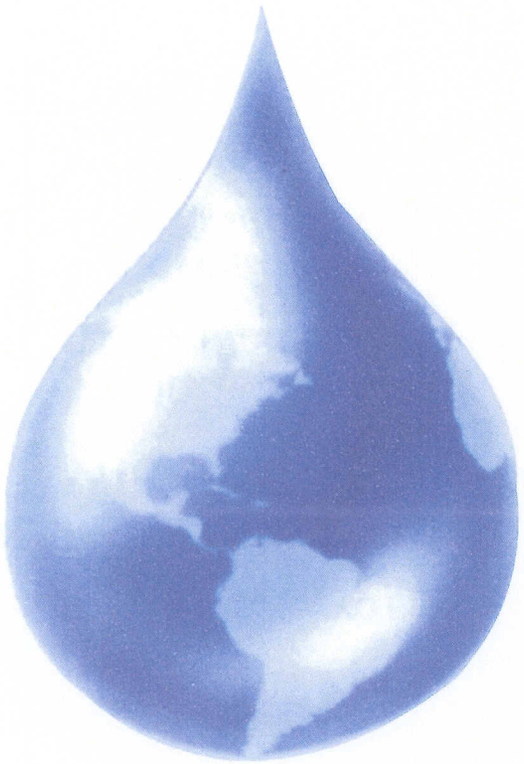
MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL
PROCURADORIA GERAL DA REPÚBLICA
4ª CÂMARA DE COORDENAÇÃO E REVISÃO
Meio Ambiente e Patrimônio Cultural

- GT ÁGUAS -

REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS



JORGE CRAVO BARROS
Assessor do GT Águas

Brasília, Distrito Federal
Fevereiro de 2009

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL
PROCURADORIA GERAL DA REPÚBLICA
4ª CÂMARA DE COORDENAÇÃO E REVISÃO
Meio Ambiente e Patrimônio Cultural

