onde são estabelecidos patamares de poluição admissíveis, por determinados períodos de tempo, gradativamente decrescidos até a meta de qualidade desejada (enquadramento).

Essa redução gradativa dos limites permitidos de poluição tem interferência direta sobre o cálculo das vazões de diluição utilizadas para a outorga por lançamento de efluentes. A utilização da equação 2 permite constatar o seguinte: se ao longo do pacto o usuário nada fizer em relação ao seu efluente, ou seja, não reduzir a sua vazão ou não reduzir a sua concentração, a vazão de diluição originalmente calculada irá aumentar a cada vez que o patamar permitido de poluição (C_{perm}) for reduzido.

$$\text{Equação 2 referida: } Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})}$$

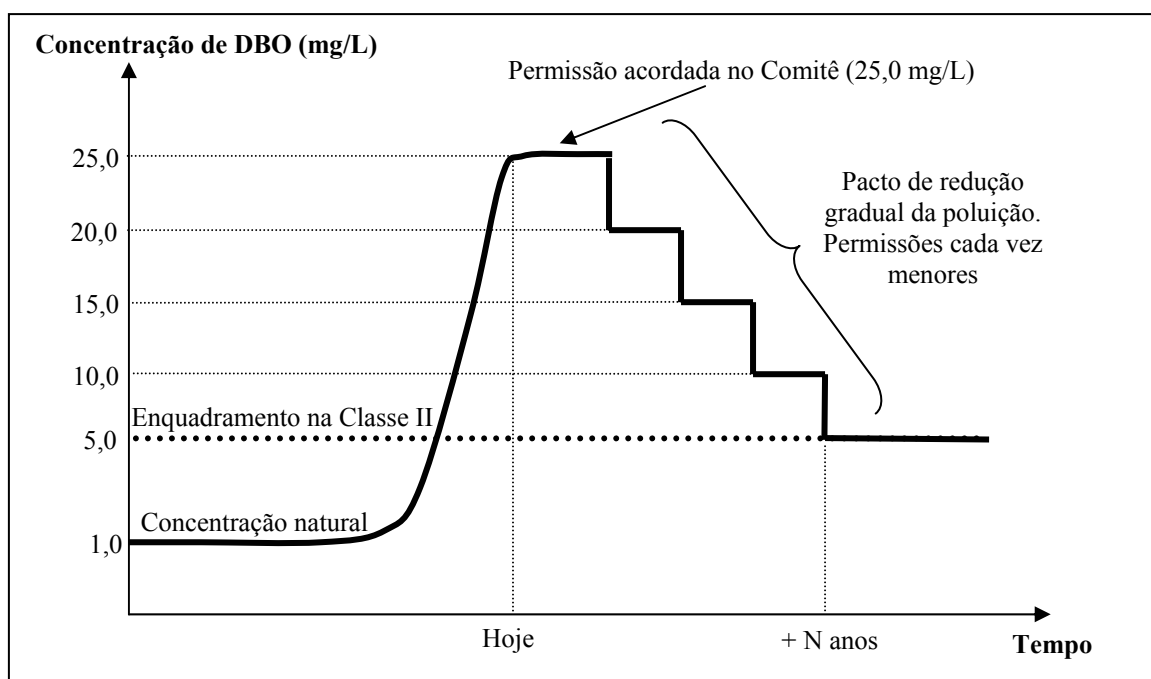


Figura 5. Pacto de Comitê para redução da poluição.

Uma vez estabelecido o pacto para redução da poluição e, concomitantemente, definida uma cobrança sobre as vazões tornadas indisponíveis (Q_{indisp}), o usuário que descumprir o pacto estará pagando cada vez mais pelo mesmo lançamento. Dependendo dos valores unitários cobrados, pode-se chegar ao ponto em que o usuário perceba que é mais barato ele tratar os seus efluentes do que continuar pagando os valores a eles atribuídos.

Obviamente, deve-se ter cautela ao se aplicar metodologias como a apresentada anteriormente para evitar impactos econômicos excessivos sobre determinado setor usuário e a conseqüente repercussão social.

