

# GESTÃO DA ÁGUA E DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: AVANÇOS E DESAFIOS A PARTIR DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS – UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA

*Francisco MENDONÇA<sup>1</sup>*

*Leonardo Jose Cordeiro SANTOS<sup>2</sup>*

## **Resumo**

O Brasil, um país de dimensão continental, possui uma excepcional disponibilidade natural de água. Por consequência, decorre desta riqueza uma crença de que a água é um recurso infinito, donde uma “cultura do desperdício”. A legislação que atribui aos recursos hídricos um caráter de bem público é muito recente e os estados federados vivenciam enormes dificuldades para aplicar as novas leis, que têm por objetivo a gestão da água a partir de bacias hidrográficas. Os novos e recentes parâmetros legais e políticas públicas para a gestão da água no Brasil introduzem o princípio de uma “cultura do compartilhamento”. As escalas das bacias hidrográficas brasileiras e os problemas ligados ao saneamento ambiental, principalmente nas regiões agrícolas e urbano-industriais, apresentam importantes desafios para a gestão da água e das bacias hidrográficas no Brasil. A elaboração de diagnósticos e análise ambiental por microbacias coloca em evidência uma contribuição geográfica detalhada para a gestão destes recursos hídricos. Três metodologias específicas para o zoneamento, planejamento e gestão ambiental de meso e microbacias hidrográficas são apresentadas no conteúdo deste texto.

**Palavras-chave.** Recursos hídricos; planejamento; gestão; metodologia; Brasil.

## **Resumé**

### **Gestion de l'eau et des ressources hydriques au Brésil: progres et defis a partir des bassins hydrographiques une approche geographique**

Le Brésil, un pays de dimension continentale, a une exceptionnelle disponibilité naturelle de l'eau. Par conséquent, il en découle une absence de culture de l'eau en tant que ressource inépuisable, donc une «culture du gaspillage». La législation qui attribue aux ressources hydriques un caractère de bien public est très récente et les états fédéraux connaissent beaucoup de difficultés pour mettre en place les nouvelles lois qui ont pour objectif la gestion des ressources en eau a partir de bassins hydrographiques. Les nouvelles législations et les politiques publiques pour la gestion de l'eau au Brésil introduisent, dans la société, le principe de «culture du partage». Les échelles des bassins hydrographiques brésiliens et les problèmes liés a l'assainissement des eaux, surtout dans les régions agricoles et urbaines-industrielles, posent d'importants défis pour la gestion de l'eau et des bassins hydrographiques au Brésil. L'élaboration de diagnostics et l'analyse environnementale par microbassins mettent en évidence une contribution géographique détaillée pour la gestion de ces ressources. Trois methodologies spécifiques pour le zonage, la planification et la gestion environnementale des meso et microbassins hydrographiques sont alors présentées dans ce texte.

**Mots-cle.** Ressources hydriques; planification; gestion; méthodologie; Brésil.

<sup>1</sup> Doutor em Geografia e Professor Titular do Dep. Geografia - UFPR. - [chico@ufpr.br](mailto:chico@ufpr.br)

<sup>2</sup> Doutor em Geografia e Professor Adjunto do Dep. Geografia. - UFPR (Universidade Federal do Paraná) – Dep. Geografia. - Centro Politécnico – Jardim das Américas – CEP 81531-970. Curitiba / PR - [santos@ufpr.br](mailto:santos@ufpr.br)

## INTRODUÇÃO

A água representa uma necessidade fundamental à vida. Ela encontra-se, em condições de limpeza e potabilidade, na base de quase todas as atividades humanas. A sociedade moderna, todavia, tem levado-a a condições de escassez e considerável degradação, bem como dos recursos hídricos, em muitos lugares do planeta. Assim, uma complexa problemática originou-se no presente, pois que a demanda por este recurso tem sido cada vez mais elevada.

Segundo Rebouças (2002), o termo água refere-se, em regra geral, ao elemento da natureza desvinculado de qualquer uso ou utilização, donde um bem natural. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico passível de utilização como tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda a água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica. Nas áreas de produção agrícola e urbano-industriais ela é, essencialmente, um recurso econômico, o que demanda restrições de uso, normatização adequada e gestão responsável.

O problema da escassez da água está atingindo proporções alarmantes. Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em Estocolmo, já prenunciava uma crise mundial da água. Na década de 1990, o Comitê de Recursos Hídricos das Nações Unidas confirmou que 80 países, nos quais viviam cerca de 40% da população mundial, padeciam de grave carência de água e que, em muitos casos, esta falta era um fator limitante para o desenvolvimento econômico e social. Paralelamente ao problema da intensificação do aquecimento atmosférico do planeta a crise da água atingiu condições alarmantes em muitos lugares, sendo que se fala, hoje, do desencadeamento de uma "guerra da água".

Atualmente estima-se que mais de um bilhão de pessoas vivem em condições insuficientes de disponibilidade de água para consumo e que, em 25 anos, cerca de 5,5 bilhões de pessoas estarão vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água. Quando este problema é analisado de maneira global, observa-se que existe água em termos de quantidade para o atendimento de toda a população, porém as distribuições não uniformes dos recursos hídricos e da população sobre o planeta geram cenários adversos quanto à disponibilidade hídrica em diferentes regiões (ANEEL; ANA, 2001).