GT – ÁGUAS

SÉRIE: RECURSOS HÍDRICOS

TEMA BASE: POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

Brasília, fevereiro de 2009

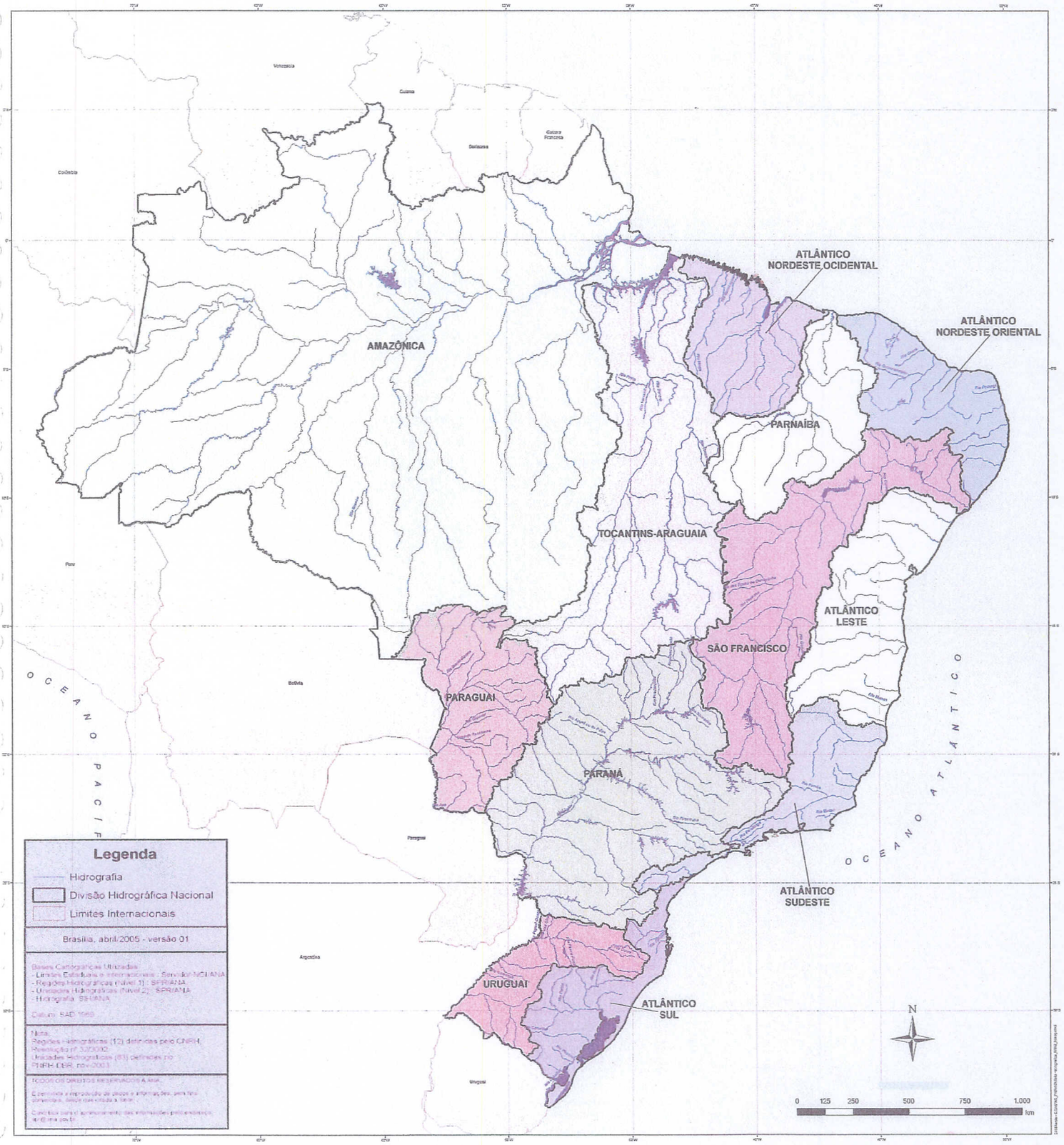


Fig. 1 – As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras

Fonte: ANA/2005

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – GENERALIDADES 7

1 APRESENTAÇÃO..... 7

2 OBJETIVOS..... 8

3 METODOLOGIA E ACERVO UTILIZADO..... 8

CAPÍTULO II - TEXTOS DE APOIO 9

1 AGUA DOCE: UM RECURSO VITAL E ESTRATÉGICO..... 9

2 ÁGUAS DOCES SUPERFICIAIS NO BRASIL..... 12

3 FONTES DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS..... 13

4 IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS..... 17

5 ARCABOUÇO LEGAL PARA OS RECURSOS HÍDRICOS..... 21

3.CAPÍTULO III - REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS 23

1 REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA..... 23

2 REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS -ARAGUAIA..... 35

3 REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL..... 45

4 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA..... 53

5 REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL..... 62

6 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO..... 73

7 REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO LESTE..... 84

8 REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO SUDESTE..... 93

9 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ..... 102

10 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI..... 112

11 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGAUI..... 123

12 REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO SUL..... 132

CAPÍTULO IV – TÓPICOS FINAIS..... 141

1 CONCLUSÕES..... 141

2 CENÁRIOS PROSPECTIVOS..... 142

CAPÍTULO V – SUGESTÕES..... 144

1 PROPOSTAS DE ESTRATÉGIAS PARA A PROTEÇÃO OU CONSERVAÇÃO DOS RIOS NACIONAIS 144

2 PASSOS PARA ATUAÇÃO..... 145

CAPÍTULO VI – ACERVO BIBLIOGRÁFICO..... 147

1. BIBLIOGRAFIA 147

2. SITIOS RECOMENDADOS..... 150

CAPÍTULO I - GENERALIDADES

1 APRESENTAÇÃO

O Grupo de Trabalho Águas (GT Águas) foi instituído por Resolução da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão (CCR) - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, da Procuradoria Geral da República, por meio da Portaria 02/2005. Ele é um colegiado composto por Procuradores da República e por Procuradores Regionais da República, que atuam em diferentes estados ou regiões. Contam com o apoio de técnicos especializados do quadro do MPF e, eventualmente, de convidados.

Por força de sua função institucional, vem desenvolvendo ações para a proteção e conservação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, como contribuição ao equilíbrio ambiental e melhoria da qualidade de vida.

Para a consecução de seus objetivos e visando embasar tecnicamente a atuação de suas atividades, esse GT vem elaborando documentos técnicos sobre as águas doces interiores. Informalmente, esses documentos fazem parte de uma série interna que esse GT denomina "**Recursos Hídricos do Brasil**". Já foram elaborados um estudo intitulado **Agenda da Água para o Distrito Federal** e outro, **Sistema Aqüífero Guarani (SAG)**.