6. SISTEMAS COMPUTACIONAIS DE CONTROLE DE OUTORGAS

Para que os órgãos gestores de recursos hídricos possam analisar os pedidos de outorga de forma segura e eficaz, é necessário satisfazer às seguintes exigências mínimas:

- Conhecimento da disponibilidade hídrica do manancial (bacia hidrográfica);
- Conhecimento das demandas atuais e futuras da bacia (estimativas de demanda para elaboração de cenários de utilização), a fim de que sejam realizados os balanços hídricos necessários e seja avaliado se as interferências quantitativas e qualitativas pretendidas ou existentes são aceitáveis;
- Definição de diretrizes para a outorga, como: critérios de alocação hídrica, enquadramento dos corpos de água, restrição de outorgas a determinados usos, áreas de uso restrito, etc.;
- Sistemática técnica e administrativa para processamento das informações e avaliação dos pleitos de outorga.

Conhecendo-se as demandas, a disponibilidade hídrica do manancial em seus diversos trechos, os interesses sociais, econômicos e ambientais da bacia hidrográfica e as diretrizes gerais, o passo seguinte é a sistematização dos procedimentos de distribuição da oferta hídrica entre as demandas e a avaliação dos impactos gerados a partir de determinado cenário de utilização da água.

Muitas vezes, a complexidade da bacia hidrográfica impossibilita um cálculo expedito das interferências, uma vez que podem estar presentes centenas ou até milhares de usuários, cada um com uma demanda específica e um potencial de impacto diferente, tanto em termos qualitativos como quantitativos.

Desse modo, os sistemas computacionais elaborados para dar apoio à gestão de recursos hídricos se mostram importantes, pois possibilitam avanços significativos no entendimento do comportamento hidrológico da bacia, assim como a sua alteração por ocorrências naturais ou interferências antrópicas. Além disso, esses sistemas podem auxiliar na solução dos conflitos atuais ou potenciais a partir de determinados critérios de utilização da água.

O controle administrativo dos usuários da água no âmbito dos órgãos gestores de recursos hídricos é outro tema importante de apoio ao gerenciamento das águas e que requer um tratamento específico, pois o objeto de controle (pedidos de outorga) deve ser submetido a um processo de análise “não-cartorial”, necessitando, na maioria das vezes, de análises técnicas complexas.

Nesse sentido, alguns órgãos gestores de recursos hídricos têm desenvolvido procedimentos administrativos e técnicos para apoio à outorga e promovido a sua implementação em sistemas computacionais de suporte à decisão.

Como exemplo, está apresentado adiante um resumo dos sistemas desenvolvidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA). Tais sistemas realizam o controle administrativo, análises técnicas e o processamento/visualização espacial dos pleitos de outorga. Os referidos sistemas são os seguintes:

- Para o controle administrativo:

Sistema de Controle de Outorgas - SISCO

- Para a visualização/processamento espacial dos pleitos de outorga:

Sistema de Informações Georreferenciadas de Outorgas - SIGEO

- Para a análise técnica dos aspectos quantitativos e qualitativos dos usos da água:

Sistema Quali-Quantitativo de Análise de Outorgas - SQAQ

Os três sistemas mencionados (SISCO, SIGEO e SQAQ) compõem os Sistemas de Apoio ao Gerenciamento de Usuários da Água – SISAGUA, constante de Cardoso da Silva *et al.* (2001).

7. QUESTÕES PRÁTICAS

Há diversas questões de ordem prática que fazem parte do dia-a-dia das atividades de outorga dos órgãos gestores de recursos hídricos. A seguir, está apresentado um conjunto das questões mais freqüentes e uma análise das possíveis soluções.

a) Quanto menor for o conhecimento sobre o manancial, menor deverá ser o prazo de validade da outorga?

É razoável que sim, pois as incertezas acerca do comportamento hidrológico do manancial, ou de sua qualidade, bem como do nível de comprometimento existente (demanda) condenam qualquer tentativa de querer oferecer garantias prolongadas de uso da água.

Há casos óbvios em que o manancial possui uma produção hídrica visivelmente superior à demanda. Nesses casos, mesmo que o manancial seja pouco conhecido, a validade da outorga poderá ser alta.

b) Que unidades são adequadas nas análises dos pedidos de outorga? Vazões ou volumes?