As crescentes demandas de água e os intensos descuidos para com seu uso estão ocasionando sérios problemas aos recursos hídricos em todo o mundo. A exploração indiscriminada dos mananciais e cursos hídricos tem proporcionado o ressecamento total de rios, açudes, lagos e aquíferos subterrâneos. Grande parte da água extraída para as atividades humanas, independente da fonte, é utilizada, de maneira geral, de forma muito ineficaz (DREW, 1986).

Nesse cenário o Brasil é um país privilegiado, pois estimativas recentes indicam que ele possui 53% da água doce da América do Sul e 12% da vazão total dos rios deste continente, ou seja, um total de 177.900 m<sup>3</sup>/s (HIRATA, 2001). Entretanto, a degradação e a contaminação das suas águas vem crescendo aceleradamente, sobretudo nas zonas portuário-costeiras, de intensa agricultura e nos grandes centros urbano-industriais do país. O abastecimento de grandes inúmeras áreas urbanas (principalmente as metropolitanas) exige que a água seja trazida de locais cada vez mais distantes ou de lençóis subterrâneos, onerando os usuários e comprometendo os recursos hídricos. Ao mesmo tempo, e tradicionalmente, os rios têm servido de receptores para os lançamentos de esgotos urbanos, de lixos e de efluentes agro-industriais sem tratamento adequado.

Na tentativa de equacionar esta importante problemática do presente vários governos têm buscado desenvolver inovadoras políticas de gestão dos recursos hídricos

no Mundo Ocidental. No Brasil, país de dimensões continentais e altamente rico quanto à disponibilidade de água, observa-se a passagem de uma “cultura do desperdício” para uma “cultura do compartilhamento” das águas. Estado, governo(s) e sociedade estão intrinsecamente imbricados no desafio imposto pela atual gestão dos recursos hídricos no território nacional, como se verá no desenvolver do presente texto.

## **O BRASIL: A RIQUEZA E A DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS – UMA “CULTURA DO DESPERDÍCIO**

Devido a sua posição geográfica, a dimensão do território e as características de seu relevo, o Brasil possui uma considerável diversificação climática, predominando os tipos climáticos equatorial, tropical e subtropical úmidos; o tipo semi-árido aparece em menos de 10% do território. Em termos pluviométricos, mais de 90% do território brasileiro recebem abundantes chuvas, entre 1.000 e 3.000 mm/ano (REBOUÇAS, 2002; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2004), donde uma rica fonte natural de águas doces e rios caudalosos.

A interação entre este quadro climático e as condições geológicas dominantes (extensas superfícies sedimentares) engendra importantes excedentes hídricos que alimentam uma das mais extensas e densas redes de rios perenes do mundo. A exceção é representada pelos rios efêmeros e temporários situados no contexto semi-árido da região Nordeste do país, pouco representativos em termos espaciais, mas de graves problemas quando relacionados à densidade populacional.

Estas características colocam o Brasil dentre os mais ricos países do mundo em disponibilidade de água (Tabela 1), todavia a distribuição interna deste recurso se dá de maneira bastante heterogênea, ainda que não existam áreas ou regiões completamente secas no país. Cerca de 68,5% da disponibilidade de água doce brasileira encontra-se na porção norte (região amazônica), restando então somente cerca de 31,5% nas outras regiões (Tabela 2). Somada à região Centro-Oeste a distribuição das águas no Brasil apresenta uma forte concentração, ou seja, cerca de 85% dos recursos hídricos brasileiros encontram-se justamente na porção de menor densidade demográfica (entre 0 e 10 habitantes/km<sup>2</sup> – IBGE, 2000) e econômica do território (ANDREOLI et al, 2003).

**Tabela 1 - Disponibilidade de recursos hídricos em alguns países**

Classificacao	País	Km3
1	Brasil	5.670
2	Rússia	3.904
3	China	2.880
4	Canadá	2.850
5	Indonésia	2.530
6	Estados Unidos	2.478
7	Índia	1.550

Fonte: Therry e Melo, 2003.

**Tabela 2 - Distribuição de águas  
no Brasil por regiões**

Região Norte	Região Centro-Oeste	Região Sul	Região Sudeste	Região Nordeste
68,5%	15,7%	6,5%	6%	3,3%

Fonte: Therry e Melo, 2003.

Conforme o IBGE (2000), a pressão antrópica e a demanda de água para abastecimento e atividades econômicas são expressivas nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, nas quais são registrados os mais baixos índices de disponibilidade hídrica. É também nestas regiões, devido à concentração de atividades produtivas, onde são registrados os mais elevados índices de degradação da qualidade da água.

Essa realidade brasileira, a da abundância de água, tem servido tanto de suporte à não realização de investimentos necessários ao seu uso e proteção mais eficientes, quanto à sua pequena valorização econômica, isto é, a água tem sido concebida como um bem livre, de uso comum e infundável. Associando-se a grande quantidade deste bem natural ao descaso governamental, por décadas a fio, observa-se, no Brasil, o desenvolvimento de uma "cultura do desperdício" da água disponível e a ausência de cuidados mínimos, no plano individual e coletivo, para com sua qualidade e preservação.

Os problemas de abastecimento no Brasil decorrem, fundamentalmente, da combinação do crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas. Esse quadro é conseqüência da intensificação desordenada da agricultura e dos processos de urbanização e industrialização, verificada a partir da década de 1950, que além de provocarem a deterioração dos recursos hídricos, conforme visto anteriormente, tem produzido aumento significativo de sedimentos e na freqüência das inundações (TUCCI, 2002). Observa-se, também, no país, graves problemas relacionados à coleta e tratamento de efluentes domésticos agrícolas e industriais, sendo mais expressivos na porção centro-norte e nordeste, mas ainda consideravelmente insuficientes conforme os dados publicados pelo IBGE (2000).