De uma maneira geral, o corpo desses trabalhos é constituído por uma coletânea de dados e de informações selecionados e compilados dos acervos técnicos de órgãos públicos e de empresas privadas. O conteúdo deste *"core"* é complementado pelos autores, com análises críticas, textos básicos para facilitar a compreensão e o manuseio do conteúdo apresentado, conclusões e proposições técnicas de estratégias de atuação.

Em uma esfera maior de abrangência, esses documentos de divulgação destinam-se a contribuir com as atividades dos diferentes Grupos de Trabalho da 4ª CCR, de outras Câmaras, dos Procuradores da República e de Técnicos que atuam no campo dos recursos hídricos nos estados e nos municípios, assim como dos demais segmentos da sociedade.

O estudo ora apresentado trata das **Regiões Hidrográficas Brasileiras (RHs)**, contendo a caracterização e a análise hidroambiental dessas regiões. São dados os créditos das citações bibliográficas, sendo que a principal fonte de consulta e compilação são as publicações da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os autores

2 OBJETIVOS

2.1 Principal

Subsidiar tecnicamente a atuação dos Membros do GT Águas, dos demais integrantes do Ministério Público Federal que atuam na área dos recursos hídricos e outros segmentos da sociedade sobre a poluição das águas superficiais.

2.2 Específicos

- Proteger o Meio Ambiente e manter o equilíbrio dos ecossistemas, por intermédio da conservação e da proteção dos recursos hídricos superficiais.
- Caracterizar a partir da seleção de dados e de informações do acervo especializado as bacias hidrográficas brasileiras e suas drenagens.
- Identificar os agentes de poluição ou de contaminação das águas superficiais e localizar as áreas críticas.
- Contribuir para o conhecimento, a aplicação e a implementação da gestão sustentável dos recursos hídricos.
- Desenvolver e propor estratégias que venham a contribuir para a minimização dos impactos ambientais de origem antrópica sobre as água interiores.

3. METODOLOGIA E ANÁLISE DO ACERVO UTILIZADO

Para a consecução dos objetivos propostos havia a necessidade de se elaborar uma documento abrangente sobre as bacias hidrográficas brasileiras, com um enfoque hidroambiental.

A diversidade das fontes e a pluralidade dos documentos disponíveis em diferentes bibliotecas e *sítios* nacionais e internacionais determinou que fosse gerada uma coletânea-síntese desse acervo. Assim, procedeu-se o levantamento, a seleção e análise dos dados e das informações disponíveis com procedimentos técnicos multitemáticos e interações inter e intradisciplinares.

As análises técnicas geradas na 4ª CCR, assim como as conclusões e sugestões de estratégias de atuação complementam os dados secundários citados.

CAPÍTULO II - TEXTOS DE APOIO

1 ÁGUA DOCE: UM RECURSO VITAL E ESTRATÉGICO

O planeta Terra bem que poderia ser chamado de planeta Água, pois 71% de sua superfície está encoberta por cerca de 1,4 bilhão de km³ de água. Essas águas compõem o Ciclo Hidrológico, onde o volume permanece constante, mas ocorrem modificações de estado físico e alterações de reservatórios de armazenamento, com a circulação anual de um volume da ordem de 577.000 km³ (SHIKLOMANOV, 1998).

Esses elevados valores sugerem uma falsa concepção de abundância, muitas vezes induzindo ao desperdício. Porém, em uma análise global, deve-se destacar que:

Do volume de água existente no planeta[1] cerca de 97,22% (1.320.105.000 km³) é salgada e está estocado nos oceanos, mares e lagos salinos. Apenas 2,78% do volume total corresponde a água doce (37.734.150 km³), sendo que um percentual de 2,15% está em estado sólido formando as geleiras e os glaciais. A fração restante (0,63%), está distribuída entre as águas subterrâneas e a umidade do solo (0,61%); água dos rios, pântanos e lagos de água doce (0,018%); e vapor d'água na atmosfera (0,002). Em termos percentuais as águas subterrâneas correspondem a 22,3% do volume total de água doce e de 97% da água doce disponível para os múltiplos usos, muito embora cerca de 50% desse volume esteja armazenado abaixo de 800m da superfície, o que torna dispendiosa a sua explotação.[2]

Essas águas estão distribuídas de forma heterogênea, tanto no tempo como no espaço geográfico. No Brasil, 89% do volume hídrico total disponível está concentrado nas regiões Norte e Centro-Oeste, mas nessas regiões concentram-se apenas 14,5% da população. Para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde estão distribuídos 85,5% da população nacional, há disponível apenas 11% do potencial hídrico[3].