As unidades utilizadas para medir volumes de água no tempo variam com a ciência que se está tratando. Por exemplo, em hidrologia não é costume falar que a vazão de um rio é 864.000,0 m³/dia, e sim 10,0 m³/s ou 10.000,0 L/s. Em agronomia são freqüentemente utilizadas as seguintes unidades: m³/dia, m³/h e mm/dia, L/s/ha. Essa variedade de unidades causa, muitas vezes, aplicações incorretas e desentendimento nas análises dos pleitos de outorga.

O primeiro ponto a ser observado é se o manancial é um reservatório (artificial ou natural) ou um rio (água corrente). A princípio, é mais razoável utilizar volumes (diários ou até mensais) quando se tratar de reservatórios, principalmente se for em região semi-árida, e utilizar vazões para o caso de rios. Dessa forma, utiliza-se a mesma “moeda” na contabilidade hídrica. Obviamente, não há nada que impeça a utilização dos dois tipos em qualquer situação.

Por exemplo, não parece fazer muito sentido utilizar a unidade m^3/dia de água captada em um rio (água corrente), pois esse volume diário poderá ser retirado em poucas horas, acarretando, talvez, uma vazão instantânea significativa para o manancial e causar desabastecimento de outros usuários. Portanto, deve-se tratar vazão com vazão e volume com volume.

c) Vazão de demanda média diária ou média mensal?

O porte do manancial determinará a resolução temporal mais adequada para o balanço hídrico. Para mananciais de grande porte, como o rio São Francisco, o balanço hídrico em nível mensal é bastante satisfatório, ou seja, utilizar vazões médias mensais de demanda, dado que os problemas de simultaneidade de uso da água são facilmente atenuados em bacias desse porte.

Já nos mananciais de pequeno porte (riachos, córregos, etc.), o uso concomitante da água por alguns usuários pode trazer problemas muito graves de desabastecimento e até de corte do rio. Nesses casos, a adoção de balanços hídricos diários e até o estabelecimento de escalas de horários no uso da água são fundamentais.

d) Outorga para grupos de usuários

Sempre que possível, deve-se emitir outorgas para associações de usuários. O caso mais comum é aquele onde há um canal que deriva água de um rio e a distribui para diversos usuários de irrigação localizados ao longo do canal. Caberá à associação fazer a repartição entre os usuários do canal dos volumes derivados do manancial.

Há uma vantagem clara no que se refere à redução de custo de publicação das outorgas. Além disso, o órgão gestor não entra em “briga de vizinho”, ou seja, aquelas situações em que um usuário é prejudicado porque um outro localizado a montante do canal resolve captar um volume maior que a quota estipulada pela associação.

e) Como outorgar em bacias onde o limite estabelecido pelo critério de outorga já tenha sido atingido ou já possua conflito pelo uso da água?

Imagine a seguinte situação: uma dada bacia hidrográfica possui uma série de usuários que nunca foram regularizados e utilizam as suas águas quase que no limite de sua disponibilidade natural. Em dado momento, um novo usuário surge na região e, conhecedor da política de águas, resolve regularizar o seu uso junto ao órgão gestor, solicitando a respectiva outorga. Admitindo que o órgão gestor tome conhecimento da demanda já instalada na bacia e do estado de conflito que poderá se instalar, o que poderá ser feito?

Regularizar esse novo usuário e, cronologicamente, todos os outros que peçam outorga até que atinja um limite?

À luz do exposto no item 5.4, o estímulo à discussão dos conflitos de oferta *versus* demanda entre os usuários (comissões, associações, comitês, etc.) além de ser bem-vinda coloca em prática um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Isso acontece, por exemplo, no processo de outorga das águas dos reservatórios do Estado do Ceará. Trata-se de um processo em que a negociação social e econômica dos usuários é o ponto principal e o ato de outorga vem apenas para legalizar uma decisão da coletividade.

Alternativamente, é possível emitir as outorgas e condicionar as renovações destas ao estabelecimento de um plano de utilização da água acordado pela comissão de usuários do manancial.