Esta última fonte (IBGE, 2000) traz também a informação de que mais da metade da população brasileira (60%) não tem acesso à rede de esgoto, enquanto que a distribuição de água tratada é mais abrangente (76,1%). Todavia, observam-se grandes distorções quando se comparam as diferentes regiões do país. Com relação ao esgotamento sanitário, por exemplo, a pior situação ocorre no Norte (97,2% da população não é atendida), sendo que no Sudeste a cobertura é mais ampla (36,4% não são atendidos). Em relação à distribuição de água a situação é parecida; observa-se que a população atendida é de 84,6% no Sudeste, enquanto que no Norte é de apenas 51,9%. Esta insuficiência da rede de esgoto e de seu tratamento resulta numa expressiva degradação e poluição dos cursos hídricos, pois se observa um lançamento direto de efluentes na rede hidrográfica; considerando-se que mais de 20% da população não tem acesso à água tratada acredita-se que boa parte das doenças da população, particularmente da parcela de pobres, têm aí sua origem.

No caso brasileiro, pode-se afirmar, há um quase completo descaso da sociedade para com a qualidade e uso correto da água, o que encontra respaldo nas ações do Estado brasileiro em sua constituição e história. A sociedade brasileira modernizou-se de maneira muito rápida e fortemente marcada por uma explícita lógica consumista; num tal contexto tudo se transforma em mercadoria e institui-se uma relação social do descarte rápido de materiais diversos, sendo que Estado e socieda-

de, raríssimas vezes, prestaram atenção aos resíduos produzidos e seu destino final. Assim, parece compreensível que os esforços institucionais tenham sido muito tênues, ambíguos e tardios na implementação de normas voltadas à gestão dos recursos hídricos brasileiros.

A primeira medida adotada em nível federal foi o Código das Águas (Decreto Federal n.24643 de julho de 1934), que trata de aspectos gerais da água e de sua propriedade, estabelecendo três tipos: águas públicas, águas comuns e águas particulares (PARANÁ, 1996). Esta normativa, embora bastante generalista e pouco restritiva, prevaleceu por mais de cinquenta anos como documento único, de abrangência federal, a orientar os usos e a propriedade das águas no país, um claro reflexo da "cultura do desperdício" mencionada acima.

Um considerável espaço de tempo decorre até que seja promulgada a Constituição Federal (1988) que modificou, em vários aspectos, o texto do Código de Águas, sendo que uma das importantes alterações feitas foi a extinção do domínio privado da água; a partir de então todos os corpos d'água são de domínio público e pertencentes ao Estado. No âmbito dos estados federados, entretanto, inúmeros avanços são observados, particularmente naqueles do Sul e do Sudeste que, mesmo na ausência de normatização mais restritiva federal durante os cerca de cinquenta anos decorridos, promulgam leis no âmbito de seus territórios. Eles impõem, assim, novas condutas as suas sociedade e economia tendo em vista os graves e alarmantes problemas decorrentes da degradação dos rios, da necessidade de água limpa para o abastecimento e para a produção agro-industrial.

Dois anos antes da aprovação da Carta Magna o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) aprova a Resolução número 20, que foi revogada pela Resolução número 357 (de 17/03/2003), e que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Estas duas normativas, ainda que a primeira tenha sido revogada, constituem importantes instrumentos para uma melhor atuação do Estado na fiscalização da qualidade das águas interiores do país (ANDREOLI et al, 2003).

## **OS REGULAMENTOS RELATIVOS GESTÃO DA ÁGUA: AS BACIAS HIDROGRÁFICAS E A ARTICULAÇÃO DE ESCALAS – EM DIREÇÃO À "CULTURA DO COMPARTILHAMENTO"**

No plano internacional ocidental as três últimas décadas do século XX são fortemente marcadas por acirrados debates acerca da questão ambiental. Os problemas ambientais, até então tratados isoladamente e como sendo de dimensão local e regional, são alçados a uma condição de preocupação planetária, pois que alguns deles atingem a escala global, tal é o caso do ar / atmosfera (intensificação do efeito-estufa e mudanças climáticas) e da água / hidrosfera (desertificação / secas e poluição dos rios e oceanos). Nesta nova fase da abordagem ambiental observa-se tanto uma mudança na escala dos problemas enfocados quanto uma complexidade da mesma, sendo que se passa de uma concepção predominantemente naturalista para uma outra mais holística, nesta a sociedade encontra-se envolvida como parte integrante da problemática (MENDONÇA, 2003).

Neste momento histórico recente a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em Estocolmo (1972) e Rio de Janeiro (1992) – Agenda 21 - constituem marcos fundamentais para o avançar de novas

políticas e práticas de gestão ambiental. Várias outras reuniões temáticas e formação de grupos específicos, de dimensão internacional, nesse mesmo período, tornam possível o estabelecimento de princípios gerais que embasam ações de Estados e práticas sociais, notadamente a partir de finais da década de oitenta e anos noventa. Estas mudanças repercutem-se diretamente no Brasil e influenciam tanto a elaboração da Constituição Federal (1988), como visto anteriormente, quanto em legislações específicas que são promulgadas posteriormente, assim como na criação de aparato institucional para dar suporte a sua aplicação. A sociedade, observa-se, se vê obrigada a mudanças consideráveis quanto aos usos dos recursos naturais, particularmente em relação à água.