Neste contexto, o não atendimento à demanda hídrica, que se identifica em algumas localidades, deve-se tanto à restrição da quantidade, como também à perda da qualidade. Muito embora sejam raros os casos de bacias hidrográficas com *escassez hídrica absoluta,* isto é, com disponibilidade inferior a 500 m³/hab/ano, há registros de *seca crônica* (1.000 m³/hab/ano). No país, o estado de Pernambuco apresenta a menor disponibilidade hídrica (1.320

[1] Os valores de percentagem ou de volume apresentados nesta distribuição das águas no Ciclo Hidrológico representam apenas ordem de grandeza e variam entre pesquisadores.

[2] Revista das Águas -http://midia.pgr.mpf.gov.br/4ccr/sitegtaguas/sitegtaguas_5/index.html

[3] ANEEL/ANA, 2001.

m^3/hab/ano), caracterizando uma situação de *alerta de escassez hídrica* (inferior a 1.700 m^3/hab/ano), de acordo com os indicadores adversos de volume (FALKENMARK & WIDSTRAND, 1992).

A degradação dos mananciais hídricos e o crescimento econômico-demográfico desordenado estão gerando áreas com graves problemas de suprimento de água, tendendo, inclusive, à desertificação, como ocorre no interior de Pernambuco. Ademais, o cenário de crise se agrava na medida em que as regiões com maiores níveis populacionais são também as que mais degradam os corpos hídricos. Atualmente milhões de brasileiros não têm água suficiente para suprir as suas demandas domésticas, que segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS, é de 200 litros/dia.

A escassez hídrica tem um impacto político-econômico muito acentuado na medida em que a água é fundamental na geração de empregos, pois é insumo de todas as atividades antrópicas. Por exemplo, para se produzir uma tonelada de tecido são necessários 1.000.000 litros de água, para se produzir 1 tonelada de milho utiliza-se 1.400 litros de água e para se produzir 1 tonelada de trigo necessita-se de 900 litros (FLORES, 2000).

Também se observa que a partir da escassez hídrica surgem problemas relacionados a conflitos entre os diferentes tipos de uso (abastecimento doméstico, indústrias, agricultura irrigada, energia hidrelétrica, navegação), pois suas atividades são prejudicadas com a redução do seu nível de utilização. De acordo com TUCCI (2001), os conflitos pelo uso da água são classificados como:

- *Conflitos de destinação do uso:* relacionados aos anseios sociais, ambientais e econômicos, quando a utilização da água não é estabelecida por decisões públicas.

- *Conflitos de disponibilidade qualitativa:* relacionado ao uso excessivo da água, comprometendo a sua qualidade por meio do lançamento de poluentes, tornando-a inadequada para o consumo.

- *Conflitos de disponibilidade quantitativa:* decorrência do esgotamento da disponibilidade quantitativa, quando um usuário utiliza intensamente o recurso, comprometendo a utilização por outro usuário.

Além desses conflitos que surgem afetando as atividades econômicas, as restrições de quantidade e qualidade aumentam os custos de utilização dos recursos hídricos, pois passam a ser necessárias novas tecnologias para a reutilização da água, ou mesmo para a captação em mananciais mais distantes do local de consumo, ou mais profundos, como no caso das águas

subterrâneas. Com efeito, a fração da população com menor poder aquisitivo não consegue arcar com esses custos e passa a utilizar água sem tratamento, aumentando os índices de mortalidade. O problema passa a ter seu foco não na falta de água em si, mas na exclusão social causada pelo custo da água disponibilizada.