Na falta de um Plano de Recursos Hídricos elaborado nos moldes da Lei n.º 9.433/97, a discussão com os usuários deverá permitir o estabelecimento, de forma não excludente, de:

- Prioridades de atendimento das demandas, racionando primeiro os de menor prioridade;
- Cotas de sacrifício (redução dos consumos em x% para os usuários) com o fim de ajustar a demanda à oferta hídrica;
- Escalas de horário de funcionamento com o fim de atenuar os problemas de simultaneidade de uso da água;
- Compensação financeira entre usuários racionados e não racionados (aqueles usuários que seriam racionados teriam todo ou parte dos seus prejuízos pagos pelos que não seriam).

Trata-se de uma solução complexa e que exige um alto grau de articulação e conscientização entre usuários e as instituições afins.

Cabe esclarecer que há, pelo menos, dois momentos no gerenciamento de recursos hídricos. O primeiro diz respeito à aplicação dos critérios de outorga no longo prazo, ou seja, a outorga foi criada para alocar a água entre os usuários em situações não críticas; em situações normais de oferta hídrica.

Agora, quando se instala a escassez hídrica na região, entra-se no segundo momento: o estabelecimento de um regime de racionamento. Nesse instante, “esquece-se” o critério de outorga utilizado e parte-se para critérios de natureza social, ambiental e econômica para repartir o que ainda resta de água no manancial.

f) Água da chuva é sujeita à outorga?

Nenhuma das normas legais tratadas neste texto disciplina a propriedade e o uso das águas pluviais. Apenas os artigos 102 a 108 do Código de Águas, de 1934, é que dispõe sobre esse tema. Por exemplo, o art. 103 estabelece que “As águas pluviais pertencem ao dono do

prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário”.

Cabe esclarecer que, em direito, prédio não é só a edificação, mas também o terreno e todas as demais benfeitorias de uma propriedade.

Portanto, a resposta a essa questão é não.

g) A outorga dá direito ao usuário de ligar a sua bomba?

Não. A outorga dá direito ao usuário a usar os recursos hídricos, mas não o de ligar a sua bomba, ou seja, não dá o direito de colocar o seu empreendimento para funcionar. É o licenciamento ambiental que autoriza a implantação do empreendimento e a sua operação.

Pode-se imaginar a seguinte analogia: o fato de alguém ter condições financeiras de comprar um carro e que esse carro esteja disponível em uma concessionária não lhe dá o direito de dirigi-lo pelas ruas. É necessário, para isso, que outras duas condições sejam satisfeitas: ter carteira de habilitação e licenciar o veículo. Essas condições são obtidas junto a outro órgão (Detran).

Nessa analogia, a água seria o veículo, a concessionária seria o órgão gestor de recursos hídricos, o Detran seria o órgão ambiental e a carteira de habilitação e o licenciamento do veículo seriam a licença de operação/funcionamento.

h) A outorga pode ser sazonal?

Sempre que possível, sim. A sazonalidade (variação segundo as estações do ano) na oferta de água nos mananciais é natural, portanto, é razoável que as demandas acompanhem ou respeitem essa sazonalidade.

Nem sempre isso é possível. A irrigação, por exemplo, exige mais água do manancial nos períodos de estiagem (pouca chuva), ou seja, as maiores demandas para irrigação ocorrem quando os rios estão mais baixos.

A sazonalidade na oferta de água pode ser fortemente alterada quando há reservatórios de regularização que interferem significativamente no regime do manancial, atenuando para jusante o efeito dessa sazonalidade.

A outorga sazonal permite, ainda, que se disponha melhor dos recursos hídricos entre os diversos usuários, possibilitando que uns usem a água nos momentos em que outros não estão usando.

Além disso, outorgar um uso pelo seu valor máximo de captação, por exemplo, durante todo o ano, na maioria dos casos é irreal. Se isso acontecer e se for instalada a cobrança pelo uso

dos recursos hídricos na bacia, o usuário outorgado será o primeiro a pedir alteração da sua outorga, pois estará pagando por uma água que não estará usando efetivamente.

i) Outorgas em nascentes

A Resolução CONAMA n.º 303, de 20/03/2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente, define como “nascente ou olho d’água o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea”. Essa mesma resolução determina que constitui área de preservação permanente a área situada “ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte”.