Princípios inovadores para a gestão dos recursos hídricos são formulados no mundo ocidental, dentre os quais destacam-se a gestão por bacias hidrográficas, o poluidor-pagador, o consumidor-pagador, a gestão participativa, a taxação da água, etc. O desenvolvimento sustentável aparece também como uma perspectiva avançada para o equacionamento dos problemas relacionados aos recursos hídricos, todavia, encontra-se envolto em tamanha ambigüidade que sua aplicação resta menos confiável que os princípios acima mencionados. Todos eles implicam em mudanças nos planos político, administrativo, econômico, social e cultural dos recursos hídricos, pois avançam no sentido de conduzir as práticas sociais a uma "cultura do compartilhamento", na qual os diferentes atores sintam-se responsáveis pela gestão das águas.

Estas novas perspectivas repercutem-se no Brasil que, tendo por base a gestão das águas desenvolvida na França e após intensos e acirrados debates, promulga a Lei das Águas (Lei Federal 9.433 de 08/01/1997), que organiza o setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Esta lei está embasada em seis princípios que são:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez as prioridades são para o abastecimento humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas;
- Adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos;
- Gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos;

Esta nova lei estabeleceu um arcabouço institucional para a gestão compartilhada do uso da água, sendo os seguintes organismos criados pelo novo sistema: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), órgão mais elevado na hierarquia, ao qual cabe decidir sobre as grandes questões do setor; os Comitês de Bacias Hidrográficas, tipo de organização que conta com a participação dos usuários, prefeituras, sociedade civil organizada e representante do governo estadual e federal, constituindo-se no fórum de decisão no âmbito das bacias hidrográficas; e, por fim as Agências de Água, que atuam como secretarias executivas de seus correspondentes comitês, e que são responsáveis por gerir os recursos provenientes da cobrança pelo uso da água. Para que a Lei das Águas possa ser implementada é necessário que o Estado brasileiro elabore também estratégias, instrumentos e políticas de ação. Assim, são criados os seguintes instrumentos para sua aplicação:

- Planos de gestão dos recursos hídricos por bacias hidrográficas;
- Usos predominantes dos corpos hídricos a partir da quantidade e qualidade dos mananciais;
- Outorga de direito de uso dos recursos hídricos;

- Cobrança pelo uso da água e dos recursos hídricos;
- Sistema Nacional de Informações sobre os recursos hídricos;
- Compensação aos municípios através de ressarcimento quando da instalação de barragens.

Considerando-se a dimensão continental do país, sua riqueza em recursos hídricos e a necessária gestão imposta pela nova lei, o CNRH agrupa as bacias hidrográficas brasileiras por regiões hidrográficas num total de doze (Figura 1). Segundo a ANA (Agência Nacional de Águas), criada em 17/07/2000 pela lei nº 9.984, 18 dos 27 estados federados mais o Distrito Federal instituíram suas políticas e sistemas estaduais de gestão dos recursos hídricos, o que revela que o novo processo de gestão está em plena fase legal de implantação. Há que se notar, todavia, que se trata de um processo marcado por acirradíssimos debates, notadamente quando da constituição dos comitês gestores e da discussão dos usos e taxação da água, isto sem falar das imbricações ideológicas quanto à noção de “agência” gestora de recursos naturais. Para muitos esta noção é fortemente portadora de princípios neoliberais, o que tira da gestão seu caráter público, ou pelo menos o enfraquece.

**Figura 1 – Brasil – Regiões Hidrográficas (2004)**



Fonte: Agência Nacional das Águas

Assim, pode-se considerar que os primeiros passos para a gestão participativa e uma "cultura do compartilhamento" dos recursos hídricos foram dados no Brasil, notadamente no plano legal, restando enormes desafios a serem enfrentados no plano administrativo, social e do cotidiano dos cidadãos. Dois desafios, tomados como exemplos dentre uma centena de outros, podem ser evocados para ilustrar este quadro: a) Os Comitês de Bacias, compostos por representantes dos poderes público e privado, usuários e organizações civis demandam consideráveis discussões para sua composição e, nestas, o interesse comum e o bem coletivo parece ceder lugar aos interesses individuais, ideológico-partidários e privatistas; e, b) os conflitos relacionados ao pagamento pelo uso da água, uma verdadeira inovação (revolução!) quando se observa o descontrole e o desperdício deste recurso natural, ainda impedem medidas práticas de sua implementação; veja-se que até o presente somente um Comitê de Bacia (Paraíba do Sul) conseguiu efetivá-lo (ANA, 2004).

### *A bacia hidrográfica: Um desafio à análise e à gestão*

A gestão dos recursos hídricos ocupa um lugar preponderante na gestão ambiental. A bacia hidrográfica constitui-se numa adequada unidade para este tipo de gestão, pois, de acordo com sua dimensão natural, no seu âmbito pode-se controlar o fluxo e o uso da água. Em seu texto a Lei das Águas proclama os princípios básicos praticados hoje em quase todos os países que avançaram na gestão de recursos hídricos, sendo um deles, citado anteriormente, o da adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Embora considerada unidade ideal para a gestão dos recursos hídricos a bacia hidrográfica não insere, de maneira satisfatória, as várias dimensões da manifestação espacial dos diversos componentes da gestão das águas. Veja-se, por exemplo, o próprio fluxo da água que possui uma dinâmica mais ampla que a bacia (águas subterrâneas, captação alóctone para abastecimento e irrigação, esgotamentos externos, transposição de águas, etc), além do que o clima, a vegetação, os solos, etc., bem como a paisagem e o geossistema, têm estruturação espacial cuja delimitação não se faz pela mesma da bacia hidrográfica. Mais grave ainda são as dimensões espaciais das estruturas sociais, tais como a administrativa (nação, estado e municípios), econômica (mercados, produtores, consumidores, etc.), e cultural (práticas cotidianas) do território, que não se fazem, de maneira geral, em conformidade com as bacias hidrográficas.