Outra conseqüência da má gestão dos recursos hídricos é o lançamento de efluentes líquidos e de resíduos sólidos, domésticos e industriais nos corpos hídricos, pois esses têm sido muitas vezes superiores a sua capacidade de autodepuração, transformando-os em vias de propagação de doenças e desequilíbrio natural. A degradação dos corpos de água e a ineficiência da gestão dos recursos hídricos, faz com que muitos rios que cortam grandes cidades estejam impossibilitados de serem utilizados para o abastecimento doméstico. A poluição impede que tratamentos convencionais sejam suficientes para torná-los apropriados. Segundo dados do FIBGE (2005), 80% do esgoto produzido pela população brasileira são lançados nos corpos hídricos sem nenhum tipo de tratamento. Com efeito, alguns rios brasileiros apresentam em todo o seu curso, ou em parte dele, elevado estágio de degradação, como por exemplo: Tietê (SP); Guaíba (RS); Doce (MG) e Paraíba do Sul (MG, RJ, SP).

Com relação à correta utilização dos recursos hídricos, pode-se salientar ainda que em 96% da área irrigada no Brasil são utilizadas técnicas pouco eficientes, que induzem à perda de água. Também, com respeito às Companhias de Saneamento, essas apresentam na distribuição de água um desperdício médio de 40%, representando um prejuízo para as mesmas da ordem de R$ 1 bilhão por ano.

As constatações elencadas ressaltam que a água não é simplesmente um recurso natural finito e com valor econômico, mas um bem com importante conotação ambiental, social e econômica. Isto é, parte da solução está em passar a considerar a água como um recurso vital e estratégico.

Portanto, as soluções incluem a redução do desperdício (nos usos domésticos, agrícolas e industriais); a recuperação da qualidade dos mananciais; a racionalização do consumo; a disponibilização de recursos e mecanismos de financiamento; o fortalecimento institucional; a consolidação de marcos regulatórios mais restritivos (leis e normas que busquem a utilização racional, com base nos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador); os avanços tecnológicos (dessalinizadores, técnicas de perfuração de poços tubulares profundos, técnicas modernas para as estações de tratamento, dentre outras); o planejamento e a gestão integrada das águas subterrâneas e superficiais (por exemplo, reconhecer os interesses múltiplos – abastecimento doméstico, agricultura, piscicultura, indústrias, hidroelétricas, transporte, recreação e controle de enchentes); monitoramento; banco de dados; e do

controle da qualidade e da quantidade necessária aos diversos padrões de uso da água.

Nesse sentido, o gerenciamento adequado das águas doces gera a possibilidade e a oportunidade de se garantir um desenvolvimento mais equilibrado, no qual a água continue a ser a principal fonte de vida e que as presentes e as futuras gerações possam compartilhar esse recurso. Conforme, expressa o Art. 5 da Declaração Universal dos Direitos da Água: " *A água não é somente uma herança que recebemos; ela é, sobretudo, um legado que deixaremos aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital e moral do homem contemporâneo para com as futuras gerações.*

2 ÁGUAS DOCES SUPERFICIAIS NO BRASIL

A imensa disponibilidade de água doce em quase todo território nacional resulta da conjunção favorável de diferentes componentes ambientais dos meios físico e biológico, como por exemplo, clima e cobertura vegetal.

A fração superficial da disponibilidade hídrica é estimada em 182.170 m^3/s, se considerada apenas a contribuição do território brasileiro, passando para 258.750 m^3/s, quando computadas as vazões produzidas nas áreas das bacias Amazônica, Paraná, Paraguai e Uruguai que se encontram em territórios estrangeiros (ANEEL/ANA, 2001). Esses valores referem-se às vazões médias de longo período e constituem uma razoável indicação do potencial hídrico, em termos de limite superior. O potencial hídrico superficial brasileiro corresponde a 53% do total da América do Sul e a 11,6% do total mundial (BARROS, 2000). Já as águas subterrâneas totalizam, aproximadamente, 112.000 km^3 (MMA/SRH, 1998).

O potencial hídrico superficial brasileiro corresponde a 53,0 % do total da América do Sul e a 11,6 % do total mundial (MMA/SRH, *op.cit.)*

A *disponibilidade hídrica social* média, relativa apenas às drenagens superficiais no Brasil é de 38.185 m^3/hab/ano, com demanda de cerca de 1%.