Para que seja autorizada intervenção nessas áreas é necessário um Decreto de Utilidade Pública, para o caso de obras (por exemplo, hidrelétrica), ou Declaração de Interesse Social, para o caso de captações de água para abastecimento humano. Independente do tipo de intervenção nas áreas de nascente, o empreendimento deverá possuir a correspondente licença ambiental.

j) Articulação entre a Outorga e o Licenciamento Ambiental

A outorga, por ser um instrumento que envolve direitos de uso, é um dos documentos exigidos no processo de licenciamento ambiental, conforme preceitua a Resolução CONAMA nº 237/97. No entanto, com o advento da outorga preventiva e da outorga para lançamento (diluição) de efluentes, esses pontos, pela sua complementaridade, deverão ter um enfoque mais sistêmico.

No que se refere apenas à captação de água, não há problemas em se exigir a outorga preventiva para a concessão de uma licença prévia ambiental ou a outorga de direito de uso como requisito para a obtenção da licença de instalação, já que, nesse caso, a água é considerada como insumo de processo ou matéria-prima.

Contudo, no que se refere à outorga para lançamento (diluição) de efluentes, os órgãos gestores de meio ambiente e de recursos hídricos deverão trabalhar de forma plenamente articulada, haja vista que a decisão a ser tomada é totalmente interdependente, ou seja: as eficiências de tratamento de efluentes definidas na licença de instalação ambiental e as correspondentes cargas poluidoras remanescentes, deverão estar em perfeita consonância com as vazões que poderão ser alocadas para a diluição desses poluentes, e vice-versa.

Assim sendo, é imperativo que os dois sistemas, o ambiental e o de recursos hídricos, adotem mecanismos para os instrumentos de outorga e de licenciamento ambiental que permitam uma ação articulada e concomitante.

Recentemente, a ANA e o IBAMA vêm trabalhando em uma resolução conjunta, objetivando a articulação dos seus procedimentos de análise.

Cabe ressaltar que a articulação entre outorga e licenciamento deve se dar em três situações distintas e em quatro instâncias possíveis, quais sejam:

Situações de novos empreendimentos, ou empreendimentos existentes e sem licenciamento ambiental, ou empreendimentos existentes e com licenciamento ambiental. Para cada um deverá ser dado um tratamento diferente.

As instâncias possíveis serão decorrentes da dominialidade do manancial, fato que determinará o órgão outorgante – se federal ou estadual, e as condicionantes que determinarão se o licenciamento será feito pelo IBAMA ou pelo órgão ambiental do Estado.

Percebe-se, portanto, que o modelo de articulação a ser adotado envolve a ANA, o IBAMA e todos os órgãos de meio ambiente e de recursos hídricos dos estados, configurando-se em uma tarefa de engenharia institucional complexa e que, certamente, demandará muitos anos, se for o caso.

8. CONCLUSÃO

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é, inegavelmente, um dos principais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, no que se refere aos mecanismos de controle dos usos da água e articulação com os demais instrumentos, inclusive licenciamento ambiental.

Segundo Garrido (2001), “A outorga é um instrumento de gestão do uso dos recursos hídricos capaz de produzir efeitos positivos em favor dos usuários da água, do Poder Público e para a sociedade civil organizada. A experiência brasileira já demonstrou que a introdução do regime de outorga em algumas regiões foi extremamente útil para promover a atenuação, quando não a completa erradicação, de conflitos entre usuários competidores pela água”.

De fato, a implantação da outorga induz à ordem no uso dos recursos hídricos, trazendo uma certa tranquilidade aos usuários, pois estes, uma vez possuidores dos direitos de uso, poderão realizar seus investimentos em um ambiente mais organizado e, por isso, inibidor de conflitos.