Como fazer a gestão ideal da água a partir de bacias hidrográficas ante a esta variada superposição de delimitações do espaço / territórios? Esta permanece sendo uma das questões fundamentais para uma eficaz gestão dos recursos hídricos.

Todavia, a opção pelas bacias parece sustentar-se devido à falta de uma delimitação mais apropriada e condizente para uma gestão holística e totalizante dos recursos hídricos. Fica claro que o mais importante parece ser, por ora, a necessidade de pensar nos recursos naturais na escala do planeta, global, e geri-lo a partir daí. Mas o homem do presente ainda não atingiu esta grandeza, mesmo que para alguns assuntos tenha ultrapassado esta escala. Este debate mostra-se, então, revelador da necessária imbricação de escalas espaciais e temporais na abordagem das bacias hidrográficas.

De toda maneira a gestão por bacias hidrográficas evoca interações fundamentais entre a esfera política, a científico-técnica e a social. No plano político encontra-se o poder de decisão e a implementação das ações gerais de gestão, no científico-técnico a elaboração do conhecimento detalhado e elaboração de proposições de

intervenção baseadas em conhecimentos científicos e tecnológicos acurados e, no plano social, o envolvimento da sociedade organizada na prática da gestão. Para tanto parece ser necessário, primeiramente, despertar a consciência do habitante em relação à bacia hidrográfica onde ele habita e fazer aflorar-lhe o sentido de pertencimento, para então trabalhar o sentido de responsabilidade e de precaução, fundamentais para sua participação na gestão, um outro princípio desta nova fase da gestão dos recursos hídricos aqui discutida.

Para o envolvimento de todos os atores sociais no processo de gestão participativa de uma bacia hidrográfica parece necessário trabalhar-se, de maneira detalhada, a pequena escala espacial, ou seja, na dimensão de microbacias. Considerando-se que não existe uma expressão quantitativa generalizante para a definição de micro, meso e macrobacias hidrográficas, o estabelecimento de critérios qualitativos revela-se como pertinente. Assim, pode-se definir que a menor unidade – microbacia – seja definida pela escala da vida cotidiana dos cidadãos num determinado lugar, ou seja, pela teia de relações estabelecidas pelos habitantes no seu lugar. Desta maneira o envolvimento dos mesmos na gestão, a partir de suas experiências de vida e de suas relações com a água da microbacia na qual vivem e com a qual se identificam, torna-se mais fácil e mais eficaz, como o consideraram Leal et al (1997).

Da escala micro às superiores a gestão torna-se mais complexa, pois não somente o nível das generalizações aumenta, mas o indivíduo apresenta cada vez mais dificuldades de abstração para compreender os espaços sobre os quais não vive diretamente. Nestas escalas é que aparece a necessidade do envolvimento da sociedade organizada em entidades representativas, particularmente no âmbito político, pois a gestão interestadual e internacional de bacias demanda tanto capacidades científico-técnicas mais acuradas quanto diplomacia, perspicácia e determinação.

## **O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: DIAGNÓSTICO, FRAGILIDADE E ZONEAMENTO – UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA**

A bacia hidrográfica, ou bacia de drenagem, é uma área da superfície terrestre, delimitada por condicionantes geomorfológicos e que carrega água, sedimentos e materiais para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial, denominado foz ou exutório. O limite de uma bacia hidrográfica é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de água, sendo geralmente constituído pelas partes mais elevadas do relevo da área.

Muitos pesquisadores chamam atenção para a utilização da bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, na qual é possível estudar as inter-relações entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação. Sendo assim, a bacia hidrográfica representa uma unidade ideal de planejamento do uso das terras (BOTELHO, 1999).

No Brasil, as décadas de 1980 e 1990, particularmente esta última, foram marcadas por trabalhos que adotavam a bacia hidrográfica como unidade fundamental de pesquisa substituindo áreas de estudo muito utilizadas anteriormente, como as unidades político-administrativas ou quadriculas definidas em cartas topográficas (BOTELHO, op.cit).

A utilização da bacia hidrográfica, enquanto unidade de análise e gestão, é cada vez mais freqüente nos estudos de geografia física, sendo possível observar

uma gradativa e intensa elevação do número de trabalhos no meio geográfico que a tomam como perspectiva de análise espacial. Os anais dos Simpósios Brasileiros de Geografia Física Aplicada realizados nas duas últimas décadas atestam esta constatação, isto para não falar da infinidade de publicações, relatórios, teses e dissertações, e evidenciam, nos inúmeros textos relativos à temática em tela, uma crescente importância atribuída pelos geógrafos a esta dimensão espacial e territorial. A bacia hidrográfica ascende a este patamar por inúmeros motivos, mas talvez o mais importante seja pelo fato de que ela revela-se como uma unidade conveniente ao entendimento da interação entre os processos hidro-geomorfológicos, o uso e ocupação do solo por uma determinada sociedade, e outras ligações espaciais entre áreas distintas, que podem afetar tanto a natureza quanto a sociedade local e regional. Ela tem se revelado, de maneira muito clara e eficiente, como uma excelente unidade espacial para o diagnóstico, planejamento e gestão ambiental.