Quadro 1 – Distribuição dos Recursos Hídricos Superficiais por Região Geográfica

REGIÃO GEOGRÁFICA	**ÁREA** (% do total)	**POPULAÇÃO** (% do total)	**RECURSOS HÍDRICOS** (% do total)	**DISPONIBILIDADE HÍDRICA SOCIAL** (m^3/hab/ano)
NORTE	45,3	6,98	68,5	374.905
CENTRO-OESTE	18,8	6,41	15,7	93.357
SUL	6,8	15,05	6,5	16.521
SUDESTE	10,8	42,65	6,0	5.333
NORDESTE	18,3	28,91	3,3	4.384

Fonte: SRH/MMA, 2006

3 FONTES DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

As atividades antrópicas que geram cargas potencialmente poluidoras são classificadas em:

Intencional - atividades autorizadas e os seus efeitos são previsíveis;

Incidental - embora autorizadas, os efeitos ultrapassas as previsões;

Acidental - a ocorrência não foi planejada;

Clandestina - atividade ilegal.

Assim, deve ser considerado que há atividades em que a geração de carga poluidora é intrínseca à atividade ou ao processo e outras em que o componente é incidental ou acidental.

Para as proposições finais deste estudo é necessária a identificação das diferentes fontes de poluição, tais como pontual, linear e difusa. Para cada caso, a avaliação, minimização e restrições são de complexidade variada, atingindo geralmente o grau mais elevado para as fontes difusas. A degradação da qualidade das águas ocorre quando os poluentes gerados, principalmente por atividades domésticas, industriais, de serviços, agrícolas, mineração e pecuárias atingem o solo, o ar, as drenagens superficiais e se

encaminham para o subsolo. Retornando, de acordo com o Ciclo da Água, para a superfície e para a atmosfera.

Na natureza o solo atua como uma esponja podendo absorvê-los total ou parcialmente. Esta atenuação depende das características do solo (inclusive da espessura) e/ou dos contaminantes e será tanto mais efetiva quanto mais lento for o processo, pois haverá maior tempo para que ocorram as reações físico-químicas que retém os poluentes. A presença de ar e de bactérias no solo permite a ocorrência de processos de biodegradação, que contribuem para a minimização da carga de contaminantes. Porém, alguns desses contaminantes ou porque estão em quantidade que supera o poder de atenuação do solo, ou não são de fácil absorção, ou são resistentes à degradação bacteriana, continuam a se infiltrar no subsolo.

3.1 CARGA POLUENTE

O poluente será mais perigoso quanto mais móvel e/ou persistente se comportarem nos diferentes meios do ecossistema.

Os seguintes aspectos devem se avaliados para cada atividade:

(a) a(s) classe(s) de poluente(s), definida(s) pela tendência à degradação (por ação bacteriológica ou por reação química) e ao retardamento (por troca de cátions, por sorção ou outro processo);

(b) a intensidade do evento de poluição, expressa pela extensão da área afetada e pela concentração relativa de cada poluente em relação aos limites máximos recomendados pela OMS para a potabilidade da água;

(c) o modo de dispersão do poluente no solo ou subsolo, avaliado segundo a profundidade do agente contaminante e a carga hidráulica associada;

(d) a duração da aplicação da carga poluidora, abrangendo o período de aplicação e a probabilidade de que atinja o subsolo.

Os dados disponíveis em um estudo regional costumam ser insuficientes para inventariar todas as fontes presentes e respectivas cargas contaminantes, optando-se por relacioná-las a partir dos tipos de atividades predominantes.

As cargas poluidoras são classificadas quanto à periculosidade, com destaque para aquelas que representem maior ameaça à saúde pública, como: reduzida, moderada e elevada.

Quando a quantidade de contaminante superar a capacidade atenuadora do solo, tem início o processo de degradação hídrica. Em áreas com elevado

índice pluviométrico, até mesmo um poluente em pequena quantidade inicial pode infiltrar-se rapidamente no solo ou desaguar em uma drenagem.

Deve-se considerar quatro características básicas, semi-independentes, no processo de contaminação:

- A classe (tipo) do contaminante envolvido;
- A intensidade do evento de contaminação;
- O modo de disposição (forma) no solo/subsolo;
- A duração da aplicação da carga poluidora.

Na prática, há dificuldade de se obter os dados e as informações necessárias sobre as cargas contaminantes que atuam em uma dada área, assim, trabalha-se com grupos de atividades antrópicas geradoras de contaminação. É dada uma ênfase maior para os constituintes que apresentam uma ameaça à saúde pública, tal como os nitratos, que apresentam grande mobilidade e estabilidade em sistemas anaeróbicos. De uma maneira geral os metais pesados (tóxicos) tendem a ser imobilizados por precipitação e só migram em condições de pH e Eh baixos. No que tange aos poluentes orgânicos, os mais perigosos são alguns alcanos e alquenos clorados, que são solúveis na água.