Deve-se observar que a outorga é um instrumento articulado com o Plano de Recursos Hídricos, o Enquadramento e a Cobrança pelo Uso da Água, uma vez que os critérios de alocação de água serão definidos pelo Plano, esses critérios deverão respeitar as metas de qualidade do Enquadramento e, ainda, deverão determinar os quantitativos a serem arrecadados pela Cobrança.

Além disso, com a implementação da outorga para o lançamento de efluentes será estabelecida uma ligação mais efetiva entre a gestão de recursos hídricos e a gestão ambiental, dado que há uma complementaridade técnica entre a outorga e o licenciamento ambiental.

Embora essa ligação seja desejável para um aperfeiçoamento da gestão dos recursos naturais, há entraves institucionais afetos à articulação entre os dois sistemas, bem como dificuldades operacionais dos órgãos gestores de recursos hídricos na implantação dessa nova sistemática.

É possível que a superação desses obstáculos somente se dê com o fortalecimento dos órgãos integrantes de ambos os sistemas e a plena articulação na análise do impacto ambiental e de recursos hídricos de cada empreendimento. Talvez a adoção de guichê único (outorga/licenciamento) seja o caminho, como já acontece em alguns estados, onde esses temas são da competência de uma mesma instituição.

A experiência tem demonstrado que a outorga de direito de uso de recursos hídricos é a espinha dorsal do órgão gestor de recursos hídricos, pois lida com a regularização dos usos da água e contempla cinco dos seis fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e todas as diretrizes gerais de ação dessa Política. É também a “vitruve” do órgão, pois pode configurar-se na atividade mais executada, aquela que promove um considerável nível de contato entre os técnicos do órgão e os usuários da água, a que gera e demanda um significativo volume de informações e, por todos esses motivos, a atividade mais visada.

Por fim, a outorga é a ponta da agulha de todo um sistema de gerenciamento de recursos hídricos que toca o usuário, e o faz de forma benéfica e bem vista, pois busca garantir o equilíbrio no uso das águas e, ainda, proporcionar, sob esse aspecto, tranquilidade ao seu empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS

- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil 1988. Salvador: Empresa gráfica da Bahia, 292p.
- CARDOSO DA SILVA, L. M., MONTEIRO, R. A. e UNGARETTI, P. R. R. 2001. *Sistemas de Apoio ao Gerenciamento de Usuários da Água – SISAGUA*. In: Instrumentos de Gestão. Secretaria de Recursos Hídricos/MMA. Brasília, DF. Disponível para *download* no Site: <http://www.mma.gov.br/recursoshidricos> : 78p.
- GARRIDO, R. J. S. 2001. *Como funciona a Outorga de Direito de Uso da Água*. Folha do Meio Ambiente. Recursos Hídricos. Cultura Viva, Editora Ltda. Agosto, 2001. Brasília – DF. p.23-26.
- KELMAN, J. 1997. *Gerenciamento de Recursos Hídricos: Outorga e Cobrança*. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória – ES.

- KELMAN, J. 2000. *Outorga e Cobrança dos Recursos Hídricos*. In: A Cobrança pelo Uso da Água/Antônio Carlos de Mendes Thames ...[et al]. São Paulo. ISBN 85-87854-02-X.
- PIRES, C. L. F., 1996. *A Outorga de Uso na Gestão de Recursos Hídricos*. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. III, Salvador, Anais, vol.1. ABRH. p. 319-325.
- SETTI, A. A., 2000. *Legislação para uso dos recursos hídricos*. In: Gestão de Recursos Hídricos; Aspectos Legais, Econômicos, Administrativos e Sociais / Demétrius David da Silva, Fernando Falco Prusk, editores. – Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. p. 140-145.
- von SPERLING. M. 1998. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2. ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p.
- THOMANN, R. V. e MUELLER, J. A. 1987. *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. Harper Collins Publishers Inc. New York. 644 p. ISBN 0-06-046677-4.
- WURBS, R. A. 1995. *Water Rights in Texas*. *Journal of Water Resource Planning and Management*. v.121, n. 6, p.447.
- WURBS, R. A. e WALLS, W. B., 1989. *Water Rights Modeling and Analysis*. *Journal of Water Resources Planning and Management*. v.115, n.4, p. 416-430.