Segundo Mendonça (1993), baseando-se na Teoria Geral dos Sistemas<sup>3</sup>, a unidade bacia hidrográfica pode ser tratada de maneira eficaz na análise quantitativa e qualitativa dos fluxos de matéria e energia, sendo assim largamente utilizada pelas ciências em geral. Dependendo da dimensão da bacia escolhida para estudo ou intervenção a definição dos *inputs*, *atributos* e dos *outputs* fica mais evidente, tornando-se bastante operacional a análise qualitativa e quantitativa dos problemas ambientais apresentados pela área em foco.

Na composição dos sistemas, aspectos importantes devem ser abordados como a matéria, a energia e a estrutura; a primeira corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema, a segunda corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho, e a terceira é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se por meio do arranjo de seus componentes.

Nos sistemas espaciais naturais, por exemplo, a água entra como *input* de energia e matéria e será distribuída pelos vários elementos, evapotranspirando, infiltrando e/ou escoando. Nas vertentes a água pode infiltrar-se, abastecendo o lençol freático, ou escoar diretamente para os rios. A carga sólida de detritos proveniente das vertentes pode ser armazenada nas margens, ou transferida para outros rios e mares, etc.

O que ocorre na bacia hidrográfica repercute direta ou indiretamente nos rios. Nas áreas ocupadas, principalmente nas grandes cidades, verifica-se alteração, subtração e/ou adição de muitos elementos, matérias e energias do sistema bacia hidrográfica. Por exemplo: vertentes e fundos de vales são desmatados e impermeabilizados, diminuindo a capacidade de infiltração e recarga do lençol freático, acelerando o escoamento superficial para os rios. Os rios têm o seu leito maior (várzea), e até o menor, ocupado por moradias, indústrias, depósitos de lixo, que, junto com os sedimentos, diminuem sua capacidade de vazão, levando-os aos transbordamentos cada vez mais freqüentes e trazendo sérios problemas para a população local, visto que o nível de poluição também é bastante elevado.

No caso específico da Geografia, os trabalhos que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de análise têm como objetivos principais: realizar diagnósticos ambientais, identificar e delimitar diferenciações espaciais com base nas suas potencialidades, fragilidades e condições de degradação, fornecendo assim uma orientação geral para o planejamento urbano-regional e rural.

<sup>3</sup> Segundo Christofolleti (1999) sistemas podem ser definidos como conjuntos de objetos ou atributos e suas relações, organizadas para executar uma função particular. Para este autor a abordagem sistêmica encontra-se subentendida em toda análise morfométrica e topológica de redes fluviais e nas bacias hidrográficas.

Sendo assim, vários enfoques têm sido apresentados para tratar de problemas específicos, aplicando-se métodos particulares de acordo com a natureza do caso, critérios operacionais e objetivos da empreitada. Algumas das mais conhecidas proposições metodológicas para a análise e gestão de bacias hidrográficas no âmbito da geografia brasileira são apresentadas a seguir.

### *Três metodologias brasileiras para o estudo de bacias hidrográficas*

Mendonça (1993 e 1999) e Beltrame (1994), tendo por base as contribuições teórico-práticas e a experiência de gestão ambiental em algumas bacias hidrográficas brasileiras conduzida a partir do trabalho do agrônomo chileno Pedro Hidalgo (CIDIAT - Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras e Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Venezuela), desenvolveram metodologias próprias para o estudo de bacias hidrográficas. Ambas têm sido aplicadas em inúmeros estudos de caso como experimento para a formação acadêmica, de graduação e de pós-graduação, bem como subsidiado a elaboração de EIAs (Estudos de Impactos Ambientais), RIMAs (Relatórios de Impactos Ambientais) e aplicadas em processos de gestão de bacias desenvolvidos por diferentes atores sociais.

A metodologia proposta por Mendonça (1993 e 1999), apresentada no início da década de 1990, visa a caracterização geográfica da área e a elaboração de um diagnóstico e zoneamento ambiental da microbacia, evidenciando graus diferenciados de degradação da mesma. Os resultados do estudo indicam áreas prioritárias de intervenção pelo poder público e pela sociedade, bem como inserem sugestões para a recuperação e conservação da microbacia. Em sua proposta, que pode ser aplicada em áreas urbanas, periurbanas e rurais, estão evidenciados os seguintes argumentos que justificam a escolha pela dimensão microbacia, parcialmente apresentados acima:

- A microbacia representa a unidade de vida do homem;
- Esta é a escala humana – do cotidiano das pessoas;
- Construção coletiva da consciência ambiental – cidadania:
  - Gestão Participativa;
  - Idéia de Pertencimento;
  - Princípio da Responsabilidade e da Precaução;
  - Desenvolvimento da Educação Ambiental.

A análise da disponibilidade e da qualidade da água está no cerne desta metodologia, constituindo-se no principal elemento de estudo, pois se considera que seu estado reflete toda a dinâmica da interação sociedade-natureza no âmbito da microbacia. Assim, são enfocados o relevo, o clima, a hidrografia, o uso e ocupação do solo (incluindo os aspectos sócioeconômicos, políticos e culturais), os indicadores da degradação ambiental e seus atores, e a legislação ambiental pertinente. Todos os elementos são representados gráfica e estatisticamente por meio de mapeamento e, uma vez cruzados (por meio de geoprocessamento) e analisados, possibilitam a elaboração de uma carta de conflitos (relação entre legislação e uso e ocupação do solo) com indicação dos ambientes mais degradados e dos atores ligados à degradação. O principal resultado, após o cruzamento de todas as informações, é a carta síntese, ou de zoneamento dos diferentes estágios de degradação da microbacia seguido das indicações de intervenção para recuperação e conservação da mesma.