3.2 FONTES DE POLUIÇÃO

São várias as fontes potencialmente impactantes, como exemplificadas a seguir:

Fontes Pontuais

(a) Contaminação de Origem Doméstica

De uma maneira geral os resíduos domésticos (sólidos e líquidos) são orgânicos. Esses resíduos se transformam em compostos de nitrogênio, sendo o nitrato uma substância potencialmente cancerígena. Estão presentes também, além da amônia, detergentes e desinfetantes, além de elevadas concentrações de organismos fecais, bactérias e vírus.

Em áreas rurais isoladas não há tratamento das águas servidas ou coleta regular de lixo. Nesses locais é comum o uso de fossas sépticas com sumidouros e fossas negras, que causam grandes impactos ambientais, tanto pela contaminação biológica como pela contaminação química.

(b) Contaminação de Origem Industrial

Os impactos ambientais nos recursos hídricos gerados pelas indústrias

ocorrem, principalmente, pelos efluentes, resíduos sólidos e estoques de matéria-prima/produto industrial. O porte da indústria não é o fator mais significativo no processo de poluição do subsolo. Geralmente as de maior porte e com melhor tecnologia são menos agressiva ao meio ambiente.

A identificação das suas potencialidades poluidoras, principalmente no que diz respeito à concentração de compostos orgânicos e de metais tóxicos, devem ser considerados.

(c) Resíduos Sólidos – Lixões, Aterros Sanitários, Usinas de Processamento e Incineradores

O considerável aumento populacional gerou um crescimento significativo no volume de resíduos sólidos de origem doméstica, hospitalar, comercial e industrial *(lato sensu).* As usinas de processamento e de incineração de lixo instaladas apresentam problemas operacionais/ambientais e não atendem à demanda. Assim, um elevado percentual do resíduo sólido gerado não sofre qualquer tipo de beneficiamento nas usinas, sendo depositados em lixões, controlados ou não, não ocorrendo monitoramento posterior, inclusive com a implantação de piezômetros[4].

Há necessidade de levantamentos criteriosos para locação de futuros sítios destinados à disposição ordenada de resíduos sólidos (aterros sanitários), de modo a minimizar os impactos sobre os recursos hídricos.

(d) Minerações

As atividades de mineração, que abrangem a lavra, o beneficiamento, a estocagem e o transporte, são potencialmente poluidoras. O processo de degradação das águas pode ocorrer relacionado a todas essas fases, como observado na bacia carbonífera de Santa Catarina.

(e) Outras fontes pontuais de poluição das águas são: Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), cemitérios e atividades do setor de prestação de serviços, como oficinas e postos de abastecimento/lavagem e manutenção de veículos e equipamentos pesados.

Fontes Lineares

As rodovias e outros tipos de obras de engenharia similares comportam-se de forma direta como fonte de poluição linear. Indiretamente, as drenagens superficiais (rios, riachos, ribeirões, córregos e canais) que são freqüentemente utilizadas para o lançamento de efluentes (tratados ou *in*

[4] **Piezômetro**: poço de observação para as águas subterrâneas.

natura) e de resíduos sólidos, das mais diversas origens, ultrapassando a capacidade de depuração natural, atuam como fontes de contaminação linear para as águas subterrâneas.

Fontes Difusas

(a) Atividades Agrícolas e Pecuárias

A agricultura é, de modo geral, mais impactante ambientalmente que a pecuária. Em áreas com vulnerabilidade alta, as atividades agrícolas são bastante impactantes devido à sua abrangência territorial e ao período longo de atuação. A presença de compostos organo-clorados e a solubilidade elevada dos insumos incrementam o processo de contaminação dos recursos hídricos. O monitoramento e a análise dos contaminantes exigem operações complexas e onerosas.