Os resultados do estudo podem ser utilizados para promover a participação no processo de gestão da microbacia, em primeira instância e, somados e trabalhados

junto às outras microbacias, atingem dimensão de meso e macrobacias. A educação ambiental (oficial e extra-oficial) atua como estratégia de desenvolvimento da conscientização para participação, ao mesmo tempo em que o diagnóstico e zoneamento servem como instrumento para a elaboração de planos detalhados de intervenção para recuperação da bacia hidrográfica e da água da mesma.

Beltrame (1994), logo em seguida, apresentou uma proposta para elaboração de diagnóstico físico-conservacionista de bacias hidrográficas. Para esta autora o diagnóstico da situação real em que se encontram os recursos naturais numa determinada bacia passa a ser um instrumento necessário para a preservação, considerando a manutenção da vegetação, da água e do solo. São definidos indicadores (parâmetros) potenciais de proteção ou degradação dos recursos naturais, expressos numericamente, por meio de uma forma descritiva, os quais resultam no índice de degradação física da área de estudo. Fortemente embasada nos componentes ditos "físico-naturais" esta proposta parece adequada para bacias com área de até 7.000 ha., todavia sua aplicação encontra melhores resultados em localidades periurbanas e rurais, pois nestas os componentes "naturais" das bacias encontram-se menos alterados que nos contextos urbanos.

A metodologia desenvolvida por Ross (1994), bastante aplicada no estudo de bacias hidrográficas, baseada em conceitos formulados por Tricart (1977), exige estudos básicos do relevo, do subsolo, do solo, do clima e do uso e ocupação do solo que são representados, por meio de produtos cartográficos, sendo que as informações contidas em cada mapa temático são hierarquizadas em categorias de diferentes graus de instabilidade do meio.

Concluído o mapeamento temático e a hierarquização em categorias para cada componente da paisagem, na perspectiva da aplicação desta última metodologia a bacias hidrográficas, realiza-se uma análise integrada dos elementos do meio físico por meio do cruzamento das mencionadas cartas, chegando-se às Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Instabilidade Potencial). Em seguida, cruzando-se esta carta com o uso e ocupação atual do solo, chega-se à carta de Unidades Ecodinâmicas Instáveis (Instabilidade Emergente). Assim, o resultado final possibilita a identificação de diferentes ambientes, na bacia hidrográfica, segundo estágios de degradação e conservação dos mesmos, o que permite indicar a possibilidade de usos em conformidade com sua capacidade suporte. O termo "fragilidade Ambiental" de bacias hidrográficas, do qual decorrem "fragilidade potencial" e "fragilidade emergente", também tem sido empregado em substituição aos propostos (Ecodinâmicas) por Tricart (Op Cit) e utilizados por Ross (Op Cit).

Diferentemente das propostas anteriores esta última parece obter bons resultados somente em localidades rurais, pois os elementos enfocados são principalmente os físico-naturais, sendo aplicada em escalas médias e pequenas e de maior detalhe, com diferentes bases de informação. No primeiro caso, utiliza-se os Padrões de Formas ou os Índices de Dissecção e no segundo caso, as Formas de Vertentes e as Classes de Declividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade ocidental vem assistindo, desde as últimas décadas, a uma considerável quantidade de iniciativas voltadas ao equacionamento dos graves problemas concernentes à disponibilidade e qualidade das águas, particularmente nos centros de alta produção agrícola e urbano-industriais. A redução da quantidade de água doce

associada à elevada degradação dos rios ante a elevação da demanda conduziu a sociedade a vivenciar uma clara "guerra da água" nos dias atuais. Assim, esforços gerais, no nível internacional, têm sido envidados no sentido de encontrar soluções para esta problemática, sendo que a gestão por bacias hidrográficas tem sido aceita como uma alternativa consensual e pragmática para este fim.

Três princípios, oriundos principalmente em países desenvolvidos e ricos em recursos hídricos, embasam as ações de gestão ambiental de bacias hidrográficas com o fim da recuperação e conservação das águas, quais sejam: a gestão participativa dos recursos hídricos, o reconhecimento do valor econômico da água e a adoção do poluidor / consumidor – pagador. A bacia hidrográfica constitui-se na unidade de planejamento e gestão ambiental dos recursos hídricos no plano internacional, sendo que apresenta aspectos favoráveis e ao mesmo tempo limitações e desafios à gestão das águas. A sua característica de sistema natural constitui o aspecto mais positivo para o processo de gestão, pois permite a análise e controle do fluxo de matéria e energia no âmbito desta unidade espacial. Todavia, os recortes sociais, políticos, econômicos e culturais do território, dimensão explicitamente humana, não são perfeitamente adequados ao recorte natural das bacias, o que evidencia enormes desafios à gestão dos recursos hídricos por bacias de drenagem.

Vários países ocidentais têm apresentado esforços no sentido de desenvolver mecanismos legais e práticas de controle dos recursos hídricos visando à melhoria da qualidade da água, bem como sua conservação. No Brasil os primeiros passos foram dados neste sentido muito recentemente, em especial com a aprovação, em nível federal, da Lei das Águas em 1997, que estabelece normas claras relativas à propriedade, uso e gerenciamento dos recursos hídricos no país. Algumas unidades da federação, todavia e antes mesmo desta lei federal, já haviam dado passos importantes para uma eficaz gestão dos seus recursos hídricos, pressionados pelo contexto internacional de lutas em defesa do meio ambiente e em função da exacerbada degradação de suas águas.

A lei federal brasileira relativa aos recursos hídricos estabelece uma série de estratégias e políticas de ação, bem como a criação de um aparato institucional para lhe dar sustentação, sendo que as agências de águas e os comitês de bacias hidrográficas, criados em conformidade com os princípios acima mencionados, estão na base do processo de gestão. A implantação de todos estes instrumentos e ações caminha ainda de maneira lenta e conflituosa no país, sobretudo quando observados os alarmantes indicadores da degradação das águas e as acirradas disputas entre os oponentes da dimensão pública versus a privatista do Estado. Além da elaboração do aparato legal, ao Estado cabe investir em muito na intensificação do processo de Educação Ambiental, por meio da qual pode-se desenvolver a conscientização e a formação da cidadania, aspecto de fundamental importância na gestão das bacias hidrográficas.

Este processo envolve, de maneira direta, três instâncias: a política, a científico-técnica e a social. No que concerne ao aspecto científico-técnico os melhores resultados do processo de gestão com participação parecem estar circunscrito na escala da vida cotidiana dos cidadãos, ou seja, no âmbito das microbacias hidrográficas. Para subsidiar a elaboração de diagnósticos ambientais destas menores unidades da gestão por bacias três propostas foram elaboradas no contexto brasileiro, com ênfase na análise espacial, acima apresentadas. Considerando-se que as macro e mesobacias são compostas pelo conjunto de microbacias e que, nestas, a dimensão de mundo dos habitantes parece se concretizar de maneira mais direta, é nestas que se deve intervir primeiro; cabe principalmente aos dirigentes o desencadeamento do processo de educação ambiental, a percepção e gestão das bacias em escalas superiores.

Enquanto prevalecer a concentração de renda e as gritantes disparidades sociais no Brasil a gestão dos recursos hídricos padecerá de enormes dificuldades e os índices de degradação da qualidade da água permanecerão elevados. A gestão participativa é, sem sombra de dúvidas, uma excelente opção para a solução dos problemas relacionados aos recursos hídricos, todavia, no caso brasileiro e no dos países em vias de desenvolvimento, pouco se avançará neste tipo de gestão sem a conquista da cidadania pela maioria da sociedade. Afinal, não há participação sem conscientização e democracia... Uma gestão que se faça de outro modo está fadada a repetir modelos ditatoriais e totalitários de governo, algo que macula a história do século XX e que a sociedade do presente e do futuro devem combater.

Uma mudança cultural com relação aos recursos hídricos e a água, de uma "cultura do desperdício" para uma "cultura do compartilhamento", com responsabilidade e precaução, significa uma profunda mudança social. É, de certa forma, uma revolução, e a sociedade brasileira, e de maneira geral quase toda a humanidade do presente, encontram-se impelidas a realizá-la. Para que esta se concretize, parece ficar cada vez mais claro, é preciso investir e trabalhar muitíssimo para a construção de uma sociedade mais solidária.

## REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional das Águas. site [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), 2004.
- ANDREOLI, C. V. et al. A crise da água e os mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, C. V. (Editor). **Mananciais de abastecimento: Planejamento e gestão: Estudo de caso do Altíssimo Iguçu**. Curitiba: Sanepar / Finep, 2003. p.35-84.
- ANEEL; ANA. Agência Nacional de Energia Elétrica – Agência Nacional de Águas. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ed. Brasília: Aneel/Ana, 2001.
- BELTRAME, A. V. **Diagnostico do meio físico de bacias hidrográficas: Modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: BOTELHO, R. G. M.; GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1999.
- CHRISTOFOLLETI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1999.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. site [www.cnrh-srh.gov.br](http://www.cnrh-srh.gov.br), 2005.
- DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. DIFEL: São Paulo, 1986.
- HIRATA, R. Recursos Hídricos: In TEIXEIRA, W. (et al) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Texto, 2001.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- LEAL, A. C. et al. Microbacia e educação ambiental. In: DE MAURO, C. A. (Coord.). **Laudos periciais em depredações ambientais**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Regional/DPR/IGCE/UNESP, 1997, p. 44-58.
- MENDONÇA, F. Diagnóstico ambiental de micro-bacia hidrográfica. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 4, **Anais: Geodinâmica ambiental y riesgos naturales**. Mérida/Venezuela: Universidade de Los Andes, 1993. p. 301-315.

MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de micro-bacias hidrográficas: Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **Ra'e Ga – O espaço geográfico em análise**, Curitiba, v.3, n.3, p. 67-90, 1999.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 7ª ed., 2003.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia – Noções básicas e climas do Brasil**. Curitiba, 2004. (no prelo).

PARANÁ – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Coletânea de legislação ambiental**. 2.ed. Curitiba: IAP / GTZ, 1996.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil: In REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B. E.; TUNDISI, J. G. (Org). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed.– São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.

THERRY, H.; MELLO, N. A. **Atlas du Brésil**. Paris: CNRS-Libergeo, 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

TUCCI, C.E.M. Água no Meio Urbano: In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. E.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed.– São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

Re-submetido em julho de 2005

Revisado em julho de 2005

Aceito em agosto de 2005