3.3 ACIDENTES AMBIENTAIS

Muito embora seja tecnicamente possível a determinação do grau de vulnerabilidade dos corpos de água e a identificação das fontes de poluição com os respectivos contaminantes, há eventos que não podem ser determinados com a acurabilidade necessária, mas que podem ser previstos e que as medidas cautelares ou preventivas podem ser determinadas. Uma possibilidade real é de acidente com veículo transportador de carga de Classe I, por exemplo, e que venha a contaminar corpos d'água situados em torno da rodovia, ou vazamentos em tanques e em canalizações de combustíveis, ou de outras substâncias poluentes.

4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é um conjunto de parâmetros químicos/físicos que caracterizam a qualidade conforme sua utilização. Foi inicialmente desenvolvido pelo *National Sanitation Foundation* (NSF – USA/1970) por meio de pesquisa junto a especialistas. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) de São Paulo adaptou e elaborou nova versão deste índice.

O objetivo de aplicação do IQA é analisar a qualidade das águas considerando, sobretudo, o nível de contaminação dessas por esgotos domésticos e cargas orgânicas de origem industrial. A constatação da qualidade da água por meio deste índice serve para determinar se ela pode ser utilizada no abastecimento público, ou que tipo de tratamento ela deve receber para poder ser aproveitada.

Para a elaboração do índice são utilizados nove parâmetros, onde cada um deles possui um valor de qualidade (obtido em seu próprio gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida – Anexo 1), também é estabelecido o respectivo peso em função de sua importância na determinação da qualidade da água.

Os nove parâmetros são:

- Oxigênio dissolvido (peso = 0,17): o adequado conteúdo de oxigênio dissolvido na água é essencial para a manutenção da vida em sistemas aquáticos;
- Coliformes fecais (peso = 0,15): indica a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre paratifóide, febre tifóide, cólera e desinteria bacilar;
- Potencial hidrogeniônico – pH (peso = 0,12): influencia diretamente a fisiologia das espécies, pode contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos e alterar a solubilidade de nutrientes;
- Demanda bioquímica de oxigênio – $DBO_{5,20}$ (peso = 0,10): indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição aeróbia para uma forma inorgânica estável. A presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio, determinando o desaparecimento de peixes e outras formas de vidas aquáticas;
- Nitrogênio total (peso = 0,10): os esgotos sanitários são no geral a principal fonte de lançamento de nitrogênio total nas águas. A presença deste elemento nos corpos d'água facilita o surgimento de seres vivos aquáticos, especialmente as algas que em grandes concentrações podem prejudicar o uso da água para algumas atividades;
- Fósforo total (peso = 0,10): aparece em águas naturais, principalmente, por causa das descargas de esgotos sanitários. Assim como o nitrogênio, o fósforo favorece a eutrofização[5] que pode prejudicar o uso da água;
- Temperatura (peso = 0,10): organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica. Além de afetar diretamente a vida aquática, a temperatura quando aumenta altera a viscosidade, a tensão superficial, o calor específico da água;
- Turbidez (peso = 0,08): indica o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Por causa da presença de materiais sólidos em suspensão, como por exemplo, areia, silte, algas, bactérias etc, a turbidez pode aumentar também em decorrência de esgotos sanitários, efluentes industriais e mineração. A turbidez de uma maneira geral pode afetar negativamente os usos domésticos, industriais

[5] Enriquecimento das águas por compostos nutrientes.

e recreacionais da água.

- Resíduo total (peso = 0,08): é toda matéria que permanece no solo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra. Os resíduos sólidos podem causar danos a vida aquática com a retenção de bactérias e resíduos no fundo dos rios promovendo decomposição anaeróbica.

O IQA apresenta como resultado[6] valores (notas) que variam de 0 a 100, onde quanto maior for o valor melhor é a qualidade da água. A Agência Nacional de Águas (ANA) estabelece as seguintes faixas de valores que indicam a qualidade das águas: péssima (0 a 19), ruim (20 a 36), aceitável (de 37 a 51), boa (52 a 79) e ótima (80 a 100).

É valido destacar que a coleta de dados e o cálculo do IQA são realizados principalmente, por órgãos estaduais, que, em alguns casos, utilizam parâmetros distintos, o que dificulta a comparação e a homogeneização de resultados. Outro aspecto a se ressaltar é que, até a presente data, apenas 11 estados (Amapá, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul e São Paulo) e o Distrito Federal utilizam o IQA como indicador da condição dos seus corpos d'água.

---

[6] Resultado obtido por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segunda a fórmula:

$$IQA = \prod q_i^{w_i} \quad i=1$$